

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**

**Přírodovědecká fakulta**



**Komplexní návrh surveillance systému  
u malých a středních firem**

Bakalářská práce

**Jan Vosejпка**

Vedoucí práce: Ing. Rudolf Vohnout Ph.D.

České Budějovice

## ZADÁVACÍ PROTOKOL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Student: Jan VOSEJPKA**  
(jméno, příjmení, tituly)

**Obor – zaměření studia:** Aplikovaná Informatika – Bezpečnost a sítě

**Katedra:** Ústav aplikované informatiky

**Školitel:** Rudolf Vohnout, Ing., Ph.D.  
(jméno, příjmení, tituly, u externího š. název a adresa pracoviště, telefon, fax, e-mail)

**Garant z PŘF:** .....  
(jméno, příjmení, tituly, katedra – jen v případě externího školitele)

**Školitel – specialista, konzultant:** .....  
(jméno, příjmení, tituly, u externího š. název a adresa pracoviště, telefon, fax, e-mail)

**Téma bakalářské práce:** Komplexní návrh surveillance systému u malých a středních firem

Cíle práce:

Hlavní cíl práce:

- Navrhnout optimální rozmístění kamer a dalších bezpečnostních prvků s využitím multikriteriální analýzy.

Úkoly v rámci teoretické části práce:

- Analyzovat typy kamerových systémů.
- Provést Cost-Benefit analýzu navrhovaného řešení.


Popis práce:

Systemy fyzického zabezpečení hrají u malých a středních firem velkou roli, především pak u firem výrobně orientovaných. Do této skupiny lze také řadit systémy, které s ohledem na úroveň zabezpečení dané oblasti, využívají v různé míře, kamer, pohybových čidel či dalších bezpečnostních prvků, souhrnně nazývaných surveillance systém. Cílem této práce je na v prostředí vybraného MSP takovou komplexní analýzu provést a s využitím aparátu multikriteriální analýzy navrhnout doporučenou variantu zabezpečení s přihlédnutím k výsledkům předtím provedené CBA.

Základní doporučená literatura:

NILSSON Fredrik: *Intelligent Network Video: Understanding Modern Video Surveillance Systems, Second Edition 2nd Edition*. CRC Press; 2 edition November 21, 2016. 388 stran.  
ISBN: 978-1466555211

Financování práce:.....

Vedoucí práce: Rudolf Vohnout ..... podpis : 


U externích vedoucích fakultní garant práce..... podpis : .....

Garant oboru bak.. studia (nepožaduje se u zaměření „příprava na mag. studium biologie)  
..... podpis : .....

Vedoucí katedry: Libor Dostálek ..... podpis 

Případný souhlas vedoucího ústavu AV ..... podpis : .....

V Českých Budějovicích dne 5.2.2019.....

Převzal/a dne 5.2.2018 ..... podpis : 

## **Bibliografické údaje**

Vosejпка J.: Komplexní návrh surveillance systému u malých a středních firem [Comprehensive design of surveillance system for small and medium -sized companies Bc. Thesis, in Czech.] – 44p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

## **Anotace**

Bakalářská práce se zabývá komplexním návrhem surveillance systému pro malé a střední podniky. Je zde podrobně popsán návrh kamerového systému pro konkrétní firmu. Práce se ve své teoretické části zabývá porovnáním různých druhů kamerových systémů.

## **Annotation**

The bachelor thesis deals with complex design of surveillance system for small and medium enterprises. The thesis contains detailed description of the video surveillance system design for a specific company. Theoretical part of the thesis focuses on comparison of different types of surveillance systems.

## **Klíčová slova**

Surveillance, CCTV – Closed Circuit Television, Analog, Digital, IP – Internet Protocol

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitelů a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, dne: 21. 5. 2020

Podpis:

  
.....

## **Poděkování**

Rád bych zde poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Rudolfovi Vohnoutovi, Ph.D. za jeho rady a čas, který mi věnovali při řešení dané problematiky. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat firmě W a Weinzettl s. r. o. za poskytnuté materiály a bezproblémovou komunikaci.

# Obsah

Úvod .....	1
1 Co je to surveillance systém? („dodělat kapitolu“).....	2
2 Software pro podporu projektování kamerového systému.....	3
2.1 IP Video Systém Design Tool .....	3
3 Druhy kamerových systémů.....	3
3.1 Kamerové systémy s analogovým přenosem signálu .....	4
3.1.1 AHD (Analog High Definition) .....	5
3.2 Kamerové systémy s digitálním přenosem signálu.....	5
3.2.1 HD -SDI kamerové systémy .....	5
3.2.2 HD -TVI (High Definition Transport Video Interface) .....	6
3.2.3 IP kamerový systém .....	6
3.2.5 Druhy IP kamer .....	9
3.2.6 Autonomní kamerové systémy.....	11
3.2.7 Hybridní systémy („Vysvetli podrobněji“) .....	12
3.2.7.1 Analogové + IP kamery.....	12
3.2.7.2 Analogové + HD TVI kamery + IP kamery .....	12
3.2.7.3 Analogové + AHD kamery + IP kamery.....	12
3.3 Porovnání kamerových systémů .....	13
4 Multikriteriální analýza .....	14
4.1 Saatyho metoda.....	14
4.2 Metoda TOPSIS .....	16
5 Cost – Benefit analýza (CBA).....	17
6 Vlastní návrh rozmístění bezpečnostních prvků (dodělat kapitolu).....	18
6.1 Informační údaje o firmě W a Weinzettl s.r.o (dodělat kapitolu).....	19
6.2 Představa majitele firmy .....	19
6.3 Stanovení cílů .....	20
6.4 Výběr kamerového systému: .....	20
6.5 Rozmístění bezpečnostních kamer.....	25
6.6 Případné rozšíření systému .....	34
6.7 Možné potíže.....	35
6.8. Topologie sítě .....	36
6.9 Vzdálený přístup a údržba .....	36
7 Cost – Benefit analýza návrhového řešení (predelat).....	37
8 Závěr (propojení na alarm, dodělat podle jiné).....	38

9 Literatura .....	41
Seznam obrázků.....	44



## Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou surveillance u malých a středních firem, které hrají u těchto organizací velkou roli. Úrovně zabezpečení se mohou velice lišit v důsledku úrovně zabezpečené oblasti. Nejvíce se budou lišit počtem bezpečnostních zařízení, jako jsou kamery, pohybová čidla, alarmy či další bezpečnostní prvky, které se nazývají surveillance systém. K dané problematice jsem se dostal oslovením jedné střední firmy WaWeinzettl, s. r. o, ve kterém jsem jako student střední školy vykonával odbornou praxi v oboru informačních technologií. Firma mě požádala, jestli bych nemohl navrhnout kamerový systém a bezpečnostní prvky v celém prostoru firmy při zachování příznivého poměru cena / výkon. Kamerový systém bude sloužit k monitorování vnitřních a zejména vnějších prostor firmy. Tímto má zabránit poškození či ztrátě firemního majetku.

Cílem práce je komplexní návrh surveillance v dané firmě z hlediska rozmístění kamer, pohybových čidel s využitím multikriteriální analýzy, a hlavně přihlédnutí k provedené Cost -Benefit analýze navrhnutého řešení.

# 1 Co je to surveillance systém?

Surveillance neboli sledování subjektů je způsob sledování lidí, dopravy, sportu a všeho, co může být monitorováno. Pro sledování se může používat mnoho typů elektronických zařízení. Nejčastěji však kamery, ať už to k vizuálnímu pozorování nebo se záznamem. První síťová kamera byla poprvé použita v roce 1996 a jednalo se o kameru AXIS 200, která dokázal snímat jeden snímek za vteřinu. Ten též rok byly zavedeny první kamerové systémy pro bezpečnostní účely, které fungovaly na 10 Mbitových sítích, a zavedení videorekordéru bylo nemyslitelné. O čtyři roky vývoj poskočil na 100 Mbit a bezpečnostní zařízení dokázali snímat již 30 snímků za sekundu. V roce 2007 pokrok umožňoval používat 48 -portový přepínač umožňující gigabitový výkon a měl schopnost streamovat video z tisíce síťových kamer při plné obnovovací frekvenci. Díky otevřené platformě v IT průmyslu začali nezávislé společnosti vytvářet aplikace pro správu videí a začali se objevovat v Dánsku, Japonsku, Kanadě Německu, Spojených státech a Španělsku, skoro po celém světě se rozjela nová kategorie trhu.

Dnes se systém tak rozšířil, že například systém založený na IP může pojmout tisíce nebo i desetitisíce kamerových zařízení v jednom integrovaném systému. Dva milióny analogových kamer jsou v Londýně a dalších 15 miliónů v USA. Takové množství kamer nelze sledovat. Jeden výzkum poukazuje na to, že i operátorovi po 20 minutách sledování čtyř monitorů budou chybět důležité události. Proto monitorovací systémy mohou provádět správu videí a kamerových zařízení a umí upozornit provozovatele na určité typy událostí, jako třeba narušení určitých prostor, manipulování s kamerou, spočítání počtu osob v určité oblasti a spousta dalšího. Inteligentní video systémy se stanou rozšířenější, užitečnější a prospěšnější [1].

Pro sledování subjektů se také používají GPS lokátory ke zjištění polohy, pořizování fotografií, odposlouchávání pomocí štěnic a v neposlední řadě, internetové sledování, které se každým rokem vyvíjí a kyberútočníci hledají nové cesty a způsoby, jak sledovat osoby, aniž by o tom tušili. Rozhodně můžeme zařadit sledování neboli „stalking“ fyzickými osobami, jako známe například z akčních filmů, tyto způsoby jsou však v některých ohledech již minulostí. Také se využívá v lékařství, kde monitoruje zdravotní stav pacientů.

Používá se z několika důvodů, ten nejdůležitější je v rámci zachování bezpečnosti sledovaných objektů, kde se však musí striktně dbát na to, aby systém nenarušoval soukromí sledovaných osob a podmínky ochrany osobních údajů GDPR.

GDPR (General Data Protection Regulation) platí pro všechny, kteří jakýkoliv způsobem zpracovávají nebo shromažďují veškeré osobní údaje obyvatelů Evropské unie. Platí samozřejmě pro všechny jednotlivce, instituce, firmy, společnosti. Výjimku nemají ani bankovní instituce, zdravotnictví, veřejná správa nebo e-shopy. V České Republice tento zákon platí od 25. května 2018 a musí se striktně dodržovat, protože porušení je trestáno vysokými pokutami. A protože mezi osobní údaje patří i fotografický záznam, musí všechna kritéria splňovat i kamerový systém.

## 2 Software pro podporu projektování kamerového systému

V dnešním světě si již nedokážeme svět bez moderních technologií představit, a proto také existují moderní softwarové nástroje pro vytvoření a podporu projektování kamerového systému. Tato bakalářská práce využívá jeden z nich, jehož název je IP Video Systém Design Tool od společnosti JVSG [3].



Obr. 2.1 Logo firmy JVSG [3]

### 2.1 IP Video Systém Design Tool

Jedná se o unikátní software pro návrh kamerového systému od firmy JVSG. Tento program disponuje mnoha funkcemi. V tomto programu lze provést kontrolu záběru, odstranění mrtvé zóny v záběru, a to dokonce i 3D model. Dále také zjistit požadovanou kapacitu síťové propustnosti, která samozřejmě závisí na množství a typu IP kamer. Tento nástroj nám také sdělí požadované místo na disku, které bude zapotřebí pro záznam videa či obrazu z kamer a v neposlední řadě lze do něj nahrát plánky či fotografie dané budovy.

## 3 Druhy kamerových systémů

V této kapitole se budeme zabývat druhy kamerových systémů. Kamerový systém neboli CCTV (Closed Circuit Television, uzavřený televizní okruh) se ve většině případů skládá z kamer, hardwarového vybavení (HDD, zobrazovací zařízení) a software.

V některých případech ho lze rozšířit o reproduktory či mikrofony. Následně si ukážeme, jaké druhy kamerových systému existují, jaké mají výhody a nevýhody a zdali jsou kompatibilní mezi sebou.

### **3.1 Kamerové systémy s analogovým přenosem signálu**

První analogový kamerový systém vznikl již na počátku 30. let, kdy se používal pouze pro monitorování průmyslové výroby. V civilizaci se začal používat na přelomu devadesátých let. V tu dobu se ještě nahrávalo na magnetofonové pásky, které pak nahradili digitální DVR (převádí analogový signál na digitální).

Pro CCTV s analogovým signálem se k přenosu používá klasický koaxiální kabel, který je ukončen BNC konektory. U dnešních kamer lze použít klasický UTP kabel. Tento kabel se ze začátku vedl většinou k speciální počítačové kartě, která záznam ukládala na pevný disk. Ale nebyli dostačující, a tak se začala používat samotná záznamová zařízení např.: DVR rekordéry.

V případě použití UTP kabelu je nutné na obou stranách použít měnič videosignálu, takzvané video baluny, který mění videosignálu impedanci na  $100 \Omega$  a také v sobě obsahují filtry na ochranu proti přepětí, filtrace šumu a v neposlední řadě ochranu proti přeslechu. Tyto baluny se rozdělují na aktivní a pasivní. S aktivním balunem lze videosignál vést až do vzdálenosti 1500 m, s pasivním pouze do 400 m. Kdo by ovšem potřeboval ještě větší vzdálenost a trval na analogové technologii, existuje speciální převodník, který lze použít až na vzdálenost 20 km při použití optického vlákna v single módu.

Jak už název napovídá analogové kamerové systémy, využívají analogový videosignál. Analogová technologie neumožňuje přenášet celý video obraz najednou, a tak je tedy přenášena podle normy, který tento formát specifikují. Nejpoužívanější normy jsou NTSC, PAL nebo SECAM. Kvalita videosignálu u běžné bezpečnostní kamery, která je standardizovaná na rozlišení 720 x 576 pixelů ve formátu 4 : 3. U kvalitnějších kamer se pohybujeme u rozlišení 960 x 576 pixelů v dnes používaném formátu 16 : 9 v obou případech se používá komprese H. 264. Mezi výhody těchto kamer patří především rychlé automatické ostření, vysoká citlivost na světlo v nočním režimu nebo profesionální snímání SPZ.

### **3.1.1 AHD (Analog High Definition)**

Tato technologie vznikla díky požadavkům zákazníků na lepší kvalitu obrazu, než nabízí klasické analogové kamery. Používá novější technologii pro přenos analogového video signálu, díky kterému dokáže přenést obraz ve velmi vysokém rozlišení, tím způsobem že odděluje při přenosu C a Y složku signálu a používá přitom vysokofrekvenční analogové filtry. Díky tomu je obraz velmi kvalitní i při zhoršených světelných podmínkách a je také celkem ostřejší díky potlačení barevných interferencí [2]. Rozlišení kamer používající tuto technologii je 1920 x 1080 p při použití 2 Mpx objektivu nebo 2560 x 1440 p na 4.0 Mpx. Nebo lze zakoupit unikátní AHD bezpečnostní kamery s velice velkým rozlišením 2592 x 1944p využívající 5.0 Mpx.

Pro přenos signálu se stará stejně jako u běžné analogové technologie klasický koaxiální (při impedanci 75  $\Omega$ ) nebo UTP kabel. Při použití kvalitního koaxiálního kabelu je omezena vzdálenost až na 500 m. Při použití UTP kabelu s měniči signálu (videobaluny) lze dosáhnout vzdálenosti 320 m. Vše se nahrává na DVR rekordéry, které podporují AHD technologii. Tyto rekordéry využívají stejnou kompresi dat, jako klasický analogový systém, H. 264. Ale na rozdíl od klasických DVR je lze prostřednictvím ethernet konektoru připojit do sítě a využívat vzdálenou správu z PC či mobilního telefonu. Jediná výhrada k AHD DVR rekordérům, je nezbytnost osazovat video vstupy vždy po dvojicích stejným typem signálu [2].

## **3.2 Kamerové systémy s digitálním přenosem signálu**

Tato technologie se řadí mezi novodobé a dalo by se říci, že nemají žádné teoretické omezení maximálního rozlišení obrazu z bezpečnostních kamer. Maximální rozlišení je tedy dáno hardwarem konkrétní kamery. V digitálním přenosu obrazu už nedochází k řádkování obrazu jako u analogového přenosu, ale video obraz putuje kabelem v podobě paketu. To naznačuje, že tento systém pracuje na běžném komunikačním protokolu TCP/IP. Díky němuž lze využít klasickou síťovou infrastrukturu.

### **3.2.1 HD -SDI kamerové systémy**

Jednou z méně známých technologií používající digitální přenos je technologie HD SDI -High Definition Serial Digital Interface, tento druh kamerového systému používá nešifrovaný a nekomprimovaný digitální přenos signálu s kódováním PAL podle standardu

SMPTE 292M. Rozlišení je zde HD 720 p (1280 x 720) nebo FULL HD (1920 x 1080), je podporován jak neprokládaný režim snímání video obrazu 1080 p, tak prokládaný 1080 i. V obou případech se snímkovácí frekvencí 25 snímků za sekundu, v některých případech i 30fps. Při tomto režimu je třeba klást velký důraz na kvalitní přenosovou trasu, protože zde datový tok dosahuje rychlosti až 1,4 Gbit/s a to při frekvenci 750 MHz.

Pro přenos signálu se používají kvalitní koaxiální kabely (75  $\Omega$ ) zakončené BNC konektory jako u běžné analogové technologie. Kvalita kabeláže je zde velmi důležitá, při použití kvalitního koaxiálního kabelu (RG59) je maximální vzdálenost pro přenos toku 100 m. Při vzdálenějších přenosech se musí použít opakovač HD SDI signálu do maximální vzdálenosti 1km. Jako v předchozí technologii, lze využít optické vlákno v single módu do 20 km. Záznam signálu je zde řešený stejně jako u AHD, kdy se pro ukládání používají videorekordéry s harddiskem, které lze vzdáleně spravovat prostřednictvím ethernetového rozhraní 1 Gbps [2].

Nevýhody této technologie jsou vyšší nárok na datové úložiště a velmi vysoké požadavky na hodnotné provedení přenosové trasy s čím jsou spjaté vyšší pořizovací náklady.

### **3.2.2 HD -TVI (High Definition Transport Video Interface)**

HD -TVI technologie je zde od roku 2012 a patří mezi technologie s digitálním přenosem obrazu s vysokým rozlišením (HD, FULL HD) někdy označována jako Turbo HD. Funguje tak, že převádí digitální signál do jednoho modulovaného analogového signálu na nosné frekvenci 21 MHz pro HD rozlišení a 38 MHz pro FULL HD. Díky tomu lze výrazně prodloužit délky přenosové trasy a snížit kapacitu DVR rekordérů [2]. Díky otevřené distribuci HD -TVI čipsetu lze tuto technologii kombinovat s různými výrobci.

Pro přenos signálu se zde používají stejné druhy kabeláže jako u HD -SDI CCTV, ale v případě HD -TVI, lze přenést signál pomocí UTP kabelu za použití měniče videosignálu pouze do vzdálenosti 200 m, v některých případech i do 300 m. Záznam videa je zde stejný jako u předchozích technologií využívající kompresi H. 264. Přejít na tuto metodu lze provést bez nutnosti dalšího školení. Rozhraní DVR rekordéru zůstává stejné [2].

### **3.2.3 IP kamerový systém**

V dnešním světě vývoj klade důraz na co možná největší míru využití digitalizace, za čelem dosažení bezproblémové integrace jednotlivých informačních systémů

do komplexních celků [6]. Pod tyto celky spadají i kamerové systémy a v této kapitole se budeme zabývat právě těmito systémy využívající digitalizaci. IP technologie se řadí mezi novodobé kamerové systémy a někdy je nazývána jako síťová. Obrovskou výhodou oproti analogové technologii je možnost provádět inteligentní video analýzy nebo digitální úpravy obrazu. Mezi tyto inteligentní funkce se například řadí: detekce pohybu, rozpoznávání registračních značek vozidel, počítání osob, rozpoznání lidského obličeje, detekce odložených nebo zmizelých objektů, atd.

Rozlišení přenášeného videa u těchto kamer začíná na 176 x 144 p, ale dnes se nejvíce používají 1280 x 1024 při 1.3 Mpx, 1600 x 1200 nebo 1920 x 1080 i při 2 Mpx, 2048 x 1536 při 3 Mpx, 2560 x 1920 při 5 Mpx [8]. Samozřejmě, že dnes existují i mnohem kvalitnější, například přes 10 Mpx, ale tyto kamery jsou zatím velice drahé a náročné na přenosové trasy. Jak už víme z kapitoly (5.2) signál z těchto kamer je převáděn pomocí TCP paketů, které jsou pak dále šířeny do sítě LAN nebo přímo do internetu. Při použití rozsáhlejších systémů s většími megapixelovými bezpečnostními kamerami je nezbytnost, aby domácí či firemní síť měla propustnost minimálně 1 Gb/s. Což někdy vede k vytvoření samostatného síťového bloku pouze pro sledovací zařízení. Ovšem dnes existuje i bezdrátový přístup. Některé typy IP kamer jsou vybaveny bezdrátovým přístupem, takzvaným WiFi rozhraním. Bezdrátový přístup k sledovacím zařízením je umožněn pomocí pásma 2,4 GHz, 5 GHz, 5,4 GHz, které používají protokoly IEEE 802.11a, IEEE 802.11b a IEEE 802.11g. Pomocí nichž se ušetří spousta nákladů na kabeláž. Nevýhoda je v dosahu, či rušení signálu. V případě tohoto řešení je kladen důraz na upload (odchozí tok), který by měl dosahovat minimálně 1024 Kb/s.

Záznam videa u IP kamer se provádí několika způsoby. První je ukládání na SD kartu integrovanou přímo v těle kamery. Záznam se ve většině případů ukládá na základě plánovače, detekce pohybu, nebo v případě aktivace alarmového vstupu.

Další možnost je ukládat záznam dat na síťové digitální videorekordéry neboli NVR. Jedná se o autonomní síťové záznamové zařízení, která spadají pod triplex zařízení. Umožňují současně záznam obrazu, playback a vzdálený video monitoring přes Internet/LAN. Tyto zařízení lze použít pro ukládání záznamu až pro 32 IP kamer včetně mnoha užitečných funkcí. Například video detekci pohybu, video analytiku, podporu ovládání PTZ, export záznamu na CD/DVD nebo do formátu AVI, elektronický plán objektu (e-map), vyspělé alarmové funkce a spousta dalších.

### 3.2.4 Jak IP kamery fungují

Vše, co je našim okem vnímané jako obraz, je pro kamerový čip světlo o různých vlnových délkách. Tyto údaje poté transformují CMOS (digitální) nebo CCD (analogové) čipy na elektrický náboj, který se akumuluje v světločivých buňkách. K takzvanému vykreslování obrazu dochází při průchodu světla objektivem kamery. Tato kreslicí funkce objektivu se nazývá Modulation Transfer Function (MTF) a popisuje zkreslení obrazu vůči použitým clonovým číslům neboli zoom objektivům.

Kamera také obsahuje infračervený filtr, který se nachází mezi světlocitlivým čipem a objektivem, a obstarává průchod jen ty vlnové délky světla, kterou v dané scéně kamera vyžaduje. Pokud má kamera režim den a noc, je tento filtr polohovatelný. Podle technologie obrazového čipu se zpracovává analogový signál na digitální, který je poté odeslán do obrazového procesoru. Digital Signal Processor (DSP) neboli obrazový procesor zpracovává digitální signál s využitím mnoha funkcí pro zlepšení obrazu. Pak je signál podle využívajícího kompresního algoritmu zkomprimován, aby se snížily nároky na šířku pásma pro další přenos nebo zmenšení potřebné kapacity záznamového zařízení.

Dále si popíšeme části kamery, které jsou používané jen v případě IP kamer. Jedná se o Central Processing Unit (CPU), Flash paměť a Dynamic Random Access Memory (DRAM). Operační paměť společně s procesorem zprostředkovávají okolní komunikaci s dalšími zařízeními. Procesor navíc obstarává všechny operace, jako například nastavení volitelných funkcí či ovládání kamery [6].

Komunikace patří mezi hlavní rysy specifikující pojem IP kamera. Síťová kamera má pokaždé své vestavěné funkce, a hlavně svou vlastní IP adresu, která se stará o síťovou komunikaci. Všechno potřebné pro sledování obrazu prostřednictvím sítě je umístěno v jednotce kamery. Ta obsahuje software pro FTP server, FTP klienta, emailového klienta a web server. Je vybavena logickými vstupy jako například alarm input a výstupy relay output. O veškerou komunikaci se sítí nebo web serverem se stará CPU společně s Flash pamětí a DRAM. Hardware těchto kamer je individuální a liší se pro jednotlivé výrobce.

IP kamera může obsahovat celou řadu konektorů pro datový přenos. Nejčastěji se používá kabel UTP, koaxiální kabel nebo konektor pro umístění antén, které komunikují bezdrátově prostřednictvím WiFi. Dále obsahuje také logické I/O, audio výstup pro připojení externího mikrofону a konektor pro napájení. Napájení je prováděno pomocí technologie



Power over Ethernet (PoE) nebo pro venkovní kamery HiPoE, který používá potřebné vyšší napětí.

Bezdrátové připojení IP kamery se využívá všude, kde je potřeba se vyhnout zásahům do fyzické struktury budovy nebo v případech, které jsou z pohledu projektanta jednodušší. V případě použití bezdrátové technologie je zapotřebí využít bezdrátového přístupového bodu – Wireless Access Point, který je drátově propojený s přepínači a s ostatními prvky bezdrátové sítě. Bezdrátová síť podléhá neustálému rozvoji, za účelem zvýšení spolehlivosti, zvýšení propustnosti, dosahu pokrytí a dosažení vyšších přenosových rychlostí. Proto se dnes využívají standardy IEEE 802.11 založené na protokolu TCP/IP. Mezi nejrozšířenější patří 802.11 a / b / g, každý se liší používaným pásmem a přenosovou rychlostí [6].

#### IEEE 802.11a

U tohoto standardu je využito pásmo 5 GHz a poskytuje 24 Mbps s reálnou propustností na vzdálenost až 30 m ve vnitřních prostorech. Teoretická propustnost činí 54 Mbps.

#### IEEE 802.11b

Nejvíce používaný standard využívají pásma 5,4 GHz a poskytující 5 Mbps s reálnou propustností na vzdálenost až 100 m ve vnějších prostorech. Teoretická propustnost je 11 Mbps.

#### IEEE 802.11g

Využívá přenosovou rychlost srovnatelnou s 802.11b. Používající pásma 2,4 GHz s reálnou propustností 24 Mbps a teoretickou 54 Mbps. Nově se zavádí trend bezdrátového přenosu pomocí nových generací GSM<sup>1</sup>.

### **3.2.5 Druhy IP kamer**

#### **Fixní IP**

Již z názvu lze odvodit, že bude jednat o kamery s pevně stanoveným směrem otáčení bez možnosti vzdáleně měnit směr natočení. Měnit lze pouze fyzickým nastavením dané kamery. Tyto kamery patří mezi běžné a mohou být osazeny různými druhy objektivů, například širokoúhlým, teleobjektivem nebo klasickým [1].

---

<sup>1</sup> Globální Systém pro Mobilní komunikaci



*Obr. 3.2.5.1 ukázka fixní IP kamery [10]*

### **Fixní dome**

Označení „dome“ znamená, že klasická fixní kamera je vybavena takzvaným dom krytem, což je speciální kryt kamery, který vypadá jako kopule. Hlavní výhodou toho provedení je diskretnost a díky neprůhlednosti toho materiálu není zřejmé, které prostory kamera momentálně monitoruje. Nevýhodou je zde nemožnost výměny objektivu, který je součástí kopule. Na druhou stranu obsahují tyto provedení objektiv s variabilní ohniskovou vzdáleností [1].



*Obr. 3.2.5.2 ukázka fixní IP dome kamery [11]*

### **IP PTZ**

IP PTZ kamery jsou vybaveny mechanismem, který umožňuje otáčení a naklání kamery. V překladu zkratka PTZ znamená: P – pohyb po horizontální ose, T – pohyb po vertikální ose a Z – schopnost objektivu s variabilní ohniskovou vzdáleností (zoom). Schopnosti těchto kamer lze ovládat manuálně nebo automaticky, a proto jsou velice využitelné pro zabezpečení jakéhokoliv prostoru. Díky automatickému programovatelnému

polohování, lze na základě dopředu naprogramovatelných drah zabrat velmi široký prostor [1].

### **IP PTZ dome**

Tyto kamery tvoří kombinaci všech nejnovějších technologií a řadí se na vrchol ve světě sledovacích zařízení. Vyznačují se velmi velkým úhlem záběru, a navíc od klasických PTZ mají kopuli, díky které jsou více diskrétní [1].



*Obr. 3.2.5.3 ukázka IP PTZ dome kamera [9]*

### **Mechanické IP PTZ**

Tento druh kamer většinou vyžaduje obsluhu operátora a používají se hlavně pro monitoring vnitřních prostor. Oproti dom nebo nemechanickému provedení nemají žádnou výhodu, a především při větší rychlosti pohybu je nutné využít nadstandardních funkcí [1].

### **Nemechanické IP PTZ**

Výhodou těchto kamer je jednoznačně diskrétnost, která je docílena pomocí neslyšitelnosti veškerých pohybů. Ve většině případů obsahují megapixelové širokoúhlé objekty se zoomem, které dokážou zabrat i celou místnost. Mezi nevýhody patří menší pohybovost v jednotlivých směrech [1].

## **3.2.6 Autonomní kamerové systémy**

Autonomní kamerový systém je většinou omezen na pouze jednu kameru, až na určité výjimky. Tyto systémy nelze v budoucnu rozšiřovat přidáním další kamery. Je možné pouze přikupovat další celé systémy. Záznamové zařízení obsahuje kamera samotná prostřednictvím SD karet, kdy se záznam ukládá v podobě smyčky, proto se mu říká

autonomní. Avšak záznam nemusí být vždy ukryt v kameře, ale na jiném bezpečném místě, z důvodů odcizení a zničení záznamu narušitelem (pachatelem).

### **3.3 Hybridní systémy**

Hybridní kamerové systémy jsou výhodné z hlediska kombinace různých systémů, které používají pouze jedno záznamové zařízení. Toto zařízení však musí podporovat používané systémy [2]. Za hybridní systém můžeme považovat kombinaci TVI technologie, AHD technologie a IP technologie. Díky standartu Network Video Interface Forum (ONVIF), který je zaměřen na sjednocení přenosu videa, audio streamů, komprese, PTZ ovládání, kontrolních a konfiguračních postupů, poplachových výstupů a vstupů. V dnešní době ONVIF sjednocuje víc jak 500 firem, kteří mají v nabídce více jak 3200 kompatibilních zařízení. Proto je velmi důležité pro hybridní systémy, aby podporovali ONVIF standart.

#### **3.3.1 Analogové + IP kamery**

Mezi nejčastější kombinace patří analogové a IP kamery. Analogové kamery se zde využívají díky lepšímu zvládnutí tmavých scén a IP kamery, které disponují vysokým rozlišením. Většinou se k IP systému připojují jedna nebo dvě analogové sledovací zařízení. Pro tato použití existují videorekordéry určené pro 8 analogových kamer, které lze rozšířit až čtyřmi IP kamery. Nebo typ určený pro 16 analogových kamer rozšířitelný až o 8 IP kamer [2].

#### **3.3.2 Analogové + HD TVI kamery + IP kamery**

Tento systém se řadí mezi tribridní systémy a spolupracuje se 3 technologiemi. Pro tyto systémy lze zakoupit speciální tribridní rekordér. Lze také zakoupit hybridní, který podporuje HD TVI + analog a aktualizovat ho pomocí nového firmwaru, který nahraje podporu IP kamer [2].

#### **3.3.3 Analogové + AHD kamery + IP kamery**

Tato kombinace pracuje na stejném principu jako Analog + HD TVI + IP. Tyto videorekordéry sami dokážou rozlišit typ připojené kamery [2].

### 3.4 Porovnání kamerových systémů

Pokud bychom porovnávali analogové a digitální systémy lze usoudit, že nejlepšími parametry a vlastnostmi disponují digitální IP kamerové systémy na úkor pořizovací ceny. Na druhou stranu disponují kvalitnějším obrazem a lze je velice snadno rozšířit o další bezpečnostní prvky. Analýza nebo monitorování záznamu je zprostředkováno softwarově, a jsou již integrovány v kameře, na rozdíl oproti analogových systému, kdy se musí přikupovat. Lze prohlásit, že údržba, náklady na provoz nebo designové variace pro různé účely jsou obdobné.

Specifikace	Analog	AHD	HD-SDI	HD-TVI	IP
Kvalita obrazu	Nízká	Střední	Vysoká	Vysoká	Vysoká
Rozlišení	Až 960 x 576	Až 1280 x 720	Až 1920 x 1080	Až 1920 x 1080	Až 2560 x 1920
Počet snímků za sekundu	25 fps	12 fps	25 fps	12/25 fps	25 fps
Přenos audia	NE	ANO	NE	ANO	ANO
Přenos ovládání	NE	ANO	NE	ANO	ANO
Přenosová vzdálenost	300 m K 1500 m UTP	Až 500 m K 320 m UTP	Až 150 m K	Až 500 m K 200 m UTP	100 m UTP
Nároky na kvalitní přenosové trasy	Nízké	Střední	Vysoké	Nízké	Vysoké

K -koaxiální kabel

UTP -s aktivním / pasivním převodníkem

## 4 Multikriteriální analýza

V této bakalářské práci používám výsledky multikriteriální analýzy pro správný výběr kamerového systému. Co to vlastně je multikriteriální neboli vícekriteriální analýza?

Tento druh analýzy se především používá pro vyhovující rozhodnutí při složitých rozhodovacích situacích, kdy nejlepší řešení není poznat na první pohled. Určuje se vždy ze souboru potenciálních variant, kdy optimální varianta je rozhodnuta podle preferencí a postoje rozhodovatele. Model vícekriteriální analýzy se skládá z:

- kritérií hodnocení = podle čeho se rozhodujeme
- kritériální matice
- varianty = možnosti
- váhy kritérií = jak je které kritérium důležité
- subjektu a objektu rozhodování
- cíle rozhodování
- varianty rozhodování a jejich důsledky
- stavy světa

Existuje spousta druhů těchto analýz, které se liší použitou metodou pro hodnocení variant, například: bodovací, disjunktivní, konjunktivní, lexikografická, permutační, pořadí, postupné substituce, vážného součtu, bazické varianty, AHP, ELECTRE, ORESTE, PRIAM, PROMETHEE, Saatyho, TOPSIS. Pro kritéria rozhodování a stanovení jejich vah se používá metoda pořadí, bodovací, Fullerova a Saatyho [19]. V této práci je použita Saatyho metoda a metoda TOPSIS.

### 4.1 Saatyho metoda

Saatyho metoda kvantitativního párového porovnání slouží k určení vah kritérií pomocí expertního hodnocení. Jde o metodu kvantitativního párového porovnávání kritérií. Kritéria se sestaví do tabulky, v jejíchž řádcích a sloupcích jsou zanesena kritéria ve stejném pořadí. Pro hodnocení párových porovnání kritérií se používá 9-ti bodové stupnice. Patří mezi složitější varianty, ale za to ukazuje rozdíly mezi objekty [19].

Tabulka 1: Saatyho bodová stupnice hodnocení kritérií

Počet bodů	Význam
1	Kritéria jsou stejně významná
3	i-té kritérium je slabě významnější než j-té
5	i-té kritérium je dosti významnější než j-té
7	i-té kritérium je prokazatelně významnější než j-té
9	i-té kritérium je absolutně významnější než j-té

Tyto hodnoty se zapisují do matice  $S = (s_{ij})$ , kde  $K$  znamená kritérium,  $n$  je počet kritérií a  $s_{ij}$  je prvek matice porovnávající  $i$ -té a  $j$ -té kritérium:

$$S = \begin{array}{c|cccc} & K_1 & K_2 & \dots & K_n \\ \hline K_1 & 1 & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ K_2 & s_{21} & 1 & \dots & s_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & 1 & \dots \\ K_n & s_{n1} & s_{n2} & \dots & 1 \end{array}$$

Jedničky jsou na diagonále matice (kritéria jsou sama sobě rovnocenná), matice je čtvercového řádu  $n \times n$  a je reciproční, to znamená, že  $s = 1/s_{ji}$ .

Elementy matice vyjadřují odhad podílů vah jednotlivých kritérií. Aby matice splňovala konzistentní stav, musí platit  $s_{hj} = s_{hi} \times s_{ij}$  pro všechna  $h, i, j = 1, 2, 3, \dots, n$ . Při velkém množství kritérií se může stát, že matice nebude zcela konzistentní, proto se používá tzv. index konzistence, který definoval Saaty jako:

$$I_s = \frac{l_{\max} - n}{n - 1}$$

Kde  $l_{\max}$  je největší číslo Saatyho matice a  $n$  je počet kritérií. Matici lze považovat za dostatečně konzistentní, pokud platí  $I_s < 0,1$ .

Pro výpočet vah kritérií se používá stejný vzorec jako u metody pořadí, který spočívá v tom, že se kritéria seřadí podle preferencí a zároveň každému kritériu je přiřazeno  $b_i$  bodů podle vztahu  $b_i = n + 1 - i$  kde  $n$  je počet kritérií a  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ . U Saatyho je rozdíl v tom, že  $b_i$  je hodnota geometrického průměru  $i$ -tého řádku Saatyho matice:

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i} \quad b_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n s_{ij}}$$

Tato metoda je obzvláště při velkém počtu kritérií náročná a může se stát nepřehlednou. Pro korektní výpočet je nutné kontrolovat konzistenci Saatyho matice a případně ji upravit takovým způsobem, aby odpovídala podmínkám konzistence.

## 4.2 Metoda TOPSIS

Metodou TOPSIS<sup>1</sup> je použita pro výpočet kompromisní varianty. Tato metoda je postavena na minimalizaci vzdálenosti od ideální varianty a maximalizaci vzdálenosti od bazální varianty. Pro správný výpočet je nezbytné, aby všechna kritéria byla maximalizační, díky tomu jsou minimalizační kritéria upravena podle vztahu  $y_{ij} = -y_{ij}$ . Podstata metody je vytvořit normalizované matice  $R = (r_{ij})$  a vážené normalizované matice  $W = (w_{ij})$  podle vztahů [19]:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m y_{ij}^2}} \text{ kde } i = 1, 2, 3, \dots, m ; j = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$w_{ij} = v_j * r_{ij} \text{ kde } v_j \text{ je váha } j\text{-tého kritéria}$$

Z prvků vážené normalizované matice se určí bazální varianta  $D (d_1, \dots, d_n)$  a ideální varianta  $H (h_1, \dots, h_n)$ . Poté se spočítá vzdálenost jednotlivých variant od ideální varianty ( $d_i^+$ ) a současně vzdálenost od varianty bazální ( $d_i^-$ ):

$$d_i^+ = \sqrt{\sum (w_{ij} - h_j)^2} \quad d_i^- = \sqrt{\sum (w_{ij} - d_j)^2}$$

Nejvhodnější varianta je poté stanovena maximalizací relativního ukazatele vzdálenosti od bazální varianty, jenž se vypočítá podle vztahu:

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}$$

Velice pozitivní výhodou této metody je, že neurčuje pouze nejvhodnější variantu, ale uděluje úplně uspořádání variant podle hodnot relativního ukazatele  $c_i$ .



## 5 Cost – Benefit analýza (CBA)

Cost-Benefit analýza, stejně jako ostatní rozvíjející se metody, se zpočátku aplikovala na veřejné projekty v oblasti vodních projektů. V roce 1936 byl v USA vydán zákon pro kontrolu povodní (The Flood Control Act), kde byl stanoven jednoznačný požadavek, aby u všech projektů, na které se tento zákon vztahoval, byly vzniklé náklady projektu převýšeny jeho užitky. Orgánem, který projekty za federální vládu schvaloval, byl tzv. Sbor inženýrů armády USA (The Army Corp of Engineers).

Protipovodňový zákon stanovil, že kontrola povodní je ve veřejném zájmu. Projekty na jejich kontrolu nejen snižují přímé škody způsobované povodněmi, ale i zvyšují ceny nemovitostí nebo objem zemědělské produkce. Podle autorů Fuguitta a Wilcoxe je tak rok 1936 počátkem, od kterého začaly pro posuzování veřejných projektů být skutečně využívány ekonomické principy. Cost-Benefit analýza se stává důležitým, ne však výhradním nástrojem pro posuzování veřejných projektů [20].

V optimálním případě, kdy je možné ocenit výstupy variant projektu v peněžních jednotkách, je nejvhodnější použít metodu CBA – analýzu nákladů a výnosů. Metoda vzájemně porovnává výstupy jednotlivých variant a zároveň srovnává i výstupy projektu s jejich vstupy. CBA umožňuje vybrat nejen nejefektivnější variantu, ale i posoudit, zda by realizace projektu byla vůbec smysluplná (zda výnosy projektu alespoň vyrovnají jeho náklady), tzn. posuzuje i nulovou investiční variantu. Pro své široké vypovídací schopnosti má v praxi nejrozsáhlejší využití.

Pokud plánovaný rozpočet umožňuje realizaci více než jednoho projektu, pro rozhodnutí, které projekty budou vybrány, je nejdříve nutno posoudit vzájemný vztah uvažovaných projektů. Mohou nastat tři následující situace:

- projekty vzájemně závislé (interdependentní projekty),
- projekty nezávislé a zároveň se vzájemně nevylučující,
- projekty nezávislé a zároveň se vzájemně vylučující,

Projekty vzájemně závislé se navzájem doplňují a rozšiřují primární projekt. Jako příklad lze uvažovat vybudování cyklostezky a její doplnění o síť informačních středisek, které by samy o sobě smysl neměly. Další projekty jsou nezávislé a liší se v tom, zda se vzájemně vylučují, či ne. Příkladem vylučujících projektů může být rozhodování

o alternativách pro umístění určité stavby. Jako ilustraci nekonkurenčních projektů lze použít výstavbu dálnice, kterou lze provést v různé kvalitě a kvantitě v závislosti na rozpočtu [21].

### **Postup CBA (Cost – Benefit analýza)**

Po posouzení vztahu projektu, je nutno zvážit podle jakých kritérií se budeme rozhodovat. V dostupné literatuře 18 jsou zmiňovány tři pravidla pro výběr projektů: • seřazení projektů podle poměru užitků a nákladů projektů a realizace projektů s nejvyšším poměrem užitků a nákladů až do té doby, než je vyčerpán rozpočet • realizace projektů přinášejících největší čistý užitek (rozdíl mezi užitky a náklady) s ohledem na rozpočtové omezení • minimalizace nespotřebované části rozpočtu za předpokladu, že jsou realizovány jen projekty s poměrem užitků a nákladů větším než jedna Aplikace jednotlivých pravidel vede většinou k různým výběrům projektů.

Podle Musgravea je výhodnější dát přednost prvnímu a druhému pravidlu před třetím, protože upřednostňují projekty s vyšším užitkem při nižších nákladech. Volba mezi prvním a druhým pravidlem není jednoznačná, záleží na preferencích investora. Pokud je ohodnocován projekt, který je svou povahou dělitelný<sup>19</sup>, je pro získání kvalitních rozhodovacích podkladů možno využít marginální analýzu. Jejím smyslem je maximalizace užitku při daném rozpočtu. Pokud je rozpočet fixní, rozdělují se dostupné zdroje mezi projekty tak, aby se vzájemně rovnaly mezní užitky. V takové situaci je rozdíl mezi celkovými užitky a náklady nejvyšší. V případě variabilního rozpočtu je možno volně rozšiřovat projekty až do doby, kdy se mezní užitek rovná jedné (další rozšíření projektů by vedlo k celkovému poklesu užitku) [22].

Projekty vzájemně závislé se navzájem doplňují a rozšiřují primární projekt. Jako příklad lze uvažovat vybudování cyklostezky a její doplnění o síť informačních středisek, které by samy o sobě smysl neměly. Další projekty jsou nezávislé a liší se v tom, zda se vzájemně vylučují, či ne. Příkladem vylučujících projektů může být rozhodování o alternativách pro umístění určité stavby. Jako ilustraci nekonkurenčních projektů lze použít výstavbu dálnice, kterou lze provést v různé kvalitě a kvantitě v závislosti na rozpočtu [23].

## **6 Vlastní návrh rozmístění bezpečnostních prvků**

V této kapitole bude rozebráno, jak bude vypadat kompletní návrh celého projektu. Tento návrh je vytvořen podle představ majitele a mého doporučení. Týká se hlavně rozmístění kamer v jednotlivých částech firmy. Ke každé kameře je zdokumentováno

pomocí návrhového program, kde se daná kamera nachází i včetně zorného pole, které je i poukázáno na fotografiích reálného prostředí.

## 6.1 Informační údaje o firmě W a Weinzettl s. r. o

Česká společnost W a Weinzettl, s. r. o, působí na našem trhu již od roku 1993, kdy začali obchodovat a montovat sádkartonové desky značky Rigips. Od roku 1996 je jejich hlavní prioritou prodej interiérových dveří a zárubní, a to hlavně od největšího německého výrobce dveří PRÜM. Provozuje vlastní interiérová centra v Praze, Brně, Ostravě, Táboře a o další distribuci se stará téměř sedmdesát PRÜM partnerů po celé České republice a na Slovensku. Firma má potenciál stát se největším importérem v oblasti prodeje interiérových dveří. Roční obraty společnosti přesahují 100 milionové částky. Sídlo této společnosti se nachází v Soběslavi již od založení podniku. A od roku 2018 společnost začala spolupracovat s německou firmou HÜLSTA, která je výrobcem velice kvalitních designových nábytků, jakou jsou různé skřínky, skříně, stoly, židle, postele nebo i sedací soupravy. Nyní mají již otevřené 4 showroomy v Praze, Brně, Ostravě a Táboře.

Díky neustálému rozšiřování a zkvalitňování služeb a také zlepšení zabezpečení společnost, bude zde proveden návrh zabezpečovacího systému.



Obr. 6.1.1 Logo firmy W a Weinzettl, s.r.o [7]

## 6.2 Představa majitele firmy

Po konzultaci s majitelem firmy jsem byl seznámen s představou majitele o tom, kde a jaké sledovací zařízení by v návrhu mělo být. Domluvili jsme se na šesti kamerách, které by pro bezpečnost podniku byly nejdůležitější. Jedná se zejména o sledování vnější prostor, kde jsou vstupní dveře nebo vrata, protože v této oblasti je největší pohyb cizích osob. V případě monitorování vnitřních prostor se jedná hlavně o místnosti, do kterých se dá vniknout zvenčí, a tak by mohli zachytit případného narušitele. Do těchto prostor se budou také instalovat pohybová čidla, která budou napojena na bezpečnostní alarm. Požadavek majitele byl také na sledování kanceláře s trezorem, aby nedošlo ke ztrátě většího finančního

obnosu. Zdali se budou do návrhu přidávat další sledovací zařízení se ukáže v průběhu návrhu.

### 6.3 Stanovení cílů

Cíl návrhu spočívá v důkladném rozmístění kamer, kterých by mělo být celkem šest. Kamery by měly mít dostatečné rozlišení, aby dokázaly rozpoznat útočníka na nahraném záznamu. Proto se využívají kamery s rozlišením 1080 p a zároveň s možností přisvícení pro zaznamenávání obrazu v noci. Sledovací zařízení by měla spadat do dostupné cenové kategorie, aby celková cena byla, co nejpříjemnější, ale neovlivňovala kvalitu záznamu.

### 6.4 Výběr kamerového systému:

Pro výběr správného kamerového systému jsem vytvořil různé varianty kamerového systému (viz Tabulka 1). Z těchto variant bude pomocí Saatyho matice pro výběr hodnocení jednotlivých kritérií a poté pomocí uspořádání kritériální matice je určena nejlepší a nejvhodnější varianta bezpečnostního kamerového systému. Veškeré varianty mohou fungovat se záznamovým zařízením prostřednictvím sítě LAN.

*Tabulka 1: Seznam variant navrhovaného kamerového systému*

Varianta	Druh bezpečnostních kamer	Analýza obrazu a záznamu
A	6 x Analog kamera	Síťové DVR
B	6 x IP kamera	Integrováno v kameře
C	4 x IP kamera, 2 x Analog kamera	Síťové DVR + Integrováno v kameře
D	4 x IP kamera, 2 x HD -TVI kamera	Síťové DVR + Integrováno v kameře

Soubor kritérií, podle kterého bude proveden výběr nejvhodnějšího bezpečnostního kamerového systému, byl vytvořen s ohledem na pořizovací náklady, jeho montáž a míru doprovázejících funkcí, které jednotlivé sledovací systémy nabízejí.

Tabulka 2: Důležitá kritéria při výběru kamerového systému

Kritérium	Charakter kritéria	Jednotky
<b>Kvalita (rozlišení) obrazu</b>	max	Body
<b>Dostupné funkce</b>	max	Body
<b>Složitost instalace (montáže)</b>	min	Body
<b>Možnosti rozšíření</b>	max	Body
<b>Náklady na pořízení</b>	min	Kč (včetně DPH)
<b>Podpora od výrobce</b>	min	Body

Pro kvalifikaci kritérií Kvalita (rozlišení) obrazu, Dostupné funkce, Složitost instalace (montáže), Možnosti rozšíření, Náklady na pořízení a Podpora od výrobce byla aplikována pětibodá stupnice. Pokud je charakter minimalizační znamená 1 bod nejlepší hodnocení, pokud je charakter kritéria maximalizační znamená 5 bodů nejlepší hodnocení.

Popis jednotlivých kritérií:

- kritérium Kvalita (rozlišení) obrazu – má maximalizační charakter a je hodnocena míra kvality (rozlišení) zaznamenaného obrazu.
- kritérium Dostupné funkce – má maximalizační charakter a je hodnocen podle počtu dostupných funkcí, např. bezpečnostní funkce (pohybová čidla), možnosti obrazu (optický zoom, počet snímku za vteřinu, noční režim), konektivita, atd.
- kritérium Složitost instalace (montáže) – má minimalizační charakter a představuje míru složitosti instalace celého systému do prostoru společnosti
- kritérium Možnosti rozšíření – má maximalizační charakter a je hodnocena jednoduchost upgradu a rozšíření o další bezpečnostní sledovacího systému.
- kritérium Náklady na pořízení – mají minimalizační charakter a jsou formulovány v Kč a obsahují pořizovací cenu kamery s příslušenstvím, DVR rekordér, disk na záznam, kabeláž. Nezahrnuje práci technika, potřebnou pro instalaci.
- kritérium Podpora od výrobce – má minimalizační charakter a udává míru podpory od výrobce (servis) či prodejce použitých zařízení.

V níže uvedené tabulce je zobrazeno bodové ohodnocení kritérií, které zahrnují všechny varianty dle vlastností jednotlivých variant. Uvedené náklady byly vyčísleny podle průměrných cen na trhu v březnu 2020. Pro obodování Kvalita (rozlišení) obrazu, Dostupné

funkce, Možnosti rozšíření a Podpora od výrobce byly vybrány podle určitého výrobku. Položka složitost montáže proběhla formou konzultace kolegy z mého zaměstnání, kteří se zabývají instalací kamerových systémů.

Tabulka 3: Bodové ohodnocení variant

Kritérium/Varianta	A	B	C	D
Kvalita (rozlišení) obrazu	2	5	2	2
Dostupné funkce	4	4	3	3
Složitost instalace (montáže)	4	2	4	3
Možnosti rozšíření	5	5	2	2
Náklady na pořízení	19344	22652	21132	21320
Podpora od výrobce	3	2	4	4

### Stanovení vah jednotlivých kritérií

Váhy kritérií byly nastaveny dle požadavků majitele firmy a mého doporučení. Nejdůležitějším kritériem byly stanoveny Náklady na pořízení, kritérium Dostupné funkce jako druhé nejdůležitější, jako třetí Kvalita obrazu, čtvrté kritérium Možnost rozšíření, páté kritérium Složitost instalace a nejméně důležité kritérium Podpora od výrobce.

Vzorec pro SAATYHO MATICI

$$s_{ij} = \frac{1}{s_{ji}}$$

Tabulka 4: Tabulka s výpočty Saatyho matice

	Kvalita (rozlišení) obrazu	Dostupné funkce	Složitost instalace (montáže)	Možnosti rozšíření	Náklady na pořízení	Podpora od výrobce
Kvalita (rozlišení) obrazu	1	0,111111111	0,333333333	0,142857143	0,142857143	0,2000
Dostupné funkce	9	1	0,333333333	0,111111111	0,111111111	0,3333333
Složitost instalace (montáže)	3	3	1	0,111111111	0,111111111	0,2000
Možnosti rozšíření	7	9	9	1	0,142857143	0,3333333
Náklady na pořízení	7	9	9	7	1	0,3333333
Podpora od výrobce	5	3	5	3	3	1

Tabulka 5: Výpočty vah jednotlivých kritérií

Kriterium	Hodnota $b_i$	Váhy kritérií $v_i$
Kvalita (rozlišení) obrazu	0,2308049	0,024955
Dostupné funkce	0,480749857	0,051979
Složitost instalace (montáže)	0,530230348	0,057329
Možnosti rozšíření	1,732050808	0,187271
Náklady na pořízení	3,313294	0,358237
Podpora od výrobce	2,961765219	0,320229

1. Dopočítáme řádek „odmocnina ze sumy y na druhou“
2. Dopočítáme hodnoty tabulky podle vzorce:

$$w = \frac{\text{původní hodnota}}{\sqrt{\sum y^2}} * \sqrt{}$$

3. Určit ideální variantu (H) a bazální variantu (D)
4. Vypočítáme sloupec d + podle vzorce:

$$d^+ = \sqrt{\sum (w - H)^2}$$

5. Vypočítat sloupec d- podle vzorce:

$$d = \sqrt{\sum (w - D)^2}$$

6. Vypočítat c podle vzorce:

$$c = \frac{d^-}{d^- + d^+}$$

7. Vybrat kompromisní variantu (největší číslo)

$$\sqrt{\sum y_{ij}^2}$$

- zohlednění vah kritérií v normalizované matici  $W_{ij} = r_{ij} * v_j$

VARIANTY CCTV SYSTÉMU	Kvalita (rozlišení) obrazu	Dostupné funkce	Složitost instalace (montáže)	Možnosti rozšíření	Náklady na pořízení	Podpora od výrobce
A	0,008205108	0,029403857	0,034184439	0,122949504	0,163863863	0,1432108
B	0,02051277	0,029403857	0,01709222	0,122949504	0,191886075	0,095473867
C	0,008205108	0,022052893	0,034184439	0,049179801	0,179010089	0,190947734
D	0,008205108	0,022052893	0,025638329	0,049179801	0,180602645	0,190947734
POVAHA KRITÉRIA	MAX	MAX	MIN	MAX	MIN	MIN
$\sqrt{\sum y_{ij}^2}$	6,08276253	7,071067812	6,708203932	7,615773106	42289,56448	6,708203932

- bazální a ideální hodnoty kritérií -> stanovení ideální (H)  
a bazální (D) varianty

	Kvalita (rozlišení) obrazu	Dostupné funkce	Složitost instalace (montáže)	Možnosti rozšíření	Náklady na pořízení	Podpora od výrobce
H	0,008205108	0,029403857	0,01709222	0,122949504	0,163863863	0,095473867
D	0,008205108	0,022052893	0,034184439	0,049179801	0,191886075	0,190947734



## Výpočet kompromisní varianty metodou TOPSIS

- výpočet vzdáleností všech variant od ideální varianty

$$d_i^+ = \sqrt{\sum(w_{ij} - h_j)^2}$$

- výpočet vzdáleností všech variant od bazální varianty

$$d_i^- = \sqrt{\sum(w_{ij} - d_j)^2}$$

- stanovení relativní vzdálenosti variant od bazální varianty  $c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}$

Tabulka 9: Výsledné skóre jednotlivých variant

VARIANTY KAMEROVÉHO SYSTÉMU	d +	d -	c	Pořadí variant kamerového systému
A	0,050704623	0,0925206	1,917218526	2
B	0,030605929	0,1226984	4,131671885	1
C	0,123015515	0,0141546	0,129217838	4
D	0,122329423	0,0141546	0,129863177	3

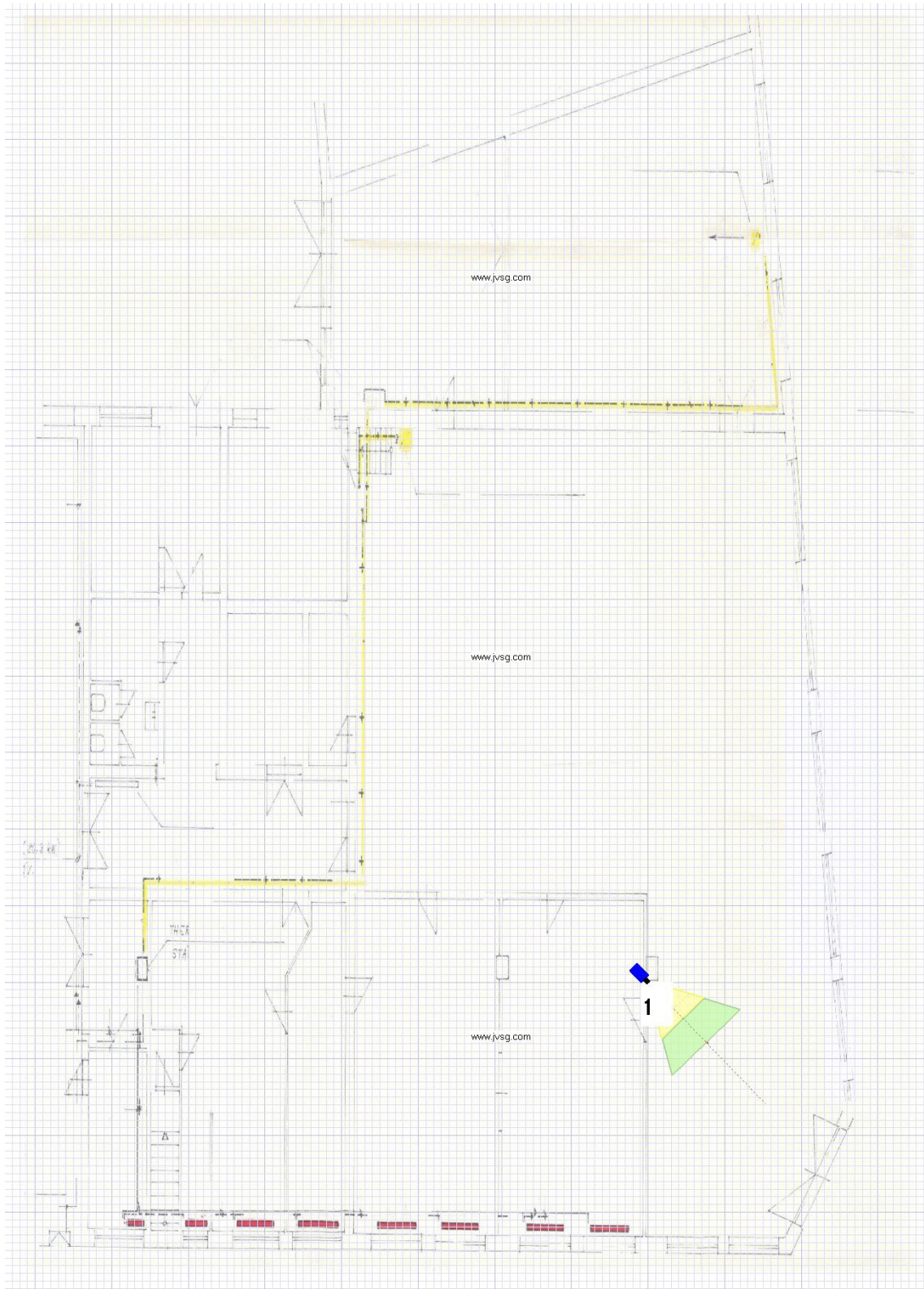
Dle tabulky s výslednými údaji můžeme říci, že kompromisní variantou je kamerový systém B.

## 6.5 Rozmístění bezpečnostních kamer

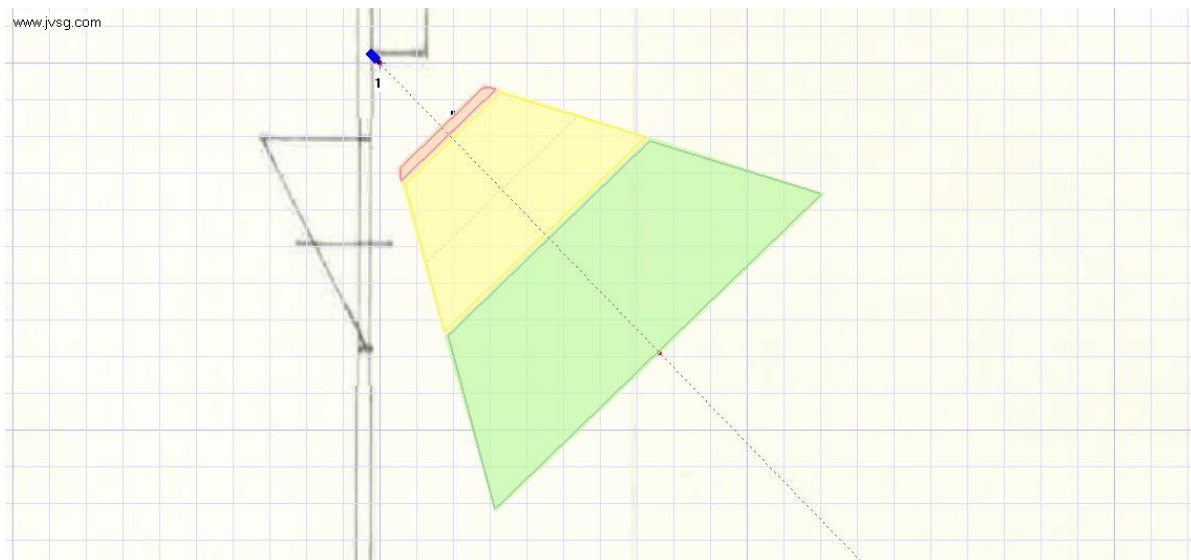
Kamery musí být rozmístěné takovým způsobem, aby nepřekáželi při práci zaměstnancům firmy, nepovolili případným narušitelům jejich fyzické poškození a nepadli do oka narušitele jako první. Proto všechny kamery umístěné venku budou instalována do výšky 4 metrů a všechny vnitřní 20 cm od stropu.

### 6.5.1 Kamera č. 1

Kamera č. 1 bude monitorovat hlavní vchod zevnitř na západní straně budovy, který využívají administrativní zaměstnanci, partneři, kurýrní služby a případní zákazníci.



Obr. 6.5.1.1 Umístění kamery č. 1



*Obr. 6.5.1.2 Detail umístění kamery č. 1*

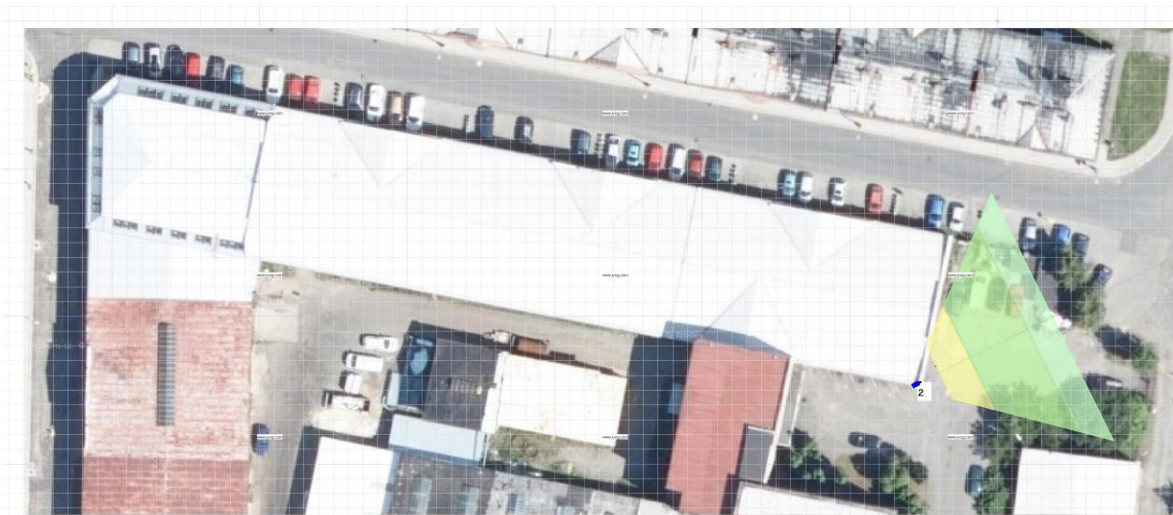


*Obr. 6.5.1.3 Pohled z kamery č. 1*

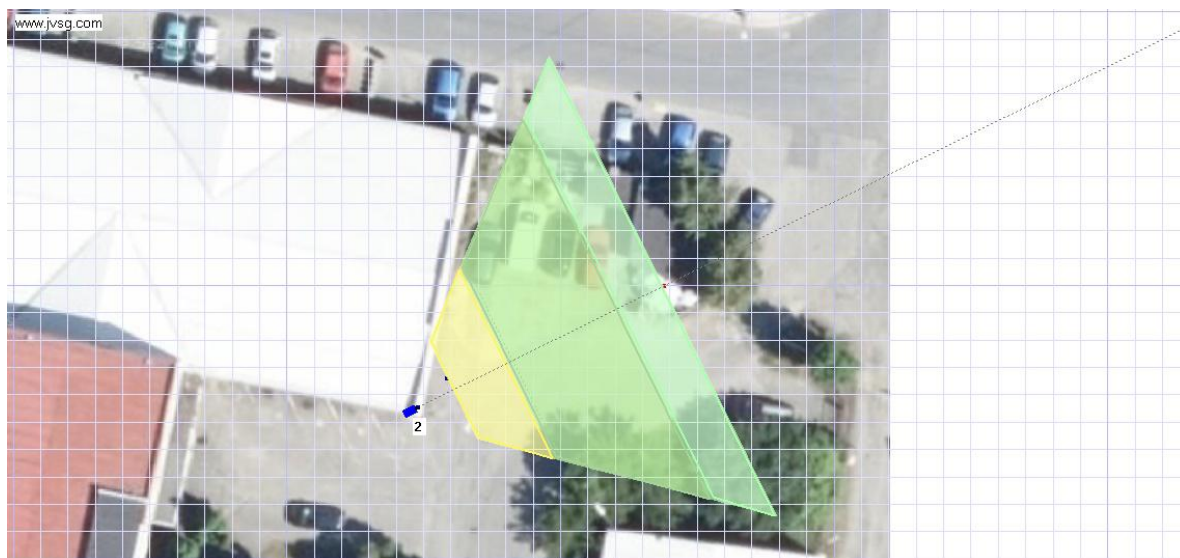


## 6.5.2 Kamera č. 2

Kamera č. 2 bude sledovat hlavní vchod na východní straně budovy pro zásobování, zaměstnance a zároveň monitorovat a tím i chránit většinu zaměstnaneckého autoparku.



*Obr. 6.5.2.1 Umístění kamery č. 2*



*Obr. 6.5.2.2 Detail umístění kamery č. 2*



*Obr. 6.5.2.3 Pohled z kamery č. 2*

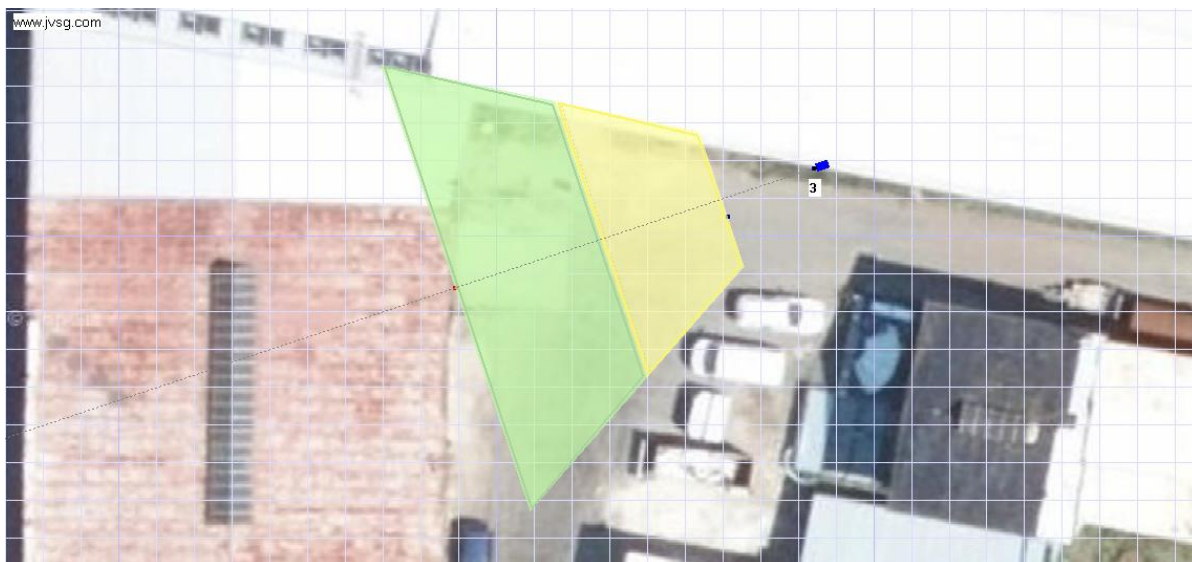
### **6.5.3 Kamera č. 3**

Kamera č. 3 bude monitorovat boční vchod na jižní straně budovy, který slouží pro případné umytí firemních automobilů, dodávek či kamionů a vjezdová vrata na západní straně, která slouží pro garážování zásobovací dodávky.



*Obr. 6.5.3.1 Umístění kamery č. 3*





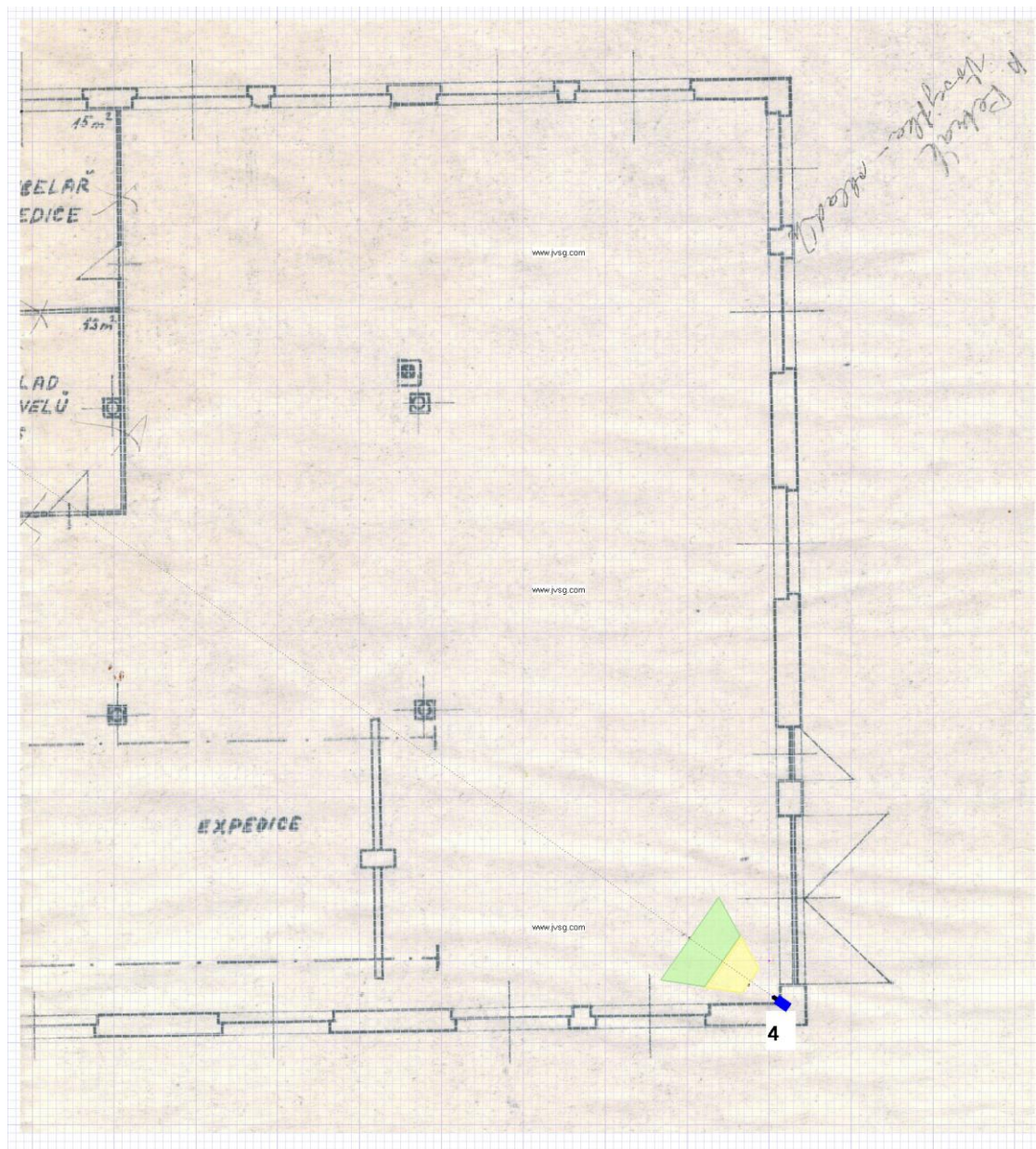
*Obr. 6.5.3.2 Detail umístění kamery č. 3*



*Obr. 6.5.3.3 Pohled z kamery č. 3*

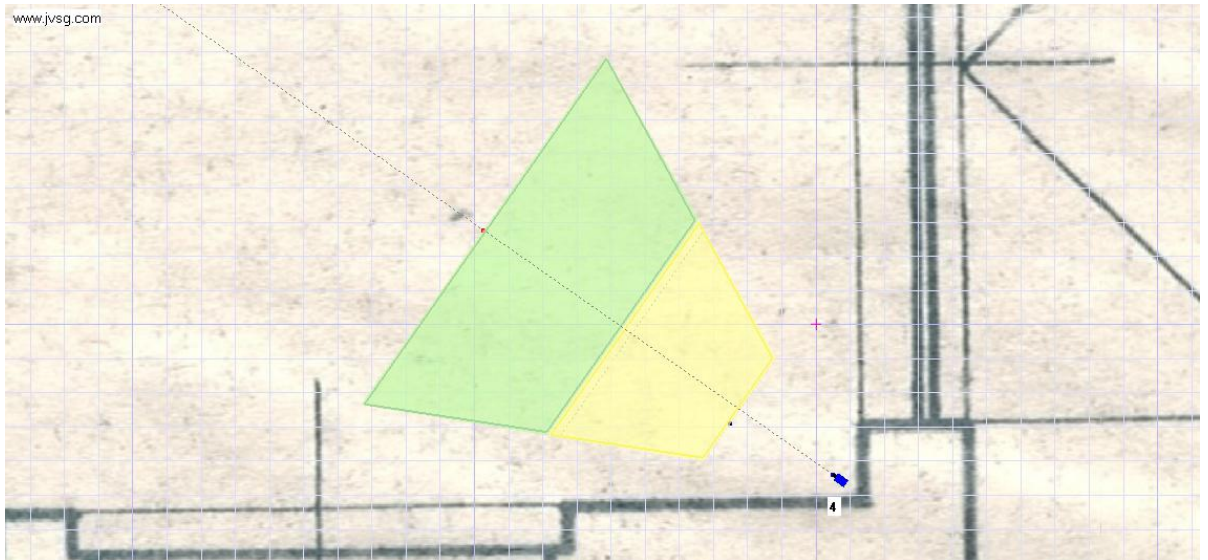
#### 6.5.4 Kamera č. 4

Kamera č. 4 bude sledovat vnitřní prostory na východní straně budovy. Zejména bude monitorovat veškeré nakládky a vykládky v průběhu celé pracovní doby. V noci bude chránit největší zásobovací vozidlo před odcizením pomocí pohybového senzoru, který je integrován v dané kameře.



Obr. 6.5.4.1 Umístění kamery č. 4 pomocí plánu budovy





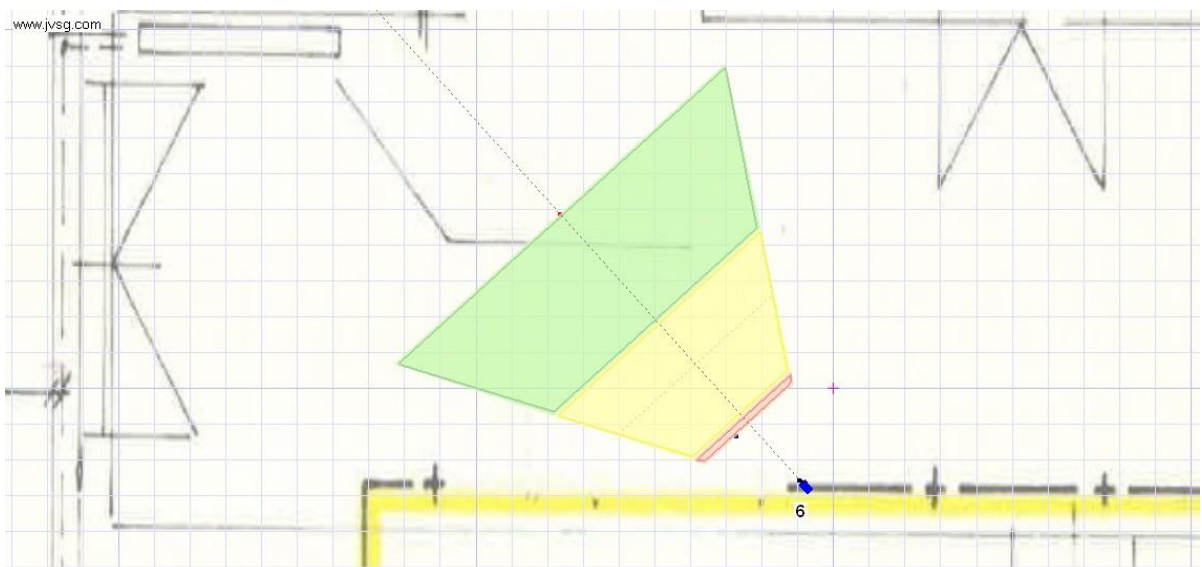
*Obr. 6.5.4.2 Detail umístění kamery č. 4*

### **6.5.5 Kamera č. 5**

Kamera č. 5 bude mít nejzodpovědnější monitorování. Bude se totiž nacházet v prostorách ředitele firmy a monitorovat bezpečnostní sejf před odcizením. Bohužel nemohu zveřejnit umístění kamery č.5 z důvodu zachování firemního tajemství o poloze bezpečnostního sejfu.

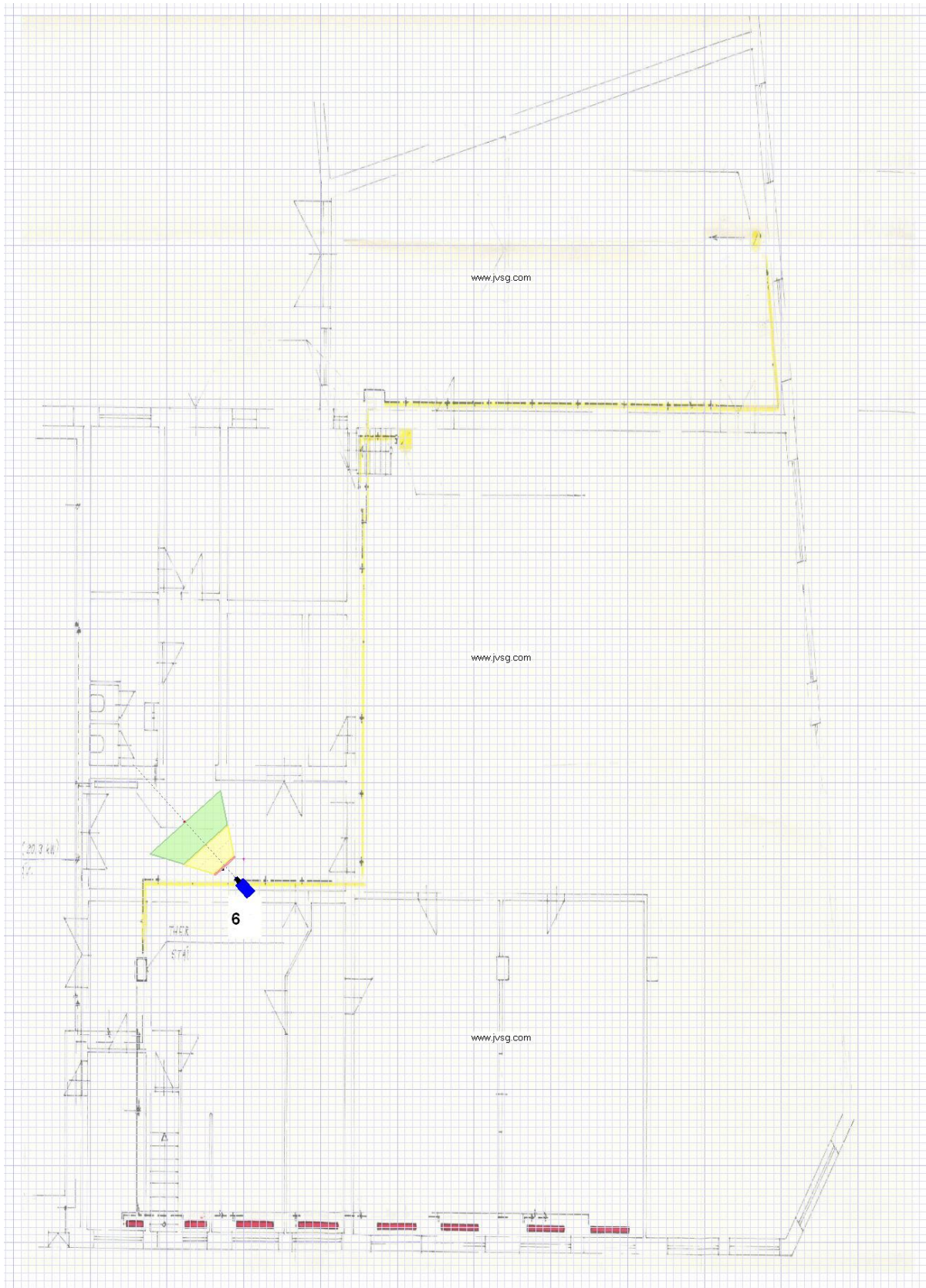
### **6.5.6 Kamera č. 6**

Kamera č. 6 bude sledovat vnitřní prostory podniku, kde si všichni zaměstnanci evidují docházku a také bude moci zachytit případného útočníka, který by pronikl skrze boční vchod budovy, a jeho identita nebyla zachycena kamerou č. 3.



*Obr. 6.5.6.1 Detail umístění kamery č. 6 pomocí plánu budovy*





Obr. 6.5.6.2 Umístění kamery č. 6

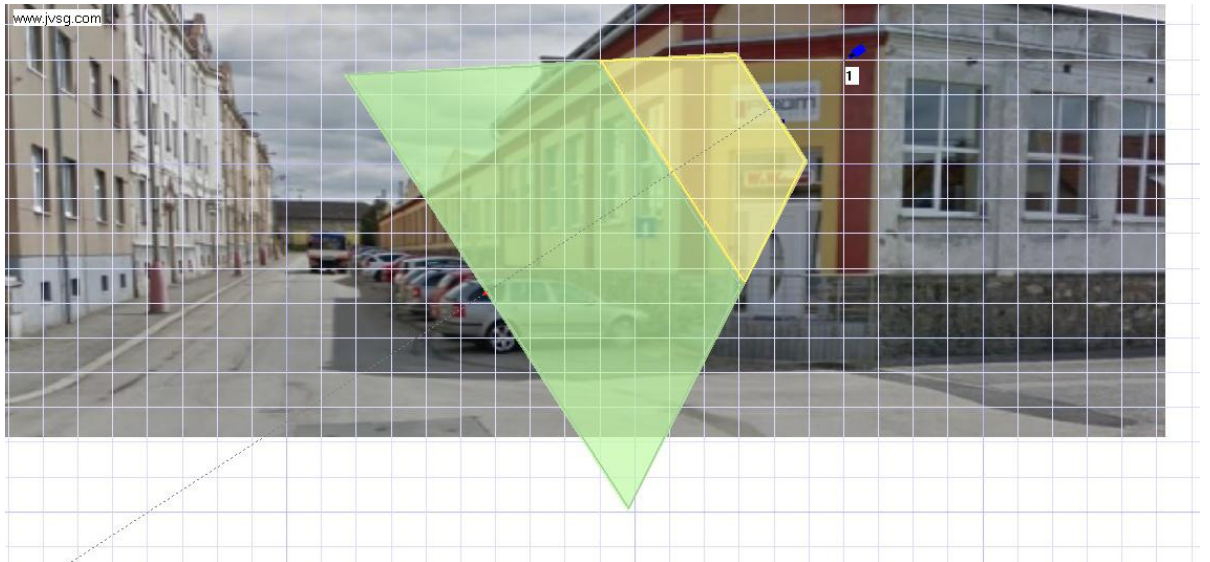


*Obr. 6.5.6.3 Pohled z kamery č. 6*

## **6.6 Případné rozšíření systému**

Daný kamerový systém bude možno rozšířit o další sledovací zařízení, či případně provést výměnu za lepší bezpečnostní zařízení. Rozšíření by se zejména týkalo monitorování hlavního vchodu na západní straně budovy [viz Obr. 6.6.1] a také sledování všech zaměstnanců firmy, které není momentálně důležité, protože mezi zaměstnanci panuje velká důvěra a zápal do své práce a také nemusí zaměstnavatel řešit případné problémy s GDPR.





*Obr. 6.6.1 Umístění kamery č. 7 v případě rozšíření*

## **6.7 Možné potíže**

Potíží existuje mnoho, můžou souviset s hardwarem, obrazem, se sítí, nebo s okolními vlivy. Veškeré problémy bude řešit správce IT. Samozřejmě můžou nastat podstatně komplikovanější (znalostně náročnější) problémy, ty pak řeší specializovaná firma.

Problém s hardwarem by mohly nastat v případě poruchy či poškození zabezpečovacích zařízení, většinou se projevují v rámci dvou let, řešili by se reklamací zařízení. Jedná se většinou o netěsnost zařízení, výkyvy napájení zdroje a nefunkčnost některých součástí bezpečnostního zařízení.

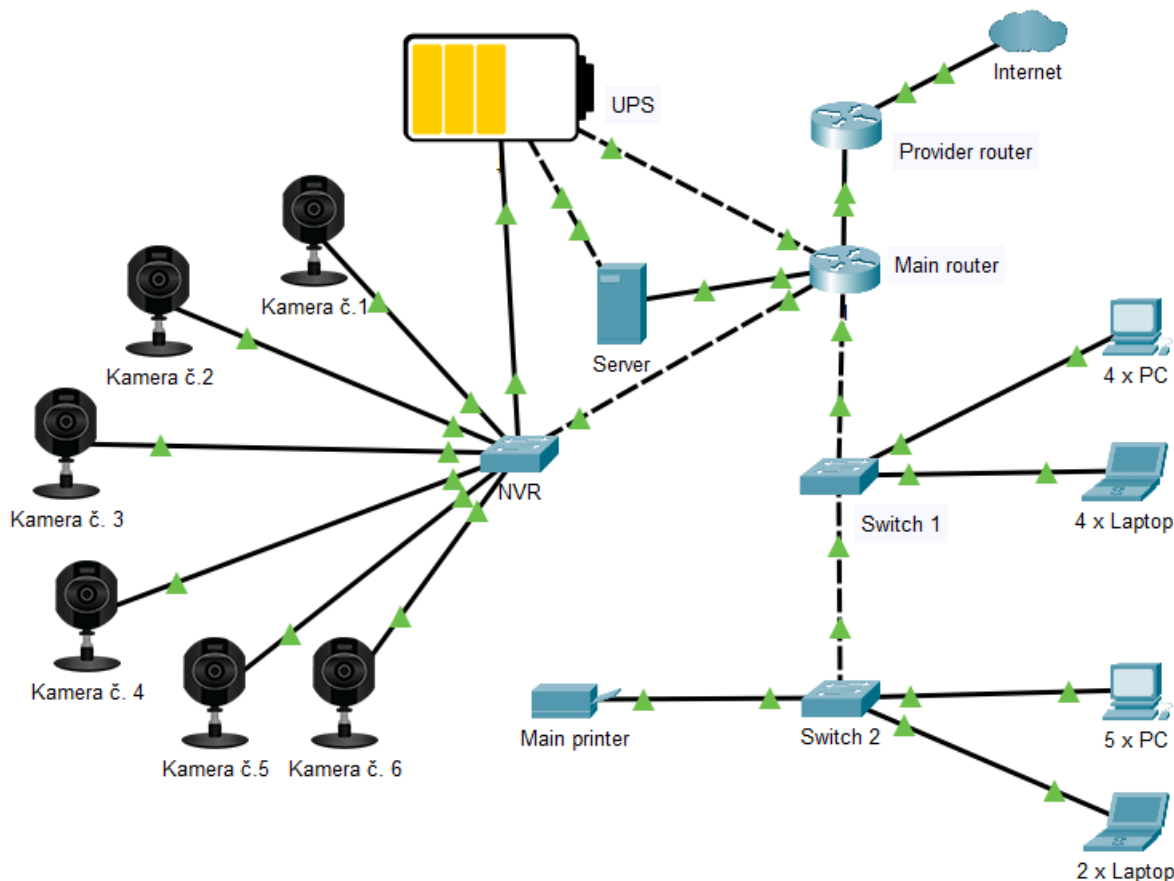
Dále hrozí znečištění objektivu, které by se vyřešilo jednoduchým vyčistěním. Kamera nemusí pořizovat fotografie nebo záznam, obraz může být šedý, neostrý nebo nestálý.

Síťové potíže mohou nastat kdykoliv, riziko se však zmenšuje, zdali jsou síťové prvky dobře nastaveny. Může dojít ke konfliktu adres, špatný přenos obrazu či instalace aktualizací firmwaru kamery, může být vypadlý nebo nedomáčkнутý konektor RJ - 45, atd.

V případě výpadku elektřiny, bude kamerový systém napájen pomocí UPS – APC Smart -UPS 1500 VA, kterou již firma vlastní. Ta disponuje 1000W a napájí pouze jeden menší server, měla by tedy vykryt výpadek elektrického proudu do max. 20 minut. Pokud dojde k vandalskému poškození, budou pachatelé dohledáni podle záznamu napadené kamery.

## 6.8. Topologie sítě

Na rozměry tohoto podniku má firma poměrně jednoduchou topologii sítě. Poskytovatel internetového připojení je PETAnet, který má na starost „Provider router“ do kterého je připojena celá síť, kterou má pod svou správou správce sítě.



Obr. 6.8.1 Topologie sítě již s kamerovým systémem

## 6.9 Vzdálený přístup a údržba

Samozřejmostí dnešní doby je vzdálený přístup ke všem sledovacím zařízením prostřednictvím záznamového zařízení. Vzdálený přístup pro správu a údržbu zařízení bude mít správce sítě a bude fungovat prostřednictvím (HTTPS, SSH, RDP). K vzdálenému připojení k jednotlivým kamerám potom navíc i majitel firmy a to buď přes webový prohlížeč, nebo mobilní aplikaci, kterou podporuje použitý NVR rekordér.

## 7 Cost – Benefit analýza návrhového řešení

V této kapitole si řekneme, jaké produkty jsme pro tento projekt vybrali a z jakých důvodů. Při vybírání jednotlivých zařízení je vždy velmi důležité dbát na poměr cena/výkon a také zda toto zařízení nepoužívá zastaralý hardware či software a zdali bude stačit ještě pár let vývojovému pokroku.

Pro kameru č. 1 a 6 jsem vybral sledovací zařízení HIKVISION DS-2CD2142FWD-IWS 4.0 MP, která disponuje 4 megapixelovým objektivem a dokáže zaznamenávat obraz s rozlišením až 2688 x 1520 p, což je dostačující k pohybu a detekci osob, který je u umístění této kamery nemalý. Obsahuje také detekci pohybu a je možné ji připojit na alarm, díky tomu ušetříme náklady za pohybová čidla. Přestože kamery disponují bezdrátovým připojením, budou připojeni klasickým kabelovým připojením, které má větší spolehlivost. [13].

Pro kamery č. 2 a 3 jsem vybral kameru Uniview IPC2122LR3 -PF28M -D, která za svojí relativně nízkou cenu nabízí full HD rozlišení (1920 x 1080 p), obsahuje režim den a noc, pohybová čidla a jedná se o typ s objektivem s 2,8 mm ohniskovou vzdáleností pro větší úhel záběru, i když je od jiného výrobce je s NVR kompatibilní [12].

HIKVISION DS-2CD2142FWD-I 4.0 MP jsem vybral pro kameru č.4. Jedná se o velmi podobné sledovací zařízení, jako kamery č. 1 a 6, akorát nedisponuje bezdrátovým připojením z důvodu malého dosahu signálu, který při bezdrátovém přístupu činí 50 m [14].

Pro bezpečnost kanceláře majitele firmy tedy kamera č. 5 jsem vybral HIKVISION DS-2CD2355FWD-I 5.0 MP, která disponuje 5 megapixelovým objektivem s rozlišením 2560 x 1920 @ 20 fps a při běžném HD rozlišení lze využívat 30 snímků za vteřinu [15].

Veškerý záznam z IP kamer bude obstarávat NVR rekordér HIKVISION DS -7608NI K2 ke kterému lze připojit až 8 kamer s Ultra HD rozlišením, takže v případě rozšíření kamerového systému se ušetří náklady za záznamová zařízení. Lze ho vzdáleně spravovat a celé menu je kompletně v češtině, disponuje i alarmovými vstupy a výstupu, takže ho lze snadno připojit na alarm [16]. Aby byl rekordér plně funkční, je potřeba ještě přikoupit HDD pro uložení záznamu, lze ho osadit dvěma disky o maximální kapacitě 8 TB. Vybral jsem proto WD Purple 4 TB [18], který je určený přímo pro video surveillanci. Čtyř terabajtový harddisk by měl být dostačující, protože kamery budou zaznamenávat v určité smyčce.

Na kompletní instalaci se využije přibližně 239 metrů UTP kabelu kategorie 5 e a 10 kusů koncovek RJ – 45 [17]. V návrhu není zhodnoceno případné zališťování položené kabeláže.

### 7.1. Výběr varianty kamerového systému s ohledem na výsledky vícekriteriální analýzy a výsledky CBA

Více kriteriální analýza nám přinesla pořadí projektů, které je založené na statistiko - matematických výpočtech. Tudíž není zde není zohledněn názor investora a jeho preference. Výsledkem této analýzy bylo pořadí, podle kterých bychom měli volit jednotlivé projekty. Jako nejlepší projekty nám vyšla varianta B, kterou následovala ve druhém pořadí varianta A.

Tabulka 6: Výsledky vícekriteriální analýzy

VARIANTY KAMEROVÉHO SYSTÉMU	d +	d -	c	Pořadí variant kamerového systému
A	0,050704623	0,0925206	1,917218526	2
B	0,030605929	0,1226984	4,131671885	1
C	0,123015515	0,0141546	0,129217838	4
D	0,122329423	0,0141546	0,129863177	3

Výsledkem Cost – Benefit analýzy je „výhodnost“ projektu, kde jsou zohledněny náklady a přínosy, které investorovi daný projekt přinese. A následný rozdíl je právě zmíněný užitek projektu. Tato analýza vyčísluje jednotlivé položky do jednotek peněžních, které jsou právě dobrým ukazatelem pro investory a přináší nám tak přehled potřebných výdajů a jejich návratnost. Výsledkem této analýzy je, že vyplatí projekt A a B.

Tabulka 7: Výsledná analýza CBA

	Varianty kamerového Systému	Přínosy		Náklady		Rozdíl	Výsledek
A	6 x Analog kamera	Zabezpečení objektu	5 000 Kč	Hardware	19 344 Kč	-12 344 Kč	Vyplatí se
		Levnější provoz	3 000 Kč	Montáž	2 000 Kč		

		Levnější náklady	5 000 Kč	Provozní náklady	4 000 Kč		
<b>B</b>	6 x IP kamera	Lepší obraz	7 000 Kč	Hardware	22 652 Kč	-8 652,00 Kč	<b>Vyplatí se</b>
		Zabezpečení objektu	8 000 Kč	Montáž	2 000 Kč		
		Přístup	2 000 Kč	Údržba	1 000 Kč		
<b>C</b>	4 x IP kamera, 2 x Analog kamera	Přístup	1 000 Kč	Hardware	21 132 Kč	-14 132 Kč	Nevyplatí se
		Zabezpečení objektu	7 000 Kč	Složitost montáže	4 000 Kč		
		Proškolení personálu	5 000 Kč	Údržba	2 000 Kč		
<b>D</b>	4 x IP kamera, 2 x HD - TVI kamera	Přístup	1 000 Kč	HW	21 320 Kč	-13 320 Kč	Nevyplatí se
		Zabezpečení objektu	7 000 Kč	Údržba	1 000 Kč		
		Proškolení personálu	5 000 Kč	Složitost montáže	4 000 Kč		

Cílem této bakalářské práce byl výběr kamerového systému pomocí multikriteriální analýzy s přihlédnutím k výsledkům Cost – Benefit analýzy. V obou případech nám vyšly pozitivně varianty A i B. A protože každý investor kouká nejen na přínosy projektu, ale také na jeho náklady, výsledným doporučenou variantou je projekt B, kde náklady převyšují přínosy o 8 652Kč.

## 8 Závěr

Cílem práce bylo navrhnutí kompletního zabezpečovacího systému, který by se dal snadno a jednoduše implementovat na prostory podniku firmy W a Weinzettl, s.r.o., aby bylo zvýšeno zabezpečení prostor, výrobního zboží a zaměstnanců. Vždy při instalaci kamerového systému je velice důležité vzít v potaz veškeré zákony souvisejících s ochranou osobních údajů a s tím související dostatečné informování všech osob, které mohou být se záznamu přímo či nepřímo identifikováni. Celkový průběh této práce probíhal bez problému. Byly navrženy 4 různé varianty a na základě šesti kritérií byla metodou Saatyho a Topsis vypočítána nejlepší varianta, a to varianta se šesti IP kamerami (Tabulka 9), nabízí lepší kvalitu obrazu, snadnější instalaci a jednodušší možnosti rozšíření. Tato varianta byla i vybrána k realizaci. Náklady by vyšly na 20653 Kč včetně DPH a zahrnují 6 IP kamer, NVR rekordér včetně HDD, 239 metrů kabeláže a koncovky k propojení. Díky integraci pohybových čidel v kamerách jsme ušetřili nemalé finanční prostředky za čidla samostatná

včetně jejich kabeláže a bezpečnostního systému, na který by musela být napojená. Cena nezahrnuje instalaci, zprovoznění a otestování kamerového systému. Propojení na alarm, kterým již firma disponuje a zatím sloužil jen pro účely zabezpečení kanceláře majitele firmy, bude napojen na NVR rekordér a umožňuje zasílat poplašné SMS při narušení některých bezpečnostních zón majiteli objektu nebo bezpečnostní firmě (PCO), která bude případné narušení řešit. Podle mého názoru je celkový návrh jednoduchý, snadno realizovatelný, implementovatelný a cenově dostupný. O návrhu jsem jednal i s majitelem firmy a neměl žádné výhrady, tudíž by bylo možné ho realizovat. Bezpečnost daného podniku by se po realizování bezesporu zlepšila o několik úrovní.

Cíl této bakalářské práce se povedlo naplnit (výběr kamerového systému pomocí multikriteriální analýzy s přihlédnutím k výsledkům Cost – Benefit analýzy). Obě analýzy byly celkem sofistikované a bylo zapotřebí analýzy velkého množství dat a nastudování hned několika odborných příruček a knih. Ale v konečném důsledku jsem došel při obou analýzách k téměř totožnému výsledku. V obou případech nám vyšly pozitivně varianty A i B. Konečné slovo bude mít samozřejmě investor, tedy firma W a Weinzettl, s.r.o., protože každý investor kouká nejen na přínosy projektu, ale také na jeho náklady, mé konečné doporučení bude varianta projektu B, který má náklady převyšující přínosy „pouze“ o 8 652Kč.



## 9 Literatura

- [1] NILSSON Fredrik: *Intelligent Network Video: Understanding Modern Video Surveillance Systems, Second Edition 2nd Edition*. CRC Press; 2 edition November 21, 2016. 388 stran. ISBN: 978-1466555211
- [2] Rozdělení kamerových systémů. *Elnika* [online]. [cit. 2017-11-27]. Dostupné z: <http://www.elnika.cz/elnika.php?link=cz/kucharka/rozdeleni-kamerovych-systemu>
- [3] Software pro realizaci návrhu. *IP Video System Design TOOL* [online]. [cit. 2017-12-07]. Dostupné z: <http://www.jvsg.com/cz/>.
- [4] Sledování. *Wikipedie: the free encyclopedia* [online]. [cit. 2018-12-07]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Sledov%C3%A1n%C3%AD>
- [5] Popis IP kamerového systému. *Nej-ceny* [online]. [cit. 2018-02-05]. Dostupné z: <https://www.nej-ceny.cz/clanky/nevite-si-rady-s-vyberem/nevite-si-rady-s-vyberem-kameroveho-systemu--popis-a-zaklady-ip-kamer-a-jejich-pripojeni/>
- [6] Princip IP kamer. *TZBinfo* [online]. [cit. 2018-02-05]. Dostupné z: <http://elektro.tzb-info.cz/10480-princip-cinnosti-typy-a-komunikacni-rozhrani-ip-kamer>
- [7] PRŮM. *PRŮM Designové dveře* [online]. [cit. 2018-02-05]. Dostupné z: <http://www.prum.cz/firma/>
- [8] IP kamerové systémy. *Escad Trade* [online]. [cit. 2018-02-16]. Dostupné z: <http://www.escadtrade.cz/webove-ip-kamery.html>
- [9] Obrázek IP PTZ dome. *Adi Global* [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <https://adiglobal.cz/cz/produkty141:16088485/ip-ball-kamera-td-n-2mp-f-2-8mm-wdr-120db-ir-30m-ip67-bila>
- [10] *Obrázek fixní IP kamery* [online]. [cit. 2018-03-27]. Dostupné z: <http://www.kameryskladem.cz/ip-kamery/2-lbh24s130.html>
- [11] *Obrázek fixní IP dome kamery* [online]. [cit. 2018-03-27]. Dostupné z: [https://www.abctech.cz/hikvision-ip-dome-kamera-ds-2cd2155fwd-i-5mp-2560-1920-20fps-30m-ir-obj-2-8mm-ip67-h-265-poe\\_d33965.html](https://www.abctech.cz/hikvision-ip-dome-kamera-ds-2cd2155fwd-i-5mp-2560-1920-20fps-30m-ir-obj-2-8mm-ip67-h-265-poe_d33965.html)
- [12] Kamera č. 2 a 3. *CZC.cz* [online]. [cit. 2019-11-08]. Dostupné z: <https://www.czc.cz/uniview-ipc2122lr3-pf28m-d-2-8mm/276398/produkt>

- [13] Kamera č. 1 a 6. *Adiglobal* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://adiglobal.cz/cz/produkty900:13555685/ip-dome-kamera-4mp-2-8mm-wdr-120-db-ir-az-30m-wifi-ip66>
- [14] Kamera č. 4. *Adiglobal* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://adiglobal.cz/cz/produkty900:13555469/venkovni-ip-dome-kamera-td-n-hd-1080p-4mp-f-4mm-wdr-120db-ir-30m-ip66>
- [15] Kamera č. 5. *Adiglobal* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: <https://adiglobal.cz/cz/produkty141:14651959/ip-ball-kamera-5mp-4mm-wdr-120db-ir-30m-h-265-va-ip67>
- [16] NVR *Senetic* [online]. [cit. 2018-04-09]. Dostupné z: [https://www.senetic.cz/product/DS-7608NI-K2?gclid=EAIaIQobChMI78axv6ic6QIVkrLVCh0I7AscEAAAYASAAEgJxmPD\\_BwE](https://www.senetic.cz/product/DS-7608NI-K2?gclid=EAIaIQobChMI78axv6ic6QIVkrLVCh0I7AscEAAAYASAAEgJxmPD_BwE)
- [17] UTP kabel. *CZC.cz* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné z: [https://www.czc.cz/utp-kabel-cat-5e-305m-drat/20641/produkt?gclid=CjwKCAjw-6bWBRBiEiwA\\_K1ZDfdO3jXBrwR462F4GNLBwh1uz7iKYq4z5TbfBMnW1F17aKljHGb5bRoCihkQAvD\\_BwE](https://www.czc.cz/utp-kabel-cat-5e-305m-drat/20641/produkt?gclid=CjwKCAjw-6bWBRBiEiwA_K1ZDfdO3jXBrwR462F4GNLBwh1uz7iKYq4z5TbfBMnW1F17aKljHGb5bRoCihkQAvD_BwE)
- [18] HDD pro záznam. *Alza.cz* [online]. [cit. 2018-04-09]. Dostupné z: [https://www.alza.cz/wd-purple-4tb-d5001841.htm?kampan=adpla\\_vyrobci\\_Komponenty\\_disky\\_c\\_1o1\\_FW230s1\\_20218&gclid=Cj0KQCQjwnqzWBRC\\_ARIsABSMVTPf9oZmjBMLcwq0KmdZx7uN5W7R2GMCqJ1rRR9jw\\_HkyPggID3jWMAk8LEALw\\_wcB](https://www.alza.cz/wd-purple-4tb-d5001841.htm?kampan=adpla_vyrobci_Komponenty_disky_c_1o1_FW230s1_20218&gclid=Cj0KQCQjwnqzWBRC_ARIsABSMVTPf9oZmjBMLcwq0KmdZx7uN5W7R2GMCqJ1rRR9jw_HkyPggID3jWMAk8LEALw_wcB)
- [19] Teorie multikriteriální analýzy. *Theses* [online]. [cit. 2019-11-05]. Dostupné z: [https://theses.cz/id/6citbe/downloadPraceContent\\_adipIdno\\_11361?fbclid=IwAR3boaoL1RbGVB75MVJLJCH1amSwPS\\_scYcfT4JsSSOajSSWDmgPF\\_sZR7M](https://theses.cz/id/6citbe/downloadPraceContent_adipIdno_11361?fbclid=IwAR3boaoL1RbGVB75MVJLJCH1amSwPS_scYcfT4JsSSOajSSWDmgPF_sZR7M)
- [20] Fuguitt D., Wilcox J. S.: Cost-benefit analysis for public sector decision makers, str. 5 22  
Nas F. T.: Cost-benefit analysis: theory and application, Sage Publications, 1996, str. 4
- [21] Hodnocení veřejných projektů a zakázek, ASPI Publishing, 2004 a Musgrave R. A., Musgraveová P. B.: Veřejné finance v teorii a praxi, Management Press, 1994
- [22] Sieber P.: Analýza nákladů a přínosů, metodická příručka, MMR, 2004, str. 6 28
- [23] Sieber P.: Finanční a socioekonomické hodnocení projektů, metodická příručka, ROP NUTS II Střední Čechy, 2008, str. 9



## Seznam obrázků

Obr. 2.1 Logo firmy JVSG [3] .....	3
Obr. 3.2.5.1 ukázka fixní IP kamery [10] .....	10
Obr. 3.2.5.2 ukázka fixní IP dome kamery [11] .....	11
Obr. 6.1.1 Logo firmy WaWeinzettl, s.r.o [7] .....	18
Obr. 6.5.1.1 Umístění kamery č. 1 .....	25
Obr. 6.5.1.2 Detail umístění kamery č. 1 .....	26
Obr. 6.5.1.3 Pohled z kamery č. 1 .....	26
Obr. 6.5.2.1 Umístění kamery č. 2 .....	27
Obr. 6.5.2.2 Detail umístění kamery č. 2 .....	27
Obr. 6.5.2.3 Pohled z kamery č. 2 .....	28
Obr. 6.5.3.1 Umístění kamery č. 3 .....	28
Obr. 6.5.3.2 Detail umístění kamery č. 3 .....	29
Obr. 6.5.3.3 Pohled z kamery č. 3 .....	29
Obr. 6.5.4.1 Umístění kamery č. 4 pomocí plánu budovy.....	30
Obr. 6.5.4.2 Detail umístění kamery č. 4 .....	31
Obr. 6.5.6.1 Detail umístění kamery č. 6 pomocí plánu budovy.....	31
Obr. 6.5.6.2 Umístění kamery č. 6 .....	32
Obr. 6.5.6.3 Pohled z kamery č. 6 .....	33
Obr. 6.6.1 Umístění kamery č. 7 v případě rozšíření.....	34
Obr. 6.8.1 Topologie sítě již s kamerovým systémem .....	35