

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

CCTV systém na IP sítích

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Jan Hart, Ph.D.

Autor práce: Jan Urbančok

Praha, 2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Urbančok

Zemědělské inženýrství

Informační a řídicí technika v agropotravinářském komplexu

Název práce

CCTV systémy na IP sítích

Název anglicky

CCTV systems on IP networks

Cíle práce

Bakalářská práce je tematicky zaměřena na problematiku kamerových systémů na IP sítích. Hlavním cílem je provést popis, základní testování a měření u IP kamer a jejich softwaru. Dílčí cíle bakalářské práce jsou:

- vytvořit přehled řešené problematiky,
- popsat principy IP kamerových systémů a kamer
- provést u vybraných IP kamer základní sadu testů a měření.

Metodika

Metodika řešené problematiky bakalářské práce je založena na studiu a analýzách odborných informačních zdrojů. Praktická část práce je zaměřena na provedení základní sady testů a měření u IP kamer. Na základě rozboru teoretických poznatků a výsledků praktické části práce budou formulovány závěry bakalářské práce.

Doporučený rozsah práce

30 až 40 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

Klíčová slova

CCTV, měření, IP sítě, kamerové systémy

Doporučené zdroje informací

HEŘMAN, J., et al.: Elektrotechnické a telekomunikační instalace. Praha: VerlagDashöfer, 2008. ISSN 1803-0475

KŘEČEK, S., a spol.: Příručka zabezpečovací techniky. Blatná: Circetus, 2006. 313s. ISBN 80-902938-2-4

UHLÁŘ, J.,: Technická ochrana objektů, II.díl, Elektrické zabezpečovací systémy II. Praha: PA ČR, 2005. 229s. ISBN 80-7251-189-0

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Jan Hart, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 12. 1. 2017

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 1. 2017

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 11. 06. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma CCTV systém na IP sítích vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Praze dne 11. června 2020 _____

Abstrakt: Bakalářská práce představuje problematiku kamerových systémů na IP sítích. Pro správné porozumění dané problematiky dochází v rámci přehledu řešené problematiky k vysvětlení základních pojmů, představení historie a komponentů, které utváří kamerový systém jako celek. V praktické části této práci dochází k provedení základní sady testů a měření u vybraných IP kamer kamerového systému. Tyto testy budou prováděny na reálných kamerových prvcích. V závěru dojde ke zhodnocení a návrhu doporučení.

Klíčová slova: CCTV, měření, IP síť, kamerové systémy

CCTV system on IP networks

Summary: The bachelor thesis presents the issue of the camera systems on IP networks. For a perfect understanding of this issue, in the theoretical part of this thesis, it is crucial to introduce the history, explain the basic concepts and components which represents camera systems as a whole. In the practical part of this thesis, a basic set of tests and measurements is performed on selected IP cameras of the camera system. These tests will be performed on real camera elements. In the end, the recommendation will be evaluated and proposed.

Keywords: CCTV, measurement, IP network, camera systems

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu své práce panu Ing. Janu Hartovi, Ph.D., za vedení bakalářské práce a podnětné rady během konzultací.

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce.....	2
3	Metodika práce	3
4	Teoretická východiska.....	4
4.1	Technologie CCTV systémů	5
4.1.1	Analogové kamerové systémy	5
4.1.2	IP kamerové systémy	5
4.1.3	Hybridní kamerové systémy	6
4.2	Komponenty kamerového systému	6
4.2.1	Přenosové trasy	6
4.2.2	Kamery.....	7
4.2.3	Záznamová zařízení	11
4.2.4	Zobrazovací zařízení	11
4.2.5	Napájení a záložní zdroje.....	12
4.3	IP kamerové systémy	13
4.3.1	Výhody IP kamerových systémů	13
4.3.2	Nevýhody IP kamerových systémů	13
4.3.3	IP sítě, aktivní síťové prvky	14
4.3.4	IP kamerové inteligentní analýzy	14
4.3.5	IP nahrávací zařízení – NVR	15
4.3.6	Možnosti zobrazení – dekódovací zařízení	15
4.3.7	Parametry CCTV systémů na IP sítích	15
4.4	Legislativa kamerových systémů	16
5	Vlastní zpracování	19
5.1	Typy a parametry testovaných zařízení.....	20
5.2	Sada testů	28
5.2.1	Testování při základních hodnotách a parametrech.....	30
5.2.2	Testování při sníženém počtu snímkové frekvence	30
5.2.3	Testování při změně kodeku a snímkové frekvence	30
6	Zhodnocení výsledků	31
6.1	Zhodnocení testování při základních hodnotách a parametrech	31

6.2	Zhodnocení testování při sníženém počtu snímkové frekvence	32
6.3	Zhodnocení testování při změně kodeku a snímkové frekvence	32
7	Závěr	34
8	Bibliografie	35

Seznam obrázků

Obrázek 1 Kompenzace protisvětla	10
Obrázek 2 Digitální redukce šumu	10
Obrázek 3 Rozlišení	16
Obrázek 4 Komponenty kamerového systému	19
Obrázek 5 Nahrávací zařízení DS-7716NI-K4 s pevným diskem WD Purple 4 TB	20
Obrázek 6 Router TP-Link Archer C7	21
Obrázek 7 PoE Switch DS-3E1518P-E	22
Obrázek 8 IP kamera DS-2CD2685FWD-IZS(2.8-12mm)(B)	22
Obrázek 9 IP kamera DS-2CD2185FWD-I(2.8mm)	23
Obrázek 10 IP Kamera DS-2CD2385FWD-I(4mm)	24
Obrázek 11 IP kamera DS-2CD2643G1-IZ(2.8-12mm)	24
Obrázek 12 IP kamera DS-2CD2745FWD-IZS(2.8-12mm)(B)	25
Obrázek 13 IP kamera DS-2CD2543G0-I(2.8mm)	26
Obrázek 14 IP bi - spektrální kamera DS-2TD2636B-15P	27
Obrázek 15 Lenovo E470 se SW pro kamerové systémy	27
Obrázek 16 Kompletní kamerový systém	28
Obrázek 17 Zapojení portů RJ-45 v PoE switchi	29
Obrázek 18 Základní hodnoty a parametry	31
Obrázek 19 Snížené hodnoty parametru snímkové frekvence	32
Obrázek 20 Změna kodeku a snížené hodnoty parametru snímkové frekvence	33

Seznam tabulek

Tabulka 1 Soupis IP adres	29
---------------------------------	----

Seznam použitých zkratk a cizích slov

CCTV	Closed Circuit Television
IP	Internet Protocol
LAN	Local Area Network
WAN	Wide Area Network
DVR	Digital Video Recorder
NVR	Network Video Recorder
UTP	Unshielded Twisted Pair
WDR	Wide Dynamic Range
BLC	Blacklight Compensation
SWITCH	síťový přepínač
STREAM	datový tok
ETHERNET	počítačová síť
HDMI	High-Definition Multimedia Interface
VGA	video Graphics Array
PoE	Power over Ethernet
ONVIF	Open Network Video Interface Forum
FPS	Frame per Second
IR	Infrared
GDPR	General Data Protection Regulation

1 Úvod

Negativní vlivy současného světa, byť plného nesčítaných skvělých možností, ovlivňují každého z nás. Lidé mají potřebu chránit sebe, chránit svůj majek, mít přehled o tom, co se děje v bezprostřední blízkosti kolem nich. Všechno toto nahrává bezpečnostním systémům, které jsou v přítomnosti v rozpuku.

Jedním z bezpečnostních systémů, který je hojně využíván, je systém CCTV kamer. Tento systém má velkou škálu možností a širokého uplatnění. CCTV systém může být využit nejen na veřejných prostranstvích (nákupní domy, dopravní uzly, průmyslové haly, parky atd.) ale i pro soukromé účely. Současné kamery již disponují velkým množstvím doplňujících funkcí, mezi které lze zařadit například hojně využívanou detekci pohybu, čtení tváře, detekci pádu, čtení registračních značek u automobilů či detekci požáru. Vzhledem k tomu, že rušivých podnětů je mnoho, vznikly tyto doplňkové funkce i jako prevence před vznikem škodné události. Kamery díky svým inteligentním analýzám jsou schopny samy zaznamenat změnu, na kterou jsou naprogramovány, a následně spustit alarm či jinou notifikaci a upozornit tak lidský článek.

CCTV systém může být složen z analogových, IP či dokonce hybridních kamer a jejich komponent. Každý z těchto systémů je svým způsobem specifický a vhodný pro jiné projekty, proto je nezbytné, aby při projektování došlo k vhodnému výběru a následně správné instalace.

2 Cíl práce

Tato práce má objasnit problematiku kamerových systémů na IP sítích. Cílem teoretických východisek je především uvést čtenáře do řešené problematiky kamer a kamerových systémů, jejich komponent a možného využití do reálného nastavení. Hlavním cílem praktické části této práce, je provedení základního testování a měření IP kamerových systémů, využití datové sítě, nahrávacího zařízení a použitelnost připojování klientů ke kamerovému systému a jeho softwaru.

Dílčí cíle bakalářské práce jsou:

- Vytvoření přehledu řešené problematiky v oblasti CCTV
- Popsání hlavních principů IP kamerových systémů a kamer
- Uvedení do základní problematiky kamerových systémů z hlediska legislativy
- Provedení základní sady testů a měření u vybraných IP kamer kamerového systému
- Zhodnocení vybraných IP kamer

3 Metodika práce

Teoretická východiska práce budou zpracována na základě důkladného studia odborné literatury ze všech dostupných zdrojů. Na základě těchto získaných poznatků bude možné provést podrobnou charakteristiku zkoumané problematiky, pomocí které bude následně možné provést vlastní zpracování.

Ve vlastním zpracování této bakalářské práce bude využito informací, které budou zjištěny v teoretických východiscích, a které budou následně aplikovány do praxe. Bude provedeno testování několika typů IP kamer s různými parametry. Sada testů bude zaměřena na co nejefektivnější využití zobrazování kamerových bodů s co nejmenším dopadem na datový tok a propustnost lokální datové sítě. Toto testování bude provedeno s reálnými prvky kamerového systému a naměřené hodnoty budou následně posouzeny.

4 Teoretická východiska

Lidé už od nepaměti chtěli opatrovat život svůj i svých blízkých a také chtěli chránit svůj majetek před negativními vnějšími vlivy. Během staletí se vyvíjely různé sledovací techniky, které ochraňovaly před vandalismem a možnou agresí. Mezi úplně první základní sledovací techniky patřilo využívání smyslových orgánů. A tak byl k ochraně využíván člověk, ať už převlečen za tzv. bodyguarda, vojáka, policistu či špióna. Vzhledem k tomu, že s vyvíjejícím se rozvojem techniky a také možnostmi světa rostla přímo úměrně možnost negativních ohrožujících vlivů, hledali lidé více sofistikované a automatizované prostředky. A proto na řadu přišla možnost využití techniky a vědeckých vynálezů, které se již aktivně využívaly v lékařství a vědě. K velkému rozvoji videokamer přispěl televizní zábavní průmysl ale i 2. světové válka a její konec. (1) (2)

Jako první představili systém CCTV Němci v roce 1942. Jejich cílem bylo sledování vypouštění rakety V2 v reálném čase z televizní kamery. Tento typ systémů pro domácí využití byl poté částečně představen i v Americe. Největším průkopníkem byla ovšem Velká Británie, která CCTV systém začala instalovat na veřejná prostranství jako například Trafalgarské náměstí, Hyde Park anebo v okolí parlamentu. Po teroristickém útoku v září 2001 začaly být bezpečnostní kamery plně využívány pro sledování dopravy anebo veřejných míst. Došlo k dalšímu vývoji vysokého rozlišení kamer (full HD – 2 Mpx až multimegapixelové – 8 Mpx), cloudových úložišť, nahrávacích zařízení a ostatních komponent. Společnost si tedy začala zvykat, že bezpečnostní systémy jakožto CCTV systémy (VSS) jsou již nedílnou součástí běžného života. (3)

Teoretická východiska obsahují přehled základní problematiky, která je v každé kapitole detailně vysvětlena. V kapitole 4.1 dochází k představení současné technologie CCTV systémů, v kapitole 4.2 jsou předvedeny základní nezbytné komponenty. Kapitola 4.3 uvádí IP kamerové systémy, jejich výhody a nevýhody, aktivní prvky, popisuje inteligentní analýzu, dekodovací a nahrávací zařízení a parametry prvků CCTV systémů. Poslední kapitolou teoretických východisek je kapitola 4.4 – legislativa kamerových systémů.

4.1 Technologie CCTV systémů

V přítomnosti lze mezi nejznámější CCTV systémy zařadit analogové, IP a hybridní systémy. Tyto systémy si jsou velice podobné, nicméně pokud budeme hledat detaily, narazíme na různé odlišnosti. Na základě těchto odlišností je poté vybrán ten nejvhodnější.

4.1.1 Analogové kamerové systémy

Analogové kamerové systémy řadíme mezi nejstarší typ systémů, a zároveň patří mezi ty levnější varianty, které potřebují rozsáhlou kabeláž. (4)

Analogové kamery využívají jako přenosovou trasu především koaxiální kabel, nebo nově používané převodníky (tzv. video baluny), které mohou být využity jako přenosové médium pro ethernetový kabel. Tento ethernetový kabel se zavádí s ohledem do budoucna, kdy může být zároveň využit pro datovou komunikaci IP kamer nebo ostatních síťových zařízení. Snímání video signálu probíhá v kameře a posílá se jako video stream. Analogové kamery mají pouze snímací čip s optikou a jsou schopny posílat pouze video stream. Chytré analytické funkce jsou poté vyhodnocovány pomocí počítačů nebo analogových nahrávacích zařízení (DVR). U těchto typů kamerových systémů je složitější vést signál do více zobrazovacích bodů. K tomuto účelu byly dříve používány multiplexory, převodníky a rozdělovače. Navíc byl vždy kladen velký důraz na to, aby nedocházelo k rušení v převodových trasách – tedy aby po stejné trase jako byl veden koaxiál nedošlo ke křížení se silnoproudým vedením. I díky tomuto začaly vznikat technologie IP systémů. (2)

4.1.2 IP kamerové systémy

Jak již název napovídá IP kamerové systémy komunikují přímo s internetovou sítí pomocí protokolu TCP, UDP, multicastu nebo RTSP protokolu. Jako přenosové médium jsou využívány ethernetové kabely a LAN sítě (WAN sítě pro městské kamerové systémy).

IP kamery oproti analogovým kamerám mají svůj procesor a jsou tak schopny zpracovávat chytré analytické funkce přímo v kameře. Tyto funkce (video stream, metadata a alamy jsou posléze zasílány skrze ethernetovou síť do počítačů, nahrávacích zařízení atd).

4.1.3 Hybridní kamerové systémy

V tomto případě kamerového systému dochází k současnému využití jak analogových kamer, tak i IP kamer. Rekordér je hybridní, má určitý počet analogových vstupů i IP vstupů. Koncové body jsou složeny společně z analogových i IP kamer, a proto koncový uživatel nepozná, o který typ systémů se jedná.

Tento kamerový systém má jednu značnou výhodu, která se nachází v tzv. postupném upgradu. Koncový uživatel není nucen měnit celý analogový systém za IP systém, ale může docházet k postupnému nahrazení. Byť je hybridní rekordér dražší v porovnání s analogovým či IP rekordéry, jeho návratnost je téměř okamžitá, neboť výměna analogového systému za IP systém je značně finančně náročnější.

4.2 Komponenty kamerového systému

Každý kamerový systém se skládá hned z několika částí. Při návrhu kamerového systému je důležité dbát na dobré projektování. Je důležité zvolit vhodné komponenty tak, aby efektivnost a funkčnost kamerového systému byla co nejlepší. Níže budou popsány základní komponenty. (2)

- Přenosové trasy
- Kamery
- Záznamová zařízení
- Zobrazovací zařízení
- Napájení a záložní zdroje

4.2.1 Přenosové trasy

Základem je přenést datové informace z jednoho bodu do dalšího bodu (nebo bodů dalších). K tomuto se využívají různé přenosové trasy a jejich návrh je zvolený vzhledem k aktuální situaci objektu. V případě výstavby nových objektů se již s těmito přenosovými slaboproudými trasami počítá. U kamerových systémů se z historického hlediska používaly koaxiální kabely, které se již v menší míře používají i dnes. (2) (5) (6)

Koaxiální kabel se řadí mezi přenosová média, elektrické vodiče. Tento typ kabelu *„vykazuje poměrně dobré parametry při frekvencích pod 1GHz. Dříve se používal u LAN Ethernet na rychlosti 10 Mb/s s charakteristickou impedancí 50 Ohm a u LAN Arcnet*

s charakteristickou impedancí 93 Amper. Dnes se koaxiální kabel s charakteristickou impedancí 50 Amper používá jako propojka mezi anténou a radiomodemem u bezdrátových sítí (tzv. pigtail) a koaxiální kabel s charakteristickou impedancí 75 Amper na propojení účastnické zásuvky s kabelovým modemem u CATV (Cable Television). Koaxiální kabel se připojuje u Ethernetu k BNC konektorům RGB5 8 krimpovacími kleštěmi nebo se na pájecí variantu konektorů připájí cínovou pájkou. U CATV se používají pro připojení kabelového modemu konektory F.“ (2) (7)

Další volbou k přenosovým tras se v dnešní době nejvíce využívá UTP kabel. Tento typ kabelu se stejně jako koaxiální kabel řadí mezi přenosová média, elektrické vodiče. UTP kabel představuje nestíněnou kroucenou dvojlinku. Propojovací kabely z UTP jsou velmi ohebné, v každém kabelu jsou 4 kroucené páry = 8 vodičů. Standartní přenosová rychlost UTP CAT.5e kabelu je 1 Gb/s. (2) (6)

4.2.2 Kamery

Aby bylo možné pochopit veškeré souvislosti, je potřeba, aby v této kapitole došlo k vysvětlení základního pojmu, co je to kamera.

Kamera je základním stavebním elementem CCTV systémů. Pomocí objektivu, který se v kameře nachází, probíhá sejmutí dané scény, která následně dopadne na snímací senzor kamery. Tento obraz je poté upravován v mikroprocesorové jednotce a následně postupuje přes komunikační trasu. Vzhledem k tomu, že využití kamer jako takových, je velmi široký a každý zákazník využívá kamery pro jiné účely, proběhne níže základní dělení.

4.2.2.1 Dělení kamer dle snímání:

Černobílé kamery – disponují značnou světelnou citlivostí, právě proto jsou využívány především v prostorách s nízkým obsahem světelných paprsků (6)

Barevné kamery – jsou používány v prostorách s lepšími světelnými podmínkami, neboť disponují nižší světelnou citlivostí. Ovšem díky barvenému obrazu se dá na scéně lépe zorientovat, což je zpravidla výhodou. (6)

Kombinované kamery – tzv. kamery, které jsou schopny přepínat mezi barevným a černobílým rozlišením, a tudíž jsou schopny rozlišovat denní a noční režim včetně vysoké světelné citlivosti. (6)

4.2.2.2 Dělení kamer dle zpracování obrazu:

Analogové kamery – tento typ kamer se řadí mezi standartní typ kamer, které mají prokládané snímkování. K dispozici jsou na trhu jak černobílá zařízení, tak i barevná. Snímání probíhá pomocí snímacích čipů, které mají rozměry 1/3“, 1/2“ anebo 2/3“. Tyto různé velikosti slouží k dosahování různých citlivostí. Pro analogové kamery je typický formát PAL, jehož maximální velikost snímku je 704 x 576 obrazových bodů. (8)

IP Kamery – neboli digitální kamery, jak již jejich název napovídá, umožňují sledování po síti. Obraz z této kamery je možné sledovat odkudkoliv, kde je k dispozici internetové připojení. Toto je možné díky tomu, že je IP kamera složena z několika součástí, které jsou poskládány v jednom krytu. Obraz je snímán pomocí kamerového senzoru, který je následně formátován do digitální podoby, kterou je pomocí webového serveru možno napojit do sítě. (8)

4.2.2.3 Dělení kamer dle tvaru a jejich využití

Box – tento typ se řadí mezi nejstarší provedení kamer. Tyto kamery lze umístit jak ve vnitřním, tak i ve venkovním prostředí. V případě využití ve venkovním prostředí musí být kamera doplněna ochranným krytem.

Bullet neboli válcové kamery, se velmi často instalují do venkovního prostředí, jelikož jsou vybavené odolností IP vůči vodě a prachu a zároveň mají konstrukční krytí proti vandalismu. Řadí se mezi nejpoužívanější kamery i díky tomu, že „*disponují pevnou nebo nastavitelnou sluneční clonou*“. (9)

Dome neboli půlkulaté kamery se díky svému vzhledu využívají především ve vnitřním prostředí. Kamery dome mohou být instalovány i do venkovního prostředí ale vzhledem k tomu, že venkovní krytí není 100 % (na skle kamery zůstává prach, díky čemuž značně klesá viditelnost) se instalace ven nedoporučuje. (10)

Turret – tento typ kamer je tzv. hybrid mezi kamerami v provedení Bullet a Dome. „*Instalace a natáčení objektivu u tohoto typu kamer je výrazně jednodušší než u provedení Dome, ale zároveň kamery provedení Turret nedosahují takového přísvitů a nedisponují krytem proti slunečnímu svitu, jako je tomu u provedení Bullet. I přesto je toto provedení kamer vhodné jak do vnitřního, tak i venkovního prostředí, kdy díky své všestrannosti nachází toto provedení kamer stále větší oblibu u investorů a instalačních firem.*“ (11)

PTZ kamery – tzv. otočné kamery ve 355 stupních horizontálně a 190 stupňů vertikálně. Tyto kamery se nejvíce používají v místech, kde je potřeba rychle vyhledávat body zájmu. V případě nasazení PTZ kamer jsou využívány operační centra s živou obsluhou například městské kamerové systémy, obchodní centra atd.

Cube neboli kompaktní kostka, je čistě vnitřní kamerou, jelikož disponuje nulovým krytím. Z toho důvodu je tento typ kamer umístován především do chodeb budov typu hotelů či kancelářských prostor.

Panoramatické kamery jsou v současné době velmi populární a velmi využívané. *„Díky jedinečné technologii umí propojit obraz z více obrazových snímačů do jednoho streamu. Tím pádem můžete vidět krásný panoramatický obraz – není tedy nutno kupovat více kamer pro pokrytí daného místa, stačí pouze jediná panoramatická kamera. Panoramatické kamery je možné dodat včetně integrované PTZ otočné kamery. Operátor si může kdykoliv zaostřit a vyhodnotit danou situaci, kterou vidí zmenšeně na panoramě. Využití kamer je velice široké – náměstí, skladovací prostory, sklady, frekventované křižovatky apod.“* (12)

Termální kamery nacházejí na současném trhu čím dál větší uplatnění. Jsou vybaveny termografickou čočkou pro snímání teploty z osob nebo věcí. Optika musí být vždy kvalitní. Na základě termografického spektra se termografické kamery používají na ochranu perimetru. V dnešní době dokážou kamery zachytit osobu až na 800m vzdálenost.

4.2.2.4 Doplnkové funkce kamer

Detekce pohybu – pomocí této funkce je kamera schopna rozlišit pohyb v obraze na základě změny pixelů čímž dochází k obrazové změně, která poté vyvolává nastavenou reakci (počátek nahrávání záznamu či alarm). (2) (13)

Široký dynamický rozsah - *„tato technologie umožňuje zobrazit detailně i tmavé části obrazu, a to bez saturace světlejších částí. Funkce WDR mění limit počtu zón obrazu, a proto je barevný obraz jasnější než při použití BLC. Funkce kombinuje dva snímky, s vysokou rychlostí závěrky pro jasné části obrazu a pomalejší rychlost závěrky pro tmavší část obrazu, do jednoho složeného obrazu.“* (14)

Maskování privátních zón – pomocí funkce maskování privátních zón dochází k umístění až několik tzv. neprůhledných polí, které ze scény „zakryjí“ zvolené části obrazu

a pomáhají tak chránit soukromí – vybraná část obrazu se na záznamu ani v živém zobrazení neukáže. (14)

Kompenzace protisvětla – tato funkce je vytvořena k detekování zdroje protisvětla (například rozsvícené reflektory) a ty pak eliminovat tak, aby byly viditelné i tmavé aspekty obrazu (RZ automobilu) viz. obr. 1. (13)

Obrázek 1 Kompenzace protisvětla



Zdroj: <https://www.mvteamcctv.com>

Digitální redukce šumu – o šumu při monitorování lze mluvit pokaždé, když dochází k náhodně vyskytujícímu se narušení obrazu například – změny jasu, barev, pixelů. K tomuto dochází velmi často v případě špatného osvětlení, neodpovídající citlivosti atd. V současné době se tomuto předchází pomocí 2 D (2D-DNR) či 3D (3D-DNR) technologie redukce šumů viz. obr. 2. (6) (15)

Obrázek 2 Digitální redukce šumu



Zdroj: <https://shopdelta.eu>

Automatická elektronická závěrka – pokud kamera disponuje touto funkcí znamená to, že je schopna „*dynamicky měnit rychlost obrazového senzoru v závislosti na osvětlení scény, pokud je scéna tmavá, rychlost se zpomaluje a naopak.*“ (14)

4.2.3 Záznamová zařízení

Některá kamerová zařízení disponují slotem pro paměťovou kartu. Tento typ kamer a nahrávání obrazu a situace ovšem není příliš často doporučován. Jednak z důvodu reálného odcizení celé kamery, a tudíž i záznamu a jednak proto, že se na paměťovou kartu díky její obsahové velikosti nevyjde několika denní záznam (karta se po čase přemazává). Z tohoto důvodu se ke kamerám často připojuje tzv. záznamové zařízení. Tyto zařízení umožňují majiteli pozdější přehrávání a zobrazení obrazů.

Nahrávací zařízení stejně jako kamery lze dělit na analogové tzv. DVR, IP neboli NVR a hybridní video rekordéry, které jsou schopné komunikovat s analogovými i IP kamerami.

4.2.3.1 DVR rekordéry

Tento typ rekordérů je v současnosti stejně jako jeho kompatibilní zařízení (analogové kamery) na ústupu. Digitální video rekordéry využívají jako záznamové médium počítačový pevný disk, na který se záznam obrazu ukládá. Délka ukládání je přímo úměrná technickým možnostem daného rekordéru, stejně tak jako současné legislativě.

DVR rekordéry disponují velkou řadou přídavných funkcí. Za zmínku jistě stojí ukládání záznamu opatřeného časovou stopou, která značně usnadňuje hledání v záznamech anebo záznam pomocí detekce pohybu. To v praxi znamená, že nahrávání začne až v případě změny pixelů v daném obraze. Disk, na který se záznam nahrává není tak zbytečně zaplněn záznamem bez pohybu. (8)

4.2.3.2 NVR rekordéry

K zevrubné deskripci NVR rekordéru dojde v kapitole 4.3.5. Pro účely této kapitoly je ovšem záhodno zmínit, že NVR rekordéry se používají k záznamu IP kamer – jsou tedy připojeny přes internet.

4.2.4 Zobrazovací zařízení

K tomu, aby došlo k zobrazení a ovládání kamer slouží tzv. zobrazovací zařízení. Zařízení musí splňovat určité požadavky na hardware, jelikož u novodobých kamerových

systémů je kladen velký důraz na výpočetní kapacitu pro dekódování dat. Tyto zařízení mohou být různá, k účelům této práce dojde k popsání základních typů.

Multiplexory se využívají v analogových CCTV systémech v případech, kdy systém obsahuje více kamer než monitorů a záznamových zařízení. Multiplexor společně s přepínačem (switchem) se využívá ke směrování signálu jedním směrem – přijímá analogový záznam z více kamer a následně digitalizuje signál. Ovšem na rozdíl od switchu disponuje multiplexor softwarem pro detekci pohybu a analýzu obrazu. (6) (16)

Pro rozsáhlejší IP kamerové systémy slouží k zobrazování video streamu tzv. dekodér. Toto zařízení je přímo určeno k dekódování a zobrazování video streamu na zobrazovacích video stěnách. Z jednoho dekodéru je možné využít až 16 výstupů HDMI nebo VGA, a ty následně zobrazovat na displejích. (5)

Mezi další, uživatelsky vítané, zobrazovací zařízení lze řadit počítač, mobilní zařízení či tablety. Všechna tato zařízení ovšem musí obsahovat aplikaci/program, s danými protokoly a s daným dekódovacím procesem pro přehrání živého zobrazení či záznamu z kamerových systémů.

4.2.5 Napájení a záložní zdroje

Pokud má být docíleno kvalitního kamerového systému, musí být počítáno s kvalitním návrhem napájení pomocí vhodných adaptérů. V případě, že má být kamerový systém v provozu 24 hodin denně, 7 dní v týdnu, musí se zakomponovat produkty, které mají za cíl v případě výpadku elektrického proudu tyto výpadky nahradit. Jedná se o záložní zdroje. (6)

Kamerové systémy musí být pro svoji funkčnost napájeny napájecími adaptéry, každý výrobce má podobné parametry napájení. Napájet musíme nahrávací zařízení i kamery. U analogových kamer je možné využít napájení skrze adaptéry (převážně 12 V, 24 V a 36 V) nebo napájení po koaxiálním kabelu. Současně tedy skrze koaxiální kabel proudí napájení i data. (6)

U IP technologie kamerových systémů je nutné taktéž napájet nahrávací zařízení, stejně jako všechny ostatní komponenty síťové topologie tak, aby data dorazila z kamery do nahrávacího zařízení. Možnost napájení IP kamer je povícero. První možnost je stejná jako u analogu – externím adaptérem (12 V, 24 V a 36 V). Další možností je napájení IP kamer pomocí switchu s tzv. integrovaným PoE, kde jedním UTP kabelem je možné napájet kameru

a zároveň přenášet data. Poslední možností je PoE injektor. V případě napájení skrze PoE technology jsou nejpoužívanějšími standarty 802.3af a 802.3at. (17)

Jelikož kamerové systémy mají být v provozu neustále musí být docíleno i konstantního a nepřerušovaného napájení elektrické energie do těchto zařízení. Toho lze docílit přidáním tzv. UPS (zdroj záložního napájení). Tyto zdroje záložního napájení se nejčastěji umísťují přímo do servroven k aktivním prvkům sítě, odkud také vedou rozvody pro kamerové systémy. V případě zálohování dohledových stanic jsou tyto zdroje záložního napájení u daného zobrazovacího HW. Použití UPS je velice široké, jelikož na trhu je možné dostat mnoho kapacitních variant (od UPS pro počítače až UPS pro výtahy). Tato UPS zařízení pracují na principu baterií, tzn. Při konstantním napájení z elektrické sítě se nabíjí a v případě výpadu el proudu se tyto zařízení napájí.

4.3 IP kamerové systémy

S rostoucím technologickým průmyslem a pokrokem v jednotlivých odvětví, se čím dál víc rozšiřují možnosti a využití IP kamerových systémů. Jejich přední výhodou je jejich online provedení – tedy to, že napřímo komunikují s internetem, a tudíž umožňují sledovat živý záznam odkudkoliv, kde je internet. Uživatel, který má přístup, může tak v živém čase sledovat, co se odehrává na druhé straně světa. Mimo záznam může ovšem i poslouchat zvuk, či kameru na dálku ovládat. IP kamery ve svém pouzdře obsahují mimo analogové kamery zároveň i webový video server, ethernet konektor a webové stránky.

4.3.1 Výhody IP kamerových systémů

Vzhledem k tomu, že jde o systém, který se přenáší po ethernetových sítích, jde nesporně o systém s nejjednodušším rozšířením i ovládním. Tento systém se velmi často označuje za tzv. „otevřený systém“, což znamená, že jde ovládat v podstatě odkudkoliv, kde je přístup k internetu a k síti. *„Zvyšující se výkon kamerových procesorů umožňuje samotným kamerám provádět čím dál pokročilejší analýzy, a to bez potřeby dalšího hardwaru.“* (4)

4.3.2 Nevýhody IP kamerových systémů

Jednou z hlavních nevýhod jsou vyšší pořizovací náklady oproti analogovým kamerovým systémům. Jako další nevýhoda bývá často uváděna vzájemná nekompatibilita

mezi různými výrobci kamerových systémů. Konkrétně mezi IP kamerou a nahrávacím zařízením (NVR). Tento problém lze vyřešit při návrhu kamerového systému zvolením vhodného výrobce, který podporuje protokol ONVIF. Díky tomuto protokolu lze přidat různé značky IP kamer do jednoho nahrávacího zařízení nebo naopak.

4.3.3 IP síť, aktivní síťové prvky

Síťový router je zařízení, nebo v některých případech software v počítači, který určuje další síť, do které by měl být paket digitálních informací předáván, směrem k jeho konečnému cíli. Spojuje alespoň dvě sítě a určuje, jakým způsobem se má posílat každý informační paket. Router může být umístěn v libovolném místě síťové infrastruktury. Novodobé routery mají v sobě hned několik dalších zařízení jako jsou switche, bezdrátové body apod. (1)

„Přepínač předává datové rámce jen mezi přípojkami stejné skupiny. Switche sestávají z portů, do kterých lze zapojit různá zařízení, proto se dělají v různých velikostech – od 4 portových až do 48 portových. V současné době se mezi nejpoužívanější switche řadí Ethernet, LAN a PoE switche. Hlavním rozdílem mezi těmito třemi switchi je ten, že PoE jako jediný umí zároveň napájet kamery.“ (18)

4.3.4 IP kamerové inteligentní analýzy

Vzhledem k tomu, že tyto kamery komunikují skrze IP protokol mohou také přenášet více dat včetně inteligentních analýz, které jsou procesovány přímo v dané kameře. Mezi tyto analýzy lze řadit:

- *„detekci pohybu*
- *detekci odložených nebo zmizelých objektů*
- *rozpoznávání registračních značek vozidel (RZ)*
- *rozpoznání tvarů lidského obličeje*
- *počítání osob*
- *detekce vandalismu*
- *detekce překročení čáry*
- *detekci shlukování lidí*
- *detekce vstupu/výstupu do/z oblasti*

- *detekce náhlého nárůstu vysokého zvuku*
- *POS – transakční detekce u pokladen*
- *detekce teploty osob*
- *detekce pádu“ (19)*

Inteligentní analýzy jsou jedním z hlavních důvodů, proč jsou IP kamery finančně náročnější oproti analogovým kamerám.

4.3.5 IP nahrávací zařízení – NVR

NVR rekordéry, neboli síťová záznamová zařízení, pomáhají zaznamenávat digitální obraz z IP kamerových systémů. Tento obraz je stejně jako v případě DVR videorekordérů zaznamenáván na pevný disk. Vzhledem k tomu, že NVR videorekordér je připojen k počítačové síti, bývá častokrát umístěn mimo sledovanou oblast. *„Slouží tak prakticky jako datové úložiště. S kamerami komunikují pomocí TCP/IP adres. Monitoring systému pak může být prováděn prakticky z jakéhokoli PC připojeného do počítačové sítě. NVR jsou dodávány ve standardních konfiguracích pro 4, 8, 16, 24, 32, 48 a 64 IP kamer. Funkce, kterými rekordéry NVR disponují, jsou obdobné jako u DVR.“ (6) (20)*

4.3.6 Možnosti zobrazení – dekódovací zařízení

U IP technologie je dekódovacích zařízení více – může to být počítač, na kterém je nainstalovaná aplikace či program kamerových systémů, díky kterému lze zobrazit kamery. Dále jsou to hardwarové dekodéry, které komunikují pouze se síťovým rozhraním díky jejich hardwarové stavbě umožňují dekódování, více kamer než počítač, jelikož jsou uzpůsobeny pouze na jednu činnost, a to je dekódování streamu. Dále si můžeme zobrazit kamerový výstup přímo z lokálního grafického portu nahrávacího zařízení (neumožňují všichni výrobce kamerových systémů).

4.3.7 Parametry CCTV systémů na IP sítích

Mezi základní parametry CCTV systémů na IP sítích lze řadit:

- Rozlišení
- Snímková frekvence

- Přisvity

Rozlišení – tento základní parametr udává, jakou rozlišovací schopnost má snímací čip. Analogové kamery využívají obrazový formát PAL (704x576 obrazových bodů) viz. obr. 3. Oproti tomu IP kamery jsou omezeny pouze možnostmi dané technologie. (6)

Obrázek 3 Rozlišení



Zdroj: <http://www.kameryskladem.cz>

Snímková frekvence – udává se jako počet snímků za sekundu (fps). V případě IP kamer velmi záleží na výkonu procesoru kamery, rozlišení, stupni komprese, zapnuté video analytické funkce atd. Více jak polovina IP kamer překročí tzv. 25 fps i při VGA (640x480) nebo D1 rozlišení (720x576). Kvalitnější IP kamery, které již obsahují standart FULL HD, rychlost 25fps dosáhnou již při rozlišení 1280x720. (19)

Přisvit – kamery často bývají využívány i v noci, a proto velmi často disponují přisvity, které poskytují tzv. „noční vidění“. IR přisvit neboli infračervený přisvit, sice neumí zachovat barevná spektra a poskytuje pouze černobílý obraz, je ale lidskému oku neviditelný. IR přisvity mohou být vestavěné anebo externí. Zatímco vestavěné IR přisvity jsou levnější, díky externím IR přisvitům lze díky jejich instalaci „jakýmkoliv“ směrem zabránit případným odrazům světla a docílit tak kvalitnějšího obrazu. (2) (21)

4.4 Legislativa kamerových systémů

V současné době se nová instalace kamerového systému již nemusí registrovat na Úřad pro ochranu osobních údajů, a to od nástupu zákona o ochraně Osobních údajů viz

GDPR. Na pořizování jakýchkoliv záznamů (ať už fotoaparátem či kamerou) se vztahují především ustanovení občanského zákoníku upravujícího podmínky ochrany soukromí, osobnosti a podoby člověka. „Provozování kamerového systému je považováno za zpracování osobních údajů podléhající povinností podle obecného nařízení, pokud je

- *automatizovaně prováděn záznam monitorovaného veřejného prostoru,*
- *zároveň je účelem pořizovaných informací a záznamů využití k identifikaci fyzických osob v souvislosti s určitým jednáním.*

Údaje uchovávané v záznamovém zařízení, ať obrazové či zvukové, jsou osobními údaji za předpokladu, že na základě těchto záznamů (informace z obrazových či zvukových nahrávek) lze přímo či nepřímo identifikovat konkrétní fyzickou osobu“. (22)

U každého kamerového systému (mimo osobních či domácích činností), musí být jasně označen správce, který je povinen vést si záznamy o činnostech zpracování. (záznamy nahrazují registrační formuláře, které se již nezasílají Úřadu). (22)

Záznam o činnostech zpracování pro kamerový systém musí obsahovat tyto náležitosti:

- *„Označení správce.*
- *Běžná identifikace správce, tj. subjektu, který provádí zpracování.*
- *Účel zpracování (např. ochrana majetku správce, života a zdraví osob prostřednictvím stálého kamerového systému).*
- *Popis kategorií subjektů údajů.*
- *Zaměstnanci a příležitostně vstupující osoby do monitorovaného prostoru (dodavatelé, návštěvy apod.).*
- *Popis kategorií osobních údajů.*
- *Podoba a obrazové informace o chování a jednání zaznamenaných osob.*
- *Příjemci osobních údajů a informace o případném předání osobních údajů do třetích zemí.*
- *V odůvodněných případech orgány činné v trestním řízení, případně jiné zainteresované subjekty pro naplnění účelu zpracování (např. pojišťovna).*
- *Lhůta pro výmaz (doba uchování záznamu je X dní).*
- *Záznam zachyceného incident je uchován po dobu nezbytnou pro projednání případu.*
- *Technická a organizační bezpečnostní opatření.*

- *Bezpečnostní kryt (řízený přístup k datům, školení oprávněných osob, vedení záznamů o předání nahrávek oprávněným orgánům a osobám)“ (22)*

5 Vlastní zpracování

Sada testů byla zaměřena na co nejefektivnější využití zobrazování kamerových bodů s co nejmenším dopadem na datový tok a propustnost lokální datové sítě. Úzká souvislost datového toku hraje roli ve využití a množství ukládaných dat. V praktické části bylo testováno několik typů IP kamer s různými vlastnostmi. Dále nahrávací zařízení (NVR) s instalovaným pevným diskem pro uložení kamerových záznamů a zobrazovací zařízení formou počítače se softwarem pro dohled nad kamerovým systémem. V neposlední řadě bylo využito aktivních prvků sítě jako router a PoE switch. Testováním bylo možné zjistit vhodnost provozování a zobrazování kamerových systémů nejen na nově vybudovaných lokálních datových sítích, ale i na stávajících síťových infrastrukturách. Moderní kamery s větším rozlišením přenášejí větší množství dat. Tyto data jsou distribuována pomocí lokální sítě k ostatním zařízením jako nahrávací zařízení nebo počítač s dohledovým SW.

Obrázek 4 Komponenty kamerového systému



Zdroj: Vlastní zpracování

5.1 Typy a parametry testovaných zařízení

Veškeré komponenty pro testování, krom routeru a počítačového klienta, byly použity od jednoho výrobce pro zaručení co nejlepší kompatibility. K samotnému testování bylo použito následujících zařízení. Nahrávací zařízení s dostatečným počtem kanálů, router vyhovující požadavkům sítě, naddimenzovaný PoE switch pro možnost rozšíření sítě a kamerových bodů. Zahrnuty byly různé typy IP kamer pro přiblížení reálného nasazení. Posledním nedílným článkem testovací sady bylo použití počítačového klienta. Jejich základní parametry jsou následující:

- Nahrávací zařízení typ DS-7716NI-K4
 - Celkový počet kanálů 16
 - Maximální kapacita rozlišení pro nahrávání na jeden kanál 8 MP (3840x2160)
 - Podporované formáty kodeku H.265+/H.265/H.264+/H.264/MPEG4
 - Maximální příchozí datový tok 160 Mbps
 - Maximální odchozí datový tok 160 Mbps
 - 4x slot pro pevné disky (HDD), max. kapacita HDD činí 8 TB
 - Instalován pevný disk WD Purple 4TB (určený pro CCTV)
 - 2x síťové porty RJ-45 s aut. adaptací rychlosti 10/100/1000 Mbps

Obrázek 5 Nahrávací zařízení DS-7716NI-K4 s pevným



Zdroj: Vlastní zpracování

- Router typ TP-Link Archer C7
 - Rozhraní RJ-45, Wi-Fi
 - 4x LAN porty RJ-45 s aut. adaptací rychlosti 10/100/1000 Mbps
 - 1x WAN port RJ-45 s aut. adaptací rychlosti 10/100/1000 Mbps
 - Podporované protokoly IPv4 a IPv6
 - DHCP Server, DHCP list klientů, rezervace adres
 - Přesměrování portů Virtuální server, Port Triggering, UPnP, DMZ
 - Zabezpečení firewallu DoS, SPI Firewall, IP a MAC pevné vázání
 - VPN server typu OpenVPN a PPTP VPN (pro bezpečné připojení do LAN sítě z WAN - veřejného internetu)

Obrázek 6 Rourter TP-Link Archer C7



Zdroj: Vlastní zpracování

- PoE switch typ DS-3E1518P-E
 - 16x síťový port RJ-45 s automatickou adaptací rychlosti 10/100/1000 Mbps, každý z těchto portů s podporou PoE standardu IEEE 802.3af, IEEE 802.3at
 - Maximální možné napájení na jeden port RJ-45 činí 30 W
 - Celkový napájecí výkon 225 W
 - 2× 1000 Mbps optické porty pro SFP moduly
 - Ochrana do 6 KV proti přetížení na RJ-45 portech
 - Extended mod – napájení a data kamer až do vzdálenosti 300 m skrze kroucený pár UTP cat. 5e
 - Protokoly STP/RSTP, VLAN, agregace linky, SNMP, QoS

- Celková propustnost switche činí 36 Gbps

Obrázek 7 PoE Switch DS-3E1518P-E



Zdroj: Vlastní zpracování

- IP kamera typ DS-2CD2685FWD-IZS(2.8-12mm)(B)
 - Bullet kamera
 - Maximální rozlišení 3840 × 2160, 8 Mpx
 - Maximální snímková frekvence 30 fps
 - Motorický varifokální objektiv 2,8 mm – 12 mm
 - Snímací čip 1/2.5" Progressive Scan CMOS
 - IR přísvit do 50 m (vlnová délka přísvitu 850nm)
 - Funkce úprava expozice, dig. redukce šumu, maskování oblastí, 120 dB WDR
 - Podporované formáty kodeku H.265+/H.265/H.264+/H.264
 - Napájení 12 VDC, 1.5 A nebo PoE (802.3at), max. 19 W
 - Stupeň krytí proti vniknutí vody a nečistot IP67, ochrana proti vandalismu IK10

Obrázek 8 IP kamera DS-2CD2685FWD-IZS(2.8-12mm)(B)



Zdroj: Vlastní zpracování

- IP kamera typ DS-2CD2185FWD-I(2.8mm)
 - Dome kamera
 - Maximální rozlišení 3840 × 2160, 8 Mpx
 - Maximální snímková frekvence 30 fps
 - Pevný objektiv 2,8 mm
 - Snímací čip 1/2.5" Progressive Scan CMOS
 - IR přísvit do 30 m (vlnová délka přísvitu 850nm)
 - Funkce úprava expozice, dig. redukce šumu, maskování oblastí, 120 dB WDR
 - Podporované formáty kodeku H.265+/H.265/H.264+/H.264
 - Napájení 12 VDC, 0.7 A nebo PoE (802.3af), max. 9 W
 - Stupeň krytí proti vniknutí vody a nečistot IP67, ochrana proti vandalismu IK10

Obrázek 9 IP kamera DS-2CD2185FWD-I(2.8mm)



Zdroj: Vlastní zpracování

- IP kamera typ DS-2CD2385FWD-I(4mm)
 - Turret kamera
 - Maximální rozlišení 3840 × 2160, 8 Mpx
 - Maximální snímková frekvence 30 fps
 - Pevný objektiv 4 mm
 - Snímací čip 1/2.5" Progressive Scan CMOS
 - IR přísvit do 30 m (vlnová délka přísvitu 850nm)
 - Funkce úprava expozice, dig. redukce šumu, maskování oblastí, 120 dB WDR

- Podporované formáty kodeku H.265+/H.265/H.264+/H.264
- Napájení 12 VDC, 0.7 A nebo PoE (802.3af), max. 8.5 W
- Stupeň krytí proti vniknutí vody a nečistot IP67

Obrázek 10 IP Kamera DS-2CD2385FWD-I(4mm)



Zdroj: Vlastní zpracování

- IP kamera typ DS-2CD2643G1-IZ(2.8-12mm)

- Bullet kamera
- Maximální rozlišení 2688 × 1520, 4 Mpx
- Maximální snímková frekvence 30 fps
- Motorický varifokální objektiv 2,8 mm – 12 mm
- Snímací čip 1/3" Progressive Scan CMOS
- IR přísvit do 50 m (vlnová délka přísvitu 850nm)
- Funkce úprava expozice, dig. redukce šumu, maskování oblastí, 120 dB WDR
- Podporované formáty kodeku H.265+/H.265/H.264+/H.264
- Napájení 12 VDC, 1.5 A nebo PoE (802.3at), max. 18 W
- Stupeň krytí proti vniknutí vody a nečistot IP67

Obrázek 11 IP kamera DS-2CD2643G1-IZ(2.8-12mm)



Zdroj: Vlastní zpracování

- IP kamera typ DS-2CD2745FWD-IZS(2.8-12mm)(B)
 - Dome kamera
 - Maximální rozlišení 2688 × 1520, 4 Mpx
 - Maximální snímková frekvence 30 fps
 - Motorický varifokální objektiv 2,8 mm – 12 mm
 - Snímací čip 1/2.5" Progressive Scan CMOS
 - IR přísvit do 30 m (vlnová délka přísvitu 850nm)
 - Funkce úprava expozice, dig. redukce šumu, maskování oblastí, 120 dB WDR
 - Podporované formáty kodeku H.265+/H.265/H.264+/H.264
 - Napájení 12 VDC, 0.9 A nebo PoE (802.3at), max. 12.5 W
 - Stupeň krytí proti vniknutí vody a nečistot IP67, ochrana proti vandalismu IK10

Obrázek 12 IP kamera DS-2CD2745FWD-IZS(2.8-12mm)(B)



Zdroj: Vlastní zpracování

- IP kamera typ DS-2CD2543G0-I(2.8mm)
 - Mini dome kamera
 - Maximální rozlišení 2688 × 1520, 4 Mpx
 - Maximální snímková frekvence 30 fps
 - Pevný objektiv 2,8 mm
 - Snímací čip 1/3" progressive scan CMOS

- IR přísvit do 10 m (vlnová délka přísvitu 850nm)
- Funkce úprava expozice, dig. redukce šumu, maskování oblastí, 120 dB WDR
- Podporované formáty kodeku H.265+/H.265/H.264+/H.264
- Napájení 12 VDC, 0.7 A nebo PoE (802.3af), max. 10 W
- Stupeň krytí proti vniknutí vody a nečistot IP67, ochrana proti vandalismu IK08

Obrázek 13 IP kamera DS-2CD2543G0-I(2.8mm)



Zdroj: Vlastní zpracování

- IP bi - spektrální kamera na měření teploty u osob typ DS-2TD2636B-15/P
 - Bullet kamera
 - Maximální rozlišení optického spektra 2688 × 1520, 4 Mpx
 - Maximální rozlišení termografického spektra 384 × 288
 - Maximální snímková frekvence optického spektra 30 fps
 - Maximální snímková frekvence termografického spektra 25 fps
 - Pevný objektiv optického spektra 6 mm
 - Pevný objektiv optického spektra 15 mm
 - Snímací čip 1/2.7" Progressive Scan CMOS a čip z oxidu vanadičitého pro termografické spektrum
 - IR přísvit do 50 m (vlnová délka přísvitu 850nm)
 - Funkce detekce obličejů, měření lidské teploty, úprava expozice, digitální redukce šumu, maskování oblastí, 120 dB WDR

- Podporované formáty kodeku H.265+/H.265/H.264+/H.264
- Napájení 9 VDC, 1 A nebo PoE (802.3af), max. 9.5 W
- Stupeň krytí proti vniknutí vody a nečistot IP66

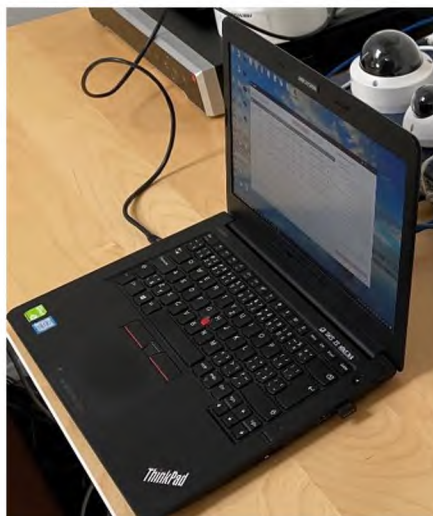
Obrázek 14 IP bi - spektrální kamera DS-2TD2636B-15P



Zdroj: Vlastní zpracování

- Počítačový klient typ Lenovo E470 se SW pro kamerové systémy
 - Procesor Intel Core i7 – 7500U 2.9 GHz
 - RAM 8 GB DDR 4
 - Grafická karta NVIDIA GeForce 940MX, GDDR5, DDR3, 4096 MB
 - SSD 256 GB
 - Operační systém Windows 10 PRO
 - RJ-45 port s automatickou adaptací rychlosti 10/100/1000 Mbps

Obrázek 15 Lenovo E470 se SW pro kamerové systémy



Zdroj: Vlastní zpracování

5.2 Sada testů

Aby mohlo být dosaženo co nejpřesnějších výsledků je nutno celý kamerový systém včetně sítě nejprve vhodně nakonfigurovat. Jako stavební kámen pro kamerové systémy na IP sítích je nutnost konfigurace lokální sítě, tedy routeru. Vzhledem k povaze testování můžeme jeho venkovní adresu (WAN) zanedbat. Jeho defaultní IP adresa pro LAN (výchozí brána) byla zvolena 192.168.88.254, maska podsítě 255.255.255.0 a DHCP server, který rozdává IP adresy z DHCP poolu 192.168.88.100 - 192.168.88.200. Server DHCP nebude využit pro kamerové systémy ani pro síťové komponenty, slouží pouze pro připojení klientů (počítačů). Nastavení WLAN (Wi-Fi) není nastaveno z podstaty věci vůbec, jelikož bezdrátové připojení je bezpečnostní hrozbou. Navíc není na místě pro kamerové systémy kolísání a nestabilita bezdrátových spojů, které fungují na nelicencovaných pásmech. Je zde velké riziko zarušení daného kanálu a tím nestabilita signálu.

Obrázek 16 Kompletní kamerový systém



Zdroj: Vlastní zpracování

Napájecí a datový PoE switch má přidělenou pevnou IP adresu 192.168.88.250. Kamerovému systému a jeho dílčím prvkům byl nastaven rozsah pevných IP adres 192.168.88.210 - 192.168.88.218. Kompletní soupis IP adres je k nahlédnutí v tabulce č. 1. Veškeré IP kamery jsou napájeny z napájecího a datového PoE switche pomocí patch kabelů cat. 5e. Díky tomu lze docílit komunikace kamer s nahrávacím zařízením pouze po jedné kabeláži, ke každé kameře, bez nutnosti externích adaptérů pro napájení kamer. Kompletní zapojený kamerový systém na obrázku č. 16.

Tabulka 1 Soupis IP adres

ZAŘÍZENÍ	IP ADRESA	SERVER PORT	HTTP PORT
Router Archer C7	192.168.88.254/24	-	80
Switch DS-3E1518P-E	192.168.88.250/24	8000	80
Kamera DS-2CD2745FWD-IZS(2.8-12mm)(B)	192.168.88.218/24	8035	85
Kamera DS-2CD2385FWD-I(4mm)	192.168.88.217/24	8035	85
Kamera DS-2CD2685FWD-IZS(2.812mm)(B)	192.168.88.216/24	8035	85
Kamera DS-2CD2643G1-IZ(2.8-12mm)	192.168.88.215/24	8035	85
Kamera DS-2CD2543G0-I(2.8mm)	192.168.88.214/24	8035	85
Kamera DS-2CD2185FWD-I(2.8mm)	192.168.88.213/24	8035	85
Kamera DS-2TD2636B-15P	192.168.88.212/24	8035	85
NVR DS-7716NI-K4	192.168.88.210/24	8035	85
Lenovo E470	192.168.88.101/24	-	-

Zdroj: Vlastní zpracování

Celkové zapojení testovacího polygonu z pohledu sítě proběhlo následovně. Z prvního síťového portu routeru byl veden patch kabel do PoE switche portu 12. Z druhého síťového portu routeru byl veden patch kabel do počítačového klienta. Nahrávací zařízení bylo propojeno patch kabelem z prvního síťového portu do PoE switche portu 10. Kamery 1–7 byly propojeny pomocí síťových portů RJ-45 patch kabelem do PoE switche portů 1, 2, 4, 6, 13, 15 a 16 viz. obrázek č. 17.

Obrázek 17 Zapojení portů RJ-45 v PoE switchi



Zdroj: Vlastní zpracování

5.2.1 Testování při základních hodnotách a parametrech

Kamerový systém a kamerové body mají zadané defaultní (základní) nastavení s těmito parametry:

- Kamery s rozlišením 8 Mpx (celkem 3 ks): Rozlišení 3840×2160 , snímková frekvence 30 FPS, kodek H.264, datový tok v této konfiguraci činí 16384 Kbps
- Kamery s rozlišením 4 Mpx (celkem 4 ks): Rozlišení 2688×1520 , snímková frekvence 30 FPS, kodek H.264, datový tok v této konfiguraci činí 8192 Kbps

5.2.2 Testování při sníženém počtu snímkové frekvence

Kamerový systém a kamerové body mají nakonfigurované snížené hodnoty snímkové frekvence. Obecně byly nastaveny na tyto parametry:

- Kamery s rozlišením 8 Mpx (celkem 3 ks): Rozlišení 3840×2160 , snímková frekvence 18 FPS, kodek H.264, datový tok v této konfiguraci činí 12288 Kbps
- Kamery s rozlišením 4 Mpx (celkem 4 ks): Rozlišení 2688×1520 , snímková frekvence 18 FPS, kodek H.264, datový tok v této konfiguraci činí 6144 Kbps

5.2.3 Testování při změně kodeku a snímkové frekvence

Kamerový systém a kamerové body mají zadané v třetím testování snížené hodnoty snímkové frekvence a kodek H.265, konkrétně jde o tyto parametry:

- Kamery s rozlišením 8 Mpx (celkem 3 ks): Rozlišení 3840×2160 , snímková frekvence 18 FPS, kodek H.265, datový tok v této konfiguraci činí 5324 Kbps
- Kamery s rozlišením 4 Mpx (celkem 4 ks): Rozlišení 2688×1520 , snímková frekvence 18 FPS, kodek H.265, datový tok v této konfiguraci činí 2662 Kbps

6 Zhodnocení výsledků

6.1 Zhodnocení testování při základních hodnotách a parametrech

Celkový datový tok v základních hodnotách a parametrech byl zjištěn na 80 Mbps viz. obrázek č. 18. V případě nahrávání nepřetržitého 24hodinového záznamu zaplní záznam plnou kapacitu 4 TB disku za čtyři celé dny. Kompletní fungování na 100 Mbps sítích je značně zpomalené, neboť pro ostatní komunikaci, po odečtení datového toku kamerového systému, zbývá pouze 20 Mbps. V případě využití a sledování kamerového dohledového software je přenosová kapacita 100 Mbps sítí nedostatečná. Testovací síť má propustnost 1000 Mbps, proto bylo změřeno, že v případě této konfigurace je potřeba v ideálním případě alespoň 1000 Mbps lokální sítíovou infrastrukturu.

Obrázek 18 Základní hodnoty a parametry

Default 8 Mpx(1)	Channel Number: 1	Bitrate: 16384 kbps	Frame Rate: 30 fps	Resolution: 8MP(3840x2160)	Encoding: H.264
Default 8 Mpx(2)	Channel Number: 1	Bitrate: 16384 kbps	Frame Rate: 30 fps	Resolution: 8MP(3840x2160)	Encoding: H.264
Default 8 Mpx(3)	Channel Number: 1	Bitrate: 16384 kbps	Frame Rate: 30 fps	Resolution: 8MP(3840x2160)	Encoding: H.264
Default 4 Mpx(4)	Channel Number: 1	Bitrate: 8192 kbps	Frame Rate: 30 fps	Resolution: 4MP(2688x1520)	Encoding: H.264
Default 4 Mpx(5)	Channel Number: 1	Bitrate: 8192 kbps	Frame Rate: 30 fps	Resolution: 4MP(2688x1520)	Encoding: H.264
Default 4 Mpx(6)	Channel Number: 1	Bitrate: 8192 kbps	Frame Rate: 30 fps	Resolution: 4MP(2688x1520)	Encoding: H.264
Default 4 Mpx(7)	Channel Number: 1	Bitrate: 8192 kbps	Frame Rate: 30 fps	Resolution: 4MP(2688x1520)	Encoding: H.264

Zdroj: Vlastní zpracování

6.2 Zhodnocení testování při sníženém počtu snímkové frekvence

Celkový datový tok v dalším testování při sníženém počtu snímkové frekvence byl zjištěn na 60 Mbps viz. obrázek č. 19. V případě nahrávání nepřetržitého 24hodinového záznamu zaplní záznam plnou kapacitu 4 TB disku za pět celých dnů. Oproti prvotnímu testování byla navýšena kapacita nahrávání o celý jeden den, a to díky pouhým okem neznatelným snížením snímkové frekvence. Kapacita disku byla zachována. Tedy 4 TB.

Obrázek 19 Snížené hodnoty parametru snímkové frekvence

Mene FPS 8 Mpx(1)		
Channel Number: 1	Bitrate: 12288 kbps	
Frame Rate: 20 fps	Resolution: 8MP(3840x2160)	Encoding: H.264
Mene FPS 8 Mpx(2)		
Channel Number: 1	Bitrate: 12288 kbps	
Frame Rate: 20 fps	Resolution: 8MP(3840x2160)	Encoding: H.264
Mene FPS 8 Mpx(3)		
Channel Number: 1	Bitrate: 12288 kbps	
Frame Rate: 20 fps	Resolution: 8MP(3840x2160)	Encoding: H.264
Mene FPS 4 Mpx(4)		
Channel Number: 1	Bitrate: 6144 kbps	
Frame Rate: 20 fps	Resolution: 4MP(2688x1520)	Encoding: H.264
Mene FPS 4 Mpx(5)		
Channel Number: 1	Bitrate: 6144 kbps	
Frame Rate: 20 fps	Resolution: 4MP(2688x1520)	Encoding: H.264
Mene FPS 4 Mpx(6)		
Channel Number: 1	Bitrate: 6144 kbps	
Frame Rate: 20 fps	Resolution: 4MP(2688x1520)	Encoding: H.264
Mene FPS 4 Mpx(7)		
Channel Number: 1	Bitrate: 6144 kbps	
Frame Rate: 20 fps	Resolution: 4MP(2688x1520)	Encoding: H.264

Zdroj: Vlastní zpracování

6.3 Zhodnocení testování při změně kodeku a snímkové frekvence

Z třetího testování při změně kodeku a snímkové frekvence jsou viditelné rapidní změny v hodnotách oproti prvnímu, základnímu testování. Celkový datový tok nahrávaných kamerových bodů vykazuje hodnotu 26 Mbps. Tato hodnota znamená pokles o celých

54 Mbps datového toku na lokální síti bez výrazné ztráty kvality zobrazovaných snímků kamerových bodů. Poslední testovaná konfigurace byla dostatečná jak z pohledu využití síťové propustnosti (i na 100 Mbps sítích), tak z hlediska nahrávané doby záznamu. Doba záznamu činila v tomto případě celých třináct dní nepřetržitého 24hodinového záznamu (v případě využití 4 TB disku, tedy beze změny kapacity úložiště). Daný efekt nízkého datového proudu je vhodný ke sledování kamerového systému z více počítačových klientských stanicí.

Obrázek 20 Změna kodeku a snížené hodnoty parametru snímkové frekvence

H.265, FPS 8 Mpx(1)		
Channel Number: 1	Bitrate: 5324 kbps	
Frame Rate: 18 fps	Resolution: 8MP(3840x2160)	Encoding: H.265
H.265, FPS 8 Mpx(2)		
Channel Number: 1	Bitrate: 5324 kbps	
Frame Rate: 18 fps	Resolution: 8MP(3840x2160)	Encoding: H.265
H.265, FPS 8 Mpx(3)		
Channel Number: 1	Bitrate: 5324 kbps	
Frame Rate: 18 fps	Resolution: 8MP(3840x2160)	Encoding: H.265
H.265, FPS 4 Mpx(4)		
Channel Number: 1	Bitrate: 2662 kbps	
Frame Rate: 18 fps	Resolution: 4MP(2688x1520)	Encoding: H.265
H.265, FPS 4 Mpx(5)		
Channel Number: 1	Bitrate: 2662 kbps	
Frame Rate: 18 fps	Resolution: 4MP(2688x1520)	Encoding: H.265
H.265, FPS 4 Mpx(6)		
Channel Number: 1	Bitrate: 2662 kbps	
Frame Rate: 18 fps	Resolution: 4MP(2688x1520)	Encoding: H.265
H.265, FPS 4 Mpx(7)		
Channel Number: 1	Bitrate: 2662 kbps	
Frame Rate: 18 fps	Resolution: 4MP(2688x1520)	Encoding: H.265

Zdroj: Vlastní zpracování

7 Závěr

Kamerové systémy se čím dál více objevují v našich životech. Již nejde pouze o městské kamerové systémy, v dnešní době je počítáno s touto implementací takřka ve všech ohledech. Výstavby výrobních hal, sídla společností, rodinné domy, bytová družstva atd. Dobře navržený kamerový systém může chránit nejen zdraví osob, může také chránit majetek a dobře posloužit chytrými funkcemi a učícími se algoritmy k automatizaci procesů.

Technologie IP kamerových systémů se bude postupem času ještě více vyvíjet a zdokonalovat v závislosti na vývoji počítačových sítí a informačních technologií. Veškeré uvedené podklady tomu nasvědčují. Díky velkému výběru typů IP kamerových systémů, jejich parametrů a funkcím, je možné provést instalaci do kteréhokoliv prostředí. S implementací internetového protokolu se použitelnost a využitelnost přímo úměrně zvyšuje.

Důležitou vlastností při navrhování kamerových systémů je posouzení všech možných případných okolností. Síťová infrastruktura musí být implementována s návazností na kapacitu a využití sítě. V případě provozování sítě pouze pro účely kamerových systémů, by měla být síť schopná kompletně plnit toto zadání. Pokud však má síť přenášet i jiná data z jiných technologií, musí se s tímto faktem počítat i při návrhu (naddimenzování do budoucna).

Nedílnou součástí efektivního IP kamerového systému je i jeho detailní nastavení. V případě kompletního a přesného zadání je možno docílit finančních úspor vlivem přesného návrhu a konfigurace kamerového systému. Jako například použití správné volby velikosti úložného prostoru. Při stejné velikosti úložného prostoru můžeme kalkulovat s jednotkami dnů uloženého záznamu navíc, a to pouze vhodnou konfigurací novodobého kodeku, při zachování parametrů kvality zobrazovaného živého streamu nebo kamerového záznamu.

8 Bibliografie

1. KRUEGLE, Herman. *CCTV Surveillance: Video Practices and Technology*. místo neznámé : Butterworth-Heinemann, 1996. 9780750698368.
2. UHLÁŘ, Jan. *Technická ochrana objektů II.díl*. místo neznámé : Policejní akademie České republiky, PA ČR, 2005. 8072511890.
3. Get Safe and Sound. *A Brief History of Video Surveillance*. [Online] 3. 10 2017. [Citace: 2020. 3 15.] <https://getsafeandsound.com/2017/10/the-history-of-video-surveillance/>.
4. Securitas. *IP vs. analog. Jaký kamerový systém zvolit?* [Online] 2020. [Citace: 27. 1 2020.] <https://www.securitas.cz/blog/bezpecnostni-technologie/ip-vs-analog.-jaky-kamerovy-system-zvolit/>.
5. HEŘMAN, Josef a TRINKEWITZ, Zdeněk. *Elektrotechnické a telekomunikační instalace*. Praha : Verdag Dashófer, 2008. 18030475.
6. KŘEČEK, Stanislav. *Příručka zabezpečovací techniky*. Blatná : Circetus, 2006. 8090293824.
7. ŠILHAVÝ, Radek, ŠILHAVÝ, Petr a PROKOPOVÁ, Zdeňka. *Vybrané aspekty návrhu webových informačních systémů*. místo neznámé : Scientific Press Serie by Šilhavý, 2013. 8090474136.
8. Hlídací kamery. *Rozdělení a druhy bezpečnostních kamer CCTV*. [Online] 2015. [Citace: 15. 3 2020.] <http://www.hlidacikamery.cz/druhy-kamer/>.
9. Alarm Absolon. *IP bullet kamery*. [Online] 2019. [Citace: 10. 2 2020.] https://www.absolon.cz/katalog/kamerove-systemy--cctv_73/ip-kamery_2850/bullet--valcove_2856.
10. Alarm Absolon. *IP dome kamery*. [Online] 2019. [Citace: 20. 3 2020.] https://www.absolon.cz/katalog/kamerove-systemy--cctv_73/ip-kamery_2850/dome--pulkulate_2857.
11. Alarm Absolon. *IP turret kamery*. [Online] 2019. [Citace: 15. 3 2020.] https://www.absolon.cz/katalog/kamerove-systemy--cctv_73/ip-kamery_2850/turret--dome-bullet_2898.

12. Alarm Absolon. *Panoramatické kamery*. [Online] 2019. [Citace: 15. 3 2020.] https://www.absolon.cz/katalog/kamerove-systemy--cctv_73/ip-kamery_2850/panoramaticke-kamery.
13. Kelcom international. *CCTV Kamery*. [Online] 2019. [Citace: 10. 1 2020.] <https://kelcom-sc.cz/faq-items/cctv-kamery/>.
14. Elektronické systémy. *Technické parametry kamerových systémů*. [Online] [Citace: 26. 2 2020.] <http://elektronicke-systemy.cz/technicke-parametry-kamerovych-systemu>.
15. Shop Delta. *Redukce šumů 2D / 3D DNR*. [Online] [Citace: 10. 1 2020.] https://shopdelta.eu/redukce-sumu-2d3d-dnr_18_aid897.html.
16. Atlantic, Space and Naval Warfare Systems Center. *CCTV Technology Handbook*. [https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/CCTV-Tech-HBK_0713-508.pdf]
17. CCTV camera world. *PoE Network Switches*. [Online] 2018. [Citace: 12. 3 2020.] <https://www.cctvcameraworld.com/power-over-ether-switches-hubs.html>.
18. MERZ, Hermann a HANSEMANN, Thomas. *Automatizované systémy budov, sdělovací systémy KNX/EIB, LON a BACnet*. místo neznámé : Grada Publishing a.s., 2009. 8024723670.
19. Escadtrade. *IP kamerové systémy*. [Online] 2020. [Citace: 26. 2 2020.] <http://www.escadtrade.cz/webove-ip-kamery.html>.
20. Hlídací kamery. *Záznamové zařízení kamerového systému*. [Online] 2011. [Citace: 15. 2 2020.] <http://www.hlidacikamery.cz/zaznamove-zarizeni/>.
21. Kamerové systémy tint. *IR přísvit*. [Online] 2017. [Citace: 3. 3 2020.] <http://www.kamerove-systemy-tint.cz/ir-prisvit/>.
22. Úřad pro ochranu osobních údajů. *K provozování kamerových systémů*. [Online] 2018. [Citace: 15. 3 2020.] <https://www.uouu.cz/k-nbsp-provozovani-kamerovych-systemu/d-29535/p1=1099>.