



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

## ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

# NÁVRH KOMUNIKAČNÍ SÍŤOVÉ INFRASTRUKTURY PŘÍSTAVBY ZÁKLADNÍ ŠKOLY

DESIGN OF COMMUNICATION NETWORK INFRASTRUCTURE IN OUTBUILDINGS OF PRIMARY SCHOOL

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Srnec

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Vít Novotný, Ph.D.

BRNO 2019

# Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav informatiky
Student:	<b>Jan Srnec</b>
Studijní program:	Systemové inženýrství a informatika
Studijní obor:	Manažerská informatika
Vedoucí práce:	<b>doc. Ing. Vít Novotný, Ph.D.</b>
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 komunikační síťové infrastruktury přístavby základní školy**

### **Charakteristika problematiky úkolu:**

Úvod

Cíle práce, metody a postupy zpracování

Teoretické podklady práce

Analýza současného stavu a požadavků

Rozbor možných řešení a výběr optimálního z nich

Vlastní návrh řešení

Závěrečné zhodnocení výsledků

Seznam použité literatury

Přílohy

### **Cíle, kterých má být dosaženo:**

Cílem bakalářské práce je návrh projektu na kabelážní systém počítačové sítě. Jedná se o řešení pro novou přístavbu základní školy Židlochovice pro pevný i bezdrátový přístup k datovým službám v rámci školy i do veřejného Internetu. Vstupem pro návrh je půdorys plánované budovy a seznam požadavků na síťové připojení stanovený vedením základní školy. Práce bude obsahovat jak teoretickou průpravu, tak i rozbor požadavků a vlastní návrh řešení završený projektovou dokumentací.

### **Základní literární prameny:**

CARROLL, B. Bezdrátové sítě Cisco: autorizovaný výukový průvodce. Brno: Computer Press, 2011. ISBN: 978-80-251-2884-8.

JORDÁN, V. a V. ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů I: Univerzální kabelážní systémy. 2. rozš. vyd. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5115-5.

JORDÁN, V. a V. ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů II: Kritické aplikace. 2. rozš. vyd. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5240-4.

JORDÁN, V. a V. ONDRÁK. Infrastruktura komunikačních systémů III: Integrovaná podniková infrastruktura. 2. rozš. vyd. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5241-1.

KOŘÍNEK, J. Strukturovaná kabeláž = kabelážní struktura. ElektriKa.cz [online]. Praha: Jiří Kořínek, 2010 [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: <https://elektriKa.cz/data/clanky/strukturovana-kabelaz-kabelaz-i-struktura>

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**

Cílem této bakalářské práce je vypracování kompletního návrhu datové komunikační infrastruktury pro novou budovu základní školy v Židlochovicích. Práce vychází z projektové dokumentace stavby a požadavků investora. Nedílnou součástí je technická dokumentace i s celkovým rozpočtem návrhu.

## **Klíčová slova**

Komunikační infrastruktura, Kabeláž, Počítačová síť, Datový rozvaděč

## **Abstract**

The goal of this bachelor thesis is to elaborate complete project of data cabling infrastructure for new primary school building in Židlochovice town. This thesis is based on the building plan and requirements of the owner. This project includes technical documentation and budgeted.

## **Key words**

Communication infrastructure, Cabling, Computer network, Data cabinet

### **Bibliografická citace**

SRNEC, Jan. *Návrh komunikační síťové infrastruktury přístavby základní školy* [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-05-02]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/119900>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Vít Novotný.

### **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 15. května 2019

.....

## **Poděkování**

Rád bych vyjádřil poděkování vedoucímu mé bakalářské práce panu doc., Ing. Vítu Novotnému, Ph.D. za ochotu a cenné rady při vedení práce. Dále bych chtěl poděkovat rodině za trpělivost a podporu během mého studia.

# OBSAH

ÚVOD .....	10
CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ.....	12
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE .....	13
1.1 Počítačová síť .....	13
1.2 Referenční ISO/OSI model.....	13
1.3 Komunikační infrastruktura.....	14
1.4 Normy komunikační infrastruktury .....	15
1.5 Přenosové prostředí .....	15
1.5.1 Metalické kabely .....	16
1.5.2 Optické kabely.....	19
1.6 Sekce kabelážního systému .....	19
1.7 Konektivita .....	20
1.8 Prvky vedení, organizace a ochrany kabeláže .....	21
1.9 Značení prvků kabeláže .....	22
1.10 Datové rozvaděče.....	23
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU .....	25
2.1 Stručný popis lokality a budovy .....	25
2.2 Stávající datová infrastruktura sousedících budov .....	26
2.3 Seznam a popis požadavků jednotlivých místností .....	28
2.4 Technická východiska .....	32
3 VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ.....	33
3.1 Popis řešení – základní informace .....	33
3.2 Páteřní sekce .....	33
3.3 Horizontální sekce .....	37
3.4 Datový rozvaděč .....	42



3.5	Značení .....	49
3.6	Technické a další požadavky .....	49
3.7	Co práce nezahrnuje .....	50
3.8	Ekonomické zhodnocení.....	50
ZÁVĚR.....		51
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....		52
SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ .....		54
SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK .....		56
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....		57
SEZNAM PŘÍLOH.....		58

# ÚVOD

V dnešní době si už jen velmi těžko lze představit život bez elektronických zařízení a komunikačních technologií, které využíváme v každodenních činnostech a které nám zjednodušují, zrychlují a obohacují náš život. Běžný uživatel se dostává do kontaktu pouze s koncovými zařízeními, jakými jsou počítače, mobilní terminály, tablety a podobně, pomocí nichž a patřičných aplikací na nich komunikujeme s informačními systémy (servery) či mezi sebou navzájem, avšak tato komunikace by nebyla možná bez síťové infrastruktury. Síťová infrastruktura je soubor prvků zahrnující aktivní prvky pro přepojování datových jednotek, kabelážní systémy zajišťující propojení aktivních prvků a připojení koncových zařízení, a celou řadu dalších systémů – mechanických, elektrických, chladicích aj., nezbytných pro zajištění elektronické komunikace jako celku.

A právě návrh infrastruktury kabelážního systému je tématem této bakalářské práce. Tento systém je zasazen do prostředí základní školy v Židlochovicích, kde se chystá výstavba nové budovy, a samozřejmě i zde budou komunikační technologie zapotřebí jako součást fungování celé instituce.

Ve školách je dnes využití počítačů a počítačové sítě téměř každodenní samozřejmostí. Ať už se jedná o výuku informačních technologií, využití počítačů jako podpůrných prostředků výuky v rozmanitých předmětech, tak i například pro vedení elektronické třídní knihy. Ke všem těmto úkonům jsou potřeba počítače připojené k síti, tím pádem i vhodná datová komunikační infrastruktura, na které tato síť bude fungovat. Dalším využitím může být např. kamerový systém školy, automatizovaná klimatizace nebo otevírání oken.

Na elektronické komunikaci je tak závislá široká škála činností v rámci chodu organizací, školy nevyjímaje. Výpadek schopnosti přenášet informace v elektronické podobě by tak způsobil jakékoli moderní organizaci nemalé problémy. Proto není na místě takový projekt podceňovat. Mělo by se spíše hledět na kvalitu provedení celého systému a

připravit tak vyhovující zázemí pro veškeré síťové vymoženosti dnešní doby a nejspíš i doby budoucí.

## **CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ**

Cílem této práce je návrh infrastruktury kabelážního systému pro plánovanou budovu základní školy v Židlochovicích. Jedná se o nový pavilon přírodních věd. Pavilon bude obsahovat 6 učeben, hygienické zázemí, jídelnu a kabinet pro 8 vyučujících. Budova má bezbariérový přístup a výstavba se plánuje na rok 2020.

V teoretické části práce budou představeny potřebné pojmy a samotná problematika kabelážních systémů. Budou zde uvedeny různé typy kabeláže, jejich zapojení a ochrana.

Celý návrh bude vypracován dle požadavku zadavatele. Práce obsahuje kompletní řešení tohoto problému – volbu kabelů, plánování tras jak horizontální, tak vertikální kabeláže. Ochranu kabelů v těchto trasách, počet a umístění datových zásuvek, umístění datových rozvaděčů atd. Veškeré tyto záležitosti musí splňovat dané normy.

K analýze prostředí bude využita dodaná výkresová dokumentace stavby. Budou analyzovány požadavky investora a navrženo samotné řešení kabelážního systému. Celou problematiku bude zdokumentována do potřebných výkresů, kde budou zakresleny veškeré trasy, umístění přípojných míst atd. Budou sestrojeny pomocné tabulky a schémata pro zapojení kabelů do patch panelů v rozvaděči. Navrženy potřebné vlastnosti aktivních prvků, jejich výkon, počet portů a velikost zařízení, který musí pasovat do datového rozvaděče. Nakonec bude určen veškerý potřebný materiál a uveden rozpočet celé kabelážní infrastruktury.

# 1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

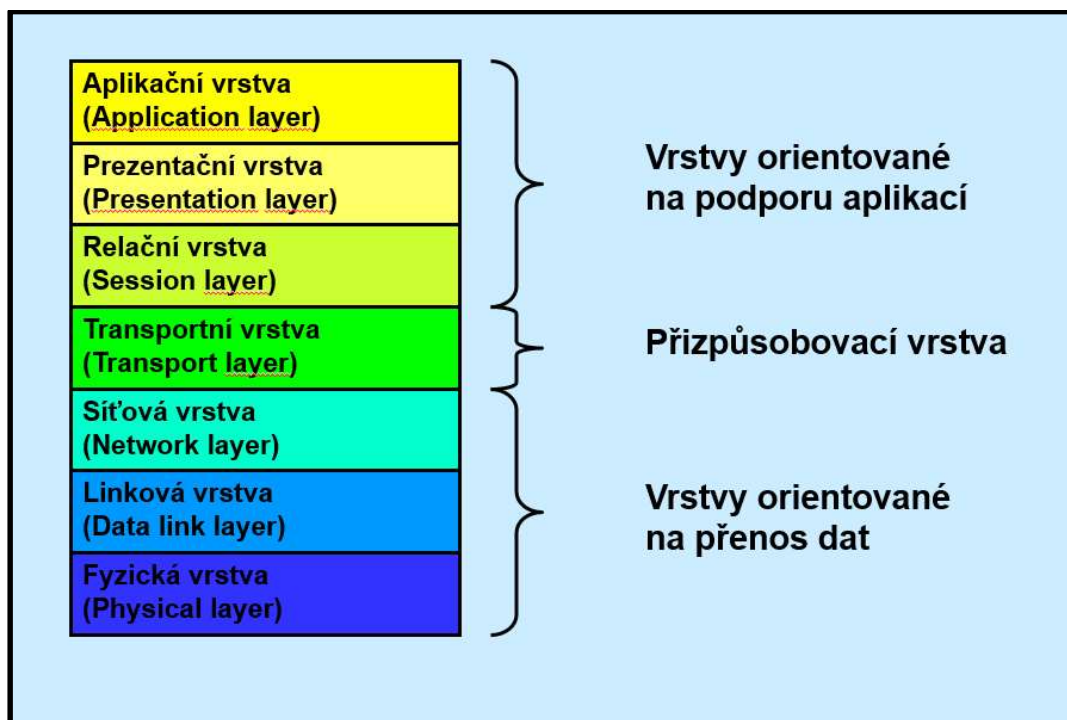
Tato kapitola se zabývá teorií, potřebnou jak k analýze prostředí, tak k samotnému návrhu řešení. Jsou zde uvedeny základní pojmy týkající se datové kabeláže a počítačových sítí. Dále jsou uvedeny potřebné prvky pro realizaci infrastruktury projektu.

## 1.1 Počítačová síť

Pojem počítačová síť lze vysvětlit jako propojení dvou a více počítačů za účelem výměny dat. Způsobů, jak počítače propojit existuje více, ale vždy mezi nimi musí být umožněna komunikace. V počítačové síti se může nacházet opravdu spousta počítačů nebo dalších aktivních prvků. Běžným příkladem je internet. Tato síť propojuje téměř veškeré počítačové sítě světa. (1, s. 21)

## 1.2 Referenční ISO/OSI model

Tento model popisuje architekturu pro síťovou komunikaci. Určuje celkem sedm vrstev, které na sebe navazují. Spodní čtyři vrstvy slouží k přenosu dat síťovým prostředím, zbylé tři jsou určeny k zabezpečení spojení, konverzi datových formátů, řízení komunikace mezi aplikacemi a atd. Pro tuto práci bude nejdůležitější vrstva fyzická, která zahrnuje i pasivní vrstvu, kterou představuje kabeláž. Kvalitní kabeláž je základem funkčnosti celé komunikační infrastruktury. Pod fyzickou vrstvou se řadí také různé části aktivních prvků nebo případně i celý aktivní prvek (opakovač/rozbočovač). (2, s. 13)



Obrázek 1: Referenční model ISO/OSI (3)

### 1.3 Komunikační infrastruktura

Je to soubor technických prostředků, které slouží ke komunikaci mezi různými komunikačními systémy. Fyzicky se jedná o kabelážní systémy a přepojovací prvky, které nám umožňují komunikaci ať na úrovni jedné budovy, nebo rovnou mezi celými kontinenty. Lze si ji přestavit jako dálnice a silnice propojující různá města. (2, s. 8)

Pasivní vrstva komunikační infrastruktury je tvořena prvky jako jsou kabely, konektory, propojovací kabely, rozvaděči a mnoho dalšími. Všechny tyto prvky tvoří dohromady kabelážní systém. Ten lze rozdělit na jednoúčelový a univerzální. Jednoúčelový kabelážní systém je aplikačně zaměřený. Může se jednat například o TV rozvody, či různá průmyslová rozhraní. Na rozdíl od jednoúčelového je univerzální kabelážní systém určen pro větší aplikační množinu, a tedy více typů přenosů. V takovém případě se jedná o strukturovanou kabeláž, která bude tématem této práce. (2, s. 9)

## **1.4 Normy komunikační infrastruktury**

Pro funkčnost, certifikaci a schopnost komunikovat se všemi subjekty je nutné, aby se návrh komunikační infrastruktury řídil normami. Normy jsou rozděleny na mezinárodní a ty dále na americké a evropské. Evropské normy zahrnují normy národní. (2)

Důležité normy pro návrh univerzální kabeláže:

ISO IEC IS 11801 – mezinárodní norma pro univerzální kabelážní systém

ČSN EN50173-1 – všeobecné požadavky pro univerzální kabelážní systémy

ČSN EN 50173-2 – norma pro kancelářské prostory spadající pod univerzální kabelážní systém

ČSN EN 50173-4 – norma pro obytné prostory spadající pod univerzální kabelážní systém 29

ČSN EN 50173-5 – norma pro datová centra spadající pod univerzální kabelážní systém

ČSN EN 50173-6 – norma pro distribuované služby v budovách spadající pod univerzální kabelážní systém

ČSN EN 50174-1 – norma pro specifikaci a zabezpečení kvality instalace kabelových rozvodů

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

## **1.5 Přenosové prostředí**

K realizaci kabelážní infrastruktury lze použít dva základní typy kabelů – kabely metalické a kabely optické. Jak metalické, tak optické kabely můžeme dále dělit na řadu typů, které se liší svými vlastnostmi. Dalším přenosovým prostředím, bez fyzikálního ohraničení, je tzv. bezdrátový přenos. Využívá se zde přenosu elektromagnetických vln volným prostorem (např. Wi-Fi). (4)

### 1.5.1 Metalické kabely

Metalické kabely využívají k přenosu elektrického signálu kovový, většinou měděný vodič. Tento vodič se dále podle uspořádání dělí na drát a lanko. (4)

#### Koaxiální kabel

Dříve velmi populární kabel, ale v dnešní době nahrazen modernější technologií. Tento kabel se skládá z vodiče, kolem kterého je izolace a vodivé opletení. Vše je ukryto v plášti, většinou z PVC. Dnes se tento kabel využívá převážně pro přenos TV signálu. (5)



Obrázek 2: Koaxiální kabel (6)

#### Kabely s kroucenými páry

Dnes nejčastěji využívaný typ kabelu. Je velmi univerzální a dokáže být i výkonný. Existuje spousta druhů těchto kabelů, ale u datových sítí se nejčastěji setkáme s kroucenými čtyřmi páry vodičů. Tyto páry jsou tvořeny dvěma samostatně izolovanými a vzájemně skroucenými vodiči. Páry jsou od sebe barevně rozlišeny. Jeden vodič v páru je barevný a druhý má stejnou barvu doplněnou o bílý pruh. Podle norem se používají barvy modrá, oranžová, hnědá a zelená. Toto barevné rozlišení pomáhá při zapojování a konektorování kabelů. (2, s. 32)





**Obrázek 3: Kabel s kroucenými páry (6)**

*„Základním parametrem, který ovlivňuje kvalitu přenosu a sekundárně ovlivňuje téměř všechny ostatní přenosové parametry, je impedance vedení – respektive podélná stabilita impedance vedení. Rozhodujícím faktorem pro podélnou stabilitu impedance je symetrie vodičů – konstantní vzdálenost os obou vodičů.“* (2, s. 36) Tomuto jevu se bráníme několika způsoby. Nejdůležitější je svaření párů, které napomáhá držet jeho symetrii. (2, s. 37)

Jedním z nejzávažnějších negativních jevů jsou přeslechy. Může k nim docházet mezi jednotlivými páry, ale i mezi páry sousedících kabelů. Přeslechy mezi páry uvnitř kabelu omezíme vzdálením jednotlivých párů pomocí separační pásky nebo vložení kříže. Další možností je stínění jednotlivých párů. Přeslechy mezi kabely se řeší jejich stíněním. (4)

Ochranný plášť kabelu je tvořen z různých materiálů, který volíme podle prostředí uložení kabelu. Může se jednat např. o PVC, bezhalogenové materiály, polyethylen nebo polyuretan. Každý z materiálů má jiné ochranné vlastnosti. (2, s. 51)

Různé typy kabelů mají různá označení. Zaleží na stínění jednotlivých párů nebo kabelu a prvku pro prostorové oddělení párů. Zkratky pro tyto kabely jsou v angličtině a němčině rozdílné, proto si zde uvedeme oba dva způsoby. (2, s. 16)

**Tabulka 1: Označení typu kabelu (2, s. 16)**

Anglicky	německy	Popis
UTP	U/UTP	Nestíněný kabel
STP	S/UTP	Kabel stíněný opletením
FTP	F/UTP	Kabel stíněný folií
STP	SF/UTP	Kabel stíněný opletením a folií
ISTP	S/FTP	Kabel s individuálním stíněním párů – páry folií, celkové opletením
ISTP	F/FTP	Kabel s individuálním stíněním párů – páry folií, celkové folií
ISTP	U/FTP	Kabel s individuálním stíněním párů – páry folií, celkové není

Dále kabely dělíme do kategorií a tříd. Kategorie hodnotí parametry materiálu rozlišovacím kritériem je kmitočet (MHz). Třída hodnotí síť jako celek. Bere v úvahu i kvalitu instalace. (2, s. 15)

**Tabulka 2: Třídy a kategorie komponent kabeláže (2, s. 15)**

třída	kategorie	Frekvenční rozsah	Obvyklé použití	Stav použití
A	1	do 100 kHz	Analogový telefon	
B	2	do 1 MHz	ISDN	
C	3	do 16 MHz	Ethernet 10Mbit/s	
-	4	do 20 MHz	Token Ring 10Mbit/s	
D	5	do 100 MHz	FE, ATM155, GE	aktuální
E	6	do 250 MHz	ATM1200	aktuální
E <sub>A</sub>	6A	do 500 MHz	10GE	aktuální
F	7	do 600 MHz	10GE	aktuální
F <sub>A</sub>	7A	do 1000 MHz	10GE	aktuální

Pro tento druh kabelu existují dva druhy zakončení. Plug (zástrčka) se používá pro kabely typu lanko, které většinou slouží jako patch cordy. Oproti tomu u typu kabelu drát se častěji používá zakončení jack (zásuvka). Využívá se převážně pro propojení patchpanelu v datovém rozvaděči a datové zásuvky. Samozřejmostí je, že konektor musí mít zapojen všechny čtyři páry vodičů. (7)

### **1.5.2 Optické kabely**

V optických kabelech je přenosové prostředí tvořeno světlovodivými (optickými) vlákny. Data jsou nejčastěji přenášena pomocí světelných impulsů. Mezi výhody optických kabelů patří dobré přenosové vlastnosti na dlouhou vzdálenost, galvanické oddělení propojených zařízení a také odolnost vůči elektromagnetickému záření. Při správné instalaci optické kabely žádné záření nevydávají. (8)

Optické kabely lze dělit podle mnoha kritérií. Podle materiálu vlákna se dělí na skleněná, plastová a kombinovaná. Další rozdělení může být podle průběhu indexu lomu nebo podle přenosového módu vláken – Single Mode nebo Multi Mode. Existuje také rozdělení podle průměru jádra, průměru pláště jádra a podle ochrany vlákna. (2)

## **1.6 Sekce kabelážního systému**

### **Horizontální sekce**

Tato sekce propojuje přípojně místo na pracovišti s datovým rozvaděčem. Zakončení u uživatele je nejčastěji provedeno datovou zásuvkou. Na straně datového rozvaděče je pak kabel ukončen v přepojovacím panelu neboli patch panelu. Oba dva konce jsou zakončeny koncovkou typu zásuvka – tedy tzv. Jack, nejčastěji RJ45. Fyzická topologie horizontální sekce je vždy hvězda. Sekce může mít maximální elektrickou délku vedení 90 metrů a k jejímu provedení se využívá výhradně kabel typu drát. (2, s. 21)

### **Pracovní sekce**

Pracovní sekce prodlužuje sekci horizontální. Kabel vede od datové zásuvky až ke koncovému zařízení na jedné straně a nejčastěji k aktivnímu přepojovacímu prvku na straně druhé. K tomuto spojení nelze použít kabel typu drát, nýbrž je potřeba typ lanko, který je pružnější, umožňuje snazší a častější manipulaci, a vhodnější pro zakončení zástrčkou neboli tzv. Plugem. Plug je na obou stranách kabelu, nesmí přesáhnout délku 10 metrů. Tyto propojovací kabely je vhodné zakoupit již jako hotový výrobek. Díky mechanické ochraně, která je zalita dovnitř Plugu je konektor dostatečně chráněn proti vytržení. (2, s. 23)

### **Páteřní sekce**

Jedná se o propojení dvou a více datových rozvaděčů, které mohou, ale i nemusí být v jedné budově. Dle normy je topologií páteřní sekce hierarchická hvězda, kterou lze doplnit do neúplného či úplného polynomu. V této sekci se realizují redundantní trasy, které mohou být přímé nebo nepřímé. Přímá redundantní trasa vede z jednoho datového rozvaděče přímo do toho druhého. U tohoto řešení se doporučuje vést redundanci jinou fyzickou trasou. Nepřímá redundantní trasa je vedena přes jeden či více mezilehlých datových rozvaděčů v dané síti a vytváří tím již zmíněný polynom. K návrhu páteřní sekce, a obzvláště zahrnují-li redundantní trasy, je potřeba hlubokých znalostí aktivních prvků, které jsou v rozvaděčích. Jiným řešením je případná spolupráce s odborníkem, který této problematice rozumí. (2, s. 24) U páteřních sítí se také hojně využívá k agregaci linek, kdy se více fyzických linek sloučí do jednoho komunikačního kanálu. To slouží k rozšíření šířky pásma finální linky. (9)

## **1.7 Konektivita**

Do konektivity řadíme prvky, které v podstatě ukončují linky. Stejně jako kabely mohou být metalické nebo optické. (2)

### **Prvky metalické konektivity**

Asi nejvíce skloňovaným pojmem je zde PORT. Port je konektor ať už v datové zásuvce nebo v aktivním prvku. Existují dva typy konektoru (portu). Prvním je zásuvka-female-Jack. A druhým zástrčka-male-Plug. Typy konektorů Jack lze dělit na pevné, které jsou umístěny např. v aktivním prvku, nebo modulární. Modulární Jacky se dále dělí na podle typu uchycení na KEYSTONE a NON-KEYSTONE. (2, s. 64)

Asi nejčastěji využívaným metalickým konektorem je RJ45. Jack tohoto typu bývá na obou koncích linek horizontální sekce i v aktivních přepojovacích prvcích a koncových uzlech. K přepojování mezi aktivním prvkem v datovém rozvaděči a horizontální linkou se nejvíce uplatňuje propojovací kabel. Ten má na obou koncích konektor typu Plug. Jeden konec je uchycen v portu aktivního prvku a druhý vede do konektoru Jack horizontální linky. Tento Jack je uchycen v přepojovacím panelu neboli Patch panelu, který je uchycen v datovém rozvaděči. (2, s. 67,68)

### **Prvky optické konektivity**

Optické kabely lze zakončit mnoha druhy konektorů. V této práci se setkáme s konektorem LC, který je asi nejvíce rozšířený konektor dané třídy. Optické konektory se dají napojit na optický kabel několika způsoby – přímým konektorováním očištěného vlákna nebo také navařovat tzv. pigtaily elektrickým obloukem pomocí speciálních svářeček. Dalším prvkem optické konektivity jsou optické vany ODF-Optical Distribution Frames. Tyto optické vany slouží k zakončení optického kabelu v datové rozvaděči a k jeho následujícímu propojení s aktivním prvkem. Optické vany lze řadit na stejnou úroveň jako Patch panely u metalické kabeláže (2, s. 138-159)

## **1.8 Prvky vedení, organizace a ochrany kabeláže**

Každá část kabelážní trasy potřebuje kvalitní uložení a ochranu. Trasa může být vedena v různorodém prostředí, kde se okolní podmínky působící na kabel mohou velmi lišit. K ochraně slouží mnoho protekčních prvků různých tvarů a materiálů. Tato ochrana a uložení nám zajistí zachování požadovaných přenosových vlastností kabeláže.

Pro zachování pořádku v datovém rozvaděči slouží organizéry. Díky nim lze propojovací kabely přehledně a uspořádaně uložit. K vedení a ochraně páteřní, ale i horizontální sekce může sloužit mnoho různých prvků. Ke stoupání kabelů do jiných pater se využívají tzv. stoupačky, které mohou být tvořeny kulatou chráničkou, drátěným košem, ale i mnoha dalšími prvky. K vedení vodorovných tras v budovách mohou sloužit kovové či plastové žlaby, lišty, drátěné koše a nespočet dalších prvků. Nicméně vždy je potřeba volit správný materiál s ohledem na dané prostředí. Další důležitou věcí je kapacita dané trasy. Kabely by měly mít vždy dostatek prostoru, aby nedocházelo k jejich poničení. (2, s. 270)

Horizontální trasy jsou na straně koncového uživatele zakončeny Jackem, který musí být také nějak chráněn. K tomu slouží mnoho druhů datových zásuvek, které mohou být zakončeny na zdi, pod zdi, v podlaze, nebo např. v parapetním žlabu. Tyto datové zásuvky pojmu až 4 porty a jsou vyrobeny z různých materiálů v různých designových provedeních. Je velmi důležité si dát pozor na to, aby byly vždy všechny prvky konektivity navzájem kompatibilní. (2, s. 188)

## **1.9 Značení prvků kabeláže**

Požadavky na značení prvků kabeláže jsou dnes dány normou. Tato norma neudává přímo způsob, jakým má být kabeláž označena, ale říká nám, co všechno musí být označeno a zaznamenáno do dokumentace. Existují tři typy značení. Identifikační popisuje jednotlivé prvky IKS. Informační nám oznamuje důležité skutečnosti a výstražné varuje před nebezpečím. Je důležité, aby značení bylo jednoznačné, čitelné, odolné vůči vnějším vlivům, jako jsou např. odření či smazání. V dnešní době se nejvíce využívají dva druhy značení kabelážního systému. Jedním je přímý identifikační kód a druhým reverzní (zpětný) kód. (2, s. 284)

### **Přímý identifikační kód**

Tento kód přiřazuje značení portu v Patch panelu podle portu v datové zásuvce. Z toho důvodu je nutné mít definované číslo objektu, podlaží, místnosti, datové zásuvky a

v poslední řadě port. Konečný kód tedy může vypadat takto: O.PP.MMM.ZZ.X, kde jednotlivá písmena znamenají:

O – číslo objektu

PP – číslo podlaží

MMM – číslo místnosti

ZZ – číslo zásuvky v místnosti (zleva)

X – číslo portu v zásuvce (zleva)

### **Reverzní (zpětný) kód**

Zde se postupuje zcela opačně. Značení portu v Patch panelu v určitém rozvaděči přechází na port v datové zásuvce. Toto značení je výhodnější z pohledu správce sítě, který se může v datovém rozvaděči lépe orientovat. U toho značení pak kód vypadá následovně: RPXX, kde jednotlivá písmena znamenají:

R – označení datového rozvaděče

P – označení Patch panelu

XX – číslo portu Patch panelu (2, s. 287)

## **1.10 Datové rozvaděče**

Datové rozvaděče (DR) slouží k umístění aktivních prvků, prvků konektivity, prvků organizace kabeláže nebo např. záložního zdroje, či serveru. Datový rozvaděč se nachází na uzlech IKS a můžeme ho vnímat jako ochranné pouzdro pro všechny tyto prvky, které v něm jsou uloženy. Chrání je před poškozením, ale i před neoprávněnou manipulací. Kvůli komptabilitě s vkládanými prvky je důležité vědět jaké jsou vnitřní rozměry DR. Vnitřní montážní výška se měří v jednotce zvané UNIT (1U = 44,45mm). Montážní šířka se udává v palcích (1“ = 25,4mm). (2, s. 197) Důležité je chlazení DR nebo celé serverovny s DR. V dnešní době je obvyklá snaha o co nejmenší objem chlazeného vzduchy. To způsobí, že na chlazení nemusí být vynaloženy tak vysoké náklady. (10)

DR můžeme dělit hned podle několika kritérií. Pro tuto práci bude asi nejdůležitější dělení podle umístění, provedení a rozměru zástavby. Dle umístění rozlišujeme rozvaděče stojanové, nástěnné, stropní, do zdvojených podlah, mobilní a jiné speciální. Mohou být v provedení buď otevřeném (skříně), nebo uzavřeném (rámy). Rozměry zástavby jsou 10“, 19“ (tento rozměr se využívá nejčastěji), 21“ nebo 23“. Dále existují jiné rozměry pro speciální zástavby. (2, s. 197)



## 2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V této kapitole bude stručně popsána budova a její jednotlivé části. Jelikož se jedná pouze o projekt v podobě návrhu, nelze provést analýzu současné datové kabelážní infrastruktury dané přístavby. Nicméně je potřeba analyzovat kabelážní systém dvou stávajících sousedících budov, na který bude nová infrastruktura napojena. Budou zde uvedeny veškeré požadavky investora, podle kterých se bude řídit vlastní návrh řešení. Dále jsou zde shrnuty veškeré technické informace, které jsou potřeba k zhotovení samotného návrhu datové komunikační infrastruktury.

Investorem této stavby je Město Židlochovice. Projekt byl připraven pod vedením profesionálního architekta. Konkrétně datovou síť má na starost jistá jedna nejmenovaná firma. Tato firma mi umožnila připravit návrh datové komunikační infrastruktury, jakožto náplň mé bakalářské práce. Tento návrh se stane základem pro vyhotovení finálního projektu. Veškerá problematika bude konzultována se správcem IT sítě na ZŠ Židlochovice a s danou specializovanou firmou.

### 2.1 Stručný popis lokality a budovy

Základní škola, které se tato práce týká, se nachází v malém městě Židlochovice. Toto město leží asi 20 km jižně od Brna a má přibližně 3800 obyvatel. Základní školu navštěvuje jak spousta místních dětí, tak i děti z okolních měst a vesnic. A to je jedním z důvodů plánování tohoto projektu. Kapacita základní školy přestává stačit počtu dětí.

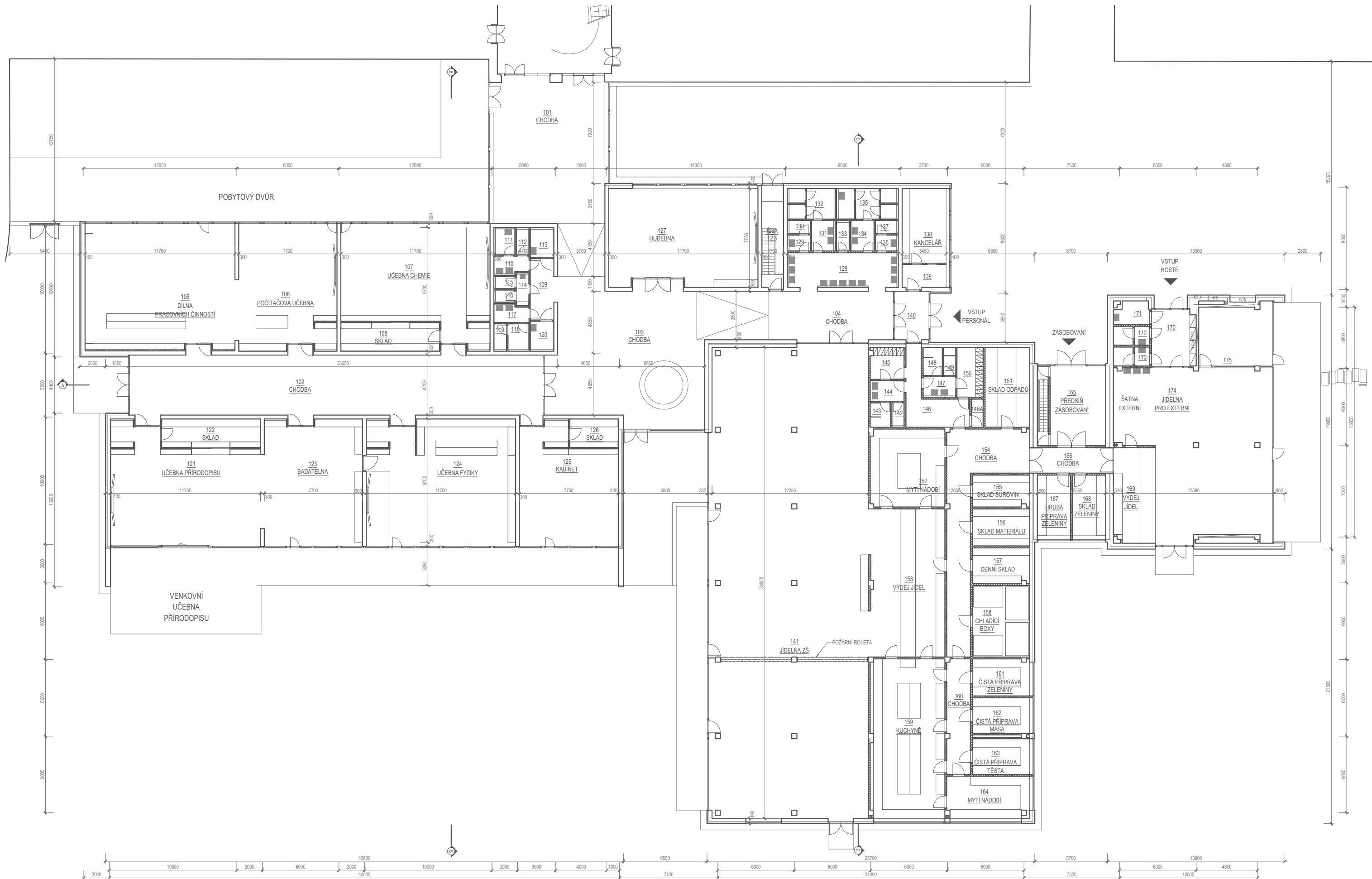
Výstavba nového přízemního křídla základní školy Židlochovice je plánována na léto roku 2020. Konkrétně se jedná o přírodo-vědecký pavilon a částečnou rekonstrukci jídelny ZŠ. Komplex se bude skládat z několika specializovaných učeben, sociálních zařízení, kabinetu, kanceláře a prostorné haly s chodbou, která zároveň tuto stavbu napojí na stávající budovu školy. Jídelna je propojená stejnou chodbou. K přípravě jídla je naplánováno několik místností s různým zaměřením. Nechybí ani samotné prostory

určené pro konzumaci jídla. Ty jsou rozděleny pro studenty a externí návštěvníky. Detailní výkres je uveden v přílohách.

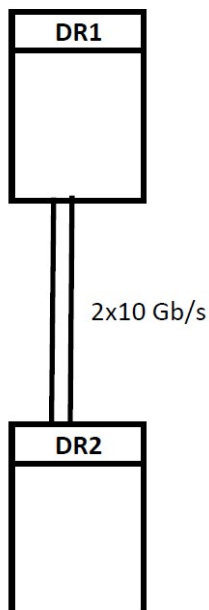
## **2.2 Stávající datová infrastruktura sousedících budov**

Plánovaná budova bude připojena na dvě již existující budovy, ve kterých se samozřejmě nachází datová komunikační infrastruktura. V každé z budov se nachází samostatná serverovna a v nich datové rozvaděče DR1 a DR2. V datových rozvaděčích jsou umístěny hlavní modulární switche s optickými moduly SFP LC. Ty jsou pomocí optických van navzájem propojeny. K propojení modulů a optických van slouží LC jumpery. Mezi vanami pak vede optický kabel Singl Mode, či jednotlivá vlákna, kde 4 vlákna jsou aktivní a 4 slouží jako redundance trasy. Šířka pásma této trasy je tedy 20 Gb/s.

Datová infrastruktura bude na tu stávající připojena. Datové rozvaděče DR1 a DR2 bude potřeba rozšířit o další SFP LC moduly a také optické vany. Detailní popis bude uveden v kapitole Vlastní návrh řešení.



Obrázek 4: Půdorys plánu nové budovy (Vlastní tvorba ve studentské verzi programu AutoCAD)



Obrázek 5: Současné schéma sítě (vlastní tvorba)

### 2.3 Seznam a popis požadavků jednotlivých místností

**101 chodba** – tato místnost propojuje stávající a plánovanou budovu. Průchod bude chráněn protipožárními dveřmi

**102 chodba** – nejdelší chodba v budově, zabezpečuje přístup do všech učeben

**103 chodba** – velká hala, která je jakousi křižovatkou chodeb. Studenti zde mohou trávit volný čas atd.

**104 chodba** – jedná se o chodbu, která propojuje školu s jídelnou

**105 dílna pracovních činností** – učebna určená pro výuku pracovních činností. V místnosti bude jedno PC pro učitele. Původně požadováno jedno přípojná místo, ale nakonec bylo rozhodnuto pro 3. V budoucnu se může učebna rozšířit např. o interaktivní tabuli nebo síťový projektor. Z tohoto rozhodnutí se vychází u všech podobných učeben (107, 124, 127)

-3 přípojná místa

**106 počítačová učebna** – klasická počítačová učebna s interaktivní tabulí určena pro 20 žáků. Katedře budou určeny 3 přípojná místa – PC, interaktivní tabule a případný

projektor nebo jiné síťové zařízení. Lavice budou uspořádány do 4 řad po 5 místech. Je požadováno rozumné a dostupné rozmístění přípojných míst. Dále v této místnosti bylo rozhodnuto o rezervě v podobě tří přípojných míst pro eventuální připojení dalších PC.

-26 přípojných míst

**107 učebna chemie** – součástí učebny bude interaktivní tabule a katedra s PC pro učitele.

-3 přípojná místa

**108 sklad** – místnost určená pro skladování pomůcek chemické učebny

**109-120 sociální zařízení** – slouží žákům a učitelům školy

**121 učebna přírodopisu** – součástí učebny bude interaktivní tabule a katedra s PC pro učitele.

-3 přípojná místa

**122 sklad** – skladování rekvizit pro výuku přírodopisu

**123 badatelna** – učebna určená pro různé pokusy a výzkumy žáků, součástí katedra s PC pro učitele. I v této místnosti budou tři porty z důvodu možného rozšíření např. o interaktivní tabuli.

-3 přípojná místa

**124 učebna fyziky** – součástí učebny bude interaktivní tabule a katedra s PC pro učitele.

-3 přípojná místa

**125 kabinet** – kabinet je určen až pro 9 učitelů. V místnosti bude i tiskárna. Investor požaduje 2 porty pro každého z učitelů. Nicméně po diskuzi bude mít každý 3 porty. Jeden pro stolní PC, další pro případné připojení IP telefonu, který se může v budoucnu zavézt a poslední pro připojení např. pracovního notebooku.

-29 přípojných míst

**126 sklad** – bez specifikovaného využití – po diskuzi byla tato místnost určena jako serverovna. Má ideální umístění ve středu budovy a je jisté, že linky nepřesáhnou danou délku. V jiném případě by se musela zřídit i druhá serverovna, ale na tu v chystaném projektu chybí prostory.

**127 hudebna** – součástí učebny bude interaktivní tabule a katedra s PC pro učitele.

-3 přípojná místa

**128-137 sociální zařízení** – určené pro návštěvníky jídelny ZŠ

**138 kancelář** – pro tři osoby, součástí bude i tiskárna. I zde byly domluveny tři přípojná místa na osobu. Důvody zůstávají stejné jako u místnosti 125 kabinet.

-10 přípojných míst

**141 jídelna** – místo pro strážníky z řad studentů a zaměstnanců školy

**142-150 sociální zařízení** – určené pro zaměstnance jídelny

**152 sklad odpadů** – místnost s nádobami na různý odpad

**152 mytí nádobí** – jedna ze dvou místností, kde se bude mýt špinavé nádobí. V dnešní době internetu věcí, už bývají k síti připojena kdejaká zařízení. Je tedy možné, že v budoucnu bude vyžadovat přípojně místo třeba myčka nádobí nebo jiné kuchyňské zařízení. Společně s investorem a dalším odborníkem bylo rozhodnuto pro tuto místnost přiřadit 2 přípojná místa.

-2 přípojná místa

**153 výdej jídel** – zde bude místo pro výdej jídel strážníkům. Vše bude kontrolováno speciálním softwarem, který vyžaduje připojení k síti. Ještě není jasné, kolik výdejních automatů v této místnosti bude. Bylo dohodnuto celkem 6 přípojných místech.

-6 přípojných míst

**154 chodba** – propojuje část jídelny pro studenty a zaměstnance s jídelnou pro externisty

**155 sklad surovin** – skladovací prostory na jídlo určené pro jídelnu

**156 sklad materiálu** – další skladovací prostory pro méně využívané věci

**157 denní sklad** – sklad pro denně využívané věci

**158 chladicí boxy** – místnost, kde se budou skladovat suroviny, které vyžadují nízkou teplotu. I zde je v budoucnu možné využití síťových technologií.

-2 přípojná místa

**159 kuchyně** – v této místnosti jsme se shodli, že pravděpodobnost napojení kuchyňských zařízení k síti je asi nejvyšší. Z toho důvodu bylo dohodnuto 6 přípojných míst.

-6 přípojných míst

**160 chodba** – propojení všech místností určených pro přípravu jídla.

**161 čistá příprava zeleniny** – také u této místnosti se v budoucnu počítá s možným využitím moderní síťové technologie.

-2 přípojná místa

**162 čistá příprava masa** – zde platí to stejné, jako u místnosti 161

-2 přípojná místa

**163 čistá příprava těsta** – opět to stejné jako u místností 161 a 162

-2 přípojná místa

**164 mytí nádobí** – téměř totožná místnost jako místnost 152

-2 přípojná místa

**165 předsíň zásobování** – místo určené k vyložení surovin

**166 chodba** – propojení místností pro přípravu jídla a jídelny pro externí strážníky

**167 hrubá příprava zeleniny** – např. omývání, odstranění obalů atd.

**168 sklad zeleniny** – skladovací prostory na zeleninu

**169 výdej jídel pro externí strážníky** – téměř stejné jako u místnosti 153. Také zde budou umístěny výdejní automaty připojené k síti. Jediným rozdílem je počet strážníků. Počítá se s tím, že externích osob, které budou pravidelně využívat jídelnu bude méně než studentů a učitelů. Pro tuto místnost byla zvolena 4 přípojná místa.

-4 přípojná místa

**170-173 sociální zařízení** – určená pro externí strážníky jídelny

**174 jídelna pro externí strážníky** – prostor pro stravování externích uživatelů jídelny.

Další přípojná místa budou určitě potřebná pro access pointy. Investor požaduje pokrytí signálem Wi-Fi po celém objektu. Celkem k tomuto účelu bylo vyčleněno 9 přípojných míst, které budou systematicky rozmístěny. Tyto místa budou v místnostech 105, 107, 121, 124, 125, 127, 139 a dvě přípojná místa v místnosti 174.

Celkem je tedy naplánováno 122 portů v 55 přípojných místech, z nichž některá budou určena jako rezerva. Detailní umístění těchto přípojných míst bylo pečlivě prodiskutováno jak s investorem, tak s dalším odborníkem a nalezneme je v příloze v plánu rozmístění přípojných míst.

Investor nepožaduje konkrétní rychlost jednotlivých přípojných míst. Pro výpočet šířky pásma bude tedy práce počítat s 100Mb/s na jedno přípojné místo. Mezi požadavky patří sjednocení vzhledu datových zásuvek a jejich umístění do stejné výšky. Veškeré ostatní záležitosti jsou ponechány na mém rozhodnutí, samozřejmostí je však stálá konzultace s investorem a IT správcem školy.

## **2.4 Technická východiska**

Jak již bylo zmíněno, jedná se o přístavbu školy, tudíž už zde existuje datový kabelážní systém, na který toto křídlo školy bude napojeno. Páteřní síť povede ze serverovny a centrálního rozvaděče DR1 stávající budovy přes chodby 101 a 103 do datového rozvaděče DR3 v nové serverovně. Serverovna bude umístěna v místnosti 126 – sklad. V tomto datovém rozvaděči budou umístěny veškeré potřebné aktivní prvky a povede z něj horizontální sekce do určených míst v budově. Jelikož jsou ve stávající budově umístěny dvě serverovny, a tedy dva datové rozvaděče (DR1 a DR2), lze využít nepřímé redundance skrze tyto rozvaděče. S přístavbou vznikne třetí rozvaděč (DR3) a síť se tedy může uzavřít kruhovou topologií.

Celá budova má plánovaný snížený strop. Veškerá datová kabeláž tedy bude vedena v tomto prostoru. Samozřejmě bude použit chránící prvek. Stavební projekt zatím není ani zdaleka dokončen, v podhledu tedy nejsou uvedeny žádné informace o umístění vzduchotechniky, elektrické kabeláže či jiných technologií, a proto je možné datové kabelové trasy umístit téměř kdekoliv. Samozřejmě se musí trochu předvídat a snažit se uvolnit co nejvíce prostoru pro jiné komponenty v této oblasti. V případě dodání potřebných výkresů je možné datové trasy přepracovat a upřesnit jejich pozici. Tyto úpravy by však neměly způsobit výrazné změny v projektu.

V již existující síti je použito značení přímým identifikačním kódem. Toto řešení bude využito i v nové části sítě, pro zachování celistvosti značení celé datové komunikační infrastruktury.



## 3 VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ

V této kapitole bude detailně popsán celkový návrh řešení. Vychází ze získaných znalostí v teoretické části práce a požadavků investora, které jsou uvedeny v části analytické. Veškeré kroky byly konzultovány s investorem i s odborníkem v dané problematice.

### 3.1 Popis řešení – základní informace

Vzhledem k dané velikosti přístavby byl zvolen jeden rozvaděč, který bude napojený páteřní sítí na další dva datové rozvaděče v serverovnách vedlejších budov. Jedná se tedy o rozšíření stávající datové sítě. Samozřejmostí je redundance páteřního vedení. Z centrálního rozvaděče bude vedena veškerá horizontální sekce. Detaily jednotlivých částí datové komunikační infrastruktury jsou popsány v následujících kapitolách.

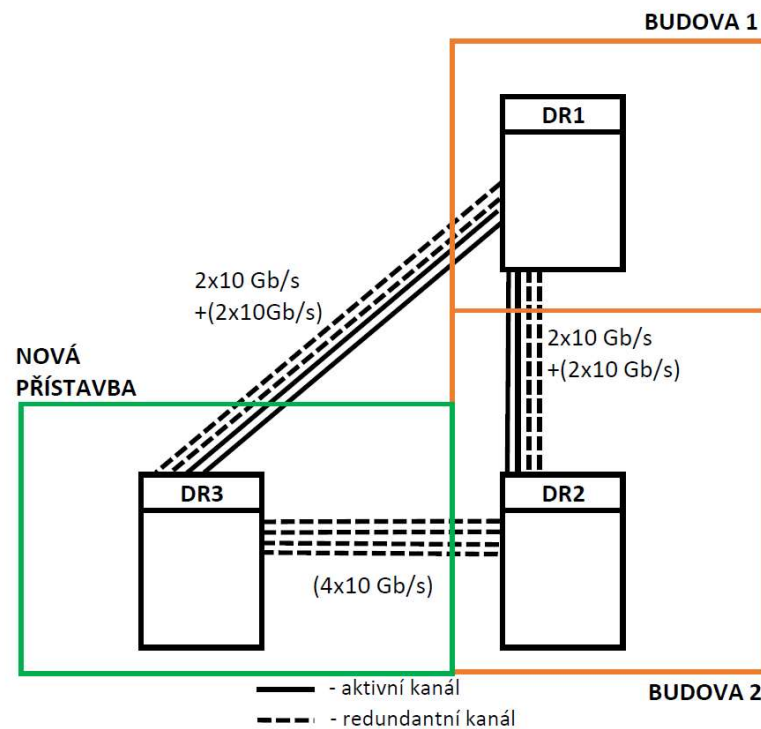
### 3.2 Páteřní sekce

Jak již bylo zmíněno, po dokončení této přístavby bude celý komplex zahrnovat celkem tři datové rozvaděče. K redundanci celé infrastruktury se bude využito propojení všech datových rozvaděčů do topologie ring, tedy kruh. Z centrálního datového rozvaděče DR1 nyní vede páteřní síť do datového rozvaděče druhé budovy DR2. Nová páteřní síť povede přímo z DR1 do DR3. Kvůli redundanci celé sítě musíme počítat s propojením DR1 s DR3 přes DR2, a naopak propojení DR1 s DR2 přes DR3. Z toho plyne, že přímá páteřní síť mezi DR1 a dalšími dvěma rozvaděči musí být zdvojená, aby v případě redundance byla pokryta požadovaná šířka pásma. Jedná se tedy o nepřímou redundanci. Návrh tohoto řešení je zobrazen v na obrázku 5. Při poškození, či selhání právě využívané trasy, dojde k přesměrování na trasu záložní.

#### Šířka pásma

Pro zvolení správné kabeláže pro páteřní trasu je důležitý výpočet její šířky pásma. Celkový počet aktivních portů bude 122, na 1 port se počítá se 100 Mb/s. Celková požadovaná šířka pásma je 12200 Mb/s, tedy 12,2 Gb/s. Pro vedení páteřní trasy bude

tedy využito čtyř vláken, kde jeden pár zajistí šířku pásma 10 Gb/s. Celková šířka pásma páteřní trasy tedy bude 20 Gb/s.



**Obrázek 6: Nové schéma sítě (vlastní tvorba)**

Modulární switch by měl obsahovat celkem 6 modulů po 24 portech, tzn. celkem 144 portů. Minimální šířka pásma bloku bude tedy 138,89 Mb/s. Reálná šířka pásma při obsazení 122 portů a zvoleném zatížení sítě 0,6 vychází 273,22 Mb/s. Tato šířka pásma je dostačující a je zde i prostor pro případné rozšíření sítě. Detailní výpočet šířky pásma je uveden v tabulce níže.

Tabulka 3: Šířka pásma (vlastní tvorba)

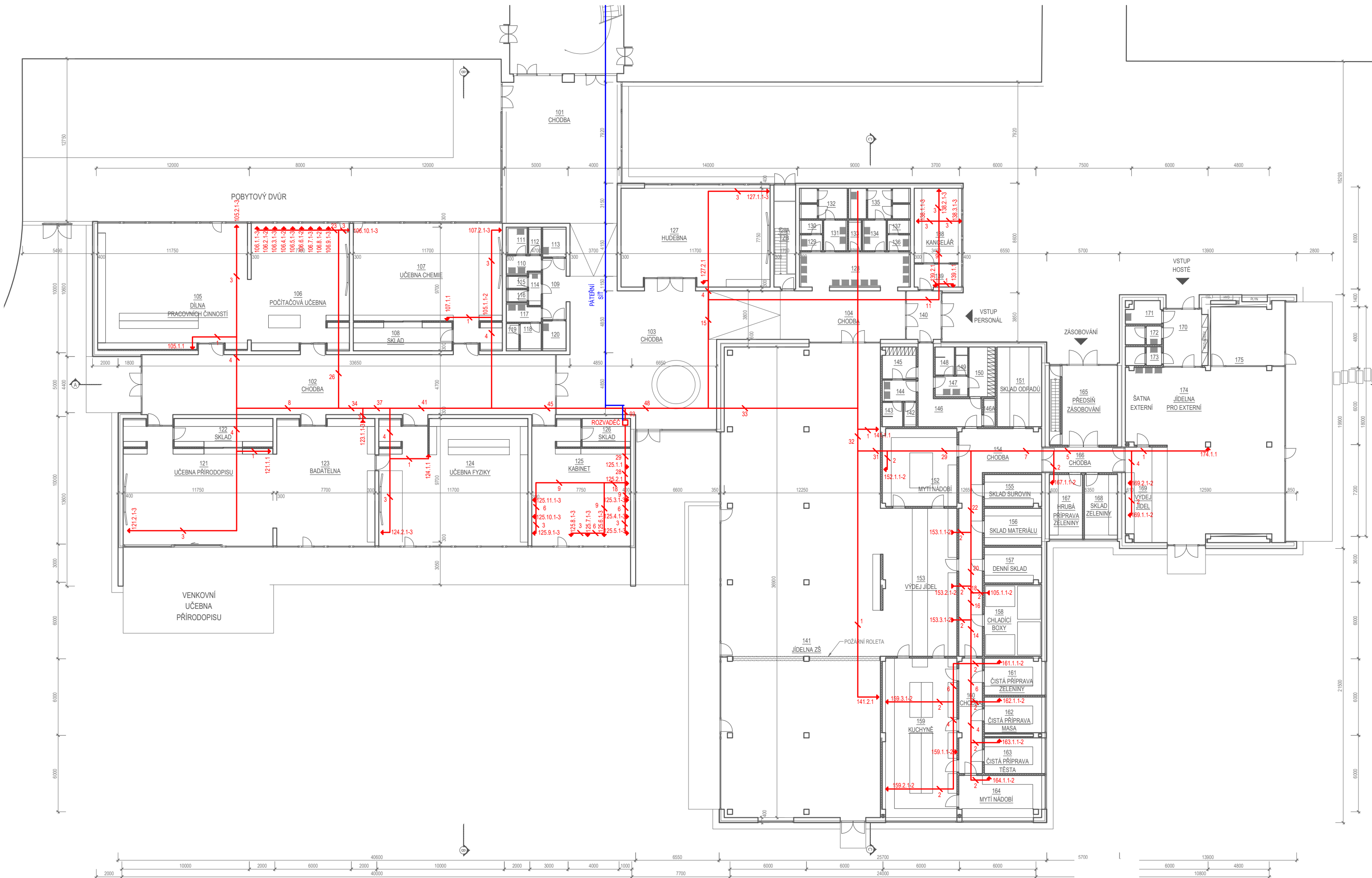
PARAMETR	POPIS	mj	hodnota
CHWt	celková šířka vstupního kanálu	Mb/s	20000
NBPt	celkový počet portů bloku	ks	144
<b>BWmin</b>	minimální šířka pásma pro WS	Mb/s	<b>138,89</b>
NBPw	využitý počet koncových portů	ks	122
Llan	předpokládané zatížení sítě	-	0,6
<b>BWr</b>	reálná šířka pásma pro WS	Mb/s	<b>273,22</b>

Kvůli větším vzdálenostem jednotlivých rozvaděčů bude k vedení páteřních tras využito optických kabelů. Na trase DR1 – DR3 Single Mode o osmi vláknech, stejně tak na trase DR2 – DR3. Konkrétně bude využit optický kabel od firmy Belden FO SM 8x9/125/900-OPDS-NH.

Páteřní trasa povede z optických van rozvaděče DR3 (místnost 126) ke stropu místnosti, kde budou umístěny drátěné koše, ve kterých povede i horizontální kabeláž. Páteř dále povede chodbou 101 a chodbou 103, kde se nová přístavba napojuje na současný školní komplex. Dále bude k vedení využito stávajících kabelových tras do obou dalších optických van rozvaděčů DR1 a DR2.



Obrázek 7: Optický kabel Belden FO SM 8x9/125/900-OPDS-NH (11)



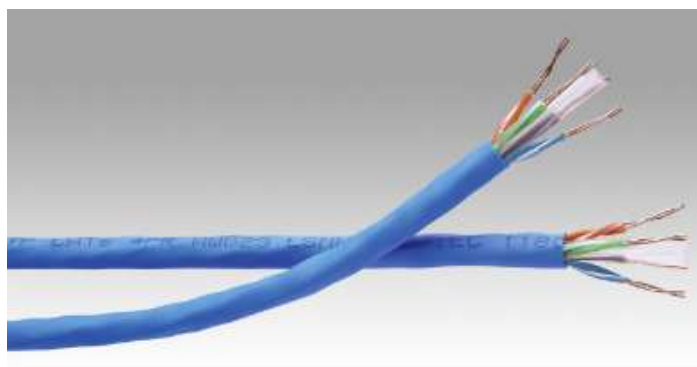
Obrázek 8: Půdorys budovy se zakreslením kabelových rozvodů (vlastní tvorba ve studentské verzi programu AutoCAD)

### 3.3 Horizontální sekce

Horizontální část sítě povede z datového rozvaděče k jednotlivým přípojným místům. Detail kabelových tras nalezneme v příloze. V tomto výkresu jsou zaznamenány jednotlivé trasy kabelů a jejich počty, dále přípojná místa a jejich značení.

#### Zvolená kabeláž

V celé horizontální sekci bude použit jeden druh kabeláže. Byl vybrán kabel Belden UTP Cat.6 – 4x2xAWG23 BP – drát – NH. Jedná se tedy o nestíněný kabel, který obsahuje separátor typu kříž. Zkratka BP značí, že má kabel svařené páry, čímž jsou zajištěny lepší přenosové vlastnosti. Nevýhodou toho kabelu může být složitější konektorování právě kvůli zmíněnému svaření párů. Další důležitou vlastností je zvolený materiál pláště kabelu, který je bezhalogenový. V dnešní době je ve veřejných budovách tento materiál nutností.



Obrázek 9: Metalický kabel Belden UTP Cat.6 – 4x2xAWG23 BP – drát – NH (11)

#### Ochranné prvky vedení kabeláže

Z rozvaděče povede hlavní svazek k stropu. K tomu bude využit drátěný koš. K veškerému vedení kabeláže v podhledu bude využit kabelový žlab LIEAR L1. Tento žlab zajistí ochranu kabeláže a dostatečnou objemovou kapacitu pro její vedení. Trasa žlabu kopíruje kabelové trasy podle výkresu v příloze č.1. Budou použity různé rozměry žlabu podle počtu kabelů ve svazku. Veškeré detaily jsou uvedeny v příloze č.6.

Na trase z pohledu k zásuvce bude využito chrániček, které jsou k tomu určeny. Tyto chráničky je potřeba předem zabudovat na vyznačená místa do zdiva. Trasa chráničky povede vždy z pohledu kolmo dolů k přípojným místům. Každá chránička bude ve výšce 120 cm nad podlahou zakončena krabicí pod omítkou, na kterou přijde samotná datová zásuvka.

Jsou zde dvě výjimky. Zaprvé přípojná místa pro AP, která budou zakončena ve stropě na daných místech. Druhou výjimkou jsou přípojná místa 106.1 až 106.9 v počítačové učebně. Zde bude využito k ochraně a vedení kabeláže nástěnných žlabů, do kterých budou zabudovány zásuvky nejen datové, ale i elektrické. Toto řešení je v počítačových učebnách praktické v dnešní době zcela běžné. Do lišty povedou celkem 4 chráničky, a to na úrovni přípojného místa 106.9. Zásuvky budou do žlabu příhodně rozmístěny dle rozestavení lavic s PC.

Na realizaci byly vybrány chráničky od firmy Kapos, konkrétně řešení Super Monoflex 1220HFPP\_L100. Tato trubka má vnitřní průměr 20 mm, vejdu se tam tedy přibližně 4 kabely, což je pro projekt dostačující. Je vyrobena z bezhalogenového materiálu, a tudíž je vhodná do areálu s velkým výskytem lidí. Tyto chráničky povedou ze stropního pohledu vždy na úrovni dané zásuvky a budou zakončeny v elektroinstalační krabici pod omítkou. K tomuto účelu budou použity přístrojové krabice od firmy Kapos KPR 68\_KA, které mají hloubku 66 mm, díky čemuž bude docházet k minimálnímu ohybu kabelu a nebudou se nezkvalitňovat přenosové vlastnosti kabelu. Krabice, na které přijdou namontovat datové zásuvky musí být zabudovány i s chráničkami již před omítnutím stěn.



**Obrázek 10:** Elektroinstalační krabice Kopos KPR 68\_KA (12)



**Obrázek 11:** Chránička Super Monoflex 1220HFPP\_L100 (12)

Jak již bylo zmíněno, v počítačové učebně budou na stěně umístěny kabelové žlaby. Dvoukomorový dutý žlab od firmy Kopos (dutý parapetní kanál) PK 160X65 D\_HD je pro toto řešení vyhovující. Bude v něm oddělena datová kabeláž od elektrické. Žlab bude umístěn, stejně jako datové zásuvky ve výšce 120 cm nad podlahou a v celkové délce od přípojného místa 106.1 až k místu 106.9.



**Obrázek 12:** Dutý parapetní kanál PK 160X65 D\_HD (12)

### **Datové zásuvky**

Na veškerá přípojná místa, která jsou zakončena přímo na zdi (kromě AP a přípojných míst 106.1-106.9 to jsou všechny) budou použity komunikační zásuvky od firmy ABB Tango pro prvky Panduit Mini-Com. Tyto zásuvky byly zvoleny, jelikož do nich lze umístit až 3 jacky RJ45 ,a v tomto projektu se vyskytuje spousta přípojných míst se třemi porty. U zásuvek, kde nebudou využity všechny 3 místa, budou ta zbylá „ucpána“ záslepkou a v budoucnu bude možné jejich případné rozšíření o další port. Ke každé zásuvce bude pořízen rámeček ABB Tango 3901A-B10B.



**Obrázek 13:** Datová zásuvka ABB Tango pro prvky Panduit Mini-Com (13)





**Obrázek 14: Rámeček ABB Tango 3901A-B10B (13)**

Ve žlabech v počítačové učebně lze zvolit stejný typ zásuvek. ABB Tango pro prvky Panduit Mini-Com do žlabu rozměrově pasují, ale musí se k nim pořídít speciální krabice do žlabu. Vyhovující jsou přístrojové krabice KP PK HF\_HB od firmy Kopos.



**Obrázek 15: přístrojová krabice Kopos KP PK HF\_HB (12)**

U kabeláže určené k prvkům AP budou zásuvky od firmy Panduit, konkrétně řady MiniCom. Zásuvky budou umístěny v podhledu na vyznačených místech. Nebudou však pevně přichyceny kvůli lepší manipulaci při instalaci AP.



**Obrázek 16: Zásuvka Panduit pro 2 moduly MiniCom (11)**

### **Konektivita**

K osazení všech kabelů horizontální sekce na obou koncích, tedy jak na straně u DR (zakončení v patch panelech), tak na straně u veškerých zásuvek bude použit UTP TGJack Cat.6. Tento jack je nestíněný a má typ uchycení MiniCom, který je kompatibilní se všemi zvolenými typy zásuvek. Budou využity různé barvy jacků pro lepší orientaci v DR. Pro kabeláž vedoucí k tiskárnám bude zvolen žlutý jack, pro prvky AP jack modrý a pro všechny ostatní přípojná místa jack černobílý.

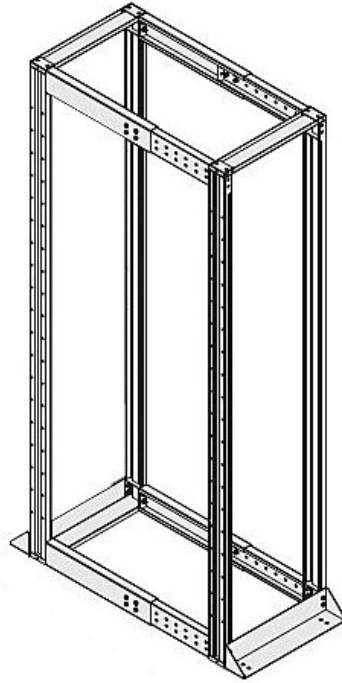


**Obrázek 17: UTP TGJack Cat.6 (11)**

## **3.4 Datový rozvaděč**

Datový rozvaděč se bude nacházet v místnosti 126, bude stojanový a otevřený. Konkrétně se jedná o zátěžový dvojité rám od firmy Kassex. Kvůli otevřenému rozvaděči je nutné zajistit klimatizaci celé místnosti. Tento rám bude mít na šířku 19 palců, hloubku 1000

mm a na výšku 48 unitů. Bude stát přímo na zemi. Jelikož se jedná o přízemní patro, není nutné klást speciální požadavky na nosnost podlahy.



**Obrázek 18:** Zátěžový dvojitý rám Kassex (11)

### **Prvky datového rozvaděče**

Základ bude tvořit modulární switch, který bude napojen optickými jumpery na optické vany. Vany zde budou dvě, jedna pro spojení s rozvaděčem DR1 a druhá pro DR3. Do obou van musí vést 4 jumpery. 2 do vany DR1 jako aktivní a 2 jako redundantní. Do vany pro DR2 povedou všechny 4 jako redundantní. Switch tedy musí obsahovat minimálně 8 optických modulů SFP s adaptéry typu LC. K propojení optických vláken s LC adaptérem je nutné pořídit i LC SM konektory

Optické vany budou použity od firmy Panduit ODF-24xLC duplex adapter SM a jumpery s nimi kompatibilní – LC-LC UPC OS2 Single Mode, Duplex, 3m. Optické vany budou uloženy v horní části DR, kvůli lepší mechanické ochraně vývodů.



**Obrázek 19:** LC-LC UPC OS2 Single Mode, Duplex 3m (14)



**Obrázek 20:** Optická vana Panduit ODF-24xLC duplex adapter SM (11)



**Obrázek 21:** LC konektor SM (11)

Jelikož bude připojeno celkem 122 kabelů horizontální sítě, využije se v tomto přepínači 6 GE modulů po 24 portech. Tyto moduly jsou propojeny sběrníci, tudíž není nutné jejich propojení přes uplinky. 22 portů zůstane volných a může být využito pro budoucí rozšíření sítě. Speciálním požadavkem je na modul 06, do kterého budou zapojeny prvky AP. Tento modul musí podporovat PoE, aby bylo možné napájet AP přes datový kabel. Nebude tedy nutné přivádět k přístupovým bodům elektrické vedení.

Switch musí mít šířku 19 palců, aby pasoval do DR. V schématu DR se počítá s výškou switche 8U, ale může být i vyšší, protože v rozvaděči bude stále dostatek místa.



**Obrázek 22:** Modulární switch HP (vlastní tvorba)

Další součástí DR budou patch panely od firmy Panduit. Celkem jich bude 6 a každý z nich pro 24 portů. Kvůli celistvosti řešení byly vybrány patch panely pro moduly MiniCom. Patch panely budou označeny čísly 01 až 06.



**Obrázek 23:** Patch panel Panduit pro moduly MiniCom (11)

Na propojení switche s patch panely se použijí patchcordy taktéž od firmy Kassex. Budou použity patchcordy ultra tenké, nestíněné, kategorie 6. Využijí se dvě různé délky, aby nebyl problém s dosahem ke vzdálenějším patch panelům. Patchcordy k panelům 01 až 03 budou dlouhé 2 metry. K panelům 04 až 06 budou využity kabely o délce 5 metrů. K jejich uspořádání se v rozvaděči budou nacházet hřebenové, dvou-unitové D-ring

organizéry Kassex s oky velkými 12 cm. Typově stejné jedno-unitové organizéry budou využity k uspořádání jumperů k optickým vanám.



**Obrázek 24:** Hřebenový D-ring organizér (11)

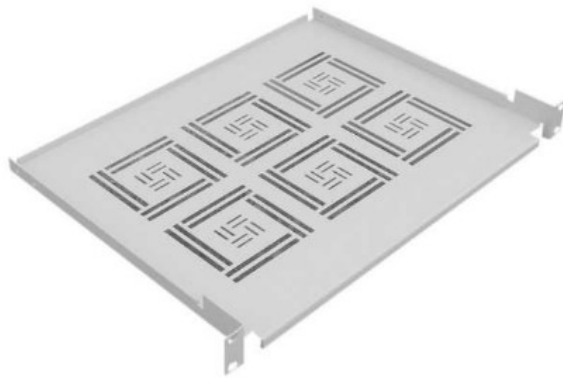


**Obrázek 25:** Patch Cord Kassex UTP Cat.6 (11)

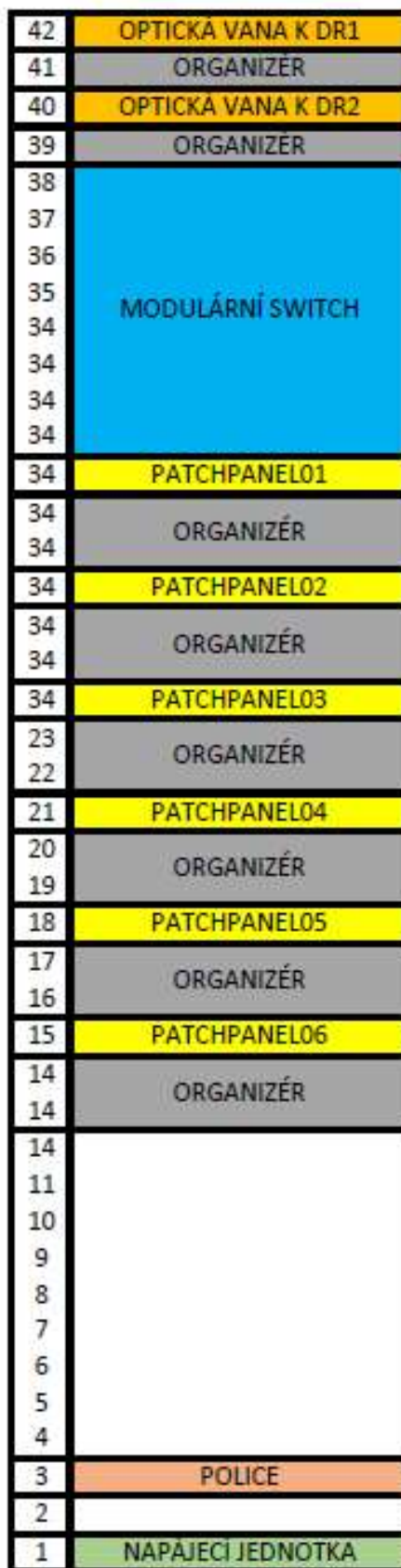
K napájení bude sloužit napájecí jednotka s přepět'ovou ochranou, která má 8x230V zásuvku. Tento prvek zabere v DR 1,5U, z toho důvodu je potřeba kolem něj ponechat volné místo. Tato jednotka přijde připevnit na rám datového rozvaděče. Posledním prvkem DR bude police, která může sloužit například k odložení síťové dokumentace, či jiných dokumentů. Police je od firmy Kassex a má rozměry 430x350 mm a na výšku 1U. Podrobné schéma datového rozvaděče je uvedeno na obrázku 25.



**Obrázek 26:** Napájecí jednotka 8x230V (11)



**Obrázek 27: Police Kassex 430x350 mm (11)**



Obrázek 28: Schéma datového rozvaděče (vlastní tvorba)



### **3.5 Značení**

Jak již bylo řečeno, bude využit stávající styl značení – přímý identifikační kód. Tento kód se skládá z čísla místnosti, čísla datové zásuvky v dané místnosti a z čísla portu v zásuvce. Označení bude na více místech, využijí se speciální popisné lepící štítky, na kterých bude laserovou tiskárnou vytištěn popisný kód. Štítek bude na zásuvce, na konci kabelu u zásuvky, na druhém konci kabelu u patch panelu i na samotném. Na kabeláž bude využit jeden druh štítku, na zásuvky a patch panely druh jiný.

V kabelové tabulce zjistíme, do jakého portu v Patch panelu daný kabel zapojit a do jaké místnosti a zásuvky daná trasa povede.

### **3.6 Technické a další požadavky**

Zde jsou shrnuty technické požadavky, kterou budou potřeba vykonat před samotnou instalací kabelážního systému. Jedná se převážně o stavební práce a přípravu vhodných podmínek. Dále taky jiné požadavky např. na firmu, která bude provádět instalaci systému.

Již výše je zmíněna potřebná montáž instalačních krabic pod omítku spolu s chráničkami. V serverovně je nutné zajistit cirkulaci vzduchu a teplotu mezi 16 a 20 stupni Celsia. Dále přívod elektrického proudu, který bude mít vlastní okruh s jističem. Je potřeba vyhotovit otvory pro průchod drátěných košů, a to v místech kde v příloze č.1 trasy kabelů protínají zdivo. Otvory je potřeba vyhotovit o šířce 110 mm a výšce 40 mm. Je zde jedna výjimka. Otvor ze serverovny na chodbu musí být 210 mm široký.

Další požadavek je na instalační firmu a dodavatele materiálu. Systémová a materiálová garance výrobce by měla být minimálně 20 let. Stejně tak garance na práci instalační firmy. Je vyžadována kvalifikace a certifikace pracovníků instalační firmy a zároveň musí mít autorizační osvědčení pro montáž certifikované, výrobcem garantované kabeláže, kdy výrobce nese garanci i za práci instalační firmy. Je nutné doložit certifikáty pro práci

s konektivitou Panduit a kabeláží Belden. Tato firma bude vybrána společností, která vypracuje finální projekt IKS a architektonickou společností, která zaštituje celý projekt.

### **3.7 Co práce nezahrnuje**

Tato práce se nezabývá přesnou konfigurací aktivních prvků. Její součástí není ani jejich přesný výběr, jsou uvedena pouze doporučení. Dále se v ní nepočítá s kabeláží pro pracovní sekci. Nicméně je doporučeno pro tuto sekci použít kabely typu lanko pro lepší pružnost a pořídit tyto kabely zhotovené i s konektory již od výrobce či distributora. Délka kabelu pracovní sekce by podle normy neměla přesáhnout délku 10 m.

V počítačové učebně 106 projekt neřeší elektrické zásuvky pro jednotlivé řady lavic. Celkem těchto zásuvek bude 5. Stačí jedna zásuvka pro jednu řadu lavic. Z této přípojky bude poté možné rozvést elektřinu do jednotlivých lavic, kde budou potřeba minimálně 2 zásuvky pro jednu lavici. Jedna zásuvka pro PC a druhá pro monitor.

### **3.8 Ekonomické zhodnocení**

V návrhu byl užit kvalitní materiál i komponenty, tudíž se celková cena za veškerý použitý materiál vyšplhala na 283 625 Kč bez DPH. S DPH je pak cena 343 186 Kč. Podrobný rozpočet je uveden v příloze č. 7. Cena switche i s jednotlivými moduly se může vyšplhat přibližně na hodnotu 150 000 Kč bez DPH. Cena za devět zařízení AP je odhadována na 27 000 Kč bez DPH. Za montáž a instalaci kabelážního systému se účtuje zhruba 1/3 celkové ceny, tedy cca 152 000 Kč bez DPH. Dále je nutné započítat náklady na vyhotovení projektu, které jsou zhruba 5 % rozpočtové ceny, přibližně 14 000 Kč bez DPH. Dohromady tedy částka za celou síť i s projektem a instalací může dosáhnout až 627 000 Kč bez DPH. Je však nutno podotknout, že celá tato práce je pouhý návrh pro firmu, a až se vyhotoví finální projekt, mohou zvolené komponenty lišit a tím by se změnila i cena projektu a jednotlivých komponent.

## ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zhotovit návrh datové komunikační infrastruktury pro novou přístavbu základní školy v Židlochovicích. Vlastní návrh vycházel z analýzy stávající sítě a požadavků investora. Samotný návrh čerpal také z teoretické části práce, ale i z poznatků IT zaměstnanců školy a experta projektové firmy.

Nový návrh datové komunikační infrastruktury je zpracován tak, aby byl napojen na tu stávající. Tudíž vznikla jedna velká síť, což je určitě pro školu výhodné z hlediska řízení a správy. Byly splněny veškeré požadavky investora a zvolená kabeláž i jiné prvky vyhovují nárokům dnešní doby. Návrh IKS poskytuje prostor pro možné budoucí rozšíření sítě, ať už se jedná o nová přípojná místa v budově, či další celou přístavbu.

Cíle práce byly beze zbytku splněny a výsledek byl předán projektové firmě. Tento návrh komunikační infrastruktury může posloužit jako podklad pro zhotovení finálního projektu, ale i jako zadání pro výběr dodavatele.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) DONAHUE, Gary. *Kompletní průvodce síťového experta*. Brno: Computer Press, 2009.
- (2) JORDÁN, Vilém a Viktor ONDRÁK. *Infrastruktura komunikačních systémů I: univerzální kabelážní systémy*. Druhé, rozšířené vydání. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-214-5115-5.
- (3) ONDRÁK, Viktor. *Prezentace: Počítačové sítě 2*. Brno, 2017. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/predmety/detail/183522>
- (4) KOŘÍNEK, Jiří. *Strukturovaná kabeláž = kabelážní struktura*. *Elektrika.cz* [online]. Praha: Jiří Kořínek, 2010 [cit. 2018-04-13]. Dostupné z: <https://elektrika.cz/data/clanky/strukturovana-kabelaz-kabelazni-struktura>
- (5) LAMMLE, Todd. *CCNA: výukový průvodce přípravou na zkoušku 640-802*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-2359-1.
- (6) Ethernet - Technologie 10BASE2. In: *Počítačové sítě* [online]. b.r. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://site.the.cz/index.php?id=26>
- (7) ODOM, Wendell. *Počítačové sítě bez předchozích znalostí*. Vyd. 1. Brno: CP Books, 2005. Cisco systems. ISBN 80-251-0538-5.
- (8) HORÁK, Jaroslav a Milan KERŠLÁGER. *Počítačové sítě pro začínající správce*. 5., aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-3176-3.
- (9) JORDÁN, Vilém a Viktor ONDRÁK. *Infrastruktura komunikačních systémů II: Kritické aplikace*. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015.
- (10) JORDÁN, Vilém a Viktor ONDRÁK. *Infrastruktura komunikačních systémů III: Integrovaná podniková infrastruktura*. Brno: CERM, Akademické nakladatelství, 2015.
- (11) *KASSEX - profesionální datové sítě*. b.r. Dostupné také z: <https://www.kassex.cz/>

- (12) E-shop KOPOS. *KOPOS KOLÍN a.s.* b.r. Dostupné také z: <https://www.kopos.cz/>
- (13) *ABB Group, přední dodavatel digitálních technologií pro průmysl.* b.r. Dostupné také z: <https://new.abb.com/cz>
- (14) *FS GERMANY.* b.r. Dostupné také z: <https://www.fs.com/de-en/>
- (15) Online catalog. *BELDEN* [online]. 2018 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: [https://catalog.belden.com/index.cfm?event=pd&p=PF\\_7957A](https://catalog.belden.com/index.cfm?event=pd&p=PF_7957A)

## SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1:	Referenční model ISO/OSI.....	14
Obrázek 2:	Koaxiální kabel.....	16
Obrázek 3:	Kabel s kroucenými páry.....	17
Obrázek 4:	Půdorys plánu nové budovy.....	27
Obrázek 5:	Současné schéma sítě.....	28
Obrázek 6:	Nové schéma sítě.....	34
Obrázek 7:	Optický kabel Belden FO SM 8x9/125/900-OPDS-NH.....	35
Obrázek 8:	Půdorys budovy se zakreslením kabelových rozvodů.....	36
Obrázek 9:	Metalický kabel Belden UTP Cat.6 AWG23 BP – drát – NH.....	37
Obrázek 10:	Elektroinstalační krabice Kopos KPR 68_KA.....	39
Obrázek 11:	Chránička Super Monoflex 1220HFPP_L100.....	39
Obrázek 12:	Dutý parapetní kanál PK 160X65 D_HD.....	40
Obrázek 13:	Datová zásuvka ABB Tango pro prvky Panduit Mini-Com.....	40
Obrázek 14:	Rámeček ABB Tango 3901A-B10B.....	41
Obrázek 15:	přístrojová krabice Kopos KP PK HF_HB.....	41
Obrázek 16:	Zásuvka Panduit pro 2 moduly MiniCom.....	42
Obrázek 17:	UTP TGJack Cat.6.....	42
Obrázek 18:	Zátěžový dvojitý rám Kassex.....	43
Obrázek 19:	LC-LC UPC OS2 Single Mode, Duplex 3m.....	44
Obrázek 20:	Optická vana Panduit ODF-24xLC duplex adapter SM.....	44
Obrázek 21:	LC konektor SM.....	44
Obrázek 22:	Modulární switch HP.....	45
Obrázek 23:	Patch panel Panduit pro moduly MiniCom.....	45
Obrázek 24:	Hřebenový D-ring organizér.....	46
Obrázek 25:	Patch Cord Kassex UTP Cat.6.....	46
Obrázek 26:	Napájecí jednotka 8x230V.....	46
Obrázek 27:	Police Kassex 430x350 mm.....	47

Obrázek 28: Schéma datového rozvaděče ..... 48

## SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1:	Označení typu kabelu.....	18
Tabulka 2:	Třídy a kategorie komponent kabeláže.....	18
Tabulka 3:	Šířka pásma.....	35



## **SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK**

DR – Datový rozvaděč

PP – Patch panel

IKS – Infrastruktura komunikačních systémů

IT – Information technology

Cat. – Kategorie

U – Unit

UTP – Unshielded Twisted Pair

GE – Gigabit Ethernet

AP – Access point

BP – Bonded pair

## SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA Č.1	Tabulka přípojných míst.....	I
PŘÍLOHA Č.2	Kabelová tabulka .....	III
PŘÍLOHA Č.3	Schéma propojení datových rozvaděčů .....	VII
PŘÍLOHA Č.4	Rozvržení zapojení Patch Panelů .....	VIII
PŘÍLOHA Č.5	Seznam komponent kabelážního žlabu .....	IX
PŘÍLOHA Č.6	Rozpočet IKS.....	X

## PŘÍLOHA Č.1 Tabulka přípojných míst

č.	Místnost		Označení	Počet portů	Poznámka
1	105	Dílna pracovních činností	105.1	1	AP
2	105	Dílna pracovních činností	105.2	3	
3	106	Počítačová učebna	106.1	3	
4	106	Počítačová učebna	106.2	2	
5	106	Počítačová učebna	106.3	3	
6	106	Počítačová učebna	106.4	2	
7	106	Počítačová učebna	106.5	3	
8	106	Počítačová učebna	106.6	2	
9	106	Počítačová učebna	106.7	3	
10	106	Počítačová učebna	106.8	2	
11	106	Počítačová učebna	106.9	3	Rezerva
12	106	Počítačová učebna	106.10	3	
13	107	Učebna chemie	107.1	1	AP
14	107	Učebna chemie	107.2	3	
15	121	Učebna přírodopisu	121.1	1	AP
16	121	Učebna přírodopisu	121.2	3	
17	123	Badatelna	123.1	3	
18	124	Učebna fyziky	124.1	1	AP
19	124	Učebna fyziky	124.2	3	
20	125	Kabinet	125.1	1	AP
21	125	Kabinet	125.2	1	Tiskárna
22	125	Kabinet	125.3	3	
23	125	Kabinet	125.4	3	
24	125	Kabinet	125.5	3	
25	125	Kabinet	125.6	3	
26	125	Kabinet	125.7	3	
27	125	Kabinet	125.8	3	
28	125	Kabinet	125.9	3	
29	125	Kabinet	125.10	3	
30	125	Kabinet	125.11	3	
31	127	Hudebna	127.1	3	
32	127	Hudebna	127.2	1	AP
33	138	Kancelář	138.1	3	
34	138	Kancelář	138.2	3	
35	138	Kancelář	138.3	3	
36	139		139.1	1	AP
37	139		139.2	1	Tiskárna
38	141	Jídelna ZŠ	141.1	1	AP
39	141	Jídelna ZŠ	141.2	1	AP

40	152	Mytí nádobí	152.1	2	
41	153	Výdej jídel	153.1	2	
42	153	Výdej jídel	153.2	2	
43	153	Výdej jídel	153.3	2	
44	158	Chladicí boxy	158.1	2	
45	159	kuchyně	159.1	2	
46	159	kuchyně	159.2	2	
47	159	kuchyně	159.3	2	
48	161	Čistá příprava zeleniny	161.1	2	
49	162	Čistá příprava masa	162.1	2	
50	163	Čistá příprava těsta	163.1	2	
51	164	Mytí nádobí	164.1	2	
52	167	Hrubá příprava zeleniny	167.1	2	
53	169	Výdej jídel	169.1	2	
54	169	Výdej jídel	169.2	2	
55	174	Jídelna pro externí	174.1	1	AP

## PŘÍLOHA Č.2 Kabelová tabulka

Patch pannel		Přípojn $\acute{e}$ místo			Kabel			
Označení	Port	Místnost	Zásuvka	Port	Označení	Délka[m]	Poznámka	Barva
PP01	1	105	105.2	1	105.2.1	62		[Black]
	2			2	105.2.2	62		
	3			3	105.2.3	62		
	4							
	5	106	106.1	1	106.1.1	60		
	6			2	106.1.2	60		
	7			3	106.1.3	60		
	8		106.2	1	106.2.1	60		
	9			2	106.2.2	60		
	10		106.3	1	106.3.1	59		
	11			2	106.3.2	59		
	12			3	106.3.3	59		
	13		106.4	1	106.4.1	58		
	14			2	106.4.2	58		
	15		106.5	1	106.5.1	57		
	16			2	106.5.2	57		
	17			3	106.5.3	57		
	18		106.6	1	106.6.1	57		
	19			2	106.6.2	57		
	20		106.7	1	106.7.1	56		
	21			2	106.7.2	56		
	22			3	106.7.3	56		
	23		106.8	1	106.8.1	55		
	24			2	106.8.2	55		
PP02	1		106	106.9	1	106.9.1	54	Záloha
	2				2	106.9.2	54	Záloha
	3				3	106.9.3	54	Záloha
	4			106.10	1	106.10.1	54	
	5	2			106.10.2	54		
	6	3			106.10.3	54		
	7	107	107.2	1	107.2.1	40		
	8			2	107.2.2	40		
	9			3	107.2.3	40		
	10	121	121.2	1	121.2.1	66		
	11			2	121.2.2	66		
	12			3	121.2.3	66		

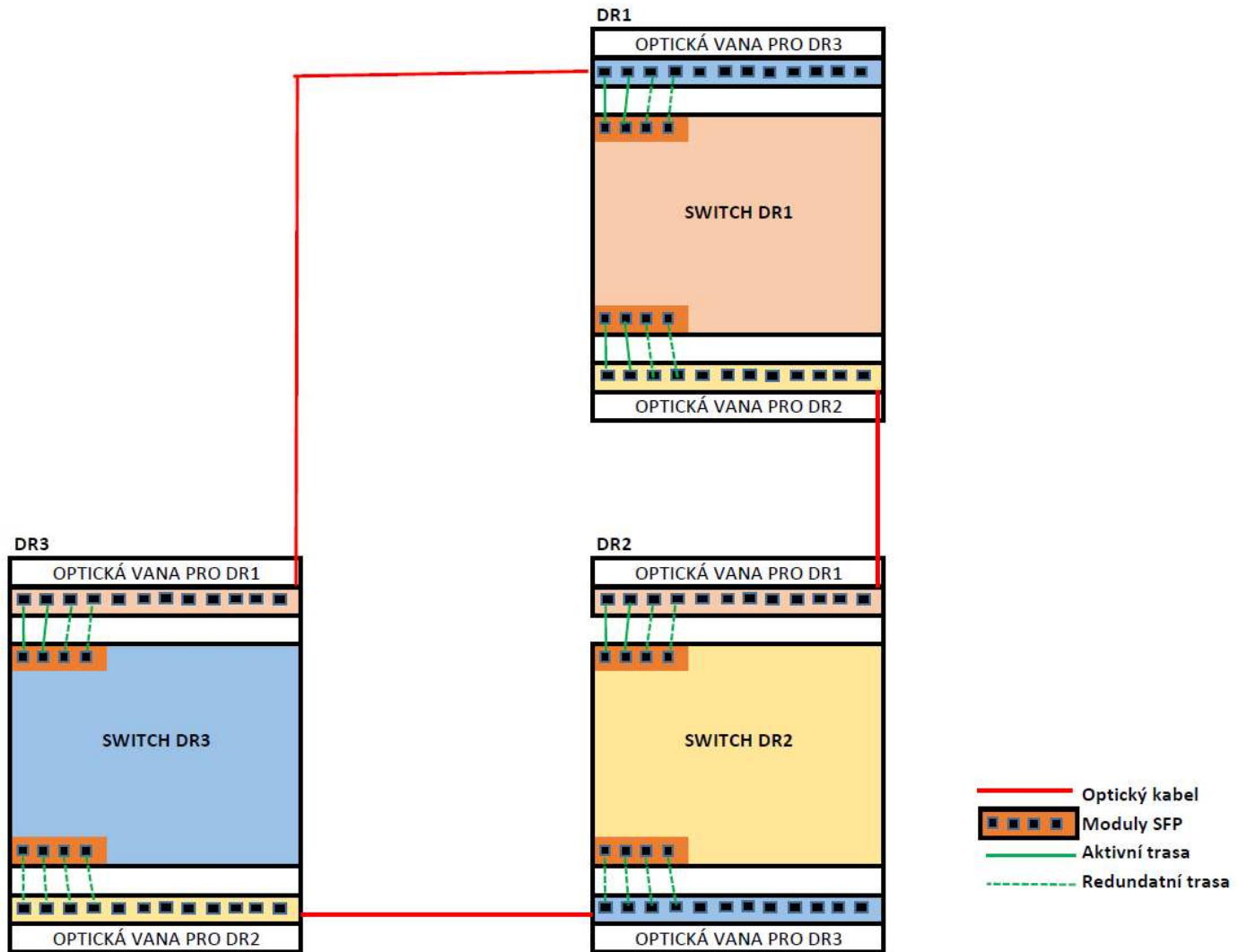
	13	123	123.1	1	123.1.1	36		
	14			2	123.1.2	36		
	15			3	123.1.3	36		
	16	124	124.2	1	124.2.1	45		
	17			2	124.2.2	45		
	18			3	124.2.3	45		
	19	125	125.3	1	125.3.1	18		
	20			2	125.3.2	18		
	21			3	125.3.3	18		
	22		125.4	1	125.4.1	20		
	23			2	125.4.2	20		
	24			3	125.4.3	20		
PP03	1	125	125.5	1	125.5.1	21		
	2			2	125.5.2	21		
	3			3	125.5.3	21		
	4		125.6	1	125.6.1	24		
	5			2	125.6.2	24		
	6			3	125.6.3	24		
	7		125.7	1	125.7.1	25		
	8			2	125.7.2	25		
	9			3	125.7.3	25		
	10		125.8	1	125.8.1	27		
	11			2	125.8.2	27		
	12			3	125.8.3	27		
	13		125.9	1	125.9.1	29		
	14			2	125.9.2	29		
	15			3	125.9.3	29		
	16		125.10	1	125.10.1	28		
	17			2	125.10.2	28		
	18			3	125.10.3	28		
	19		125.11	1	125.11.1	26		
	20			2	125.11.2	26		
	21			3	125.11.3	26		
	22		127	127.1	1	127.1.1	44	
	23				2	127.1.2	44	
	24				3	127.1.3	44	
PP04	1	138	138.1	1	138.1.1	58		
	2			2	138.1.2	58		
	3			3	138.1.3	58		
	4		138.2	1	138.2.1	59		

	5			2	138.2.2	59		
	6			3	138.2.3	59		
	7			138.3	1	138.3.1	58	
	8				3	138.3.2	58	
	9				1	138.3.3	58	
	10	152	152.1	1	152.1.1	41		
	11			2	152.1.2	41		
	12	158	158.1	1	158.1.1	61		
	13			2	158.1.2	61		
	14	153	153.1	1	153.1.1	56		
	15			2	153.1.2	56		
	16		153.2	1	153.2.1	60		
	17			2	153.2.2	60		
	18		153.3	1	153.3.1	63		
	19			2	153.3.2	63		
	20							
	21							
	22							
	23							
	24							
	PP05	1	159	159.1	1	159.1.1	75	
		2			2	159.1.2	75	
		3		159.2	1	159.2.1	85	
		4			2	159.2.2	85	
5		159.3		1	159.3.1	76		
6				2	159.3.2	76		
7		161	161.1	1	161.1.1	69		
8				2	161.1.2	69		
9		162	162.1	1	162.1.1	72		
10				2	162.1.2	72		
11		163	163.1	1	163.1.1	75		
12				2	163.1.2	75		
13		164	164.1	1	164.1.1	79		
14				2	164.1.2	79		
15		169	169.1	1	169.1.1	67		
16				2	169.1.2	67		
17			169.2	1	169.2.1	64		
18				2	169.2.2	64		
19		167	167.1	1	167.1.1	57		
20				2	167.1.2	57		

	21							
	22							
	23	125	125.2	1	125.2.1	18	Tiskárna	
	24	139	139.1	1	139.1.1	52	Tiskárna	
PP06	1	105	105.1	1	105.1.1	58	AP	
	2	107	107.1	1	107.1.1	36	AP	
	3	121	121.1	1	121.1.1	52	AP	
	4	124	124.1	1	124.1.1	41	AP	
	5	125	125.1	1	125.1.1	17	AP	
	6	127	127.2	1	127.2.1	31	AP	
	7	139	139.2	1	139.2.1	51	AP	
	8	141	141.1	1	141.1.1	37	AP	
	9		141.2	1	141.2.1	61	AP	
	10	174	174.1	1	174.1.1	67	AP	
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
	19							
	20							
	21							
	22							
	23							
	24							



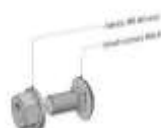
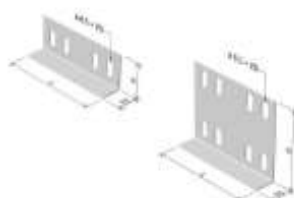
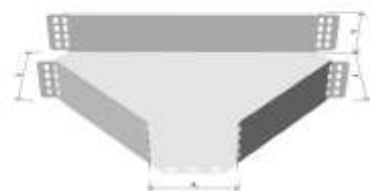
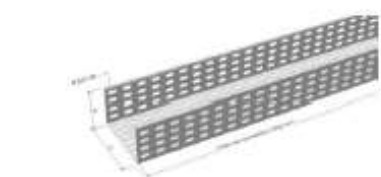
### PŘÍLOHA Č.3 Schéma propojení datových rozvaděčů



## PŘÍLOHA Č.4 Rozvržení zapojení Patch Panelů

PP01	105.2.1   105.2.2   105.2.3   106.1.1   106.1.2   106.1.3   106.2.1   106.2.2   106.3.1   106.3.2   106.3.3   106.4.1   106.4.2   106.5.1   106.5.2   106.5.3   106.6.1   106.6.2   106.7.1   106.7.2   106.7.3   106.8.1   106.8.2
PP02	106.9.1   106.9.2   106.9.3   106.10.1   106.10.2   106.10.3   107.2.1   107.2.2   107.2.3   121.2.1   121.2.2   121.2.3   123.1.1   123.1.2   123.1.3   124.2.1   124.2.2   124.2.3   125.3.1   125.3.2   125.3.3   125.4.1   125.4.2   125.4.3
PP03	125.5.1   125.5.2   125.5.3   125.6.1   125.6.2   125.6.3   125.7.1   125.7.2   125.7.3   125.8.1   125.8.2   125.8.3   125.9.1   125.9.2   125.9.3   125.10.1   125.10.2   125.10.3   125.11.1   125.11.2   125.11.3   127.1.1   127.1.2   127.1.3
PP04	138.1.1   138.1.2   138.1.3   138.2.1   138.2.2   138.2.3   138.3.1   138.3.2   138.3.3   152.2.1   152.2.2   158.1.1   158.1.2   153.1.1   153.1.2   153.2.1   153.2.2   153.3.1   153.3.2
PP05	159.1.1   159.1.2   159.2.1   159.2.2   159.3.1   159.3.2   161.1.1   161.1.2   162.1.1   162.1.2   163.1.1   163.1.2   164.1.1   164.1.2   169.1.1   169.1.2   169.2.1   169.2.2   167.1.1   167.1.2   175.2.1   175.2.2   175.2.3   175.2.4   175.2.5   175.2.6   175.2.7   175.2.8   175.2.9   175.2.10   175.2.11   175.2.12   175.2.13   175.2.14   175.2.15   175.2.16   175.2.17   175.2.18   175.2.19   175.2.20   175.2.21   175.2.22   175.2.23   175.2.24   175.2.25   175.2.26   175.2.27   175.2.28   175.2.29   175.2.30   175.2.31   175.2.32   175.2.33   175.2.34   175.2.35   175.2.36   175.2.37   175.2.38   175.2.39   175.2.40   175.2.41   175.2.42   175.2.43   175.2.44   175.2.45   175.2.46   175.2.47   175.2.48   175.2.49   175.2.50   175.2.51   175.2.52   175.2.53   175.2.54   175.2.55   175.2.56   175.2.57   175.2.58   175.2.59   175.2.60   175.2.61   175.2.62   175.2.63   175.2.64   175.2.65   175.2.66   175.2.67   175.2.68   175.2.69   175.2.70   175.2.71   175.2.72   175.2.73   175.2.74   175.2.75   175.2.76   175.2.77   175.2.78   175.2.79   175.2.80   175.2.81   175.2.82   175.2.83   175.2.84   175.2.85   175.2.86   175.2.87   175.2.88   175.2.89   175.2.90   175.2.91   175.2.92   175.2.93   175.2.94   175.2.95   175.2.96   175.2.97   175.2.98   175.2.99   175.2.100
PP06	150.1.1   107.1.1   121.1.1   124.1.1   125.1.1   127.2.1   139.2.1   141.1.1   141.2.1   174.1.1

## PŘÍLOHA Č.5 Seznam komponent kabelážního žlabu



Obj. kód	Označení	Kabelů ve svazku	Ks
ARD-3x114910	L1 200/100	50-100	1
ARD-3x114608	L1 100/100	30-49	7
ARD-3x110308	L1 100/50	10-29	9
ARD-3x110106	L1 50/50	1-9	22
ARD-3x320249	TL2-R300 200/100		1
ARD-3x320246	TL2-R300 100/100		6
ARD-3x320201	TL2-R300 50/50		15
ARD-3x471510	RDSL-100x50		
ARD-3x471910	RDSL-100x100		3
ARD-3x471505	RDSL-50x50		
ARD-3x230203	KL2 90-R300 100/50		4
ARD-3x230201	KL2 90-R300 50/50		15
ARD-3x230246	KL2 90-R300 100/100		1
ARD-3x330501	TLL-1 50/50		10
ARD-3x331001	TLL-1 100/100		2
ARD-3x210101	SL 1/50		100
ARD-3x219901	SSL M8*		5

\*po 100ks, šroub dávat ze vnitř, matici z vnějšku

## PŘÍLOHA Č.6 Rozpočet IKS

Název položky	Počet	M.j.	Celková cena za m.j.	Cena bez DPH
Optický kabel Kassex FO SM 8x9/125/900-OPDS-NH	400	m	29 Kč	11 600 Kč
Kabel Belden UTP Cat.6 – 4x2xAWG23 BP – drát – NH	6100	m	22 Kč	136 884 Kč
Zátěžový dvojitý rám 600x 600 až 1000mm, 42U	1	ks	11 154 Kč	11 154 Kč
LC-LC UPC OS2 Single Mode, Duplex 3m	12	ks	175 Kč	2 100 Kč
LC SM konektor (polish technology)	24	ks	113 Kč	2 700 Kč
Optická vana Panduit ODF-24xLC duplex adapter SM	4	ks	1 741 Kč	6 964 Kč
Patch panel Panduit pro moduly 24xMiniCom	6	ks	885 Kč	5 310 Kč
Hřebenový D-ring organizér 2U	6	ks	720 Kč	4 320 Kč
Hřebenový D-ring organizér 1U	2	ks	392 Kč	784 Kč
UTP Patch Cord Cat.6, 5 m ; pr. 3,5mm, AWG28, LSZH, bílý	71	ks	105 Kč	7 455 Kč
UTP Patch Cord Cat.6, 3 m ; pr. 3,5mm, AWG28, LSZH, bílý	51	ks	75 Kč	3 825 Kč
Napájecí jednotka 8x230V	1	ks	495 Kč	495 Kč
Police Kassex 430x350 mm	1	ks	450 Kč	450 Kč
Etikety na kabely L7950-20	500	ks	1 Kč	600 Kč
Nosné žlaby linear	-	-	-	23 659 Kč
Elektroinstalační krabice Kopos KPR 68 KA	37	ks	26 Kč	956 Kč
Chránička Super Monoflex 1220HFPP L100	150	m	17 Kč	2 511 Kč
Dutý parapetní kanál PK 160X65 D HD	5	m	456 Kč	2 282 Kč
Datová zásuvka ABB Tango pro prvky Panduit Mini-Com	46	ks	70 Kč	3 232 Kč
Rámeček ABB Tango 3901A-B10B	46	ks	17 Kč	778 Kč
přístrojová krabice Kopos KP PK HF HB	9	ks	62 Kč	554 Kč
Zásuvka Panduit pro 2 moduly MiniCom	9	ks	143 Kč	1 283 Kč
UTP TGJack Cat.6 - černý	222	ks	218 Kč	48 285 Kč
UTP TGJack Cat.6 - modrý	18	ks	248 Kč	4 455 Kč
UTP TGJack Cat.6 - žlutý	4	ks	248 Kč	990 Kč
			<b>Cena bez DPH:</b>	<b>283 625 Kč</b>
			<b>Cena s DPH:</b>	<b>343 186 Kč</b>
<b>Odhadovaná cena aktivních prvků</b>	<b>Počet</b>	<b>M.j.</b>	<b>Celková cena za m.j.</b>	<b>Cena bez DPH</b>
Switch	1	ks	150 000 Kč	150 000 Kč
AP	9	ks	3 000 Kč	27 000 Kč
			<b>Cena bez DPH:</b>	<b>177 000 Kč</b>
			<b>Cena s DPH:</b>	<b>214 170 Kč</b>

<b>Ostatní náklady</b>				<b>Cena bez DPH</b>
Zpracování projektu				14 181 Kč
Monáž a instalace				152 006 Kč
			<b>Cena bez DPH:</b>	<b>166 187 Kč</b>
			<b>Cena s DPH:</b>	<b>201 087 Kč</b>
<b>Celková cena</b>			<b>Cena celkem bez DPH:</b>	<b>626 812 Kč</b>
			<b>Cena celkem s DPH:</b>	<b>758 443 Kč</b>