

# Konceptuální návrh technického řešení laboratorního pracoviště pro podporu výuky předmětu Komerové systémy

Bc. Martin Končický

---

Diplomová práce  
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Martin Končický**  
Osobní číslo: **A13348**  
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Konceptuální návrh technického řešení laboratorního pracoviště pro podporu výuky předmětu Kamerové systémy**

Téma anglicky: **A Conceptual Design of a Technical Laboratory in Support of the Video Surveillance Systems Subject**

Zásady pro vypracování:

1. Popište výpočetní a komunikační část kamerového dohledového systému.
2. Pojednejte o možnostech kalkulace výpočetních nároků kamerového dohledového systému.
3. Popište nástroje pro kalkulaci úrovně zatížení komunikace kamerového dohledového systému.
4. Analyzujte možnosti poskytování výpočetního výkonu konkrétního laboratorního pracoviště.
5. Zhotovte projektovou dokumentaci technické realizace laboratorního pracoviště.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. LOVEČEK, Tomáš a Peter NAGY. Bezpečnostné systémy: kamerové bezpečnostné systémy. 1. Vyd. Žilina: Žilinská univerzita, 2008, 283 s. ISBN 978-80-8070-893-1.
2. NILSSON, Fredrik. Intelligent network video: understanding modern video surveillance systems. Boca Raton: CRC Press, c2009, xxxi, 389 s. ISBN 978-1-4200-6156-7.
3. DUFOUR, Jean-Yves. Intelligent video surveillance systems. 1st pub. London: ISTE, 2013, xviii, 322 s. ISBN 978-1-84821-433-0.
4. LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management II. 1. vyd. Zlín: VerBuM, 2012. ISBN 978-808-7500-194.
5. KUROSE, James F a Keith W ROSS. Počítačové sítě. 1. vyd. V Brně: Computer Press, 2014, 622 s. ISBN 978-80-251-3825-0.
6. ČSN EN 50132-1. Poplachové systémy - CCTV sledovací systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích - Část 1: Systémové požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
7. ČSN EN 50132-5. Poplachové systémy - CCTV sledovací systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích - Část 5: Přenos videosignálu. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2002.
8. ČSN EN 50132-7. Poplachové systémy - CCTV sledovací systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích - Část 7: Pokyny pro aplikaci. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1999.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Radek Vala**

Ústav informatiky a umělé inteligence

Datum zadání diplomové práce:

**12. ledna 2015**

Termín odevzdání diplomové práce:

**15. května 2015**

Ve Zlíně dne 6. února 2015

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.  
*děkan*



doc. RNDr. Vojtěch Kresálek, CSc.  
*ředitel ústavu*


**Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s tím, že tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

**Prohlašuji,**

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

  
.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Hlavním cílem diplomové práce je navrhnout technické řešení laboratorního pracoviště pro podporu výuky předmětu Kamerové systémy. Teoretická část obsahuje přehled procesů, komponent IP kamer a serverů, které mají vliv na výpočetní výkon kamerového dohledového systému. První dvě kapitoly praktické části se zabývají popisem nástrojů pro kalkulaci výpočetních nároků a požadavků na síťovou komunikaci. Dále jsou v praktické části navržena tři technická řešení pro budované laboratorní pracoviště.

Klíčová slova: kamerový dohledový systém, IP kamera, server, videoanalýza

## **ABSTRACT**

The main objective of this master's thesis is make a laboratory technical conceptual design to support subject Video surveillance systems. The theoretical part provides an overview of processes, components of network cameras and servers that have an influence on the computing power of the video surveillance system. The first two chapters of practical part describe the tools for calculating the computational demands and requirements for network communication. Furthermore, the practical part includes three proposals for technical solutions for the build laboratory.

Keywords: video surveillance system, network camera, server, video analytics

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Radku Valovi za spolupráci a odborné vedení. Dále si moje poděkování za ochotu a cenné rady zasluhuje konzultant diplomové práce pan Ing. Jiří Ševčík, správce počítačové sítě UTB pan Ing. Petr Vojtek a serverový specialista firmy Dell pan David Průša.

Dále děkuji své rodině a přátelům za podporu.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

**OBSAH**

<b>I</b>	<b>TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>11</b>
<b>1</b>	<b>VÝPOČETNÍ ČÁST VSS .....</b>	<b>12</b>
1.1	IP KAMERA.....	12
1.1.1	Obrazový procesor .....	13
1.1.2	CPU .....	13
1.1.3	DRAM.....	13
1.1.4	Flash paměť .....	13
1.2	SERVER .....	14
1.2.1	Základní deska .....	16
1.2.2	Procesor.....	16
1.2.3	Operační paměť .....	17
1.2.4	Pevný disk .....	18
1.2.4.1	RAID.....	19
1.3	DÍLČÍ ZÁVĚR .....	22
<b>2</b>	<b>KOMUNIKAČNÍ ČÁST VSS .....</b>	<b>23</b>
2.1	HARDWAROVÉ KOMUNIKAČNÍ ROZHRAŇÍ IP KAMERY.....	23
2.2	PŘENOSOVÉ TECHNOLOGIE SÍŤOVÉHO VIDEOA .....	23
2.2.1	Ethernet .....	23
2.2.1.1	Kroucená dvojlinka.....	24
2.2.1.2	Optické vlákno .....	27
2.2.1.3	Koaxiální kabel .....	28
2.2.2	Bezdrátová síť WiFi.....	29
2.3	KOMUNIKACE IP KAMERY V SÍTI.....	30
2.3.1	IP adresa .....	30
2.3.2	Síťové porty a transportní protokoly.....	31
2.3.3	Síťová bezpečnost IP VSS .....	33
2.3.3.1	Autentizace přihlašovanými údaji .....	34
2.3.3.2	Filtrace IP adres .....	34
2.3.3.3	IEEE 802.1X.....	34
2.3.3.4	HTTPS .....	35
2.3.3.5	VPN .....	35
2.4	DÍLČÍ ZÁVĚR .....	36
<b>3</b>	<b>SPECIFIKACE VÝPOČETNÍ NÁROČNOSTI VSS .....</b>	<b>37</b>
3.1	OPERACE.....	37
3.1.1	Komprimace videa .....	37
3.1.1.1	MJPEG.....	38
3.1.1.2	MPEG-4, H.264 .....	38
3.1.1.3	Shrnutí.....	39
3.1.2	Streaming .....	39
3.1.3	Videoanalýza.....	40
3.2	HODNOCENÍ HW .....	42
3.2.1	Procesor.....	42
3.2.2	Grafická karta.....	43
3.2.3	Benchmarky .....	43

3.2.3.1	FLOPS .....	44
3.3	DÍLČÍ ZÁVĚR .....	45
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>46</b>
<b>4</b>	<b>NÁSTROJE KALKULACE VÝPOČETNÍHO VÝKONU VSS.....</b>	<b>47</b>
4.1	HARDWAROVÉ KALKULAČKY .....	47
4.1.1	Network Optix.....	48
4.1.2	TRENDnet.....	49
4.1.3	OnSSI .....	50
4.1.4	Srovnání výsledků .....	50
4.1.5	Specifické hardwarové kalkulačky .....	51
4.1.5.1	Axxon.....	51
4.1.5.2	Aimetis.....	51
4.2	NÁSTROJE KALKULACE PROVOZNÍCH POŽADAVKŮ VSS.....	52
4.2.1	StarDot .....	53
4.2.2	SecurityHive.....	54
4.2.3	Axis .....	55
4.2.4	exacqVision.....	56
4.3	DÍLČÍ ZÁVĚR .....	57
<b>5</b>	<b>ANALÝZA HARDWAROVÝCH PROVOZNÍCH POŽADAVKŮ VSS LABORATOŘE D209.....</b>	<b>58</b>
5.1	LOKÁLNÍ SERVER .....	58
5.2	VIRTUALIZOVANÝ SERVER .....	59
5.3	SERVER V BUDOVĚ VTP-ICT .....	60
5.4	MULTIKRITERIÁLNÍ ANALÝZA HW PROVOZNÍCH POŽADAVKŮ .....	61
5.5	DÍLČÍ ZÁVĚR .....	62
<b>6</b>	<b>KOMPARATIVNÍ STUDIE MODELOVÝCH HW ŘEŠENÍ LABORATOŘE D209.....</b>	<b>63</b>
6.1	VÝPOČETNÍ VÝKON .....	63
6.1.1	Varianta č. 1 .....	63
6.1.1.1	Výběr procesoru.....	64
6.1.1.2	Datové úložiště .....	65
6.1.1.3	Porovnání sestavy serveru s výpočetními nároky.....	66
6.1.2	Varianta č. 2 .....	67
6.1.2.1	Požadavky na výpočetní kapacitu.....	67
6.1.2.2	Požadavky na velikost datového úložiště .....	68
6.1.2.3	HW serveru .....	68
6.1.3	Varianta č. 3 .....	69
6.1.3.1	Požadavky na výpočetní kapacitu.....	69
6.1.3.2	Požadavky na velikost datového úložiště .....	69
6.1.3.3	HW serveru .....	70
6.1.4	Server .....	70
6.2	SÍŤOVÁ KOMUNIKACE .....	72
6.2.1	Síťový provoz mezi laboratoří a serverovnou.....	72
6.2.1.1	Síťové požadavky laboratoře .....	73
6.2.1.2	Hardwarové požadavky sítě.....	74
6.2.1.3	Celkový pohled na síť .....	75



---

6.2.2	Výběr switche.....	76
6.2.2.1	Stávající stav .....	77
6.2.2.2	Switch pro budoucí stav .....	79
6.3	FINANČNÍ POŽADAVKY .....	80
6.3.1	1. varianta .....	80
6.3.2	2. varianta .....	81
6.3.3	3. varianta .....	82
6.4	DÍLČÍ ZÁVĚR .....	82
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>84</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>86</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>92</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>93</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>95</b>

## ÚVOD

Kamerové dohledové systémy (Video Surveillance Systems, zkratka VSS) od svého vzniku prodělaly tak významný vývojový pokrok, že se s nimi setkáváme téměř na každém kroku. Kvůli digitalizaci mají tyto systémy velkou škálu uplatnění. Hojně se využívají jako prevence kriminality v prostorách jako jsou banky, letiště, nákupní centra, zdravotnická zařízení a veřejná prostranství. Našly si uplatnění i v průmyslových budovách, kde dohlíží na technologické procesy. V dopravě dokáží snímat hustotu provozu a dopravní nehody. Instalují se do prostor firem, kde mohou sledovat dodržování bezpečnostních předpisů a provoz na parkovišti. Prostor, kde mohou najít kamerové dohledové systémy své uplatnění, je ohromné množství.

Digitalizace přinesla kamerovým dohledovým systémům řadu výhod. Především se staly kompatibilními s ostatními digitálními systémy, zjednodušila se archivace pořízených záznamů a v neposlední řadě vznikla možnost využít funkce digitální úpravy obrazu, popřípadě prostředků videoanalýzy.

Fakulta aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati si uvědomuje šíři zastoupení kamerových dohledových systémů v bezpečnostním odvětví a rozhodla se vytvořit specializované laboratorní pracoviště kamerových systémů, které by sloužilo pro studenty oboru Bezpečnostní technologie, systémy a management (zkratka BTSM). Před samotnou realizací laboratorního pracoviště je vhodné vytvořit patřičné podklady, které by pojednávaly o možnostech technické realizace pracoviště.

S ohledem na provozní požadavky učebny je hlavním cílem diplomové práce vytvořit dokumentaci technické realizace laboratorního pracoviště, která bude sloužit pro podporu výuky předmětu Kamerové systémy.

Téma diplomové práce jsem si vybral zejména proto, že jsem zainteresovaný do oblasti kamerových dohledových systémů, a také kvůli zaujatosti na možnosti se podílet na budování nové laboratoře.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 VÝPOČETNÍ ČÁST VSS

Kamerový dohledový systém je automaticky provozovaný technický systém, který je schopen pořizovat a uchovávat obrazové, zvukové, či jiné záznamy z míst, která jsou v zorných polích kamer za účelem snímání scén pro zajištění ochrany osob a majetku. [1]

V této kapitole je zahrnutý přehled komponent, které ovlivňují výpočetní kapacitu serveru a IP kamery.

### 1.1 IP kamera

IP kamera je zařízení, které zachycuje a vysílá obraz přes počítačovou síť autorizovaným uživatelům, kteří prostřednictvím standardní síťové infrastruktury založené na IP mohou lokálně či dálkově sledovat, spravovat a ukládat video záběry. [2]

Vůbec technologie digitálního přenosu videa je poměrně mladým odvětvím. Analogové kamery měly v minulém století pevné postavení a vlastně neměly konkurenci až do té doby, kdy byla představena první IP kamera. Firma Axis představila na výstavě v Atlantě 18. září roku 1996 první IP kameru AXIS Neteye 200. Postupem času se IP kamery, kvůli svým vlastnostem, staly na trhu dominantnějšími než kamery analogové. [3]

Výhody kamerového dohledového systému založeného na IP kamerách:

- Ostrý obraz s vysokým rozlišením,
- možnost použití inteligentní videoanalýzy,
- integrace poplachových a tísňových vstupů a výstupů,
- zabudovaná podpora zvuku
- komunikace přes sdílenou kabeláž,
- PoE – napájení prostřednictvím Ethernetu,
- zabezpečená komunikace,
- flexibilita. [2] [4] [5]

Nevýhody:

- Finanční náročnost,
- standardizace. [3] [4] [5]

Každá IP kamera se skládá z několika komponent, mezi které patří optická čočka, optický filtr, obrazový senzor, obrazový procesor a hlavní řídicí část, tvořenou CPU, DRAM a Flash pamětí. [2]

### 1.1.1 Obrazový procesor

Obrazový procesor, neboli DSP (Digital Signal Processor) je mikroprocesor, který je optimalizovaný pro provozní potřeby digitálního zpracování signálu. Využívá algoritmy, které zpracovávají signál za účelem vytvoření kvalitnějšího videa. Obrazový procesor se stará např. o redukci šumu, nastavení kontrastu, automatické zaostřování, vyvážení bílé barvy, automatickou expozici, automatickou detekci tváře, apod. V posledním desetiletí obrazové procesory zaznamenaly vzrůst a našly využití v zařízeních, jako jsou mobilní telefony, fotoaparáty, kamery, vědecká zařízení, apod. [6] [7]

### 1.1.2 CPU

Procesor plní funkci hlavního řídicího centra. Spolu s dalšími komponenty IP kamery zajišťuje komunikaci s dalšími zařízeními, a také umožňuje použití operací pro ovládání kamery nebo nastavení funkcí kamery. [8]

Firma Axis produkuje a vyvíjí svoji sérii procesorů zvanou ETRAX. IP kamery firmy Axis jsou osazeny 32bitovým procesorem se 100 MHz taktovací frekvencí.

### 1.1.3 DRAM

DRAM (Dynamic Random Acces Memory) je typ paměti RAM určená pro zápis a čtení dat. Slouží jako krátkodobé úložiště dat, které si CPU, může vyžádat. U levnějších kamer se používají slabší paměti, např. 32 MB. Dražší kamery obsahují až 256 MB paměti. [9] [10]

Data jsou uložena pomocí elektrického náboje na kondenzátoru, který má velmi malou kapacitu. I když je paměť připojena ke zdroji elektrického napětí, tak může dojít k vybití náboje a následné ztrátě dat. Aby se této situace předešlo, tak se neustále periodicky oživuje paměťová buňka tzv. refreshem. [9] [10]

### 1.1.4 Flash paměť

Flash paměť je elektricky programovatelná paměť, která je tvořena bloky, které lze programovat nezávisle na sobě. Data jsou v paměti zašifrována a rozložena rovnoměrně do jednotlivých paměťových buněk. [10] [11]

Flash paměť je kvůli absenci pohyblivých součástí velmi odolná, má vysokou přenosovou rychlost a nízkou spotřebu. Ukládá se na ni firmware IP kamer, což je software, který řídí funkce a činnost komponent řízených procesorem. Velikost flash paměti se pohybuje mezi 4-128 MB v závislosti na parametrech IP kamery. [10] [11]

## 1.2 Server

Server je zařízení, které slouží pro poskytování určitých služeb ostatním zařízením v síti. Jsou vyrobené s důrazem na chlazení a nepřetržitý provoz.

Výběr komponent serveru jsou dány konkrétním nasazením serveru. Mezi základní typy serverů patří:

- Databázový server – při výběru komponent je nutné se především zaměřit na velikost operační paměti, výkon procesoru, rychlost pevného disku, rychlost komunikace mezi procesorem a operační pamětí. Data jsou uložena na spolehlivém úložišti (použitím RAID - metody zabezpečení dat proti selhání pevného disku) a pravidelně zálohovaná.
- Aplikační server – slouží pro provoz a poskytování aplikací. Konfigurace serveru je závislá na poskytovaných aplikacích (účetnictví, firewall,...). Všeobecně jsou nároky na komponenty serveru rozloženy rovnoměrně. Při práci s důležitými daty je doporučeno využít metody zabezpečení dat RAID a zálohování.
- Souborový server – poskytuje přístup v rámci sítě k souborům a adresářům, které jsou na něm uloženy. Jsou zde kladeny nároky na síťovou kartu a na diskový subsystém. Opět je vhodné použít RAID a zálohování.
- Internetový server – protože poskytování běžných webových služeb není příliš náročné, tak jsou kladeny požadavky především na síťovou kartu. Při náročnějších webových aplikacích jako je velký internetový obchod, velký publikační systém, atd., je důležitý i výkon procesoru a propustnost paměti. RAID a zálohování jsou pro velké webové aplikace nedílnou součástí. [12]

Základní odlišnosti serveru od PC:

- Datová propustnost – je parametr, který určuje přenosovou rychlost síťových přenosů grafické karty, pevných disků, atd. Hlavní charakteristikou serveru je, že poskytuje služby mnoha uživatelům současně. Aby toho byl schopen, je nutné mít komponenty

se zvýšenou datovou propustností. Často záleží na datové propustnosti síťové karty a diskového subsystému.

- Škálovatelnost – je možnost reagovat na vzrůstající či klesající nároky uživatelů na výkon serveru. Protože se server pořizuje na delší dobu a nemění se tak často jako stolní počítač, je proto možnost budoucího rozšíření důležitá. Na to pamatují i výrobci serverů a integrují základní komponenty jako je grafická karta, síťové karty a řadič disků rovnou na serverovou základní desku. Tím se dosáhne toho, že základními komponenty jsme nezabrali žádný z rozšiřujících slotů, které mohou sloužit pro budoucí expanzi serveru. Navíc integrací základních komponent dosáhneme vyšší spolehlivosti serveru, protože funkčnost a spolupráci komponent za nás otestoval výrobce.
- Spolehlivost – provoz serveru je nepřetržitý s důrazem na minimální dobu odstávky při poruše. Vyžaduje se vysoká spolehlivost serveru, v nejlepším případě s předpovědí poruchy a následné snadné opravitelnosti.
- Diagnostika – je možnost, která umožňuje objevit a poukázat na poruchy, které teprve nastanou (např. kolísání napětí zdroje, překročení určené teploty, zastavení ventilátoru, apod.). Server obsahuje mikroprocesor (BMC – Board Management Controller), který sbírá data z různých obvodů pro kontrolu stavu, jako jsou obvody pro měření napětí, obvody pro měření teplot na různých místech, nebo pro měření počtu otáček ventilátorů procesorů a skříně, atd. Výsledné informace zapisuje do systémového protokolu. BMC je nezávislý na operačním systému a běží i tehdy, kdy je server vypnutý, potřebuje jen být připojený k elektrické síti.
- Kontrola a oprava chyb operační paměti – protože se u serveru používá výrazně větší kapacity operační paměti než u stolních počítačů, tak vzniká i větší riziko překlopení bitu, tedy náhodné změny bitu z 0 na 1 nebo naopak. Příčinou těchto chyb může být elektromagnetické rušení, částice gama záření kosmického původu, částice alfa záření pozemského původu, atd. Aby nedocházelo k chybám na serverech a server pracoval se správnými daty, tak se používají tzv. ECC paměti. Zkratka ECC (Error Correction Code) označuje skupinu paměťových modulů, které jsou schopny pomocí použití několika bitů v každém slově navíc detekovat a opravit jednobitovou chybu v přenosu dat. Korekce se provede tak, aby se nenarušil provoz serveru. V závislosti na typu paměťového kontroleru, který je integrovaný na základní desce, je ECC paměť schopna opravovat i méně časté 2-4bitové chyby. [13] [14]

### 1.2.1 Základní deska

Základní deska představuje hlavní hardware, který napájí a propojuje ostatní komponenty do fungujícího celku.

Základní desky lze klasifikovat podle několika kritérií:

- Podle procesoru - výběr základní desky úzce souvisí s výběrem procesoru. Protože existuje několik výrobců procesorů (nejznámější Intel a AMD), tak vznikají různé procesory, které se od sebe odlišují převážně svou velikostí a počtem pinů. Každá základní deska obsahuje patici, což je elektrotechnická součástka, která slouží pro umístění procesoru a umožňuje propojení procesoru se základní deskou. Při výběru je nutné dbát na to, aby základní deska byla vybavena stejným typem patice jako procesor.
- Podle operační paměti – další součástka, která se usazuje na základní desku je operační paměť. Existuje několik typů operační paměti, nejčastější jsou paměti typu DDR2 a DDR3. Typy operačních pamětí nejsou mezi sebou kompatibilní, tedy je potřebné se ujistit, že základní deska podporuje vybranou operační paměť.
- Podle formátu základní desky – existuje několik typů základní desky. Platí pravidlo, že čím větší základní deska, tím více obsahuje vstupů a výstupů. Na druhou stranu se musí vlézt do skříně, kde má být usazena. [15] [16]

Základní desky určené pro servery musí zvládat větší zátěž a musí mít vyšší rychlost sběrnice.

### 1.2.2 Procesor

Procesor označován též jako CPU (Central Processing Unit) je integrovaný obvod, který plní řídicí funkci. Provádí výpočty, zpracovává data, ovládá další komponenty a komunikuje s nimi.

Procesor se skládá z následujících částí:

- Řadič (řídicí jednotka) – plní řídicí činnost podle programu, které čte z operační paměti a z ALU.
- ALU (Aritmeticko-logická jednotka) – provádí matematické a logické operace. Procesory používají i více než jednu ALU, které pracují na sobě nezávisle.
- Registry – paměť procesoru pro krátkodobé uložení zpracovávaných dat.
- Matematický koprocessor – zpracovává výpočty s pohyblivou desetinnou čárkou.



- Cache – vyrovnávací paměť s často požadovanými daty procesorem od dalších komponent. [17]

Hlavní parametry procesoru jsou:

- Taktovací frekvence – je jeden z nejdůležitějších parametrů, který udává, jak rychle dokáže procesor zpracovávat data a provádět různé operace a výpočty.
- Počet jader – čím větší počet jader, tím může být výkonnější.
- FLOPS (Floating Point Operations Per Second) – je dalším měřítkem výkonnosti, který udává kolik operací v pohyblivé řádové čárce je procesor schopný vykonat za jednu sekundu.
- Efektivita strojového kódu – efektivita se měří podle počtu kroků, které je nutné provést pro vykonání jedné instrukce.
- Šířka vnitřní sběrnice – udává počet bitů, které je procesor schopný zpracovat v rámci jedné instrukce.
- Šířka vnější sběrnice – vnější sběrnice umožňuje komunikaci mezi procesorem a ostatními komponenty. Čím větší šířka vnější sběrnice, tím větší množství dat je možné přenést v jednom taktu.
- Velikost Cache – Cache je vyrovnávací paměť s často požadovanými daty, která zvyšuje výkon procesoru tím, že zkracuje přístupovou dobu k požadovaným údajům.
- Velikost adresovatelné paměti – udává jak velkou část operační paměti je schopen procesor adresovat. [18] [19] [20]

### 1.2.3 Operační paměť

Operační paměť je vnitřní paměť zařízení, která umožňuje čtení a zápis dočasně uložených dat sloužících jednak ke spuštění programového kódu, tak k dočasnému uložení dat programu

ECC (Error Correction Code) je velmi populární technologie v serverech nebo jiných systémech pracujících s daty s vysokou přidanou hodnotou, protože chrání proti poškození dat, která automaticky detekuje a opravuje. [21] [22]

Standardní RAM má šířku 64 bitů a používá 8 paměťových čipů po bitech, ve kterých jsou data uložena, a poskytována na požádání od CPU. ECC RAM je v tomto ohledu odlišný, má rozšířenou šířku na 72 bitů o 8 paritních bitů a obsahuje 9 paměťových čipů. Obě operační paměti uchovávají stejné množství údajů, protože devátý paměťový čip slouží pro uložení

informací o kontrolním součtu. ECC RAM dokáže detekovat 2 bity chyb a 1 bit automaticky opravit. [23]

Podle studie od firmy AMD se u moderních operačních pamětí vyskytuje přechodná chyba zhruba za 2-4 týdny na 1 GB RAM, což znamená, že u serveru, který pracuje s 16 GB RAM, se může chyba objevit zhruba čtyřikrát až osmkrát do týdne. Chyby se podle jejich původu dělí na 2 typy:

- Soft Error – měkké (přechodné) chyby jsou rozprostřeny mezi všechny paměťové buňky a vznikají vlivem vnějších podmínek, např. alfa záření, gama záření, elektromagnetické rušení, apod.
- Hard Error – tvrdé (trvalé) chyby jsou lokalizovány do určitých paměťových buněk a způsobuje je vadný hardware z výroby, nebo poškozený hardware např. tepelným či elektrickým průrazem. [23]

#### 1.2.4 Pevný disk

Pevný disk je zařízení určené k uchovávání většího množství dat.

Každý pevný disk je specifikovaný několika údaji:

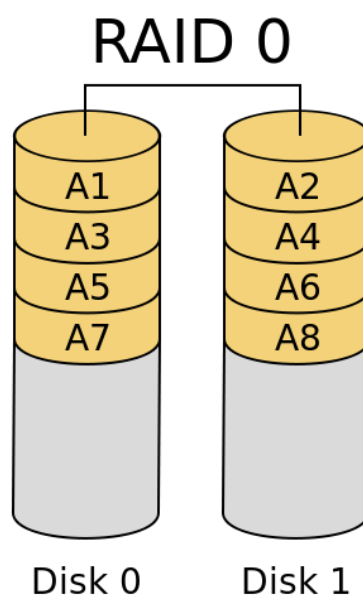
- Rozměr – rozměr pevných disků se udává v palcích a je daný průměrem plotny. Disky mohou být 1,8“, 2,5“ a 3,5“ (tři a půl palcové), které jsou nejčastější.
- Datové rozhraní – je zařízení, které zprostředkovávají komunikaci mezi pevným diskem a ostatními komponentami. Mezi časté rozhraní patří SATA, SCSI a SAS. Rozhraní používají odlišné konektory, kabely a dosahují různých rychlostí přenosu dat.
- Rychlost ploten – výkon pevného disku je daný i rychlostí ploten. Serverové pevné disky mají minimální počet otáček 7 200 za minutu, ale používají se i rychlejší, které dosahují 10 000 otáček/minutu nebo 15 000 otáček/minutu.
- Vyhledávací čas – neboli seek úzce souvisí s rychlostí a velikostí ploten pevného disku. Odezva se typicky pohybuje mezi 7-14 ms. Nejnižší vyhledávací čas mají SSD disky, které mají odezvu do 1 ms.
- Kapacita – posledním parametrem je množství dat, které lze na pevný disk uložit. Kapacita nejpoužívanějších pevných disků se pohybuje v rozmezí 160 GB až 5 TB. [24]

### 1.2.4.1 RAID

RAID (Redundant Array of Independent Disks) je metoda ukládání dat v různých místech na několik pevných disků. Metoda RAID se používá především kvůli bezpečnosti, kde je nežádoucí ztráta dat. [25]

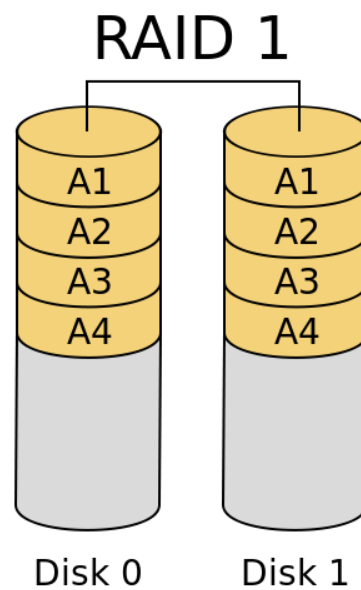
Nejčastějšími typy diskových polí jsou RAID 0, RAID 1, RAID 5, RAID 6, RAID 10.

RAID 0 – nejedná se přímo o RAID, protože nezaručuje, že při výpadku pevného disku nepřijdeme o uložená data. Spojení disku se provádí zřetězením nebo prokládáním. RAID 0 nabízí výbornou rychlost práce s daty. [25]



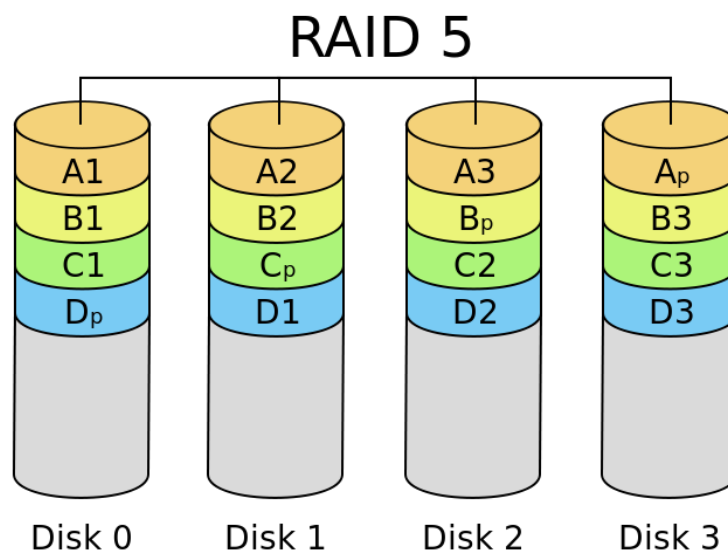
Obr. 1. RAID 0  
(prokládání) [26]

RAID 1 – toto uspořádání využívá zrcadlení a skládá se z alespoň dvou jednotek, které jsou kopií. Je to nejstarší metoda a poměrně efektivní. Může vypadnout pouze jeden disk. [25]



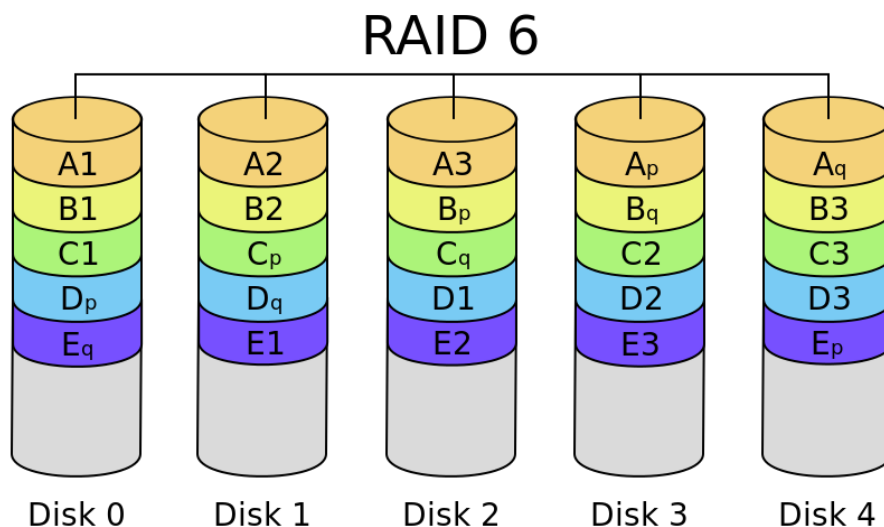
Obr. 3. RAID 1 [26]

RAID 5 – tato metoda používá samoopravné kódy, které obsahují jednotlivé pevné disky. Při výpadku jednoho disku se může dopočítat, jaká data obsahoval. Pro RAID jsou potřebné minimálně 3 jednotky. Čtení z disků je rychlejší. [25]



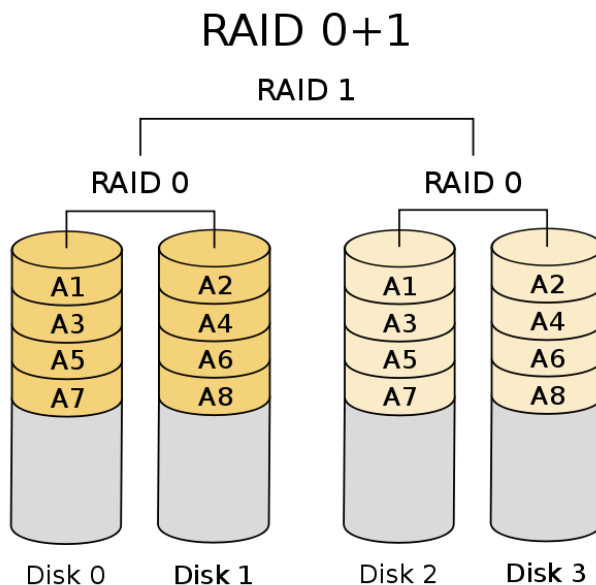
Obr. 2. RAID 5 [26]

RAID 6 – tato technika je podobná RAID 5 s tím rozdílem, že zahrnuje druhý paritní disk, na kterém je vypočten samoopravný kód jinou metodou. Minimální počet disků jsou 4 a mohou vypadnout 2 pevné disky bez ztráty dat. Zápis dat je pomalejší než u RAID 5. [25]



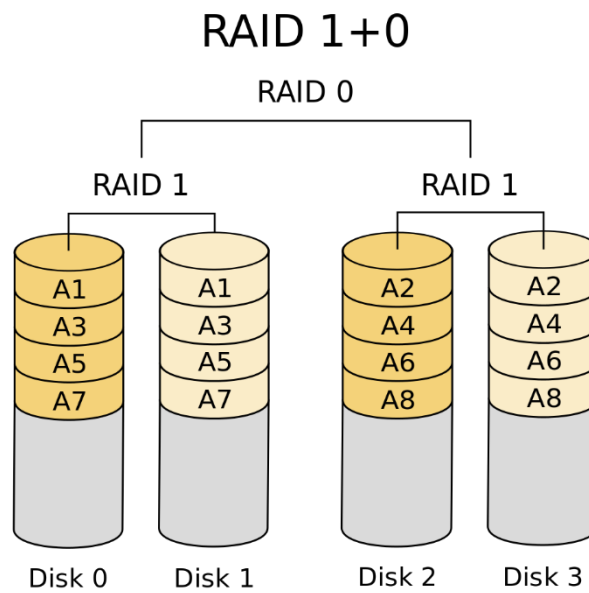
Obr. 4. RAID 6 [26]

RAID 01 – je příkladem dvouúrovňového pole, kde se využívají techniky RAID 0 a RAID 1. Data se ukládají prokládaně na dva páry pevných disků, které jsou vůdčí sobě zrcadlené. RAID 01 je odolný proti výpadku všech podpolí (níže na obrázku RAID 0). Výhodou je i rozdělení zátěže na více disků. Nevýhodou je, že se používá 50% datová kapacita disků. [25] [27]



Obr. 5. RAID 01 [26]

RAID 10 – je druhým příkladem dvouúrovňového pole. Používá stejně jako RAID 01 techniky jednodušších uspořádání diskových polí, ale v jiném pořadí. Tato možnost je odolná při výpadku jednoho disku v každém podpolí. Rozdíl oproti RAID 01 je ta, že obnova dat je rychlejší. [25] [27]

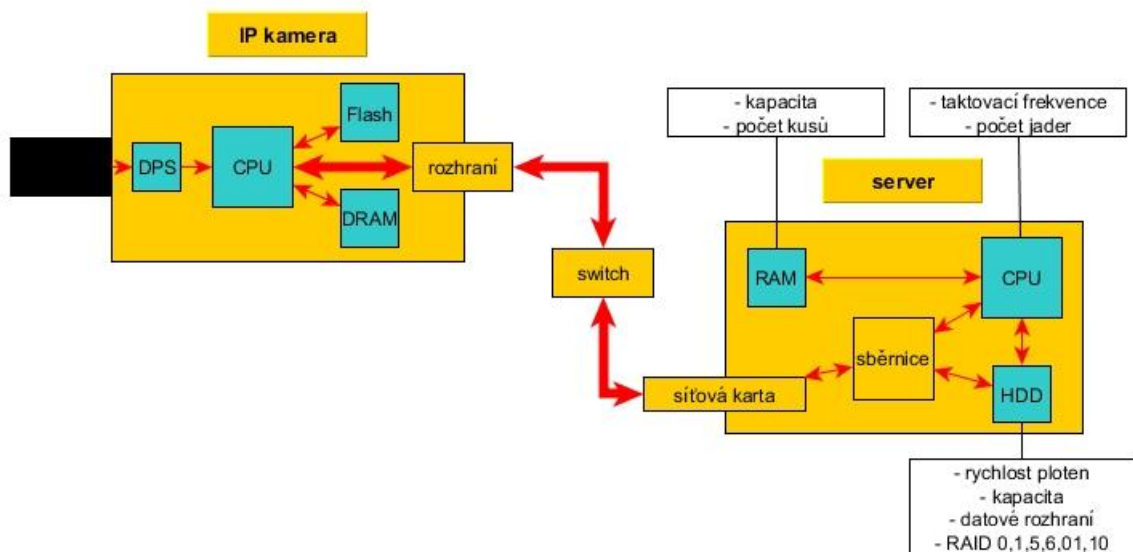


Obr. 6. RAID 10 [26]

### 1.3 Dílčí závěr

První kapitola diplomové práce se zabývá hardwarem, který ovlivňuje výpočetní výkon VSS. Hardware je rozdělen do podkapitol podle toho, jestli je obsažen v IP kameře nebo v serveru.

Souhrnem kapitoly je obrázek číslo 7, který znázorňuje zjednodušené schéma hardwaru IP kamery a serveru, který se participuje na výpočetním výkonu VSS.



Obr. 7. Schéma výpočetního hardwaru

## 2 KOMUNIKAČNÍ ČÁST VSS

Výjimečnost IP kamer je dána jejím způsobem komunikace s ostatními zařízeními. Každá IP kamera má svojí IP adresu a vestavěné funkce, které se starají o síťovou komunikaci. Pomocí standartní síťové infrastruktury je možné lokálně nebo na dálku sledovat, ukládat nebo spravovat video záběry, které nám zprostředkovávají IP kamery.

Komunikační část IP kamer je tvořena základními třemi kategoriemi:

- hardwarové komunikační rozhraní IP kamery,
- přenosové technologie síťového videa,
- komunikace IP kamery v síti. [28]

### 2.1 Hardwarové komunikační rozhraní IP kamery

Pro připojení IP kamery do sítě slouží konektory, které zajišťují datový přenos. Nejčastěji využívané komunikační rozhraní pro datový přenos je RJ-45 konektor a konektor pro připojení antény pro zajištění datového přenosu pomocí WiFi.

- RJ-45 – je konektor pro připojení kamery pomocí UTP kabelu. Toto rozhraní je vůbec nejpoužívanějším řešením zapojení IP kamery do sítě.
- WiFi – bezdrátové IP kamery obsahují konektory pro připojení antény pro umožnění bezdrátového datového přenosu. Existují konektory různých typů, které se od sebe liší průměrem závitu, a tedy možností připojení výkonnější antény. Mezi nejčastější patří RP-SMA, SMA, RP-TNC, TNC, N, atd. [29]

### 2.2 Přenosové technologie síťového videa

Existují de facto dva typy přenosu. Jeden z nich je drátová technologie, která je představena Ethernetem a druhou kategorií je bezdrátový přenos, který je zastoupen technologií WiFi.

#### 2.2.1 Ethernet

Ethernet je v současné době nejrozšířenější technologií pro budování počítačových sítí typu LAN. Ethernet vytlačil z trhu své konkurenty (ARCNET, ATM, FDDI) díky své jednoduché instalaci a nízké ceně. Dlouhodobý úspěch Ethernetu je zaručen jeho neustálým vývojem. [30]

Vývoj Ethernetu přinesl nové standardy s možnostmi rychlejšího datového přenosu v počítačových sítích. V následující tabulce je uveden přehled vybraných standardů.

Tab. 1. Standardy Ethernetu [31]

Typ (přenosová rychlost)	Název	Kabeláž	Max. dosah [m]
„Klasický Ethernet“ (10 Mb/s)	10Base2	tenký koaxiál	185
	10BaseT	kroucená dvojlinka	100
Fast Ethernet (100 Mb/s)	100BaseT	kroucená dvojlinka	100
	100BaseFX	optický kabel	2 000
Gigabitový Ethernet (1000 Mb/s)	1000BaseT	kroucená dvojlinka	100
	1000BaseSX	mnohovidový optický kabel	500
	1000BaseLX	jednovidový optický kabel	5 000
	1000BaseCX	stíněný metalický kabel	25 000

Pro instalaci IP kamer se minimálně používá standard 100BaseT s přenosovou rychlostí 100 Mb/s prostřednictvím kroucené dvojlinky. [29]

Možnosti využití jednotlivých druhů kabelů pro tvorbu sítě jsou určeny především jejich kvalitativními parametry, jako je:

- Přenosová rychlost – údaj, který určuje kolik dat je přenosové médium schopné přenést za jednotku času.
- Útlum – vyjádření, kolikrát se zmenší výkon signálu po průchodu přenosovým médiem jednotkové délky.
- Odolnost vůči rušení – schopnost pracovat bez poruch v rušivém prostředí. [32]

### 2.2.1.1 Kroucená dvojlinka

Kroucená dvojlinka je dnes vůbec nepoužívanější přenosové médium v lokálních počítačových sítích. Kroucená dvojlinka je tvořena páry vodičů, které jsou po celé své délce do sebe pravidelně zkrouceny. Kroucením vodičů se dosáhne zlepšení elektrických vlastností kabelu a předejití tzv. anténového efektu. Anténový efekt spočívá v tom, že každé dva souběžné vedoucí vodiče se chovají jako anténa a pokud je jimi veden střídavý signál, tak do svého okolí vyzařují elektromagnetické vlny. Zkroucením vodičů se výrazně sníží rušivé vyzařování. Ale pouze částečně. Ovšem ve většině případů minimální elektromagnetické vyzařování nevadí a je přijatelné, protože neohrožuje lidské zdraví,



negativně neovlivňuje zařízení ani přenosové cesty. Na druhou stranu existují situace, kdy i tato malá míra vyzařování může v určitých prostředích být příliš vysoká. V takovém případě může legislativa a technické normy požadovat důkladnější ochranu stíněním, které sníží míru rušivého vyzařování a zvýší odolnost vůči rušení. Proto s ohledem na míře rušivého vyzařování existuje několik typů kroucené dvojlinky. [32] [33] [34]

Tab. 2. Typy kroucené dvojlinky [32]

Typ kabelu	Kategorie	Vysvětlivky
UTP (Unshielded Twisted Pair)	UTP	Nestíněný pár
	S/UTP	Stíněný kabel, nestíněný pár
	F/UTP	Kabel stíněný metalickou fólií, nestíněný pár
STP (Shielded Twisted Pair)	STP	Stíněný pár
	S/STP	Stíněný kabel, stíněný pár
	F/STP	Kabel stíněný fólií, stíněný pár
FTP (Foiled Twisted Pair)	FTP	Stíněný pár metalickou fólií
	S/FTP	Stíněný kabel, stíněný pár fólií
	F/FTP	Kabel stíněný fólií, stíněný pár fólií

Nejvyužívanější je nestíněná kroucená dvojlinka UTP, která je dostačující v běžných kancelářských prostorách. V porovnání s ostatními typy má nejnižší cenu a velmi snadnou instalaci.



Obr. 8. Kroucená dvojlinka [36]

Dalším parametrem, kterým se posuzuje kroucená dvojlinka, je přenosová rychlost. Podle schopnosti, jakou rychlostí je kabel schopen přenést data, se kroucené dvojlinky řadí do několika kategorií.

Tab. 3. Kategorie kroucené dvojlinky [35]

Kategorie	Šířka pásma [MHz]	Uplatnění
Cat1	0,4	Přenos hlasu do 1 Mb/s, ISDN
Cat2	4	Starší terminály
Cat3	16	10 Mb/s Ethernet
Cat4	20	16 Mb/s Toekn Ring
Cat5	100	100 Mb/s Ethernet, 155 Mb/s ATM
Cat5e	100	1 Gb/s Ethernet
Cat6	250	10 Gb/s Ethernet s problémy
Cat6a	500	do 10 Gb/s Ethernet
Cat7	1 200	10 Gb/s Ethernet

Výhody:

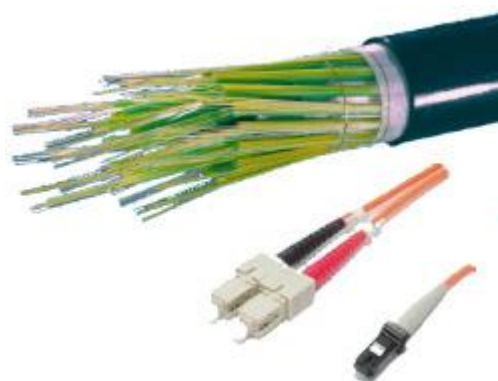
- Vysoká přenosová rychlost,
- stíněná kabeláž má velmi dobrou ochranu proti EMI,
- snadná instalace,
- nízká cena,
- jednoduchá a známá technologie. [33]

Nevýhody:

- UTP je citlivý na šum,
- UTP signály potřebují zesilovače na větší vzdálenost,
- STP má větší průměr a obtížně se instaluje. [33]

### 2.2.1.2 Optické vlákno

Optické vlákno je nejnovější přenosové médium, které pracuje na principu odrazu světla. Světelný paprsek dopadá na rozhraní dvou prostředí, která mají rozdílnou optickou hustotu a index lomu. Na rozhraní se paprsek buď z části láme a prostupuje z jednoho prostředí do druhého prostředí, nebo se z části odráží zpět do prostředí, ze kterého přichází. To, jakou mírou se paprsek odráží zpět do prostředí, určuje úhel, pod kterým byl paprsek emitován. Pokud vysílaný světelný paprsek dopadne na rozhraní dvou prostředí pod tzv. mezním úhlem odrazu (nebo menším úhlem), tak dochází k tzv. totálnímu odrazu, kdy je zaručený 100% odraz paprsku. [34] [36]



Obr. 9. Optické vlákno [36]

Struktura optického vlákna se skládá z jádra a obalu. Pro výrobu se používá křemenné sklo s různým složením, které zapříčiní rozdílné indexy lomu jádra a pláště. Pokud bude index lomu jádra větší než index lomu pláště, tak se dosáhne toho, že šířený světelný paprsek můžeme usměrnit tak, že budeme mít možnost se pohybovat jádrem totálním odrazem. [37]

Podle počtu přenášených paprsků dělíme optická vlákna na dva typy:

- Mnohovidová vlákna – přenáší více světelných paprsků, používá se na kratší vzdálenosti typicky do 2 km a je ekonomičtější.
- Jednovidová vlákna – přenáší jeden paprsek světla, používá se na delší vzdálenosti (mezi městy, státy, kontinenty). [37]

Výhody:

- Velmi vysoká přenosová rychlost, velký dosah a nízký útlum,
- odolnost proti elektromagnetické interferenci,
- neovlivňuje okolí,
- bezpečnost přenosu,
- malé rozměry a hmotnost. [37]

Nevýhody:

- Vyšší cena,
- křehkost, malá odolnost. [37]

### 2.2.1.3 Koaxiální kabel

Koaxiální kabel byl vůbec první přenosovou technologií, která tvořila lokální počítačovou síť. V dnešní době je velmi zastaralý a nepoužívá se při budování nových počítačových sítí. Ale v některých případech se s ním stále můžeme setkat. [34] [38]



Obr. 10. Koaxiální kabel [36]

Strukturu koaxiálního kabelu tvoří vnitřní vodič z měděného drátu a vnější vodič tvořený z měděné nebo hliníkové fólie.

Existují dva typy koaxiálního kabelu:

- Tlustý koaxiální kabel – byl prvním kabelem, který se používal pro Ethernet, byl dražší, silnější, a tedy se špatně instaloval.
- Tenký koaxiální kabel – nástupce tlustého koaxiálního kabelu, má poloviční průměr a jednodušší provedení. [38]

Pro připojení moderních síťových prvků do počítačové sítě, která je tvořena koaxiálním kabelem slouží tzv. koax-LAN převodníky, které obsahují BNC konektor a RJ-45 konektor.

Výhody:

- Velká odolnost proti EMI,
- snadná instalace,
- nízká cena. [38]

Nevýhody:

- Nízká přenosová rychlost,
- náchylnost na poškození. [38]

### 2.2.2 Bezdrátová síť WiFi

Další možností přenosu dat je prostřednictvím bezdrátové sítě WiFi. Taková síť má určité výhody a nevýhody. Mezi výhody patří rychlá a snadná instalace bez rozsáhlých stavebních úprav, mobilita zařízení a škálovatelnost systému. Nevýhodou je nižší spolehlivost, vyšší počáteční investice a nutnost řešit zabezpečení datového přenosu.

WiFi spadá pod standard IEEE 802.11, který rozlišuje několik typů bezdrátových sítí a určuje jejich specifikace. Následující tabulka prezentuje nejčastější WiFi standardy. [39]

Tab. 4. Standardy WiFi [39]

Standard IEEE	Rok vydání	Max. přenosová rychlost [Mbps]	Reálná propustnost [Mbps]	Frekvence [GHz]
802.11a	1999	54	27	5
802.11b	1999	11	6-7	2,4
802.11g	2003	54	20-25	2,4

Standard IEEE	Rok vydání	Max. přenosová rychlost [Mbps]	Reálná propustnost [Mbps]	Frekvence [GHz]
802.11n	2009	600	150	2,4 nebo 5
802.11ac	2013	1 730	433	5

## 2.3 Komunikace IP kamery v síti

Sada protokolů TCP/IP používá pro adresování v síti dvou údajů, a to:

- IP adresa,
- port.

### 2.3.1 IP adresa

IP adresa je adresa síťového rozhraní. Používá se na síťové vrstvě a ve verzi IPv4 je 32 bitová. IP adresa má formu 4 dekadických čísel oddělených tečkami a skládá se ze dvou částí. První část obsahuje adresu sítě, druhá část adresu síťového rozhraní uzlu. Bitové zastoupení síťové adresy a uzlové adresy není fixní, ale mění se, čímž lze definovat různý počet různě velkých sítí. Podle velikosti síťové a uzlové adresy se rozlišují IP adresy do 5 tříd. [40] [41]

Tab. 5. Třídy IP adres [40]

Třída	Rozsah adres (desítkově)	Počet bitů sítě	Počet bitů stanice	Max. počet sítí	Max. počet stanic	Maska třídy (desítkově)
A	0.0.0.0 – 127.255.255.255	8-1=7	24	128 ( $2^7$ )	16 777 214 ( $2^{24}-2$ )	255.0.0.0
B	128.0.0.0 – 191.255.255.255	16-2=14	16	16 384 ( $2^{14}$ )	65 534 ( $2^{16}-2$ )	255.255.0.0
C	192.0.0.0 – 223.255.255.255	24-3=21	8	2 097 152 ( $2^{21}$ )	254 ( $2^8-2$ )	255.255.255.0
D	224.0.0.0 – 239.255.255.255	-	-	-	-	-

Třída	Rozsah adres (desítkově)	Počet bitů sítě	Počet bitů stanice	Max. počet sítí	Max. počet stanic	Maska třídy (desítkově)
E	240.0.0.0 – 255.255.255.255	-	-	-	-	-

Pokud má počítačová síť přístup na Internet, tak uvedené IP adresy v tabulce mohou být přímo adresovatelné z Internetu. Pro intranet (vnitřní síť) je přímá adresace nežádoucí, a proto jsou pro ni vyčleněné neveřejné rozsahy IP adres, které nejsou obsahem směrovacích tabulek poskytovatelů Internetového připojení, a tedy jsou v Internetu nepoužitelné. [40]

Řešením vnitřních sítí je tedy to, že používá určitý rozsah, který je skrytý pomocí Proxy nebo NAT služby. Vyčleněné rozsahy IP adres jsou uvedeny v následující tabulce. [40]

Tab. 6. Vyčleněný rozsah IP adres  
[40]

Třída	Rozsah adres
A	10.0.0.0-10.255.255.255
B	172.16.0.0-172.31.255.255
C	192.168.0.0-192.168.255.255

### 2.3.2 Síťové porty a transportní protokoly

Protokoly TCP a UDP pracují na transportní vrstvě, jejímž hlavním úkolem je multiplex a demultiplex datových toků. Oba protokoly nabízejí různé služby a jsou využívány odlišnými aplikacemi. [42]

TCP protokol (Transmission Control Protocol) zajišťuje spolehlivý přenos dat. TCP protokol poskytuje:

- Spojově orientovanou službu – průběh komunikace spočívá ve 3 fázích. Nejprve se při požadavku na komunikace vytvoří spojení, poté dojde s přenosu dat a nakonec je spojení ukončeno.
- Spolehlivou službu – bezchybný přenos dat se kontroluje pomocí pořadových čísel, délky TCP segmentu, kontrolního součtu, časovače odpovědi a kladného potvrzení. Pokud příjemce po přijmutí paketu nepošle potvrzení do časového limitu nebo třikrát

po sobě pošle potvrzení se stejnou hodnotou pořadového čísla přijatého bajtu, tak je indikována chyba při přenosu. Celý přenos se opakuje, a pokud příjemce obdrží chybějící segment, tak potvrzením potvrdí všechna přijatá data. [42]

UDP protokol (User Datagram Protocol) zajišťuje rychlý, ale nespolehlivý přenos dat. UDP protokol poskytuje:

- Nespojově orientovanou službu – k přenosu dochází bez ověření existence, dostupnosti a připravenosti příjemce. Nepoužívá se potvrzení přijetí dat ani řízení toku dat.
- Nespolehlivou službu – nekontroluje správnost přijatých dat a neřeší zabezpečení dat během přenosu. [42]

Síťový port slouží pro komunikaci pomocí protokolů TCP a UDP k rozlišení aplikace. Číslo portu definuje konkrétní službu nebo aplikaci tak, že např. IP kamery budou vědět, jak zpracovat příchozí data. Při komunikaci pomocí protokolů TCP a UDP je číslo zdrojového a cílového portu obsažený v hlavičce posílaného paketu. Číslo portu má délku 16 bitů, což znamená, že v desítkové soustavě může nabývat hodnot 0-65 535. [42]

Tab. 7. Přehled protokolů [43]

Protokol	Přenosový protokol	Port	Běžné použití	Využití v síťovém videu
FTP File Transfer Protocol	TCP	21	Přenos souboru přes Internet nebo intranet.	Přenos obrázků nebo videí z IP kamery nebo video serveru na FTP server nebo do aplikace.
SMTP Send Mail Transfer Protocol	TCP	25	Protokol pro odesílání emailových zpráv.	Odesílání obrázků nebo výstražných notifikací IP kamerou nebo video serverem pomocí vestavěného emailového klienta.



Protokol	Přenosový protokol	Port	Běžné použití	Využití v síťovém videu
HTTP Hypertext Transfer Protocol	TCP	80	Prohlížení webových stránek, tedy přijímání stránek z webového serveru.	IP kamera a video server pracují jako webový server, který zprostředkovává video pro žádající uživatele nebo aplikační server.
HTTPS Hypertext Transfer Protocol over Secure Socket Layer	TCP	443	Umožňuje zabezpečený přístup k webovým stránkám šifrovací technologií.	Zabezpečený přenos videa z IP kamery nebo video serveru může být také použit pro autentifikaci vysílací kamery pomocí digitálního certifikátu X.509.
RTP Real Time Protocol	UDP/TCP	nedefinovaný	Standardizovaný formát paketu pro přenos videa a zvuku přes Internet. Často se používá při streamování a video konferencích.	Live stream MPEG videa.

### 2.3.3 Síťová bezpečnost IP VSS

Z toho důvodu, že prvky kamerového dohledového systému jsou schopny snímat okolí a uchovávat záznam, při kterém může docházet k narušování soukromí snímaných osob, je ochrana síťového provozu kamerového dohledového systému na vysoké úrovni důležitosti. Nejsložitější situace je u provádění záznamu z kamer, kdy kamerový dohledový systém podléhá registraci u Úřadu pro ochranu osobních údajů, který zákonem provozovateli stanovuje povinnost zavedení ochrany shromážděných dat s trestněprávní odpovědností za nedodržení této povinnosti. I když kamerový dohledový systém neukládá záznamy a je tedy použit formou video streamu, tak je považován za systém, který pracuje s citlivými daty, které jsou zapotřebí zabezpečit proti zneužití.

Pro zabezpečení přenášených dat počítačovou sítí existují různé úrovně zabezpečení.

### **2.3.3.1 Autentizace přihlašovanými údaji**

Autentizace pomocí uživatelského jména a hesla je nejzákladnější metodou ochrany v počítačové síti. Využívá se tam, kde je síť IP kamerového dohledového systému oddělena od hlavní sítě, a tedy neautorizovaní uživatelé do ní nemají fyzický přístup nebo v situacích, kdy není požadována vysoká úroveň zabezpečení. Pro zvýšení bezpečnosti se mohou přenášená hesla kryptovat. [44]

### **2.3.3.2 Filtrace IP adres**

Další možností zabezpečení neautorizovaného přístupu do sítě je filtrování IP adres. Jedná se o jednoduchou funkci, kdy aktivní prvek počítačové sítě se rozhoduje na základě jeho konfigurace, jestli uživateli s určitou IP adresou povolí nebo odmítne přístup do sítě. [44]

IP kamery obsahují funkci filtraci IP adres a mohou být nakonfigurovány tak, že např. povolují přístup pouze z IP adresy serveru, na kterém běží nějaký video management software.

### **2.3.3.3 IEEE 802.1X**

Protokol IEEE 802.1X je standard pro kontrolu přístupu do sítě založenou na portu. Principem fungování protokolu je, že poskytuje autentizaci zařízením připojených na LAN port. Na základě úspěšnosti autentizace buď přístup do sítě povolí, nebo odmítne. [44]

Typicky je port v neautorizovaném stavu, kdy nepřijímá od uživatele žádnou komunikaci. Pokud se uživatel autentizuje, tak přípojný bod (většinou switch nebo acces point) posílá požadavek na přístup do sítě autentizačnímu serveru. Pokud je autentizace úspěšná, tak server posílá pokyn pro přepnutí portu do autorizovaného stavu a stane se plně funkční. Po odhlášení uživatele se port vrátí do neautorizovaného stavu. [44]

Protokol je využíván jako ochrana proti činnosti zvané port hi-jacking, který představuje přístup neautorizovaného zařízení, které dostalo přístup k síti zapojením do nechráněného portu sítě. [44]

Protokol je výhodný v IP kamerách, které jinak z bezpečnostního hlediska představují přístupový bod do sítě, kvůli jejich častému umístění ve veřejných prostorách a snadnému přístupu k jejich komunikačnímu rozhraní. [44]

#### 2.3.3.4 HTTPS

HTTPS je šifrovanou variantou síťového protokolu HTTP, jehož hlavní funkcí je, že přenáší data v zašifrované podobě. HTTPS se používá jako ochrana proti odposlouchávání, eventuálně podvržení dat a pro ověřování identity protistrany. Přenášená data jsou kryptována pomocí SSL algoritmu (Secure Sockets Layer) nebo TLS algoritmu (Transport Layer Security). [41] [44]

IP kamery mají pro zajištění bezpečnějšího přenosu dat zabudovanou podporu pro HTTPS, což umožňuje zabezpečené prohlížení videa ve webovém prohlížeči. HTTPS má ovšem i své nevýhody a to, že kvůli šifrování dat se mírně zpomalí přenosová linka, čímž se sníží snímkovací frekvence videa. [44]

#### 2.3.3.5 VPN

VPN (Virtual Private Network) je způsob simulace soukromé sítě ve veřejné síti, jakou je například Internet. Nazývá se „virtuální“ protože závisí na použití virtuálního propojení – to je dočasné spojení, nepropojené fyzicky přímo, ale skládající se z paketů směřovaných různými stroji na Internetu, propojených ad-hoc. [44]

Virtuální spojení jsou vytvářena třemi způsoby:

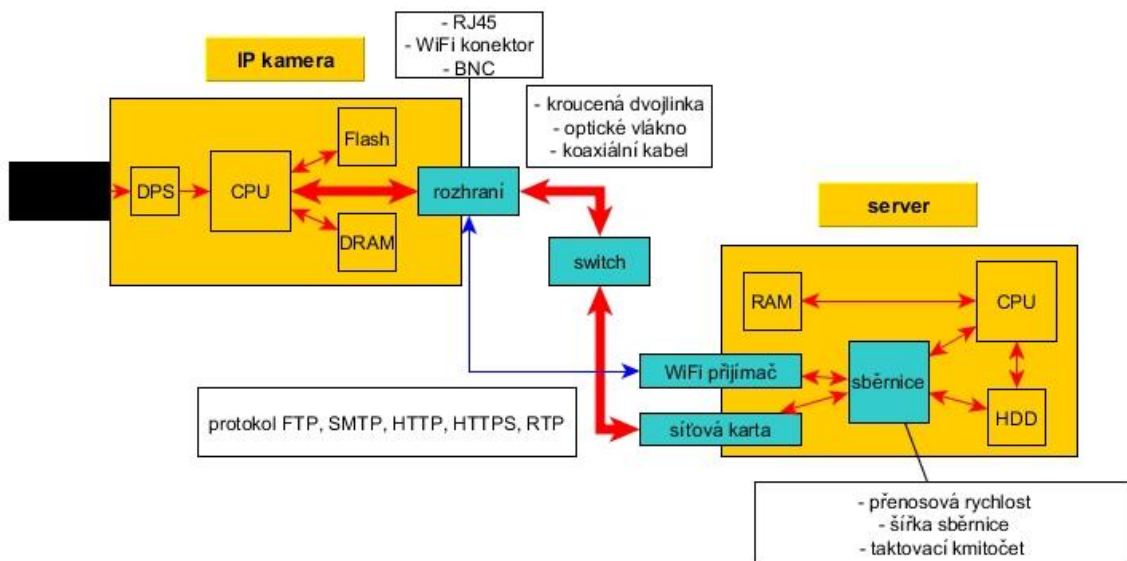
- Typ uzel - uzel – např. připojení klienta banky k zabezpečené webové bankovní aplikaci.
- Typ uzel - síť – např. vzdálené připojení zaměstnanců do sítě firmy.
- Typ síť – síť – např. propojení sítí jednotlivých poboček firmy. [44]

Jedna z metod budování VPN je tzv. tunelování. Principem této metody je vytvoření tunelu mezi zařízeními, ve kterém je probíhající komunikace spolehlivá, zabezpečená a oddělená od externí komunikace. V této konfiguraci je originální paket, včetně dat a hlavičky, která může obsahovat informace, jako jsou adresy zdroje a cíle, typ přenášené informace, číslo paketu v sekvenci paketů a délka paketu, zakryptován. Kryptovaný paket je pak zapouzdřen do dalšího paketu, který ukazuje pouze IP adresy dvou komunikujících zařízení (např. routerů). V této konfiguraci je provoz a jeho obsah chráněn před neautorizovaným přístupem, pouze zařízení se správným "klíčem" mohou pracovat ve VPN. Síťová zařízení mezi klientem a serverem nejsou schopna přístupu k datům nebo jejich prohlížení. [41] [44]

## 2.4 Dílčí závěr

Obsahem druhé kapitoly diplomové práce je pojednání o komunikační části VSS. Komunikační část VSS zahrnuje hardwarové komunikační rozhraní IP kamery, přenosové technologie síťového videa a způsob komunikace IP kamery v síti.

Pro názornost jsem vytvořil následující obrázek, který představuje grafický souhrn segmentů síťové komunikace VSS.



Obr. 11. Schéma síťového hardwaru

### 3 SPECIFIKACE VÝPOČETNÍ NÁROČNOSTI VSS

Výpočetní výkon nezávisí pouze na parametrech obrazu, který je zpracováván, ale i na operacích, které kamera či server používá.

#### 3.1 Operace

Práce s digitálním obrazem vyžaduje určité činnosti, které různě zatěžují výpočetní výkon systému. Operace spjaté se správou videa je nejčastěji prováděna v IP kamerách nebo na serveru. Mezi nepoužívanější funkce kamerového dohledového systému patří videoanalýza, streaming a komprimace.

##### 3.1.1 Komprimace videa

Smyslem komprimace je snížení celkového objemu dat tak, aby jejich přenos nebo záznam videa bylo možné s dostupnými technologiemi uskutečnit. [45]

Základní myšlenkou komprese dat je odstranění nadbytečných informací. V statickém obraze se za nadbytečné informace považují ty, kdy více obrazových bodů mají stejnou barvu a jas. Jinými slovy, v obraze se vyskytují shodné informace v pixelech, které jsou umístěny vedle sebe. Při přenosu či ukládání je v takovém případě nepotřebné přenášet informace o všech obrazových bodech, ale pouze o vybraných. Další redundantní data se vyskytují v pohyblivém obraze v případě, kdy se snímá nepohyblivá scéna, a snímky se opakují. Pro snížení celkového objemu dat stačí přenést informace o úplném snímku a poté pouze informace o tom, že se v obraze nic nezměnilo, případně, že v obraze nastala změna. Uvedenými procesy se výrazně zredukuje výsledný objem dat, aniž by obraz přišel o svou kvalitu. [45] [46]

Kompresní algoritmy, které obstarávají komprimaci, lze rozdělit do dvou kategorií, podle možnosti zpětného získání originálních dat:

- Bezeztrátová komprese – originální data lze rekonstruovat zpět, nižší kompresní poměr.
- Ztrátová komprese – originální data nelze rekonstruovat zpět, vyšší kompresní poměr. [45]

Z hlediska časové náročnosti komprese a dekomprese se kompresní algoritmy dělí na:

- Symetrické algoritmy – komprese a dekomprese trvají přibližně stejně dlouho.

- Asymetrické algoritmy – komprese či dekomprese trvá o mnoho déle. [45]

IP kamera provádí komprimaci kompresním algoritmem za účelem úspory kapacity přenosové cesty nebo záznamového úložiště. Použitá komprese významně ovlivňuje výsledný objem dat a výslednou kvalitu videa. Mezi nejpoužívanější kompresní algoritmy u IP kamer patří MJPEG, MPEG-4 a H.264. [45]

### **3.1.1.1 MJPEG**

MJPEG (Motion JPEG) je prvním typem kodeku IP kamer, který komprimuje každý jednotlivý snímek zvlášť. Výhodou je jednoduchost komprese, malá výpočetní náročnost zobrazení videa a do přenosu nepřináší velkou latenci. Nevýhodou komprese je poměrně nízký komprimační poměr (cca 1:25), nevhodnost přenosu přes síť s nízkou přenosovou rychlostí a kratší doba záznamu na paměťové médium. [47] [48]

Komprese MJPEG se používá tam, kde je hlavním cílem co nejrychleji a bez velké výpočetní náročnosti získat obraz.

### **3.1.1.2 MPEG-4, H.264**

Základní princip kompresí těchto kodeků je oproti MJPEG rozlišný. Nejdříve se přenáší tzv. klíčový snímek, který může být komprimovaný jako u MJPEG komprese. Poté se v následujícím snímku již přenáší pouze rozdíl oproti referenčnímu snímku. Tím, že se pracuje pouze s klíčovými snímky a následujícími rozdíly v obraze, se výrazně zredukuje množství dat k přenosu. [47] [48]

MPEG-4 je jedním ze zástupců již zmiňovaného principu. Dosahuje lepších kompresních výsledků než jeho předchůdce MJPEG. Komprimační poměr je cca 1:120 a je vhodný pro dlouhé záznamy a různé multimediální přenosy např. přes Internet. Mezi zápory patří vyšší výkonové požadavky na zobrazení a občas nižší kvalita obrazu, především při snímání rychle se pohybujícího předmětu. [47]

H.264 je z uvedených kompresních algoritmů nejmodernější. Výhodou H.264 je vysoká kvalita obrazu, vysoký komprimační poměr cca 1:320 a nízké nároky na kapacitu přenosové cesty. Nevýhodou je vysoká výpočetní náročnost při komprimaci, tak i zobrazení obrazu. Kamery používající tuto kompresi musí být osazovány výkonnějšími čipy, čímž se stávají dražšími. Vyšší nároky jsou kladeny i na počítač, kde dochází ke zobrazování obrazu z kamery. [47] [49]

### 3.1.1.3 Shrnutí

Celkové hodnocení komprese jednotlivých kodeků je znázorněno v následujících dvou tabulkách.

Tab. 8. Komprimační poměry

Kompresní algoritmus	Výpočetní náročnost	Komprimační poměr
MJPEG	Nízká	1:25
MPEG-4	Střední	1:120
H.264	Vysoká	1:320

Tab. 9. Nároky na šířku pásma přenosové cesty [45]

Rozlišení	Požadovaná přenosová rychlost		
	MJPEG	MPEG-4	H.264
640x480 (VGA)	7,78 Mb/s	1,58 Mb/s	0,57 Mb/s
1280x1024 (1,3 MPix)	32,77 Mb/s	6,76 Mb/s	2,46 Mb/s
1920x1080 (Full HD)	51,81 Mb/s	10,65 Mb/s	3,89 Mb/s

### 3.1.2 Streaming

V oblasti IP kamer se můžeme setkat s pojmy jako je stream a streaming. Streamem se označuje proud multimediálního materiálu, streamingem pak schopnost tato data vysílat. V závislosti na nastavených parametrech streamovacího videa, jako je např. velikost rozlišení, jsou kladeny větší požadavky na procesor zpracovávající audiovizuální data. [28]

Rozlišujeme 3 základní typy streamingu:

- Unicast – odesílatel a příjemce komunikují na základě point-to-point, tedy datové pakety jsou určeny výhradně jednomu příjemci. Unicast má velkou nevýhodu v tom, že pokud IP kamera odstane požadavek na vysílání streamu k více příjemcům, tak musí vysílat více kopií streamu, čímž se několikanásobně zvýší zatíženost přenosové sítě v závislosti na počtu příjemců.

- Multicast – představuje komunikaci mezi odesílatelem a několika příjemci. IP kamera vysílá na rozdíl od unicastu pouze jednu kopii videa. Zařízení, které mají o stream zájem, se pouze připojí na stream, který je dostupný v síti. Je irelevantní, jakým počtem příjemců bude stream přijímán, protože odesílatel vysílá stále jednu kopii a tedy zátěž přenosové trasy bude fixní.
- Broadcast – tento typ se v kamerových dohledových systémech příliš nepoužívá, protože princip spočívá v tom, že odesílatel vysílá všem zařízením v síti i těm, které stream nevyžadují. Tento způsob nenachází v bezpečnostních aplikacích uplatnění. [28]

### 3.1.3 Videoanalýza

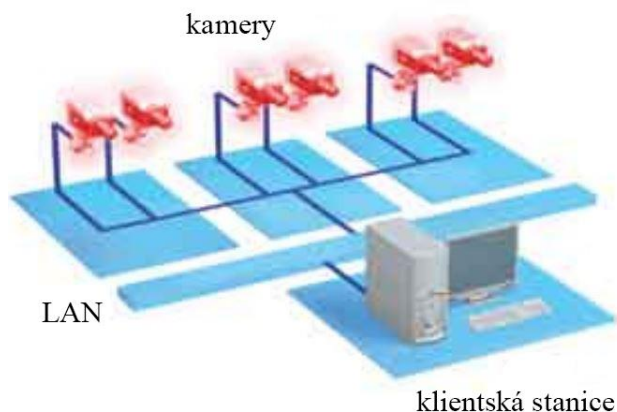
Jedna z největších předností IP kamerového dohledového systému je videoanalýza. Videoanalýzou se rozumí soubor funkcí, které analyzují obraz, ať už online nebo ze záznamu, za účelem detekování určité události. [50]

Mezi funkce videoanalýzy patří např. detekce pohybu, detekce sabotáže kamery, detekce ztráty objektu, detekování cizího zanechaného předmětu, audio detekce, počítání objektů, analýza tváře, vyhodnocení obsazenosti, vyhodnocování doby prodlevy určitého procesu, rozpoznávání registračních značek vozidel, atd. Každá z funkcí videoanalýzy je prováděna různými operacemi, které mají velký podíl na zatížení výpočetní kapacity procesoru. Jedna z nejsložitějších funkcí videoanalýzy je analýza obličeje a rozpoznávání registračních značek vozidel, protože snímání a následné zpracování obrazu komplikuje mnoho faktorů, se kterými se musí systém vypořádat. [46] [51]

Existují dva základní typy zavádění videoanalýzy a to centralizovaný a decentralizovaný.

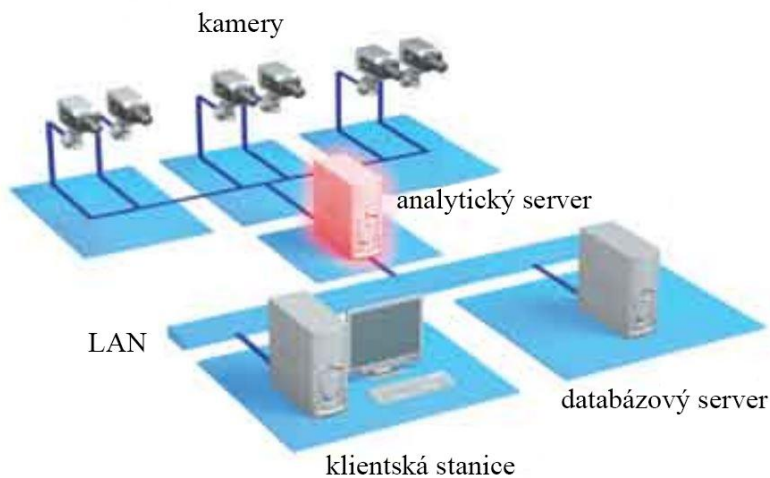
- Decentralizovaný způsob - výrobci IP kamer zavádí do jejich produktů inteligentní aplikace, které dokáží analyzovat obraz. Výstupem těchto kamer není pouze obraz, ale i informace, o které se uživatel zajímá. Videoanalýzu tedy provádí samotné IP kamery.





Obr. 12. Decentralizovaný způsob [52]

- Centralizovaný způsob – principem je, že IP kamera zastává pouze funkci poskytovatele obrazu, který je analyzovaný jiným zařízením. Tímto zařízením je nejčastěji sever, na kterém běží nějaký VMS software.



Obr. 13. Centralizovaný způsob [52]

Videoanalýzu mohou provádět tři části kamerového dohledového systému:

- IP kamera – základní funkcí videoanalýzy IP kamer je detekce sabotáže. S narůstajícím výkonem obrazového procesoru se vyskytují možnosti implementování do IP kamer další funkce zpracovávající obraz, jako je detekce pohybu, počítání předmětů, směr pohybu objektu, ztráta předmětu, apod. Systém založený na IP kamerách je autonomní (porucha jedné IP kamery neovlivní ostatní

zařízení v systému) a výpočetní zátěž je distribuovaná mezi prvky systému. Nevýhodou systému je, že IP kamery, které používají pokročilejší funkce videoanalýzy, jsou o mnoho dražší než ty, které s analýzou obrazu nepracují. [48]

- Záznamové zařízení – v systému se záznamovým zařízením vybaveným videoanalýzou je možné použít levnější kamery, které neobsahují funkce videoanalýzy. Nevýhodou je, že systém je neautonomní a na záznamové zařízení jsou kladeny velké nároky na výpočetní výkon. Aby se snížily nároky na záznamové zařízení, tak se využívá toho, že základní jednoduché analýzy obrazu (např. detekce pohybu) zpracovávají kamery a záznamové zařízení pouze ty pokročilejší a náročnější. [48]
- Server – existují ovšem analytické funkce (jako je např. analýza obličeje a rozpoznávání registračních značek vozidel), které jsou velmi komplikované, náročné a vyžadují vysoký výpočetní výkon. Server, na kterém běží určitý VMS (video management software), může obsahovat komponenty, které dokáží využít složitých analytických algoritmů pro zpracování obrazu.

## 3.2 Hodnocení HW

Měření výkonnosti hardwaru se provádí pomocí benchmarků. Benchmark je nástroj, který běží na hodnoceném zařízení a spouští různé procesy, během kterých se měří zatíženost určitých komponent. Na základě proběhnutých testů se vypočítá výsledné skóre.

### 3.2.1 Procesor

Benchmarky pro hodnocení výkonnosti procesoru používají operace výpočetního charakteru, které určitou mírou zatěžují procesor. Výpočetní testy, na základě kterých je vypočítané výsledné skóre, jsou uvedené v následujícím seznamu.

Seznam testů:

- Matematické operace s celými čísly – test měří, za jakou dobu dokáže procesor provádět matematické operace s celými čísly. Procesor dostane náhodná 32bitová a 64bitová celá čísla, se kterými provádí základní matematické funkce – sčítání, odčítání, násobení a dělení. Tento test patří k základním a nenáročným testům.
- Kompresce – kompresní test měří, jakou rychlostí je procesor schopen zkomprimovat blok dat určitým kompresním algoritmem. Výsledek je uváděn v kilobajtech za sekundu.

- Hledání prvočísel – v tomto testu procesor dostává náhodná 64bitová čísla, u kterých má za úkol určit, která z nich jsou prvočísla. Během testu se zjišťuje, jak rychle procesor dokáže prvočísla vyhledávat. Pro vyhledávání prvočísel se používá určitý algoritmus tzv. Atkinovo síto.
- Šifrování – principem šifrovací zkoušky je zakódovat různými šifrovacími algoritmy blok dat a vypočítat jejich hash. Test zkoumá, jakou rychlostí procesor dokáže s technikami jako je Twofish, AES, Salsa20 a SHA256 pracovat.
- Matematické operace s pohyblivou řádovou čárkou – během tohoto testu procesor provádí stejné matematické operace jako v testu s celými čísly. Rozdíl je v tom, že nyní pracuje s čísly s pohyblivou řádovou čárkou. Tento druh čísel je zpracováván odlišně, a proto jsou testovány samostatně.
- Test SSE – měří SSE vlastnosti procesoru. SSE (Streaming SIMD Extensions) je instrukční sada, která přináší procesoru pokročilé nové matematické instrukce a funkce. V průběhu testování se provádí složité matematické operace, které ověřují, jak rychle dokáže procesor s instrukční sadou pracovat.
- Test řazení čísel – zkoumá, jak rychle procesor porovnává a řadí čísla. Pro řazení čísel používá algoritmus Quicksort.
- Fyzikální test – určuje, jakou rychlostí dokáže procesor vypočítat fyzikální interakce stovky těles. [53]

### 3.2.2 Grafická karta

Skóre video benchmarku závisí na schopnostech grafické karty ve vykreslování určitých scén. Benchmark spustí několik složitých grafických testů např. podmořský svět, archeologické naleziště v džungli, vesmírné exploze, automobilová honička, apod., kdy zkoumá, jak je grafická karta zatěžována v zobrazování obrazu.

Během jednotlivých scén se měří FPS. FPS (Frame per second), česky snímková frekvence, udává kolik snímků za sekundu lze zobrazit (v případě zobrazovacího zařízení), nebo zachytit (v případě záznamového zařízení). Samozřejmě platí, že čím více snímků za sekundu je zobrazovací zařízení schopno zobrazit, tak je obraz stabilnější a plynulejší.

### 3.2.3 Benchmarky

Na trhu existuje mnoho programů pro hodnocení výkonnosti komponent. V této kapitole je uvedený přehled těch nejpoužívanějších:

- 3DMark – testuje procesor i DirectX 11 grafickou kartu,
- Cinebench – software testuje výkonnost procesoru a grafické karty podporující OpenGL,
- StoneGiant – benchmark grafické karty s DirectX 11,
- NovaBench – komplexní program, který testuje nejen procesor a grafickou kartu, ale i operační paměť a pevný disk,
- FurMark – benchmark grafické karty podporující OpenGL,
- AIDA64 – software s benchmarky procesoru, operační paměti a pevného disku,
- Linpack – matematická knihovna Intelu pro intenzivní testování stability všech procesorových vláken a benchmarkování, výsledky testů jsou uváděny ve FLOPS,
- PC-Wizard – obsahuje benchmarky procesoru, operační paměti, grafické karty a pevného disku,
- SiSoftware Sandra – software s mnoha funkcemi, mezi které patří benchmarky procesoru a grafické karty, dokáže vypočítat FLOPS.

### 3.2.3.1 FLOPS

Zkratka FLOPS (Floating Point Operations per Second), neboli počet operací v pohyblivé desetinné čárce za sekundu, je považována za jednotku výkonu výpočetní techniky. Počet FLOPS je nejvíce ovlivněný procesorem, grafickou kartou a operační pamětí. [54]

Protože výkon superpočítačů je tak vysoký, že dosahují mnoho FLOPS, tak se jednotka FLOPS používá s předponami soustavy SI:

Tab. 10. Předpony FLOPS [54]

Předpona soustavy SI	Zkratka	FLOPS
Kilo	kFLOPS	$10^3$
Mega	MFLOPS	$10^6$
Giga	GFLOPS	$10^9$
Tera	TFLOPS	$10^{12}$
Peta	PFLOPS	$10^{15}$
Exa	EFLOPS	$10^{18}$
Zetta	ZFLOPS	$10^{21}$

Předpona soustavy SI	Zkratka	FLOPS
Yotta	YFLOPS	$10^{24}$

Pro porovnání, obyčejná kalkulačka dosahuje výkonu maximálně několik desítek FLOPS. Dnešní průměrné počítačové sestavy se pohybují v jednotkách GFLOPS.

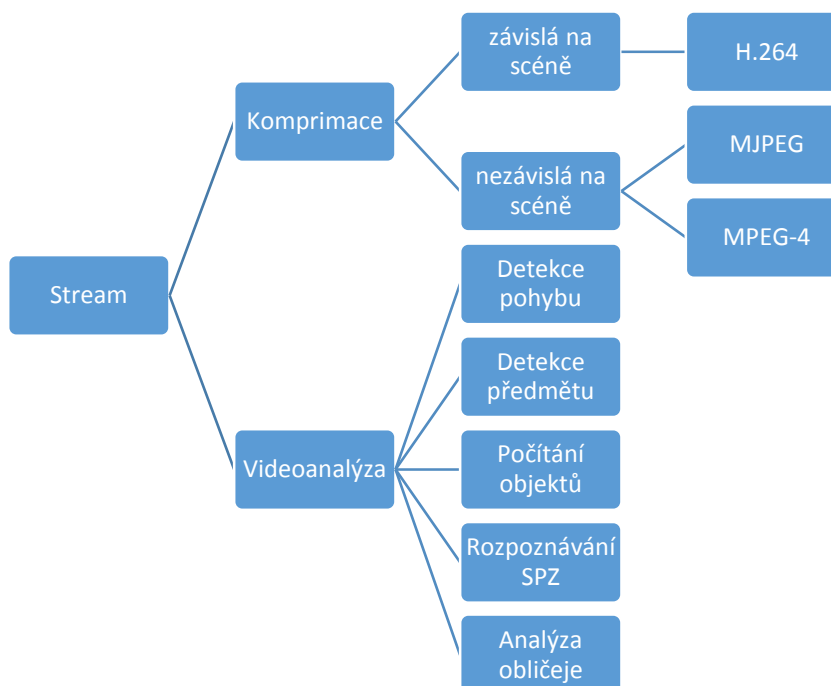
### 3.3 Dílčí závěr

Operace, které mají vliv na výpočetní výkon VSS lze rozdělit do dvou skupin v závislosti na to, jestli lze předpovědět, jakou mírou budou ovlivňovat výpočetní výkon VSS.

S procesy, které jsou predikovatelné, lze snadno kalkulovat. Takové procesy nejsou závislé na okolí, se kterým pracují, nebo kterému jsou vystaveny. Patří sem komprimační metody kodeků, které nejsou závislé na scéně, ale na např. rozlišení nebo FPS videa. Dalším příkladem je stream, který je ovlivněný svým formátem.

Složitější kalkulace výpočetních nároků VSS je s kodekem H.264 a videoanalýzou. Tyto procesy jsou velkou mírou závislé na scéně, se kterou pracují, a tím prakticky nelze přesně odhadnout, jaké mají požadavky na výpočetní výkon VSS. Proto je vhodné při kalkulacích výpočetních požadavků na VSS, počítat s určitou rezervou.

V následujícím obrázku je znázorněná kontinuita již zmiňovaných procesů.



Obr. 14. Spojitost procesů VSS

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 NÁSTROJE KALKULACE VÝPOČETNÍHO VÝKONU VSS

Nástroje kalkulace výpočetního výkonu VSS slouží pro odhadnutí hardwarových a provozních požadavků. Následující podkapitoly obsahují přehled těchto nástrojů.

### 4.1 Hardwarové kalkulačky

Při projektování kamerového dohledového systému je nutné si zodpovědět na několik důležitých otázek. Jedna z nich určitě je, jakou mírou budou IP kamery a jejich funkce působit na výpočetní výkon serveru, či klientské stanice. Při nebrání zřetele na výběr komponent, může nastat nepříjemná situace, kdy systém nebude kvůli dostatečnému výpočetnímu výkonu plnit svoji funkci a tím pádem budeme nuceni komponenty vyměnit.

Výpočetní výkon kamerového dohledového systému závisí na:

- Počtu nasazených kamer,
- rozlišení kamer
- FPS.

Aby měl projektant představu, jakými komponenty systém vybavit, tak existují hardwarové kalkulačky, které na základě vstupních informací o plánovaných instalovaných zařízeních doporučí, jakým hardwarem by měl systém disponovat.

Hardwarové kalkulačky jsou většinou zveřejňovány na webových stránkách výrobců video management softwaru. Obsahem následujících podkapitol je uvedení vybraných hardwarových kalkulaček a jejich porovnání.

Pro porovnání jsem zadával tyto vstupní informace:

- kamer, rozlišení 720p, FPS 15,
- 10 kamer, rozlišení 1080p, FPS 30.

Hardwarové kalkulačky představují nástroje pro zjištění potřebného výpočetního výkonu pro zajištění funkcí kamerového dohledového systému.

Kalkulačky mají různé formy. Liší se ve vstupních údajích, kdy buď požadují vyplnění parametrů IP kamer, nebo pracují s konkrétními produkty firem. Také mohou být rozdílné v prezentování výsledků, protože výstupem může být doporučený hardware, nebo informace o zatížení preferované komponenty.

### 4.1.1 Network Optix

Firma Network Optix vyvíjí video management software, který se hojně využívá od nákupních středisek, přes firemní kanceláře, přístavy, klenotnictví, až po kasina a vojenské základny.

Obsahem jejich webových stránek je kalkulačka hardwaru. Kalkulačka se od ostatních odlišuje tím, že výsledná kalkulace nám doporučuje procesor od dvou největších výrobců, tedy Intelu a AMD. Tuto funkci určitě ocení ti, kteří preferují určitého výrobce.

networkoptix Hardware Calculator

## Configure Cameras

Please specify your cameras

	Count	Resolution	Codec	FPS	Quality	Days	Motion %
-	5	720p	H.264	15	High	8	100%
-	10	1080p	H.264	30	High	15	100%
+							

Average bitrate: 99.41 Mbit/s

Max bitrate: 99.41 Mbit/s

Average storage/day: 1.07 Tbyte

Total storage: 14.59 Tbyte

... and system options

Will Host Client Software

## Result

Here are recommended configuration of servers I need \*

Quantity	Server Configuration	Approx Cameras per Server
1	CPU: Intel Core i3, AMD Athlon X4 or better RAM: 4GB or more Storage: 15TB on 1 or more disks 1Gb NIC: 1 card(s)	15

Obr. 15. Kalkulačka Network Optix [55]

Kalkulačka doporučuje, aby server obsahoval minimálně procesor Intel Core i3 nebo AMD Athlon X4 a 4GB RAM.



### 4.1.2 TRENDnet

TRENDnet je firma zabývající se síťovými produkty. Vyrábí zařízení, jako jsou routery, modemy, switche, IP kamery, apod.

Kalkulačka firmy TRENDnet má několik funkcí navíc. Jedna z nich je, že dokáže kalkulovat s tím, jestli je použita detekce pohybu. U tohoto atributu je výběr ze tří možností, buď že detekce pohybu není použita, nebo ji obstarává kamera, nebo je řešena softwarově. Druhá rozdílnost je v prezentování výsledku, protože neobsahuje jen doporučený hardware serveru, ale i pracovní stanice, na které by běžel stream se stejnými parametry. Poslední odlišností je, že uživatel má možnost si zadat, s jakým procesorem serveru nebo pracovní stanice má počítat. Při zadání slabšího procesoru než je doporučený, kalkulačka vypočítá, jakým počtem těchto procesorů by měl být server či pracovní stanice osazen.

#### Hardware Estimator

Video Streams Specification									
Number of cameras:	Compression type	Resolution (pixels)	Frame rate (fps)	Video stream Bit rate (Kbps)	Motion detection source	Frequency of motion events (%)	Frame rate (fps) recording when no motion detected	Days to store	+
5	H.264	720p 1280 X 720	15	4864	No motion detection	100	1	8	
10	H.264	1080p 1920 X 1080	30	4864	No motion detection	100	1	15	-

Click on the "+" button to add more cameras

Select CPU for Servers and Clients	
Specify Server's CPU	Specify Client's CPU
Recommend a CPUs	Recommend a CPUs
<input type="button" value="Calculate"/>	

Server Hardware Recommendations						
Number of servers	CPU model	Number of cameras per server	RAM per server	Network bandwidth per server	Storage size per server	Storage write speed
1	Intel i3 2.6 Ghz - 3.0 Ghz	15	2 GB	143 Mbps*	10.69 TB	9 MBps

Client Hardware Recommendations					
Number of clients	CPU model	Number of cameras per client	RAM per client	Network bandwidth per client	Graphic board
2	Intel i7 2.6 Ghz - 3.0 Ghz	8	2 GB	36 Mbps	Nvidia 8800/9600 512MB or equal AMD ATI

Obr. 16. Kalkulačka TRENDnet [56]

Výsledkem výpočtu je, že server by měl obsahovat Intel i3 procesor a 2GB RAM.

### 4.1.3 OnSSI

Firma OnSSI se zabývá vývojem a dodáváním video management softwaru.

Webová hardwarová kalkulačka se od předchozích odlišuje tím, že nepracuje s obecnými údaji, ale umožňuje uživateli zadat konkrétní IP kamery. Do testu jsem si vybral kamery od firmy Axis, konkrétně kameru AXIS P3344 se 720p rozlišením a kameru AXIS P1346, která představuje druhý typ kamer s 1080p rozlišením.

Parts Needed (Hardware):						
Quantity	CPU	OS	Disk Spindle Speed	RAM	Interface	
1	Intel Core i3 or better	Windows 7 or 8 (64 bit)	7.2K	4 GB	Any (not USB)	

Cameras:												
# channels	Type	Manufacturer	Camera	Resolution	Activity	% Recording	Days	FPS	Compression	Audio	Bitrate	Storage
5	IP	Axis	P3344	720p/1.3MP	normal	100	8	15	H.264	✓	1063	459.22
10	IP	Axis	P1346	1080p	normal	100	1	30	H.264	✓	3450	372.60

Obr. 17. Kalkulačka OnSSI [57]

Kalkulačka firmy OnSSI doporučuje minimálně procesor Intel i3 a 4GB RAM.

### 4.1.4 Srovnání výsledků

Výsledky jsou zachyceny v následující tabulce.

Tab. 11. Porovnání výsledků kalkulaček

Kalkulačka	Doporučený procesor	Doporučená velikost RAM
Network Optix	Intel i3 nebo AMD Athlon X4	4 GB
TRENDnet	Intel i3 2.6 GHz-3.0GHz	2 GB
OnSSI	Intel i3	4 GB

Výsledky kalkulaček jsou téměř totožné. Liší se pouze v odhadu potřebné velikosti RAM u kalkulačky firmy TRENDnet. Výsledky by také mohly být konkrétnější, protože doporučený procesor Intel i3 je poměrně široký pojem.

#### 4.1.5 Specifické hardwarové kalkulačky

Další typ kalkulaček nedoporučují potřebný hardware, ale prezentují výsledky jiným způsobem. Například pracují s preferovaným procesorem, nebo zjišťují předpokládané zatížení vybraných procesorů.

##### 4.1.5.1 Axxon

Axxon je softwarová vývojářská firma v oblasti informační bezpečnosti a analýzy obrazu.

Jejich kalkulačka je specifická v prezentování výsledků, protože nedoporučuje jeden konkrétní procesor, ale má pevný seznam procesorů, ke kterým na základě vstupních informací vypočítává jejich zatížení a doporučuje jejich počet.

Cams	Camera brand	Resolution	Codec	FPS	Scene	Stream types
5	Axis	1280x720 (720p)	H264	15	Street	Record View Client
10	Axis	1920x1080 (1080p)	H264	30	Street	Record View Client
Summary stream from ip devices (Mbit/s): 72.90   Output (Mbit/s): 72.90   Record (Mbit/s): 72.90						
Platform		Servers		CPU load		
1x Intel Xeon E5-2609v2 (2500 MHz)		2		50-60		
Intel Core i3-4130 (3400 MHz)		3		40-50		
Intel Core i5-4670 (3800 MHz)		2		40-50		
Intel Core i7-3960X (3300 MHz)		1		40-50		
Intel Core i7-4790 (3600 MHz)		2		30-40		
Intel Xeon E3-1230v3 (3300 MHz)		2		30-40		
Intel Xeon E3-1240v3 (3400 MHz)		2		30-40		
Intel Xeon E3-1270v3 (3500 MHz)		2		30-40		
Intel Xeon E3-1280v3 (3600 MHz)		2		30-40		

Obr. 18. Kalkulačka Axxon [58]

Do testu byly zadány stejné údaje jako u předchozích, ale s tím rozdílem, že všechny kamery budou streamované. Z výsledků lze například vyčíst, že nám postačuje jeden procesor Intel Core i7-3960X s taktovací frekvencí 3,3 GHz, který je zatížený ze 40-50 %. Pro dosažení nejlepších výsledků kalkulačka doporučuje osadit server dvojicí procesorů Intel Core i7-4790 (3,6 GHz), které mohou být zatíženy maximálně ze dvou pětín.

##### 4.1.5.2 Aimetis

Firma Aimetis nabízí svoje hardwarové a softwarové produkty řešící správu videa pro bezpečnostní dohled.

Kalkulačka firmy Aimetis vypočítává zatížení preferovaného serverového procesoru a doporučuje jejich počet a velikost RAM. Uživatel má na výběr i z několika analýz obrazu, např.: detekce pohybu nebo monitorování lokomoce lidí a vozidel.

The screenshot displays the 'Cameras' configuration section of the Aimetis calculator. It features a table with columns for Quantity, Description, Pre-Event Record Seconds, Analytics Engine, Resolution, Video Codec, FPS, Bandwidth/Stream Override, Days to Keep Recording, % of Time Recording, Storage, RAM, % of CPU Core/Stream, and Bandwidth. Two camera configurations are shown: Camera A (5 units, 1280x720 resolution, H264 codec, 15 FPS) and Camera B (10 units, 1920x1080 resolution, H264 codec, 6 FPS). Below the table are 'Options' for CPU (Intel Core i7-2600), Max. CPUs per Server (10), and Max. Network Bandwidth per Server (240 Mbit/s). A 'Hardware Recommendation' box on the right lists: CPU Model: Intel Core i7-2600, Number of CPUs: 1, CPU Usage: 33%, RAM: 3 GB, Storage: 15.6 TB, Storage Bandwidth: 112.6 Mbit/s, and Camera Bandwidth: 117.1 Mbit/s.

Obr. 19. Kalkulačka Aimetis [59]

Podle kalkulačky, podle zadaných hodnot, by preferovaný procesor Intel Core i7-2600 s taktovací frekvencí 3,4 GHz měl být zatížený z 33 %. Také doporučuje RAM o velikosti 3 GB.

## 4.2 Nástroje kalkulace provozních požadavků VSS

Mezi další důležité hledisko při navrhování kamerového dohledového systému patří výpočet úrovně zatížení přenosové cesty. Každé přenosové médium má určitou šířku pásma, která souvisí s propustností kanálu, tedy má určitou přenosovou rychlost.

Jakým způsobem kamerový dohledový systém zatěžuje komunikační cesty, záleží na několika aspektech:

- Počet kamer,
- rozlišení kamer,
- FPS,
- kodek,
- snímaná scéna,
- kvalita videa.

Kalkulačky většinou obsahují funkci pro výpočet celkového objemu dat na úložišti. Objem dat závisí na dalších informacích, jako je počet hodin za den, kdy probíhá záznam a počet dnů, kdy je záznam uchovávaný.

Kalkulačky není možné fakticky porovnat, protože kvalitu videa si pro svoje výpočty definují odlišně.

#### 4.2.1 StarDot

Hlavní činností firmy StarDot designování a výroba IP kamer a video dekodérů.

Obsahem webu firmy StarDot je kalkulačka šířky pásma a úložiště, která na základě vstupních informací, jako je použitý kodek, rozlišení, kvalita videa, počet IP kamer, FPS, počet hodin záznamu a počet dnů uchování záznamu zjistí, jaká je celková šířka pásma, šířka pásma přepočítaná na jednu IP kameru a potřebná velikost datového úložiště.

**Bandwidth and Storage Calculator**

Stream Type:  MJPEG  H.264

Resolution:  D1 (704x480)  1.3 Megapixel  
 720P HD  3 Megapixel  
 1080P HD  5 Megapixel  
 10 Megapixel

Video Quality:  Low  Medium  High

Average Frame Size:  KB

Number of Cameras:

Frame Rate per Camera:  FPS

Hours of Motion:  Hours a Day

Storage in Days (per camera):

---

**Total Bandwidth:**  Mbps

**Average Bandwidth per Camera:**  Mbps

**Estimated Storage:**  TB

Obr. 20. Kalkulačka StarDot [60]

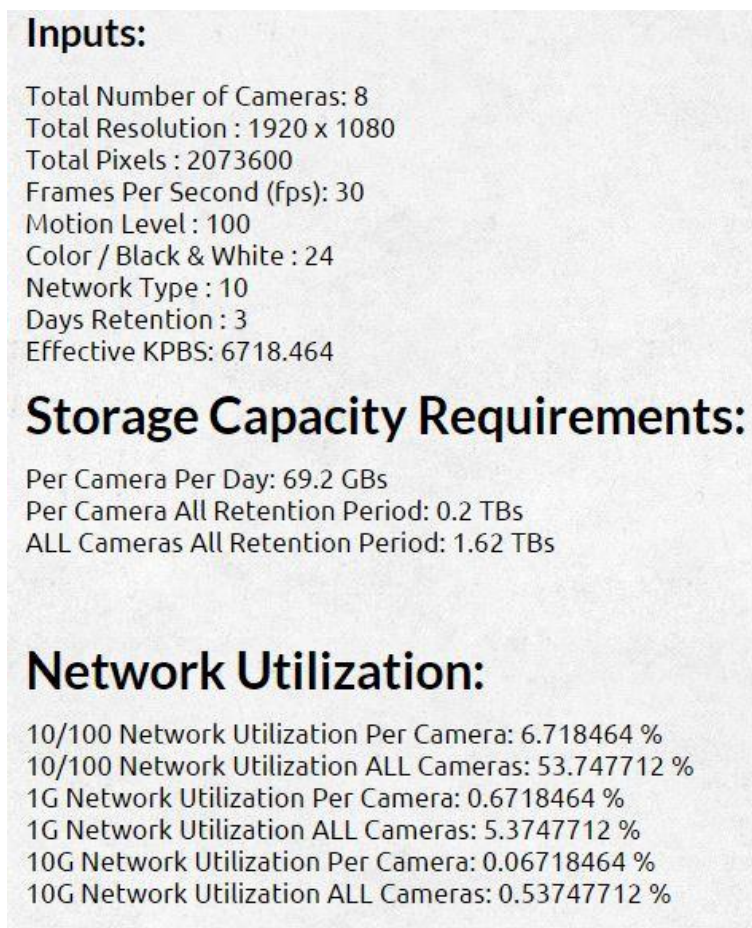
Při použití osmi IP kamer s 1080p rozlišením, 30 FPS a kodekem H.264, kdy je kvalita videa na střední úrovni, je podle kalkulačky celková šířka pásma rovna 65,3 Mb/s.

Vzhledem na celodenní záznam ze všech kamer a uchovávání záznamů po dobu tří dnů, je celkový objem dat vyčíslen hodnotou 2,1 TB.

#### 4.2.2 SecurityHive

Firma SecurityHive zprostředkovává informace, vědomosti, analýzy, testy a novinky z mnoha oblastí bezpečnostního odvětví. Snaží se být, jejími slovy, encyklopedií bezpečnostního průmyslu.

Kalkulačka je atypická vtom, že nepočítá s použitým kodekem a kvalitou videa, ale s tím, jestli kamera snímá obraz barevně, či černobíle. Pro test jsem zadal tyto hodnoty: 8 kamer, rozlišení 1080p, FPS 30, obraz barevný, 24hodinový záznam a 3 dny úchova záznamu.



**Inputs:**

- Total Number of Cameras: 8
- Total Resolution : 1920 x 1080
- Total Pixels : 2073600
- Frames Per Second (fps): 30
- Motion Level : 100
- Color / Black & White : 24
- Network Type : 10
- Days Retention : 3
- Effective KPBS: 6718.464

**Storage Capacity Requirements:**

- Per Camera Per Day: 69.2 GBs
- Per Camera All Retention Period: 0.2 TBs
- ALL Cameras All Retention Period: 1.62 TBs

**Network Utilization:**

- 10/100 Network Utilization Per Camera: 6.718464 %
- 10/100 Network Utilization ALL Cameras: 53.747712 %
- 1G Network Utilization Per Camera: 0.6718464 %
- 1G Network Utilization ALL Cameras: 5.3747712 %
- 10G Network Utilization Per Camera: 0.06718464 %
- 10G Network Utilization ALL Cameras: 0.53747712 %

Obr. 21. Kalkulačka SecurityHive [61]

Výsledkem výpočtu není celková šířka pásma, jako u ostatních kalkulaček, ale odhadnutí celkového zatížení. V tomto příkladu by v dnešní době nejpoužívanější typ FastEthernet (100Mb/s) byl zatížený přibližně z 54 %. Jedna kamera má asi 7% podíl na zatížení sítě. Celkový objem dat je odhadnutý na 1,62 TB.

Ze zajímavosti, pokud budou kamery snímat v černobílém režimu, tak celkové zatížení sítě klesne na 5 % a data budou zabírat pouze 140 GB.

#### 4.2.3 Axis

Axis patří mezi nejznámější výrobce zařízení v oblasti síťového videa. Mezi jejich produkty patří IP kamery, video enkodéry, záznamová zařízení, software pro správu videa, aplikace pro kamery, atd.

Obsahem webových stránek je nástroj AXIS Design Tool, který dokáže odhadnout šířku pásma a požadavky na datové úložiště pro kamerový dohledový systém. Nástroj dokáže kalkulovat s reálnými produkty firmy AXIS a s různými scénáři. Scénář slouží pro simulaci snímání kamery v určitém prostředí. Je na výběr z pěti scénářů, jako je recepce, křižovatka, schodiště, prostor školy a nádraží. Odlišnost ve scénářích je v množství změn v obraze. Nástroj umožňuje zobrazit ukázky těchto prostředí, pro představu, kolik je v něm pohybu nebo jak je scéna rušná. Jako nejrušnější scénář se jeví nádraží, kde neustále dochází k pohybu cestujících. Naopak za scény s nejmenším výskytem změn v obraze lze odhadem považovat recepci, kde za celou ukázkou projde jeden člověk a široký záběr na poměrně klidný prostor před školou, kde se vyskytuje několik studentů. Křižovatka s projíždějícími auty a schodiště s procházejícími lidmi představují poměrně rušnou scénu.

Různé scénáře nabízí zjistit to, jestli snímání odlišných scén má vliv na šířku pásma a objem záznamu. Pro test jsem zvolil kameru AXIS M3026-VE s rozlišením 1080p, 30 FPS a kodekem H.264, se kterou jsem nasimuloval 24hodinový provoz se záznamem v jednotlivých scénách. Pro kalkulaci je možné i definovat parametry záznamu, což u předchozích kalkulaček nebylo možné. Parametry záznamu jsem nechal stejné, tedy rozlišení 1080p, kodek H.264 a 30 FPS. Kalkulačka také umí počítat s možností, že dochází

Name	Model	Type	Qty	Scenario	Profile	Bandwidth	Storage
nádraží	AXIS M3026-VE	Camera	1	Station	Custom	23.0 MBit/s	870 GB
recepce	AXIS M3026-VE	Camera	1	Reception	Custom	4.33 MBit/s	164 GB
prostor školy	AXIS M3026-VE	Camera	1	Schoolyard	Custom	6.27 MBit/s	237 GB

Obr. 22. Kalkulačka Axis [62]

i ke snímání zvuku a jeho záznamu. Vybraná kamera ovšem audio nepodporuje, tedy se s touto funkcí nekalkuluje.

V obrázku jsou zobrazené výsledky výpočtů jednotlivých scénářů. I když byla použita stejná kamera se stejnými parametry, tak se dosáhlo odlišných výsledků. Snímání rušného nádražního provozu vyšlo z testu s nevyššími požadavky na šířku pásma a datové úložiště, konkrétně 23 Mb/s a 870 GB. Naopak scénář klidného provozu recepce, s šířkou pásma 4,33 Mb/s a 164GB úložištěm, má požadavky nejnižší.

Zatížení přenosové komunikace záznamem a snímáním obrazu s velkým množstvím změn v obraze, což představuje scénář nádraží, je více než pětinasobně větší než snímání a záznam klidného prostoru před recepcí. Z toho plyne, že nezáleží pouze na parametrech kamery nebo počtu kamer, ale i na prostředí, ve kterém kamera pracuje.

#### 4.2.4 exacqVision

Firma exacqVision je výrobcem VMS softwaru a serverů používaných pro kamerový dohled.

Kalkulačka firmy exacqVision dokáže odhadnout šířku pásma jednotlivých IP kamer, který můžeme měnit. Také vypočítá velikost jednoho snímku kamery v KB a zjistí požadavky na velikost datového úložiště kamer. V celkovém výsledku vypíše požadavky na šířku pásma a na úložiště pro všechny vybrané kamery.

Výhodou této kalkulačky je to, že pracuje s konkrétními IP kamerami. Seznam výrobců a modelů je rozmanitý. Tento typ kalkulačky je pro uživatele komfortní, protože si stačí vybrat kameru a kalkulačka už sama vyplní používaný kodek a rozlišení. Případně dá na výběr z více možností, pokud například kamera umí používat i jiné komprese.

Qty	Type	Make	Model	Compression	Resolution	FPS	Record %	Days	Data Rate (Kbps)	Frame Size (KB)	GB
1	IP	Geovision	GV-BL1500	H.264	1.3M	15	100	3	3072	25.6	99.53
1	IP	Vivotek	FD7131	MPEG4	VGA	30	100	3	1872	7.8	60.65
				MPEG4	VGA	15	100	3	936	7.8	30.33
1	IP	Bosch	NBN-733V-IP	H.264	720P	15	100	3	2208	18.4	71.54

Obr. 23. Kalkulačka exacqVision [63]

Další funkcí kalkulačky je vypsání kompatibilních serverů, které by byly vhodné pro správu IP kamer.



### 4.3 Dílčí závěr

Jednotlivé nástroje kalkulace provozních požadavků a požadavků na HW se od sebe liší v několika hlediscích.

Hardwarové kalkulačky mají odlišnosti zejména ve vstupních datech a prezentování výsledků. Jisté kalkulačky pracují s omezenými vstupními daty, kdy např. nepočítají s videoanalýzou nebo streamem. Odchylují se i v odhadování potřebného HW, protože výsledkem není vždy např. konkrétní procesor, ale výrobní řada procesorů, což považují za méně přesný odhad. Jako HW kalkulačku bych doporučil nástroj firmy Aimetis, která pracuje s mnoha typy videoanalýzy a s konkrétním procesorem, u kterého také odhaduje jeho procentuální vytížení.

Podobné je to i u nástrojů kalkulace provozních požadavků VSS. Kalkulačky se rozlišují především tím, jestli dokážou kalkulovat s konkrétními typy IP kamer. Jako vhodný nástroj pro kalkulaci provozních nároků VSS považují kalkulačku od firmy Axis, která pracuje s konkrétními modely jejich výroby a se scénáři, které simulují snímanou scénu.

## 5 ANALÝZA HARDWAROVÝCH PROVOZNÍCH POŽADAVKŮ VSS LABORATOŘE D209

Učebna D209, místo které má vzniknout laboratoř pro podporu výuky kamerových dohledových systémů, je situovaná takovým způsobem, že nabízí několik variant, jak otázku ohledně poskytnutí výpočetního výkonu vyřešit.

Možnosti poskytování výpočetního výkonu pro laboratoř:

- sestavení vlastního serveru umístěného v laboratoři,
- virtualizace serveru nacházející se v budově VTP-ICT,
- sestavení vlastního serveru situovaného v budově VTP-ICT.

Vědeckotechnický park orientovaný na informační a komunikační technologie (VTP-ICT) je součástí univerzitního areálu. VTP-ICT je kvůli svému poslání a oborové náplni organizačně začleněn pod Fakultou aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati. Součástí Vědeckotechnického parku je serverovna, kterou využívají nejen pracoviště a kanceláře firem Vědeckotechnického parku, ale i odborné laboratoře na Fakultě aplikované informatiky.

Jednotlivé možnosti poskytování výpočetního výkonu pro laboratoř D209 jsou probrány v následujících podkapitolách. U každého řešení je použita SWOT analýza. SWOT analýza je metoda, která identifikuje silné stránky (Strengths), slabé stránky (Weaknesses), příležitosti (Opportunities) a hrozby (Threats). Tato analýza se hojně využívá v marketingu, při tvorbě bezpečnostních politik, nebo při nějakém konkrétním záměru. Vybral jsem SWOT analýzu z toho důvodu, že je prezentovaná formou stručného a přehledného pohledu na silné a slabé stránky plánu a poukazuje na hrozby a příležitosti, které jsou s analyzovaným záměrem spjaté.

### 5.1 Lokální server

Jedno z možných řešení, jak poskytnout výpočetní výkon je sestavit a umístit server přímo do prostor laboratoře. Výhodou tohoto řešení je, že k serveru je zjednodušený přístup a síťová komunikace je vedena na velmi krátkou vzdálenost. Na druhou stranu tato možnost představuje řadu nevýhod. Největší z nich je situování serveru v poměrně frekventované laboratoři, kde lze předpokládat vysokou prašnost a proudění nečistot, které nepříznivě působí na životnost serveru. Laboratoř není vybavena UPS, tím pádem se při výpadku

elektrické energie provoz serveru okamžitě přeruší. Také není zajištěný odvod tepla, které může zapříčinit přehřátí serveru. Některé nedostatky by bylo možné odstranit, ale taková opatření by byla příliš nákladná a neefektivní vzhledem k jednomu serveru.

Tab. 12. SWOT analýza možnosti – server v laboratoři

Silné stránky	Slabé stránky
Vlastní server Síťová komunikace	Nepříznivá lokalizace serveru Velmi vysoké náklady na odstranění nedostatků
Příležitosti	Hrozby
Přístup k serveru	Poškození serveru kvůli vlivu nepříznivého okolí Zrušení provozu při přerušení dodávky elektrické energie

## 5.2 Virtualizovaný server

Virtualizace umožňuje z fyzického hardwaru vytvořit několik na sobě nezávislých virtuálních zařízení. V našem případě by se využil již existující server umístěný v budově VTP-ICT, na kterém by se provedla virtualizace. Tato metoda je v moderní době velmi populární, protože není nutné vlastnit server na každou potřebnou aplikaci (databáze, WWW stránky, elektronická pošta, účetnictví, apod.), ale stačí pořídit pouze jeden server s virtualizačním softwarem, který umožní vytvářet virtuální servery. Mezi nejpoužívanější virtualizační softwary patří VMware, Citrix, Hyper-V a Microsoft Virtual Server.

Tato metoda je ze všech metod nejlevnější, protože se využívá již dostupný server a dochází také ke snižování provozních nákladů. Velkou výhodou je i umístění serveru, protože v budově VTP-ICT je umístěná serverovna. Serverovna představuje ideální prostředí pro umístění serveru.

Hlavní výhody serverovny:

- Serverovna je klimatizovaná. Klimatizace slouží jako prevence proti přehřívání serverů tím, že zajišťuje odvádění tepla a přivádění studeného vzduchu.

- Pro případ výpadku elektrické energie je serverovna vybavena UPS a diesellovým agregátem, čímž se zajistí provoz serverů.
- Kvůli rychlé reakci na vypuknutí požár je serverovna vybavena stabilními hasicími zařízeními (SHZ). SHZ vypouští hasicí plyn, který udusí plameny a zároveň nepoškodí elektrická zařízení.
- Serverovna představuje bezprašné prostředí. Takové čisté prostředí serverům svědčí, protože se nezanáší nečistotami a nedochází tak ke zbytečnému snížení efektivnosti serverů.

Tab. 13. SWOT analýza možnosti – virtualizace serveru

Silné stránky	Slabé stránky
Umístění serveru Finančně nenáročné Úspora energie Flexibilita	Vysoké požadavky na správu a údržbu Vysoké požadavky na hardware
Příležitosti	Hrozby
Možnost zvyšování efektivnosti serveru Možnost testování aplikací	Neposkytnutí potřebného výpočetního výkonu Selhání komunikace Ztráta napájení při dlouhodobém výpadku elektrické energie

### 5.3 Server v budově VTP-ICT

Poslední možností je zakoupení a umístění serveru do serverovny v budově VTP-ICT. Tato možnost kombinuje výhody předchozích řešení. A to ideální provozní podmínky v podobě serverovny a sestavení vlastního serveru, čímž odpadá nejistota na velikosti poskytování výpočetního výkonu.

Tab. 14. SWOT analýza možnosti – server v serverovně

Silné stránky	Slabé stránky
Vlastní server Umístění serveru	Vysoké počáteční náklady
Příležitosti	Hrozby
Možnost poskytování přebytečného výpočetního výkonu virtualizací	Ztráta napájení při dlouhodobém výpadku elektrické energie Selhání komunikace

#### 5.4 Multikriteriální analýza HW provozních požadavků

Multikriteriální analýza je nástroj pro hodnocení možných alternativ podle určitých kritérií. Kritéria se volí taková, která jsou pro nás podstatná a pomohou nám při výběru té nejlepší alternativy. Každé kritérium má váhu, která je představena bodovým ohodnocením. Platí, že čím větším počtem bodů je kritérium ohodnoceno, tím je pro nás kritérium důležitější a zásadnější při rozhodování. Dále se vzhledem ke kritériu bodově ohodnotí jednotlivé alternativy. Výsledek hodnocení alternativ se získá součtem součinů vah kritérií a ohodnocením alternativy při určitém kritériu.

Vysvětlivky k multikriteriální analýze:

- Váha – kritérium je hodnoceno v rozsahu 1-5, kde 1 představuje nejméně důležité kritérium a 5 nejzásadnější kritérium
- Alternativy – jednotlivé alternativy mají zkratky A,B,C. A znamená možnost server v laboratoři, B virtualizace serveru a C server v budově VTP-ICT.
- Hodnocení alternativy – alternativy jsem bodově ohodnotil stejným stylem jako váhy kritérií, tedy rozsah 1-5, kde 1 značí nejhorší hodnocení a 5 nejlepší hodnocení.

Tab. 15. Multikriteriální analýza HW provozních požadavků

Kritéria	Váha	Alternativy		
		A	B	C
Zátěž na infrastrukturu	4	5	3	4

Kritéria	Váha	Alternativy		
		A	B	C
Kapacita výpočetního výkonu	5	5	3	5
Náročnost na hardware	5	2	5	2
Odezva	4	5	4	4
Síťové spojení	4	5	4	4
Provozní náklady	3	3	5	5
Počáteční náklady	3	1	5	2
Požadavky na správu	3	3	1	4
Požadavky na údržbu	2	1	3	5
Celkem		118	123	126

## 5.5 Dílčí závěr

Výsledky z multikriteriální analýzy jsou si velmi podobné. Nejlepší hodnocení dostala alternativa C, která reprezentovala možnost sestavení serveru a jeho umístění do serverovny budovy Vědeckotechnického parku.

Vzhledem k výsledku multikriteriální analýzy se návrh technického řešení laboratorního pracoviště bude zabývat pouze alternativou s nejvyšším bodovým hodnocením.

## 6 KOMPARATIVNÍ STUDIE MODELOVÝCH HW ŘEŠENÍ LABORATOŘE D209

Kapitola je rozdělena na dvě části. První podkapitola se zabývá návrhem výpočetního hardwaru a druhá část obsahuje řešení síťové komunikace.

### 6.1 Výpočetní výkon

Představa plně vybudované laboratoře je, že bude obsluhovat 30 full HD IP kamer. Na serveru bude běžet VMS, který bude analyzovat obraz ze všech kamer. Dalším požadavkem je, že síťová komunikace mezi laboratoří a serverem nemůže zatěžovat síťovou infrastrukturu FAI.

Vzhledem k momentálně dostupným finančním prostředkům jsou navrženy tři varianty poskytování výpočetního výkonu pro zredukovaný počet IP kamer:

- 1. varianta (prozatímní) – 12 IP kamer,
- 2. varianta (rozšířená) – 20 IP kamer,
- 3. varianta (požadovaná) – 30 IP kamer.

#### 6.1.1 Varianta č. 1

Tato varianta má vyřešit otázku poskytnutí výpočetního výkonu pro minimální počet kamer, které jsou potřebné pro výuku předmětu Kamerové systémy. A to takovým způsobem, aby náklady na uskutečnění provozu byly co nejnižší.

Centrum výpočetní techniky UTB nabídl k převedení na FAI odstavený server, který by bylo možné umístit do serverovny ve Vědeckotechnickém parku.

Server obsahuje patici LGA 771 a může být osazený dvěma dostupnými procesory. Parametry procesoru jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 16. Parametry serveru

Procesor	2x Intel Xeon X5270 3,5 GHz	2x Intel Xeon E5430 2,66 GHz
RAM	8 GB	
Hard disk	6x 300 GB 10 000 otáček, RAID 5	
Síťová karta	2x 1 GB	

### 6.1.1.1 Výběr procesoru

Jak již bylo řečeno, základní deska serveru může být osazena dvěma dostupnými procesory. A to konkrétně Intel Xeon X5270 nebo Intel Xeon E5430. Komparace těchto procesorů je uvedena v následující tabulce.

Tab. 17. Srovnání procesorů

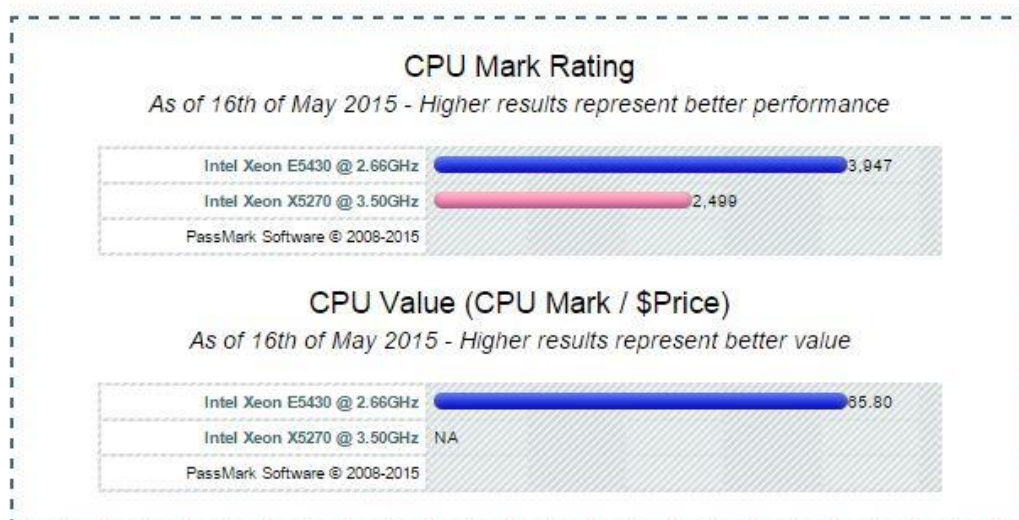
Parametr	Xeon X5270	Xeon E5430
Taktovací frekvence	3,5 GHz	2,66 GHz
Počet jader	2	4
Architektura	X86-64	X86-64
Technologie	45 nm	45 nm
L2 cache	6 MB	12 MB
Max. provozní teplota	61°C	67°C

Pro porovnání procesorů jsem využil porovnávací funkci webových stránek organizace PassMark software, která se zabývá mimo jiné vývojem řešení pro benchmarking.



	Intel Xeon X5270 @ 3.50GHz	Intel Xeon E5430 @ 2.66GHz
Price	Search Online	\$59.99 <sup>1</sup>
Socket Type	LGA771	LGA771
CPU Class	Server	Server
Clockspeed	3.5 GHz	2.7 GHz
Turbo Speed	Not Supported	Not Supported
# of Physical Cores	2	4
Max TDP	80W	80W
First Seen on Chart	Q2 2014	Q1 2009
# of Samples	2	69
Single Thread Rating	1330	1151
CPU Mark	<b>2499</b>	<b>3947</b>

<sup>1</sup> - Last seen price from our affiliates NewEgg.com & Amazon.com.



Obr. 24. Benchmarky procesorů organizace PassMark [64]

Podle benchmarků skupiny PassMark Software získal Intel Xeon X5270 celkem 2 499 bodů a Intel Xeon E5430 dosáhl 3 947 bodů. Z toho vyplývá, že Intel Xeon E5430 je výkonnější.

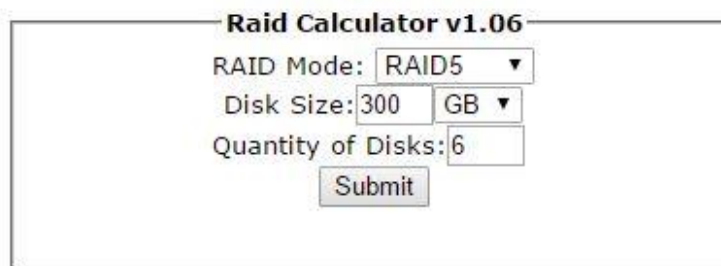
### 6.1.1.2 Datové úložiště

Datové úložiště serveru je tvořené šesti pevnými disky o kapacitě 300 GB. Dostupná kapacita pro uložení dat je tedy celkem 1,8 TB. Pokud budeme rezervovat 400 GB pro systém a VMS, tak zbývá 1,4 TB použitelného úložiště, které můžeme využít pro záznamy z kamer.

Podle kalkulačního nástroje od firmy Axis, je požadavek na velikost datového úložiště jedné full HD IP kamery (30 FPS, H.264, středně složitě snímané scény) 260 GB na 24 hodin

záznamu. To znamená, že datové úložiště dokáže uchovat maximálně 129 hodin záznamu. V tomto případě se neuvažuje použití požadovaného diskového pole RAID 5.

RAID 5 poskytuje rychlejší čtení dat a rekonstrukci dat při výpadku jednoho hard disku. Především zmenšení šance ztráty dat je pro VSS prioritou. Nevýhodou tohoto řešení je, že se kvůli samoopravným kódům snižuje použitelná kapacita disků.



Raid Calculator v1.06

RAID Mode: RAID5 ▼

Disk Size: 300 GB ▼

Quantity of Disks: 6

Submit

#### RAID5

\*Raw Storage: 1.8 TB / 1800.0 GB

\*Usable Storage: 1.4 TB / 1397.0 GB

RAID5 uses one disk for Parity and requires at least three drives to be used.

Obr. 25. RAID kalkulačka [65]

Podle RAID kalkulačky od firmy STH, se celková kapacita pevných disků sníží z 1 800 GB na 1 397 GB.

Pokud budeme uvažovat stejně jako v předešlém případě, kdy rezervujeme 400 GB, tak nám zbyde 997 GB. Datové úložiště o takové kapacitě dokáže uchovat přibližně 92 hodin záznamu.

### 6.1.1.3 Porovnání sestavy serveru s výpočetními nároky

Pro srovnání hardwaru serveru s výpočetními nároky laboratoře jsem použil kalkulačku TRENDnet. Tuto kalkulačku jsem vybral z toho důvodu, že dokáže počítat s procesory řady 5000, do které vybraný procesor Intel Xeon E5430 patří.

## Hardware Estimator

Video Streams Specification									
Number of cameras:	Compression type	Resolution (pixels)	Frame rate (fps)	Video stream Bit rate (Kbps)	Motion detection source	Frequency of motion events (%)	Frame rate (fps) recording when no motion detected	Days to store	+
8	H.264	1080p 1920 X 1080	30	4096	No motion detection	100	1	7	
4	H.264	1080p 1920 X 1080	30	4096	Software motion detection	100	1	7	-

Click on the "+" button to add more cameras

Select CPU for Servers and Clients	
Specify Server's CPU	Specify Client's CPU
Intel Xeon 5000 Sequence 4 Cores(Threads 8) 2.6 Ghz - 2.9 Ghz	Recommend a CPUs

 Calculate

Server Hardware Recommendations						
Number of servers	CPU model	Number of cameras per server	RAM per server	Network bandwidth per server	Storage size per server	Storage write speed
2	Intel Xeon 5000 Sequence 4 Cores(Threads 8) 2.6 Ghz - 2.9 Ghz	6	2 GB	48 Mbps*	1.99 TB	3 MBps

Obr. 26. Porovnání sestavy serveru s výpočetními nároky [56]

Podle kalkulačky je počet procesorů a velikost RAM dostatečná pro obsluhu 12 IP kamer, kdy dochází k videoanalýze detekce pohybu na 4 IP kamerách.

Nevýhodou výpočtu je, že kalkulačka nepočítá s konkrétním procesorem, ale určitou řadou procesorů. Kvůli tomu může být výsledek méně přesný než odhadnutí potřebného hardwaru jiných kalkulaček, které počítají s konkrétním procesorem.

Ve výpočetní kapacitě je ponechaná rezerva pro systém, VMS, pořízení více kamer, nebo změnění poměru mezi IP kamerami s videoanalýzou a ostatními IP kamerami. Podle kalkulačky zvládnou 2 čtyřjádrové procesory řady Intel Xeon 5000 s taktovací frekvencí 2,6-2,9 GHz až 7 IP kamer s videoanalýzou.

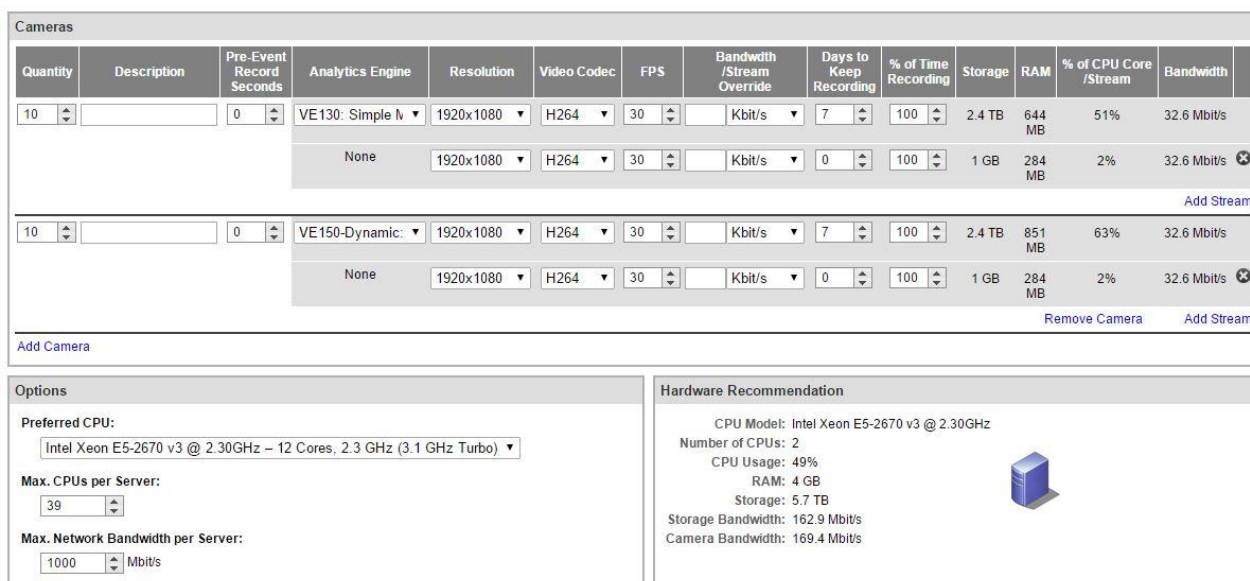
### 6.1.2 Varianta č. 2

U varianty č. 2 se uvažuje navýšení počtu IP kamer na 20. Požadavkem tohoto řešení je, že bude prováděna videoanalýza všech kamer, které budou také streamované. A bude uchovávaný 24 hodinový záznam ze všech kamer po dobu 7 dní.

#### 6.1.2.1 Požadavky na výpočetní kapacitu

Pro zjištění vhodné HW konfigurace serveru jsem vybral kalkulačku firmy Aimetis. Tuto kalkulačku jsem vybral proto, že dokáže počítat s různými druhy videoanalýzy. Jako

videoanalýzu jsem vybral detekci pohybu pro 10 kamer a pro zbylých 10 kamer sledování pohybu lidí a vozidel.



**Cameras**

Quantity	Description	Pre-Event Record Seconds	Analytics Engine	Resolution	Video Codec	FPS	Bandwidth /Stream Override	Days to Keep Recording	% of Time Recording	Storage	RAM	% of CPU Core /Stream	Bandwidth
10		0	VE130: Simple In	1920x1080	H264	30	Kbit/s	7	100	2.4 TB	644 MB	51%	32.6 Mbit/s
			None	1920x1080	H264	30	Kbit/s	0	100	1 GB	284 MB	2%	32.6 Mbit/s
10		0	VE150-Dynamic	1920x1080	H264	30	Kbit/s	7	100	2.4 TB	851 MB	63%	32.6 Mbit/s
			None	1920x1080	H264	30	Kbit/s	0	100	1 GB	284 MB	2%	32.6 Mbit/s

**Options**

Preferred CPU: Intel Xeon E5-2670 v3 @ 2.30GHz – 12 Cores, 2.3 GHz (3.1 GHz Turbo)

Max. CPUs per Server: 39

Max. Network Bandwidth per Server: 1000 Mbit/s

**Hardware Recommendation**

CPU Mode: Intel Xeon E5-2670 v3 @ 2.30GHz  
 Number of CPUs: 2  
 CPU Usage: 49%  
 RAM: 4 GB  
 Storage: 5.7 TB  
 Storage Bandwidth: 162.9 Mbit/s  
 Camera Bandwidth: 169.4 Mbit/s

Obr. 27. HW požadavky varianty č. 2 [59]

Kalkulačka doporučuje pro zajištění výpočetního výkonu 4GB RAM a 2 procesory Intel Xeon E5-2670 v3 s taktovací frekvencí 2,3 GHz. Tento výpočetní výkon slouží pouze pro obsluhu IP kamer a provádění videoanalýzy. Nejsou zde zahrnuté požadavky na chod systému serveru a VMS.

### 6.1.2.2 Požadavky na velikost datového úložiště

Celková velikost záznamů ze všech IP kamer činí 37 TB. Tuto hodnotu čerpám z Axis kalkulačky, kterou považuji za nejpřesnější.

Je nutné počítat s patřičnou rezervou, protože v kalkulaci nejsou zahrnuté nároky systému, VMS, vícenásobného diskového pole, atd.

### 6.1.2.3 HW serveru

Po konzultaci se specialistou na servery z firmy Dell se pro tuto variantu stanovili následující komponenty serveru:

- 2x Intel Xeon E5-2670 v3 2,3 GHz
- 16 GB RAM
- 12x 4TB HDD v RAID 6

Sestava serveru má potřebnou rezervu, jak z výkonnostního hlediska, tak z hlediska požadavků na kapacitu datového úložiště.

### 6.1.3 Varianta č. 3

Varianta č. 3 bude mít největší požadavky na výkon a úložiště, protože u této varianty se počítá se 30 IP kamerama. Videoanalýza bude prováděna na všech kamerách, stejně jako záznam. Záznam bude stejný jako u předchozí varianty, tedy 24 hodinový s uchováním po dobu 7 dnů.

#### 6.1.3.1 Požadavky na výpočetní kapacitu

Podobně jako u varianty jsem použil kalkulačku firmy Aimetis. Ale s tím rozdílem, že jsem ke každé videoanalýze přidal dalších 5 IP kamer.

Cameras													
Quantity	Description	Pre-Event Record Seconds	Analytics Engine	Resolution	Video Codec	FPS	Bandwidth /Stream Override	Days to Keep Recording	% of Time Recording	Storage	RAM	% of CPU Core /Stream	Bandwidth
15		0	VE130: Simple IV	1920x1080	H264	30	Kbit/s	7	100	3.6 TB	964 MB	51%	48.9 Mbit/s
			None	1920x1080	H264	30	Kbit/s	7	100	3.6 TB	424 MB	2%	48.9 Mbit/s
Add Stream													
15		0	VE150-Dynamic	1920x1080	H264	30	Kbit/s	7	100	3.6 TB	1.3 GB	63%	48.9 Mbit/s
			None	1920x1080	H264	30	Kbit/s	7	100	3.6 TB	424 MB	2%	48.9 Mbit/s
Remove Camera    Add Stream													
Add Camera													

Options	Hardware Recommendation
Preferred CPU: <input type="text" value="Intel Xeon E5-2670 v3 @ 2.30GHz – 12 Cores, 2.3 GHz (3.1 GHz Turbo)"/>	CPU Model: Intel Xeon E5-2670 v3 @ 2.30GHz Number of CPUs: 3 CPU Usage: 49% RAM: 5 GB Storage: 17.0 TB Storage Bandwidth: 244.3 Mbit/s Camera Bandwidth: 254.1 Mbit/s
Max. CPUs per Server: <input type="text" value="39"/>	
Max. Network Bandwidth per Server: <input type="text" value="1000"/> Mbit/s	

Obr. 28. HW požadavky varianty č. 3 [59]

Požadavky oproti variantě č. 2 vzrostly o jeden procesor a 1 GB RAM.

Výpočetní výkon pro tuto variantu zajistí 3 procesory Intel Xeon E5-2670 v3 s taktovací frekvencí 2,3 GHz a 5 GB RAM.

#### 6.1.3.2 Požadavky na velikost datového úložiště

Požadavek na kapacitu datového úložiště taky vzroste, kvůli navýšení počtu IP kamer.

Axis kalkulačka pro 30 IP kamer se stejnými parametry, jako ve variantě č. 2, odhaduje kapacitu datového úložiště pro záznamy kamer o velikosti 55 TB.

### 6.1.3.3 HW serveru

Po konzultaci se specialistou na servery z firmy Dell se pro tuto variantu stanovili následující komponenty serveru:

- 2x Intel Xeon E5-2695 v3 2,3 GHz
- 16 GB RAM
- 12x 6TB HDD v RAID 6

Procesor je navrhnutý jiný, než který je uvedený v kalkulačce. To z toho důvodu, že navržený procesor je výkonnější a pro poskytnutí potřebného výpočetního výkonu budou stačit pouze dva.

### 6.1.4 Server

Vhodný server pro určené komponenty je PowerEdge R730xd. Navržený server patří do třinácté generace serverů PowerEdge, která vyniká v rychlosti bootování serveru a rychlejším úložištěm. Server je určený do racku a je osazený výkonnými procesory Intel Xeon E5-2600 v3.

Server obsahuje mnoho funkcí. Výhodou serveru této generace je zjednodušená správa. Řadič iDrac 8 a LifeCycle kontrolér dokáží monitorovat stav serveru a úložiště v reálném čase. Automatizace je i v oblasti aktualizace firmwaru a konfiguraci serveru Dell funkcí předpřipraveného automatického nasazení. Monitorovat a spravovat server lze i vzdáleně, např. pomocí mobilního telefonu.



Obr. 29. PowerEdge R730xd [66]

Tab. 18. Parametry PowerEdge R730xd

Procesor	Intel Xeon E5-2600 v3
Chipset	Intel C610
Operační paměť	24x DIMM sloty pro DDR4
Úložiště	<p>SAS, SATA, nearline SAS, SSD, PCIe SSD</p> <p>18 x 1.8" SSD: SATA</p> <p>24 x 2.5" + 2 x 2.5" HDD: SAS, SATA, Near-line SAS SSD: SAS, SATA, up to 4 NVMe Express Flash PCIe</p> <p>16 x 3.5" + 2 x 2.5" HDD: SAS, SATA, Near-line SAS SSD: SAS, SATA</p>

RAID kontroléry	Interní - PERC H330, PERC H730, PERC H730P Externí - PERC H830
Síťový kontrolér	4x 1Gb, 2x 10Gb
Operační systém	Microsoft Windows® Server 2008/2012 SP2, x86/x64 Microsoft Windows® Server 2008/2012 R2, x64 Microsoft® Windows® HPC Server 2008 Novell® SUSE® Linux Enterprise Server Red Hat® Enterprise Linux VMware® ESX
Funkce	ECC paměť, Hot-plug HDD, Hot-plug redundantní chlazení, Hot-plug redundantní zdroj, iDRAC8, Duální SD modul, Single Device Data, Correction (SDDC), Spare Rank, Podpora pro clustering a virtualizaci, Výstrahy proaktivní správy serveru, iDRAC8 s Lifecycle modulem
Management	Konzole OpenManage Essentials, Řadiče iDRAC8 s modulem Lifecycle
Provedení	Rack
Běžná cena	225 000 Kč

## 6.2 Síťová komunikace

Pro provoz laboratoře je nezbytné odpovědět na otázky:

- Jak zajistit komunikaci mezi laboratoří a serverovnou ve VTP-ICT?
- Jaký vybrat switch pro laboratoř?

### 6.2.1 Síťový provoz mezi laboratoří a serverovnou

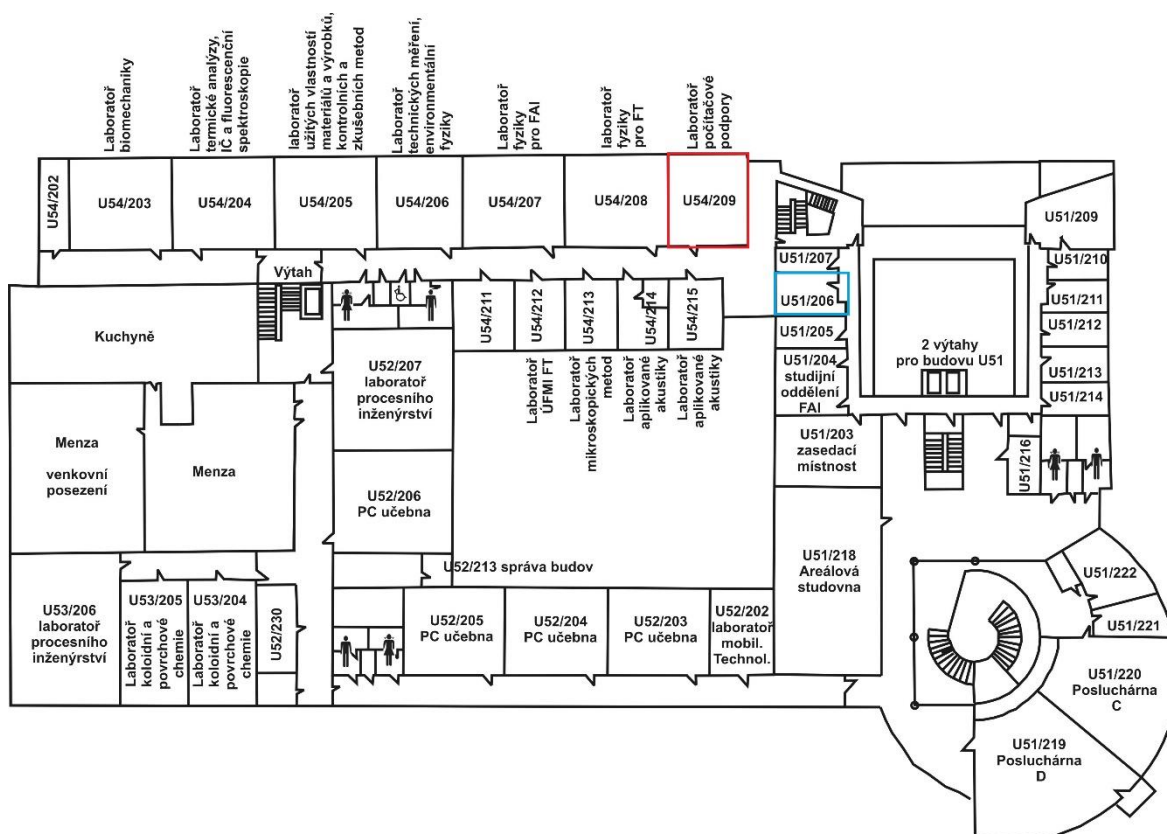
Fakulta aplikované informatiky má několik síťových rozveden, které zaručují datový přenos mezi FAI a serverovnou ve Vědeckotechnickém parku. Síťová komunikace mezi těmito budovami je řešena technologií optického vlákna.

Jeden z požadavků na budovanou laboratoř byl takový, že provoz laboratoře nebude ovlivňovat síťovou infrastrukturu FAI. Pro zajištění komunikace bez zátěže na síťovou



infrastrukturu školy, se může vytvořit nový paralelní spoj. Paralelní spoj mezi rozvodnou a serverovou bude vytvořen pouze pro laboratoř a zajistí naprostou izolaci od ostatních počítačových sítí.

Laboratoř je výhodně situována, protože poblíž se nachází rozvodna v místnosti U51/206. Zprostředkování kabelového spojení mezi laboratořmi a rozvodnou by nemělo být obtížné z důvodů možnosti vedení kabelu v rozebíratelném stropu a již zmíněné krátké vzdálenosti. Na obrázku je znázorněný plán druhého podlaží FAI, kde se nachází laboratoř a rozvodna.



Obr. 30. Schéma druhého podlaží FAI UTB [67]

Laboratoř je na obrázku zvýrazněna červenou barvou a rozvodna modrou.

### 6.2.1.1 Síťové požadavky laboratoře

Pro kalkulaci požadavku na šířku pásma přenosové trasy jsem použil nástroj od firmy Axis. Kalkulačku Axis jsem si vybral z toho důvodu, že počítá s reálnými kamerami a definuje scénář, ve kterém kamera snímá.

Name	Model	Type	Qty	Scenario	Profile	Bandwidth	Storage
30 IP kamer	AXIS Q1755-E	Camera	30	Schoolyard	Custom	207 MBit/s	7.83 TB

Obr. 31. Kalkulace síťových požadavků laboratoře [62]

Jako vstupní hodnoty jsem zadal 30 kamer Q1755-E, která snímá ve 1080p rozlišení, 30 FPS a používá kodek H.264. Jako scénář jsem zvolil prostor před školou, který by mohl simulovat prostředí, ve kterém by kamery byly instalovány. Ve výsledku je zahrnutý i stream.

Výsledná šířka pásma je odhadnuta na 207 Mb/s. Z toho vyplývá, že při použití gigabitové kroucené dvojlinky bude mít přenosová cesta dostatečnou rezervu.

### 6.2.1.2 Hardwarové požadavky sítě

Kalkulací požadavku laboratoře na šířku pásma přenosové cesty vyšlo najevo, že je potřebný minimálně gigabitový Ethernetový kabel, který spojí switch laboratoře s rozvodnou. Spojení rozvodny a serverovny ve Vědeckotechnickém parku je ovšem řešeno optickým vedením.

Na rozhraní je nutné použít média konvertor, který slouží jako přechodka mezi klasickým metalickým vedením a optikou. Vhodným média konvertorem, podporující gigabitový metalický kabel a optické vlákno, je TP-Link MC200CM.



Obr. 32. TP-Link MC200CM [68]

Tab. 19. Parametry TP-Link MC200CM

Porty	1x 1000M SC, 1x 1000M RJ45
Standardy	IEEE 802.3ab, 802.3z, 802.3x
Síťová média 1000Base-T	Kabel UTP kategorie 5, 5e (max. 100 m) EIA/TIA-568 100 $\Omega$ STP (max. 100 m)

Síťová média 1000Base-FX	Multirežimový optický kabel
Funkce	Plně duplexní řízení toku (IEEE 802.3x) Prodloužení dosahu optického kabelu o 0,5 km s kabelem 50/125 $\mu\text{m}$ Prodloužení dosahu optického kabelu o 0,22 km s kabelem 2,5/125 $\mu\text{m}$
Běžná cena	1 000 Kč

Je nezbytné pořídit celkem 2 média konvertory, kterými se vybaví rozvodna a serverovna.

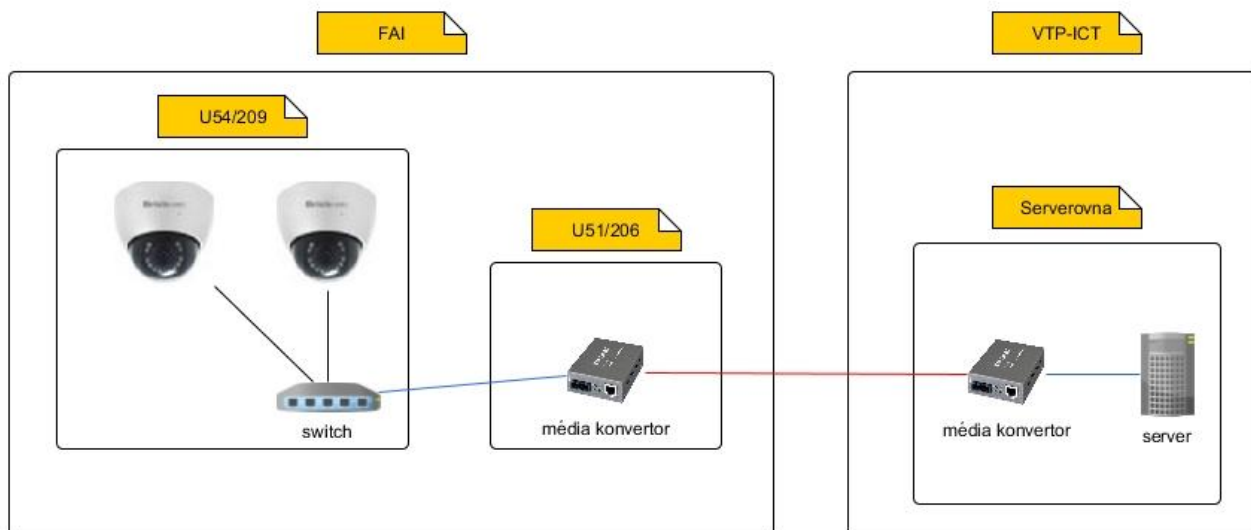
### 6.2.1.3 Celkový pohled na síť

Komunikační cesta mezi IP kamerami a switchem není příliš zatěžovaná, a tak v rámci laboratoře postačí klasický 100 megabitové metalické vedení.

Přenosová cesta mezi laboratoří a rozvodnou má samozřejmě větší nároky na šířku pásma, kde by už Fast Ethernet nebyl dostačující. Použitím gigabitového Ethernetu nám zaručí plynulý datový tok.

FAI a Vědeckotechnický park je síťově spojen optickým vláknem. Aby mohlo docházet k datové komunikaci mezi dvěma odlišnými přenosovými médii, musí být rozhraní vybaveno média konvertorem, který umožňuje přenos dat mezi 1000 GB/s Ethernetem a optickým vláknem.

V serverovně vzniká další rozhraní mezi přenosovými technologiemi, protože server obsahuje gigabitovou síťovou kartu. Tím pádem serverovna musí být také vybavena média konvertorem.



Obr. 33. Schéma síťové komunikace

Na obrázku je znázorněné schéma síťového spojení mezi laboratořmi a serverovnou.

Černá linka ve schématu znázorňuje 100 Mb/s Ethernet, modrá linka představuje 1 000 Mb/s Ethernet a optické vlákno je prezentované červenou linkou.

### 6.2.2 Výběr switche

Pro zajištění komunikace IP kamer se serverem je nutné pořídit switch. Při výběru switche jsem vycházel z několika hledisek. V celém areálu FAI je LAN infrastruktura tvořena přepínači od výrobce Cisco. Bylo by vhodné, kdyby se laboratoř 51/209 v tomto ohledu neodlišovala kvůli jednodušší správě síťových prvků v celém areálu. Dalším kritériem jsou požadavky na technické parametry switche. Počet portů switche závisí na předpokládaném počtu IP kamer. Porty switche stačí v kombinaci 100/1000 Mb/s s funkcí napájení po datovém síťovém kabelu PoE (Power over Ethernet). Důležitým kritériem je i finanční náročnost. V následných podkapitolách jsou popsány možnosti, jak řešit momentální stav a budoucí stav s většími finančními prostředky.

### 6.2.2.1 Stávající stav

Centrum výpočetní techniky do laboratoře nabídlo switch Cisco SRW2016. Jedná se o switch s 16 porty 100/1000 MB/s a managementem.



Obr. 34. Cisco SRW2016 [69]

Tab. 20. Parametry Cisco SRW2016

Porty	16x RJ45 + 2x SFP (sdílený)
Podporovaná rychlost	10/100/1000 Mb/s
Vyrovnávací paměť	2 MB
PoE	Ne
Management	Ano
Technologie kabeláže	Ethernet 10Base-T/100Base-TX/1000Base-T
Standardy	IEEE 802.3, 802.3u, 802.3ab, 802.3x, 802.1p, 802.1q
Funkce	Správa přes internetový prohlížeč, SNMP, RMON, upgrade firmwaru, QoS, zrcadlení portů

Switch pro prozatímní řešení laboratoře, kdy se bude používat pouze 12 IP kamer, postačuje. Nevýhodou switche je, že nepodporuje napájení IP kamer pomocí PoE.

Situaci lze řešit injektory. Injektor je zařízení, které je umístěné v našem případě mezi switchem a IP kamerou. Jeho funkcí je, že přenáší data mezi zařízeními a zároveň napájí koncové zařízení. Vhodným produktem je TL-POE150S od výrobce TP-Link.



Obr. 35. TL-POE150S [70]

Tab. 21. Parametry TL-POE150S

Porty	1x LAN, 1x PoE
Podporovaná rychlost	10/100 Mb/s
Technologie kabeláže	10Base-T, 100Base-TX
Standardy	IEEE 802.3, 802.3u, 802.3af
Funkce	Plug-and-Play, automatická detekce potřebné úrovně napájení, dodávání energie do 100 metrů
Běžná cena	500 Kč

### 6.2.2.2 Switch pro budoucí stav

V požadované budoucí variantě už poskytnutý switch Cisco SRW2016 nebude kvůli požadavkům laboratoře dostatečný. Pro zajištění provozu všech 30 kamer jsem vybral switch Cisco WS-C2960S-48TS-L.



Obr. 36. Cisco WS-C2960S-48TS-L [71]

Tab. 22. Parametry Cisco WS-C2960S-48TS-L

Porty	48x RJ45 + 4x SFP (sdílený)
Podporovaná rychlost	10/100/1000 Mb/s
Vnitřní paměť	128 MB
Vyrovňovací paměť	64 MB
PoE	Ano
PoE+	Ano
Dostupný výkon PoE a PoE+	740 W
Management	Ano

Technologie kabeláže	Ethernet 10Base-T/100Base-TX/1000Base-T
Standardy	IEEE 802.1D, 802.1P, 802.1Q VLAN, 802.1s, 802.1w, 802.1x, 802.3ad, 802.3ah, 802.3x, 802.3, 802.3u, 802.3ab, 802.3z
Funkce	PoE, PoE+, QoS, SNMP 1, SNMP 2c, SNMP 3, VLAN, RMON 1, RMON 2, RMON 3, RMON 9, Telnet, HTTP, Správa přes internetový prohlížeč, zrcadlení portů, upgrade firmwaru, SSH/SSL,
Běžná cena	70 000 Kč

Switch Cisco WS-C2960S-48TS-L používá celkem 48 portů, které dokáží napájet IP kamery PoE nebo PoE+. Klasické PoE poskytuje až 15,4 W z DC napájení. Oproti tomu novější PoE+ nebo PoE Plus nabízí až 30 W z elektrické energie. Možnost PoE+ jsem do požadavků na switch zahrnul kvůli tomu, že některé výkonnější kamery mohou mít větší odběr a klasické PoE by je nedokázalo napájet. Switch je vybavený zdrojem o výkonu 740 W. Tento údaj v praxi znamená, že můžeme napájet buď 48 IP kamer pomocí PoE, nebo můžeme využít PoE+ pro napájení maximálně 24 IP kamer. Zbýlých 18 portů může sloužit jako rezerva nebo pro připojení dalších zařízení např. počítačů.

### 6.3 Finanční požadavky

Cena pro uskutečnění variant se skládá z komunikační a výpočetní části. Komunikační část zahrnuje HW pro zajištění datového přenosu. Patří sem switch, média konvertory a injektory. Výpočetní část tvoří sestava serveru.

Odhady finančních požadavků jednotlivých variant jsou uvedené v následujících podkapitolách. V kalkulacích nejsou zahrnuty náklady na kabeláž, protože podle informací správce sítě UTB, by měla být potřebná kabeláž k dispozici.

#### 6.3.1 1. varianta

Tato varianta je ze všech nejlevnější, protože vyžaduje nejmenší nároky na provoz laboratoře. Také se náklady velmi snížily tím, že server a switch může být poskytnut z Centra výpočetní techniky UTB.



Tab. 23. Finanční požadavky 1. varianty

Komunikační část			
Položka	Počet kusů	Cena za kus	Cena
Switch Cisco SRW2016	1	0 Kč	0 Kč
Injektor TL-POE150S	12	500 Kč	6 000 Kč
Média konvertor TP-Link MC200CM	2	1 000 Kč	2 000 Kč
Celkem			8 000 Kč
Výpočetní část			
Položka	Počet kusů	Cena za kus	Cena
Server	1	0 Kč	0 Kč
Celkem			0 Kč
Celková cena varianty			8 000 Kč

### 6.3.2 2. varianta

Výpočet ceny serveru s doporučenými komponenty byla provedena v kalkulačním nástroji společnosti Dell, který je dostupný na jejich webových stránkách.

Cena serveru zahrnuje case, procesory, RAM, operační systém, RAID kontrolér, pevné disky, redundantní zdroj, napájecí kabely, síťové karty, PCIe komponenty, kontrolér pro vzdálený přístup iDrac 8, přední panel serveru, lišty do racku a další služby (jako je např. 4 hodiny response time).

Tab. 24. Finanční požadavky 2. varianty

Komunikační část			
Položka	Počet kusů	Cena za kus	Cena
Cisco WS-C2960S-48TS-L	1	70 000 Kč	70 000 Kč
Média konvertor TP-Link MC200CM	2	1 000 Kč	2 000 Kč
Celkem			72 000 Kč

Výpočetní část			
Položka	Počet kusů	Cena za kus	Cena
Server	1	585 000 Kč	577 000 Kč
Celkem			577 000 Kč
Celková cena varianty			649 000 Kč

### 6.3.3 3. varianta

Cena serveru se navýšila oproti 2. variantě, kvůli změně modelu procesoru a pevných disků.

Tab. 25. Finanční požadavky 3. varianty

Komunikační část			
Položka	Počet kusů	Cena za kus	Cena
Cisco WS-C2960S-48TS-L	1	70 000 Kč	70 000 Kč
Média konvertor TP-Link MC200CM	2	1 000 Kč	2 000 Kč
Celkem			72 000 Kč
Výpočetní část			
Položka	Počet kusů	Cena za kus	Cena
Server	1	585 000 Kč	702 000 Kč
Celkem			702 000 Kč
Celková cena varianty			774 000 Kč

## 6.4 Dílčí závěr

Celá poslední kapitola se zabývá návrhem technického řešení laboratoře. Vypracoval jsem celkem tři varianty, které navrhuji, jakým způsobem poskytnout laboratoři potřebný výpočetní výkon, a také řeší otázku, jakými prostředky zajistit síťovou komunikaci.

Všechny tři varianty mají své výhody a nevýhody. V následující tabulce je naznačena výhodnost jednotlivých variant. Jednotlivá kritéria jsem ohodnotil v rozmezí 1-5 bodů, kde 1 představuje nejhorší hodnocení a 5 nejlepší.

Tab. 26. Výhodnost variant

Kritéria	Varianty		
	1	2	3
Výpočetní výkon	2	4	5
Kapacita úložiště	1	4	5
Uložení 24h záznamu po dobu 7 dní	ne	ano	ano
Možnost použití videoanalýzy na všechny kamery	ne	ano	ano
Požadavky na správu	2	4	4
Požadavky na údržbu	2	4	4
Možnost virtualizace	ne	ano	ano
Záložní zdroj	ne	ano	ano
Prostor pro zlepšení výpočetního výkonu	1	4	4
Možnosti zvýšení kapacity úložiště	2	5	4
Počáteční náklady	1	4	5
Provozní náklady	2	4	4

## ZÁVĚR

Teoretická část diplomové práce se skládá ze dvou kapitol. První kapitola se zabývá komponentami IP kamer a serveru, které určují výpočetní kapacitu kamerového dohledového systému. Druhá kapitola popisuje, které operace kamerového dohledového systému ovlivňují požadavky na výpočetní výkon, a také pojednává o tom, jakým způsobem se hodnotí výpočetní technika.

První kapitola praktické části uvádí přehled možností, jak kalkulovat výpočetní nároky kamerového dohledového systému. Dalším cílem bylo popsat nástroje pro kalkulaci úrovně zatížení kamerového dohledového systému. Touto problematikou se zabývá druhá kapitola praktické části.

Ve zbylých kapitolách praktické části diplomové práce jsem se zaměřil na návrh technického řešení laboratorního pracoviště pro podporu výuky Kamerových systémů.

Ze všeho nejdříve bylo nutné zjistit, jaké jsou možnosti poskytování výpočetního výkonu pro laboratorní pracoviště. Po prozkoumání situace vznikly celkem tři možnosti, jak výpočetní výkon poskytnout. Možným řešením je sestavení a umístění serveru do laboratoře, virtualizace dostupného serveru, nebo pořízení a umístění serveru do serverovny ve VTP - ICT. Pro zjištění nejlepšího řešení jsem použil multikriteriální analýzu. Nejlépe hodnocenou alternativou je pořízení a umístění serveru do serverovny, která je podle určených kritérií nejlepším řešením. Podle výsledku analýzy se návrh zabývá pouze již zmiňovanou alternativou.

Dále jsem řešil jakým způsobem zajistit datový přenos mezi laboratorním pracovištěm a serverovnou ve Vědeckotechnickém parku. Pojednání o síťové komunikaci a potřebném síťovém hardwaru je obsahem šesté kapitoly.

Důležitým cílem diplomové práce bylo vytvořit návrh, jak sestavit server, který zajistí výpočetní výkon pro pracoviště. Vzhledem k omezeným finančním prostředkům jsem navrhl tři varianty. První varianta je navržena tak, aby bylo možné jí co nejdříve realizovat. V tomto řešení je brán v úvahu minimální počet IP kamer, které jsou potřebné k výuce. V této variantě se nezabývám skládáním nového serveru, ale posouzením parametrů odstaveného serveru, který byl pro vybudování pracoviště poskytnutý z Centra výpočetní techniky UTB. Druhá varianta se zabývá větším počtem IP kamer. V návrhu je zahrnuta selekce hardwaru serveru a výběr nového switche, protože switch poskytnutý z Centra výpočetní techniky

UTB není pro tuto variantu dostatečný. Poslední třetí varianta je řešena s ohledem na požadovaný počet IP kamer. Stejně jako u druhé varianty jsou navržené komponenty serveru, které zajistí požadovaný výpočetní výkon.

Diplomová práce je zpracovaná tak, že splňuje všechny body zadání a určené cíle. Hlavním přínosem práce je, že její výstupy mohou být aplikovatelné pro budování nového laboratorního pracoviště FAI UTB pro podporu výuky předmětu Kamerové systémy.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] LOVEČEK, Tomáš a Peter NAGY. Bezpečnostné systémy: kamerové bezpečnostné systémy. 1. Vyd. Žilina: Žilinská univerzita, 2008, 283 s. ISBN 978-80-8070-893-1.
- [2] Co je IP kamera. *NetRex* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.netrex.cz/cz/podpora/kamerovy-system/ip-kamery/co-je-ip-kamera/>
- [3] Axis - 17 let od představení "1" IP kamery. *Orsec* [online]. 2013 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: [http://www.orsec.cz/cs/informacni-servis/cinnost-i-orsec-u/axis-17-let-od-predstaveni-1-ip-kamery\\_317-1754/?pg317=2](http://www.orsec.cz/cs/informacni-servis/cinnost-i-orsec-u/axis-17-let-od-predstaveni-1-ip-kamery_317-1754/?pg317=2)
- [4] IP vs. analog kamery a základní pojmy. *Stasanet.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.stasanet.cz/IP-vs-analog-kamery-a-zakladni-pojmy/>
- [5] 10 důvodů pro IP kamery .. aneb co Vám prodejci analogových systémů nechtějí říct. *NetRex* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.netrex.cz/cz/podpora/10-duvodu-pro-ip-kamery/>
- [6] What is a Digital Signal Processor? *Future electronics* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.futureelectronics.com/en/microprocessors/digital-signal-processors.aspx>
- [7] Technologie. *Fotografování* [online]. 2005 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.fotografovani.cz/vybirame/technologie1/k-cemu-slouzi-obrazovy-procesor--151467cz>
- [8] Princip činnosti, typy a komunikační rozhraní IP kamer Zdroj: <http://elektro.tzb-info.cz/10480-princip-cinnosti-typy-a-komunikacni-rozhrani-ip-kamer>. *Tzbinfo* [online]. 2013 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://elektro.tzb-info.cz/10480-princip-cinnosti-typy-a-komunikacni-rozhrani-ip-kamer>
- [9] Vnitřní paměti. *Fi.muni* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.fi.muni.cz/usr/pelikan/ARCHIT/TEXTY/INTPAM.HTML#DRAM/>
- [10] Network camera related terms. *Eye sight* [online]. 2013 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.estcctv.com/profession-news/network-camera-related-terms.html>
- [11] Jak funguje flash paměť, flash disk, paměťová karta? *DataHelp* [online]. 2011 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.zachrana-dat-flash.cz/flash-pameti>

- [12] Stavíme server – 1. část: Preview. *Vseohw.net* [online]. 2007 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://vseohw.net/clanky/slozeni/stavime-server-cast1-preview>
- [13] Servery stavěné na zakázku a stavební bloky skutečných serverů. *Vahal* [online]. 2009 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.vahal.cz/cz/podpora/technicke-okenko/skutecny-server.html>
- [14] Server Hardware Explained (Part 1). *WindowsNetwork.com* [online]. 2011 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.windowsnetworking.com/articles-tutorials/common/Server-Hardware-Explained-Part1.html>
- [15] Whats the Difference Between Server Motherboards and Desktop Motherboards? *Ebay* [online]. 2013 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.ebay.com/gds/Whats-the-Difference-Between-Server-Motherboards-and-Desktop-Motherboards-/10000000177629324/g.html>
- [16] Cesta do hlubin základní desky - vyznejte se v motherboardu. *PCWorld* [online]. 2000 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://pcworld.cz/hardware/cesta-do-hlubin-zakladni-desky-vyznejte-se-v-motherboardu-15988>
- [17] Jak funguje počítač: Procesor aneb K čemu slouží jedna ze základních částí PC? *Objevit.cz* [online]. 2012 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://objevit.cz/jak-funguje-pocitac-procesor-aneb-k-cemu-slouzi-jedna-ze-zakladnich-casti-pc-t8311>
- [18] How to Upgrade a Servers CPU. *Ebay* [online]. 2014 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.ebay.com/gds/How-to-Upgrade-a-Servers-CPU-/10000000177629577/g.html>
- [19] Procesor. *Počítače - Hardware* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://hardware.brych.cz/procesor.php>
- [20] Jak funguje počítač - díl 1. - procesor a paměť. *Levná PC* [online]. 2006 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.levnadc.cz/jak-funguje-pocitac-procesor-pamet.html>
- [21] The Difference Between Server Memory & Desktop Memory. *Levná PC* [online]. 2010 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.brighthouse.com/computing/hardware/articles/85597.aspx>
- [22] Advantages of ECC Memory. *Puget systems* [online]. 2013 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <https://www.pugetsystems.com/labs/articles/Advantages-of-ECC-Memory-520/>

- [23] ECC RAM. *Pctuning* [online]. 2011 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://pctuning.tyden.cz/navody/zaklady-stavba-pc/21468-pct-special-jak-jsem-stavel-domaci-server-1-dil?start=7>
- [24] Jak si vybrat ten nejlepší pevný disk. *Novinky.cz* [online]. 2009 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/internet-a-pc/hardware/182680-jak-si-vybrat-ten-nejlepsi-pevny-disk.html>
- [25] RAID (Redundant Array Of Independent Disks) Definition. *TechTarget* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://searchstorage.techtarget.com/definition/RAID>
- [26] RAID. *Wikipedie* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/RAID>
- [27] RAID 10 Vs RAID 01 (RAID 1+0 Vs RAID 0+1). *The Geek Stuff* [online]. 2011 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.thegeekstuff.com/2011/10/raid10-vs-raid01/>
- [28] LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management II. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2012. ISBN 978-808-7500-194.
- [29] Princip činnosti, typy a komunikační rozhraní IP kamer. *Idb journal* [online]. 2012 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: [http://www.idbjournal.sk/rubriky/prehladove-clanky/princip-cinnosti-typyakomunikacnirozhrani-ip-kamer.html?page\\_id=15814](http://www.idbjournal.sk/rubriky/prehladove-clanky/princip-cinnosti-typyakomunikacnirozhrani-ip-kamer.html?page_id=15814)
- [30] Ethernet. *Zanetah* [online]. 2000 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~zanetah/>
- [31] Standardy síťového hardware. *Site* [online]. 2000 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://site.borec.cz/04%20Standardy%20sitoveho%20hardware.htm>
- [32] Stíněný či nestíněný? *Read.me* [online]. 1997 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: [http://www.arrowecs.cz/web/read\\_me.nsf/04043227a2b0e75ac12565250021ecb0/d607a3fb0c3998c9c125652900374b39?OpenDocument](http://www.arrowecs.cz/web/read_me.nsf/04043227a2b0e75ac12565250021ecb0/d607a3fb0c3998c9c125652900374b39?OpenDocument)
- [33] Kroucená dvoulinka. *Archiv.cz* [online]. 2011 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.earchiv.cz/a96/a644k150.php3>
- [34] ČSN EN 50132-7. Poplachové systémy - CCTV sledovací systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích - Část 7: Pokyny pro aplikaci. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1999.



- [35] Kroucená dvojlinka. *Wikipedie* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.earchiv.cz/a96/a644k150.php3>
- [36] Ethernet. *Síťové hrátky* [online]. 2010 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: [http://www.euro-face.cz/modularte/text\\_cz.asp?id=11](http://www.euro-face.cz/modularte/text_cz.asp?id=11)
- [37] Optická vlákna. *Archiv.cz* [online]. 2011 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.earchiv.cz/a96/a645k150.php3>
- [38] Koaxiální kabely. *Archiv.cz* [online]. 2011 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.earchiv.cz/a96/a643k150.php3>
- [39] Bezdrátové Sítě. *Bezdratovesite* [online]. 2008 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: [http://bezdratovesite.wz.cz/#\\_Toc170470606](http://bezdratovesite.wz.cz/#_Toc170470606)
- [40] IP-adresa. *Zam.opf.slu.cz* [online]. 2001 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://zam.opf.slu.cz/botlik/CD-0x/6.html>
- [41] KUROSE, James F a Keith W ROSS. Počítačové sítě. 1. vyd. V Brně: Computer Press, 2014, 622 s. ISBN 978-80-251-3825-0.
- [42] Protokol TCP/IP a univerzitní síť (1). *ÚVT MU zpravodaj* [online]. 2011 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://ics.muni.cz/bulletin/articles/398.html>
- [43] Network technologies. *Axis* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.axis.com/cz/cs/learning/web-articles/technical-guide-to-network-video/internet-communication>
- [44] Síťová bezpečnost v IP kamerových systémech. *ICT security* [online]. 2010 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.ictsecurity.cz/odborne-clanky/sitova-bezpecnost-v-ip-kamerovych-systemech.html>
- [45] Komprimační formáty a přenosová rychlost. *Stasanet.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.ictsecurity.cz/odborne-clanky/sitova-bezpecnost-v-ip-kamerovych-systemech.html>
- [46] DUFOUR, Jean-Yves. Intelligent video surveillance systems. 1st pub. London: ISTE, 2013, xviii, 322 s. ISBN 978-1-84821-433-0.
- [47] Kompresie obrazu používané IP kamerami. *Koukaam* [online]. 2005 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: [http://www.koukaam.se/kkm/readarticle.php?article\\_id=1269](http://www.koukaam.se/kkm/readarticle.php?article_id=1269)

- [48] NILSSON, Fredrik. Intelligent network video: understanding modern video surveillance systems. Boca Raton: CRC Press, c2009, xxxi, 389 s. ISBN 978-1-4200-6156-7.
- [49] ČSN EN 50132-5. Poplachové systémy - CCTV sledovací systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích - Část 5: Přenos videosignálu. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2002.
- [50] ČSN EN 50132-1. Poplachové systémy - CCTV sledovací systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích - Část 1: Systémové požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- [51] Videoanalýza. *Ipkamerovysystem* [online]. 2013 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.ipkamerovysystem.cz/videoanalyza.php>
- [52] Focus your attention. *Bosch* [online]. 2008 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: [http://stnsous.resource.bosch.com/media/en/us\\_product\\_test/04\\_customer\\_service\\_1/02\\_contact\\_8/doc\\_25/commercial\\_brochure\\_enus\\_1558886539\\_iva.pdf](http://stnsous.resource.bosch.com/media/en/us_product_test/04_customer_service_1/02_contact_8/doc_25/commercial_brochure_enus_1558886539_iva.pdf)
- [53] CPU Benchmarks. *PassMark* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: [http://www.cpubenchmark.net/cpu\\_test\\_info.html](http://www.cpubenchmark.net/cpu_test_info.html)
- [54] FLOPS, FLOP, FP nebo flop/s: Jak je to správně? *FLOPS* [online]. 2010 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.flops.cz/flops-flop-fp-nebo-flops-jak-je-to-spravne>
- [55] HW calculator. *NetworkOptix* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://networkoptix.com/calculator/#/>
- [56] Camera Helper. *TRENDnet* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://trendnet.com/products/camerahelper/>
- [57] Hardware & Storage Calculator. *OnSSI* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://onssi.com/hardware-storage-calculator/>
- [58] PLATFORMS CALCULATOR. *Axxon* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <https://sale.axxonsoft.com/calc/calculator.jsf>
- [59] Hardware Calculator - Beta. *Aimetis* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.aimetis.com/Support/HardwareCalculator.aspx>
- [60] Bandwidth and Storage Calculator. *StarDot* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.stardot.com/bandwidth-and-storage-calculator>

- [61] Storage, network calculator. *SecurityHive* [online]. 2013 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.securityhive.info/camera/storagenetworkcalc1.php>
- [62] Axis Design Tool. *Axis* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: [http://origin-www.axis.com/en/products/video/design\\_tool/v2/](http://origin-www.axis.com/en/products/video/design_tool/v2/)
- [63] Configuration Calculator. *ExacqVision* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <https://exacq.com/config/>
- [64] CPU Performance Comparison. *PassMark* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: [http://www.cpubenchmark.net/compare.php?cmp\[\]=2358&cmp\[\]=1234](http://www.cpubenchmark.net/compare.php?cmp[]=2358&cmp[]=1234)
- [65] RAID CALCULATOR | RAID DISK SPACE UTILIZATION CALCULATOR | SERVETHEHOME. *STH* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.servethehome.com/raid-calculator/>
- [66] Rackmount-сервер DELL PowerEdge R730xd, Intel Xeon E5-2609 v3. *Softline* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://store.softline.ru/catalog-hardware/servers/rackmount-servers/dell/r730xd-1-0024375/>
- [67] Dislokace budovy U5. *UTB* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.utb.cz/fai/o-fakulte-fai/dislokace>
- [68] TP-Link MC200CM. *Martblue.com* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.martblue.com/product/tp-link-mc200cm-in-lahore-pakistan>
- [69] LINKSYS SRW2016 16-PORT 10/100/1000 GIGABIT SWITCH WITH WEBVIEW. *ZDTronic* [online]. 2008 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.zdtronic.com/NETWORKING/LINKSYS-NETWORKING/LINKSYS-SRW2016-16-PORT-10-100-1000-GIGABIT-SWITCH-WITH-WEBVIEW.html>
- [70] Injektor PoE. *TP-link* [online]. 2014 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://cz.tp-link.com/products/details/?model=TL-POE150S#down>
- [71] Cisco WS-C2960S-48TS-L, 48xGigE, 4x SFP. *E computers* [online]. 2014 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.eo.cz/SC51551638-cisco-ws-c2960s-48ts-l.html>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

ALU	Aritmeticko-logická jednotka
BTSM	Bezpečnostní technologie, systémy a management
CPU	Centrální procesorová jednotka
DRAM	Dynamic Random Access Memory
ECC	Error Checking and Correcting
FAI	Fakulta aplikovatelné informatiky
FLOPS	Floating-point Operations per Second
HDD	Pevný disk
HW	Hardware
PoE	Power over Ethernet
RAID	Vícenásobné diskové pole nezávislých disků
RAM	Random Access Memory
SW	Software
UTB	Univerzita Tomáše Bati
VMS	Video Management Software
VPN	Virtuální privátní síť
VSS	Kamerový dohledový systém
VTP-ICT	Vědeckotechnický park – Informační a komunikační technologie

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. RAID 0 (prokládání) [26] .....	19
Obr. 2. RAID 5 [26].....	20
Obr. 3. RAID 1 [26].....	20
Obr. 4. RAID 6 [26].....	21
Obr. 5. RAID 01 [26].....	21
Obr. 6. RAID 10 [26].....	22
Obr. 7. Schéma výpočetního hardwaru.....	22
Obr. 8. Kroucená dvojlinka [36].....	26
Obr. 9. Optické vlákno [36].....	27
Obr. 10. Koaxiální kabel [36] .....	28
Obr. 11. Schéma síťového hardwaru .....	36
Obr. 12. Decentralizovaný způsob [52] .....	41
Obr. 13. Centralizovaný způsob [52].....	41
Obr. 14. Spojitost procesů VSS .....	45
Obr. 15. Kalkulačka Network Optix [55] .....	48
Obr. 16. Kalkulačka TRENDnet [56] .....	49
Obr. 17. Kalkulačka OnSSI [57].....	50
Obr. 18. Kalkulačka Axxon [58] .....	51
Obr. 19. Kalkulačka Aimetis [59].....	52
Obr. 20. Kalkulačka StarDot [60].....	53
Obr. 21. Kalkulačka SecurityHive [61] .....	54
Obr. 22. Kalkulačka Axis [62].....	55
Obr. 23. Kalkulačka exacqVision [63] .....	56
Obr. 24. Benchmarky procesorů organizace PassMark [64] .....	65
Obr. 25. RAID kalkulačka [65] .....	66
Obr. 26. Porovnání sestavy serveru s výpočetními nároky [56].....	67
Obr. 27. HW požadavky varianty č. 2 [59].....	68
Obr. 28. HW požadavky varianty č. 3 [59].....	69
Obr. 29. PowerEdge R730xd [66] .....	71
Obr. 30. Schéma druhého podlaží FAI UTB [67].....	73
Obr. 31. Kalkulace síťových požadavků laboratoře [62].....	73
Obr. 32. TP-Link MC200CM [68].....	74

---

Obr. 33. Schéma síťové komunikace.....	76
Obr. 34. Cisco SRW2016 [69].....	77
Obr. 35. TL-POE150S [70].....	78
Obr. 36. Cisco WS-C2960S-48TS-L [71] .....	79

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1. Standardy Ethernetu [31].....	24
Tab. 2. Typy kroucené dvojlinky [32] .....	25
Tab. 3. Kategorie kroucené dvojlinky [35].....	26
Tab. 4. Standardy WiFi [39] .....	29
Tab. 5. Třídy IP adres [40].....	30
Tab. 6. Vyčleněný rozsah IP adres [40].....	31
Tab. 7. Přehled protokolů [43].....	32
Tab. 8. Komprimační poměry .....	39
Tab. 9. Nároky na šířku pásma přenosové cesty [45].....	39
Tab. 10. Předpony FLOPS [54] .....	44
Tab. 11. Porovnání výsledků kalkulaček .....	50
Tab. 12. SWOT analýza možnosti – server v laboratoři.....	59
Tab. 13. SWOT analýza možnosti – virtualizace serveru.....	60
Tab. 14. SWOT analýza možnosti – server v serverovně.....	61
Tab. 15. Multikriteriální analýza HW provozních požadavků .....	61
Tab. 16. Parametry serveru .....	63
Tab. 17. Srovnání procesorů .....	64
Tab. 18. Parametry PowerEdge R730xd.....	71
Tab. 19. Parametry TP-Link MC200CM.....	74
Tab. 20. Parametry Cisco SRW2016 .....	77
Tab. 21. Parametry TL-POE150S.....	78
Tab. 22. Parametry Cisco WS-C2960S-48TS-L.....	79
Tab. 23. Finanční požadavky 1. varianty.....	81
Tab. 24. Finanční požadavky 2. varianty.....	81
Tab. 25. Finanční požadavky 3. varianty.....	82
Tab. 26. Výhodnost variant.....	83