

**Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Ústav systémového inženýrství a informatiky**

**Problematika automatizovaného zpracování obrazu
z dohledových kamer**

Jaroslav Jirovský

**Bakalářská práce
2012**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jaroslav Jirovský**
Osobní číslo: **E09855**
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Informační a bezpečnostní systémy**
Název tématu: **Problematika automatizovaného zpracování obrazu z dohledových kamer**
Zadávací katedra: **Ústav systémového inženýrství a informatiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Využití neuronových sítí při automatizovaném zpracování obrazu z dohledových kamer, vhodné typy neuronových sítí, výhody a nevýhody použití daného typu neuronové sítě.
2. Přehled současně dostupných dohledových systémů pro automatickou identifikaci narušení perimetru, vyhodnocení hrozby a vyhlášení adekvátního poplachu (jejich funkce, míra samostatnosti při vyhodnocení obrazu, výhody, nevýhody, pořizovací a provozní náklady,...).
3. Stanovení kritérií pro výběr vhodného automatického dohledového systému.
4. Zpracování návrhu nejvhodnějšího způsobu řešení, kalkulace a ekonomické rozvahy vybraného řešení pro zvolenou malou firmu či vhodnou instituci státní správy.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

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

Seznam odborné literatury:

BARTÍK Václav ; JANEČKOVÁ Eva. Kamerové systémy v praxi. Praha : Linde, 2011. 240 s. ISBN 978-80-7201-850-5.

KŘEČEK, Stanislav. Příručka zabezpečovací techniky. Blatná : Cricetus, 2006. 313 s. ISBN 80-902938-2-4.

LOVEČEK, Tomáš ; NAGY, Peter. Bezpečnostné systémy : kamerové bezpečnostné systémy. Žilina : Žilinská univerzita, 2008. 283 s. ISBN 978-80-8070-893-1.

Vedoucí bakalářské práce:


Ing. Martin Novák

Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání bakalářské práce: **3. října 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2012**


doc. Ing. Renáta Myšková, Ph.D.

děkanka

L.S.


doc. Ing. Jiří Krupka, Ph.D.

vedoucí ústavu

V Pardubicích dne 3. října 2011

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako Školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 30. 6. 2012

Jaroslav Jirovský

PODĚKOVÁNÍ:

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu práce Ing. Martinu Novákovi za jeho odbornou pomoc, cenné rady a poskytnuté materiály, které mi pomohly při zpracování bakalářské práce.

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá možnostmi zabezpečení malého objektu pomocí kamerového dohledového systému. V první části je uvedena legislativa upravující používání kamerového systému. V další části je uveden přehled současných kamerových řešení, jejich výhody a nevýhody. Třetí část se zabývá zpracováním obrazu pomocí neuronových sítí. V poslední části je proveden výběr konkrétního vhodného řešení pro kamerový systém pomocí metod vícekritériálního rozhodování a jeho ekonomická kalkulace.

KLÍČOVÁ SLOVA

CCTV, IP kamera, neuronové síť, vícekritériální rozhodování, bezpečnost

TITLE

The issue of automated processing of images from surveillance cameras

ANNOTATION

This bachelor thesis deals with the possibilities of a small building security using a camera surveillance system. In the first part there is legislation regulating the use of surveillance camera system. The next section provides an overview of current surveillance camera solutions, their advantages and disadvantages. The third part deals with image processing using neural networks. In the last part is made a selection of a suitable solution for the camera system using multi-criteria decision making methods and its economic calculation.

KEYWORDS

CCTV, IP camera, neural networks, multi-criteria decision making, safety

OBSAH

ÚVOD	10
1 LEGISLATIVA UPRAVUJÍCÍ PROVOZOVÁNÍ KAMEROVÉHO SYSTÉMU.....	11
1.1 PROVOZOVÁNÍ KAMEROVÉHO SYSTÉMU Z HLEDISKA ZÁKONA O OCHRANĚ OSOBNÍCH ÚDAJŮ	11
1.2 OZNAMOVACÍ POVINNOSTI SPRÁVCE KAMEROVÉHO SYSTÉMU	13
2 ZPŮSOBY REALIZACE DOHLEDOVÉHO SYSTÉMU.....	15
2.1 ZÁKLADNÍ TECHNOLOGIE INTEGROVANÉ V DOHLEDOVÝCH SYSTÉMECH.....	15
2.1.1 <i>Kompenzace protisvětla - BLC</i>	15
2.1.2 <i>Široký dynamický rozsah - WDR</i>	16
2.1.3 <i>Funkce day/night:</i>	16
2.1.4 <i>Digitální redukce šumu - DNR</i>	16
2.1.5 <i>Digitální stabilizace obrazu - DIS</i>	17
2.1.6 <i>Detekce pohybu - VMD</i>	17
2.1.7 <i>Maskování privátních zón</i>	17
2.2 ANALOGOVÉ KAMEROVÉ SYSTÉMY CCTV	17
2.3 DIGITÁLNÍ IP KAMEROVÉ SYSTÉMY	19
2.4 VLASTNOSTI DIGITÁLNÍHO A ANALOGOVÉHO SYSTÉMU	21
2.5 ZPŮSOBY ZAZNAMENÁVÁNÍ OBRAZU Z DOHLEDOVÝCH SYSTÉMŮ	23
2.6 BEZPEČNOSTNÍ FUNKCE	24
2.6.1 <i>Detekce pohybu v obraze</i>	24
2.6.2 <i>Ochrana před zakrytím kamery</i>	25
2.6.3 <i>Ztráta video signálu</i>	25
2.6.4 <i>Virtuální bezpečnostní hranice</i>	25
2.6.5 <i>Detekce opuštěných objektů</i>	25
2.6.6 <i>Detekce kouře a ohně</i>	25
3 ZPRACOVÁNÍ OBRAZU NEURONOVÝMI SÍTĚMI.....	26
3.1 KOMPRESÍ DAT	26
3.2 AUTOMATICKÉ TRÍDĚNÍ DAT	27
3.3 OPTICKÉ ROZPOZNÁVÁNÍ ZNAKŮ	28
4 VÝBĚR KAMEROVÉHO SYSTÉMU	30
4.1 VÝBĚR KRITÉRIÍ PRO ROZHODOVÁNÍ.....	31
4.2 STANOVENÍ VAH JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ	33
4.3 ÚPRAVA KRITÉRIÁLNÍ MATICE	34
4.4 NORMALIZACE KRITÉRIÁLNÍ MATICE	35
4.5 STANOVENÍ KONEČNÉHO SKÓRE VARIANT	36
4.6 EKONOMICKÁ KALKULACE VYBRANÉHO KAMEROVÉHO SYSTÉMU	37
ZÁVĚR.....	38
POUŽITÁ LITERATURA	40
SEZNAM PŘÍLOH.....	42

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Parametry kamery LS-VEP200	19
Tabulka 2: Parametry kamery RYK-IP4831/1	20
Tabulka 3: Srovnání digitálního a analogového systému	21
Tabulka 4: Seznam variant	31
Tabulka 5: Soubor kritérií	31
Tabulka 6: Bodové ohodnocení kritérií v rámci variant	32
Tabulka 7: Saatyho bodová stupnice pro hodnocení kritérií	33
Tabulka 8: Saatyho matice	33
Tabulka 9: Výpočet vah pro jednotlivá kritéria	34
Tabulka 10: Konečná skóre jednotlivých variant	37
Tabulka 11: Ekonomická kalkulace Varianty A	37

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Schéma kamerového systému	15
Obrázek 2: Analogová dome kamera LS-VEP200	18
Obrázek 3: IP dome kamera RYK-IP4831/1	20
Obrázek 4: Digitální videorekordér EN-6704V	24
Obrázek 5: Řetězec procesů při zpracování obrazu	26
Obrázek 6: Konfigurace neuronové sítě pro kompresi	27
Obrázek 7: Topologie Kohonenovy mapy	28
Obrázek 8: Topologie Hopfieldovy sítě	28
Obrázek 9: Postupná rekonstrukce znaku Hopfieldovou sítí	29
Obrázek 10: Plánek přízemí	30
Obrázek 11: Obecný zápis kritériální matice	35
Obrázek 12: Kritériální matice pro výběr kamerového systému	35
Obrázek 13: Normalizovaná kritériální matice	36

SEZNAM ZKRATEK

EZS	Elektronický Zabezpečovací Systém
BLC	Backlight Compensation
WDR	Wide Dynamic Range
CCD	Charge-Coupled Device
IR	Infračervené
DNR	Digital Noise Reduction
DIS	Digital Image Stabilization
VMD	Video Motion Detection
CCTV	Closed Circuit Television
LAN	Local Area Network
DSP	Digital Signal Processor
PCB	Printed Circuit Board
LED	Light-Emitting Diode
HAD	Hole-Accumulation Diode
TVL	Television Lines
AGC	Automatic Gain Control
HLC	High Light Compensation
IP	Internet Protocol
PC	Personal Computer
CMOS	Complementary Metal-Oxide-Semiconductor
HD	High-Definition
Mpx	Megapixel
Fps	Frames Per Second
AWB	Auto White Balance
PAL	Phase Alternation Line

DVR	Digital Video Recorder
WiFi	Wireless Fidelity
PoE	Power Over Ethernet
OSD	On-Screen Display
NVR	Network Video Recorder
VGA	Video Graphics Array
HDTV	High-Definition Television
PCI	Peripheral Component Interconnect
UTP	Unshielded Twisted Pair
RJ45	Registered Jack
BNC	Bayonet Neill–Concelman

ÚVOD

Systémy s kamerovým dohledem zažívají pod vlivem technologického rozvoje, zvyšující se kriminality a rostoucích obav o bezpečnost obrovský rozkvět. S narůstajícím počtem kamer a rozšiřováním systémů zároveň roste i problém využitelnosti pořízených záznamů. Bývá zaznamenáno velké množství informací, které lze nejen kvůli nedostatku času velice těžko všechny analyzovat nebo třídit. Z toho vyplývá, že některé události nejsou zaznamenány vůbec nebo je na ně neadekvátně reagováno. Tyto skutečnosti vedly k vývoji inteligentního videa.

Inteligentní video zajišťuje snížení obrovského množství informací ve videozáznamech tak, aby obsluhující osoby nebo integrované bezpečnostní systémy dostávaly k vyhodnocení pouze relevantní informace. Základními funkcemi jsou detekce pohybu v záběru a detekce zvuků. Pokročilejší systémy dokážou automaticky rozpoznat poškození kamery, počítat osoby nebo sledovat virtuální ploty.

Cílem práce je poskytnout přehled dostupných technologií z hlediska jejich technické vybavenosti a ekonomické náročnosti, zejména nákladů na pořízení, instalaci a provoz, s ohledem na poskytovanou bezpečnost. Dále pak je pomocí metod vícekritériálního rozhodování vybráno technické řešení pro zabezpečení přístupových koridorů do přízemí budovy Centra sociálních služeb Staroměstská.

1 LEGISLATIVA UPRAVUJÍCÍ PROVOZOVÁNÍ KAMEROVÉHO SYSTÉMU

1.1 Provozování kamerového systému z hlediska zákona o ochraně osobních údajů

Provozování kamerového systému je považováno za zpracování osobních údajů, pokud je vedle kamerového sledování prováděn záznam pořizovaných záběrů, nebo jsou v záznamovém zařízení uchovávány informace a zároveň účelem pořizovaných záznamů, případně vybraných informací, je jejich využití k identifikaci fyzických osob v souvislosti s určitým jednáním.

Samotné kamerové sledování fyzických osob není zpracováním osobních údajů podle zákona č. 101/2000 Sb., protože postrádá úroveň podmínek pro zpracování údajů ve smyslu § 4 písm. e) zákona č. 101/2000 Sb. To však nevylučuje aplikaci jiných právních předpisů, zejména ustanovení občanského zákoníku upravujícího podmínky ochrany osobnosti.

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

Fyzická osoba je identifikovatelná, pokud ze snímku, na němž je zachycena, jsou patrné její charakteristické rozpoznávací znaky (zejména obličeje) a na základě propojení rozpoznávacích znaků s dalšími disponibilními údaji je možná plná identifikace osoby. Osobní údaj pak ve svém souhrnu tvoří ty identifikátory, které umožňují příslušnou osobu spojit s určitým, na snímku zachyceným, jednáním.

Zpracování osobních údajů provozováním kamerového systému je přípustné:

a) v rámci plnění úkolů uložených zákonem (např. Policii České republiky); v těchto případech je třeba dbát ustanovení příslušného zákona,

b) dále je toto možné na základě řádného souhlasu subjektu údajů; to však je prakticky realizovatelné ve velmi omezených případech, kdy je možné jednoznačně vymezit okruh osob nacházejících se v dosahu kamery,

c) užití kamerového systému však je možné i bez souhlasu subjektu údajů s využitím ustanovení § 5 odst. 2 písm. e) zákona č. 101/2000 Sb.; přitom je však nutno respektovat podmínky uvedené sub 4.

Povinnosti správce při provozování kamerového systému vybaveného záznamovým zařízením:

a) Kamerové sledování nesmí nadměrně zasahovat do soukromí. Kamerový systém je možno použít zásadně v případě, kdy sledovaného účelu nelze účinně dosáhnout jinou cestou (např. majetek je možno chránit před odcizením uzamčením místnosti). Dále je vyloučeno užití kamerového systému v prostorách určených k ryze soukromým úkonům (např. toalety, sprchy). Je ovšem možné řešení, kdy subjekt údajů má na výběr z alternativ (např. lze monitorovat prostory šatny plaveckého stadionu za předpokladu, že je vymezen prostor pro převlékání, který není kamerami sledován).

b) Specifikace sledovaného účelu. Je třeba předem jednoznačně stanovit účel pořizování záznamů, který musí korespondovat s důležitými, právem chráněnými zájmy správce (např. ochranou majetku před krádeží). Záznamy tak mohou být využity pouze v souvislosti se zjištěním události, která poškozuje tyto důležité, právem chráněné zájmy správce. Přípustnost využití záznamů pro jiný účel musí být omezena na významný veřejný zájem, např. boj proti pouliční kriminalitě.

c) Je třeba stanovit lhůtu pro uchovávání záznamů. Doba uchovávání dat by neměla přesáhnout časový limit maximálně přípustný pro naplnění účelu provozování kamerového systému. Uchovávaná data by měla být uchovávána v rámci časové smyčky např. 24 hodin, pokud jde o trvale střežený objekt, nebo případně i dobu delší, v zásadě však nepřesahující několik dnů, nejde-li o pořizování záznamů policejním orgánem podle zvláštního zákona, a po uplynutí této doby vymazána. Pouze v případě existujícího bezpečnostního incidentu by měla být data zpřístupněna orgánům činným v trestním řízení, soudu nebo jinému oprávněnému subjektu.

d) Je třeba řádně zajistit ochranu snímacích zařízení, přenosových cest a datových nosičů, na nichž jsou uloženy záznamy, před neoprávněným nebo nahodilým přístupem, změnou, zničením či ztrátou nebo jiným neoprávněným zpracováním - viz § 13 zákona č. 101/2000 Sb.

e) Subjekt údajů musí být o užití kamerového systému vhodným způsobem informován (např. nápisem umístěným v monitorované místnosti), viz § 11 odst. 5 zákona č. 101/2000 Sb., nejde-li o uplatnění zvláštních práv a povinností vyplývajících ze zvláštního zákona.

f) Je třeba garantovat další práva subjektu údajů, zejména právo na přístup ke zpracovávaným datům a právo na námitku proti jejich zpracování, viz § 1 zákona č. 101/2000 Sb.

g) Zpracování osobních údajů je třeba registrovat u Úřadu pro ochranu osobních údajů, nejde-li o uplatnění zvláštního práva či povinností vyplývajících ze zvláštního zákona, viz § 18 odst. 1 písm. b) zákona č. 101/2000 Sb. [1]

1.2 Oznamovací povinnosti správce kamerového systému

K problematice oznamovací povinnosti správců provádějících zpracování osobních údajů kamerovými systémy Úřad vydal písemné stanovisko z ledna 2006, které obsahuje i hlavní zásady provozování kamerového systému z hlediska zákona č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon“).

V souladu s vydaným stanoviskem Úřadu je provozování kamerového systému považováno za zpracování osobních údajů, pokud je vedle kamerového sledování prováděn také záznam pořizovaných obrazových příp. i zvukových záběrů (nebo jsou v záznamovém zařízení uchovávány informace) a současně jsou tyto záznamy (popř. jiné vybrané informace) pořizovány za účelem jejich možného využití k identifikaci fyzických osob. S ohledem na tuto skutečnost je na takové zpracování nutné pohlížet i z hlediska § 16 zákona, podle kterého ten, kdo hodlá jako správce zpracovávat osobní údaje nebo změnit registrované zpracování, s výjimkou zpracování uvedených v § 18, je povinen tuto skutečnost písemně oznámit Úřadu před zpracováním osobních údajů.

Z definice ustanovení § 16 zákona je zřejmé, že nikoli každé zpracování osobních údajů (v našem případě prováděné kamerovým systémem) musí zákonitě podléhat i oznamovací povinnosti. Existují i případy, kdy je instalace kamerového systému nutným prostředkem sloužícím ke zpracování osobních údajů, kterých je třeba k uplatnění práv a povinností vyplývajících ze zvláštního zákona [např. zákon č. 273/2008 Sb., o Policii ČR, ve znění pozdějších předpisů (§ 62); zákon č. 553/1991 Sb., o obecní policii, ve znění pozdějších předpisů (§ 24b); zákon č. 412/2005 Sb., o ochraně utajovaných informací a o bezpečnostní způsobilosti, ve znění pozdějších předpisů (§ 30, § 33); zákon č. 202/1990 Sb., České národní rady o loteriích a jiných podobných hrách, ve znění pozdějších předpisů (§ 37, § 50); zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií, ve znění pozdějších předpisů (§ 14 -15); zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie (atomový zákon) a ionizujícího záření a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů (§ 4, § 4a), zákon

č. 109/2002 Sb., o výkonu ústavní výchovy nebo ochranné výchovy ve školských zařízeních a o preventivně výchovné péči ve školských zařízeních a o změně dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů (§ 15); zákon č. 129/2008 Sb., o výkonu zabezpečovací detence a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů (§ 35, § 37); zákon č. 326/1999 Sb., o pobytu cizinců na území České republiky a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů (§ 132a), zákon č. 555/1992 Sb., o Vězeňské službě a justiční strážní České republiky, ve znění pozdějších předpisů (§ 16 až §16c) apod.].

Z výše uvedeného tedy vyplývá, že na zpracování vykonávané v rámci agendy stanovené zvláštními právními předpisy se bude vztahovat výjimka z oznamovací povinnosti podle § 18 odst. 1 písm. b) zákona, podle které se oznamovací povinnost podle § 16 nevztahuje na zpracování osobních údajů, které správci ukládá zvláštní zákon, nebo je takových osobních údajů třeba k uplatnění práv a povinností vyplývajících ze zvláštního zákona. Nicméně i v rámci zákonem předpokládaného zpracování je správce povinen dodržovat ostatní ustanovení zákona. Oznámení o zpracování (provozování kamerového systému) by měl správce učinit až po důkladném uvážení a s ohledem na ustanovení § 18 odst. 1 písm. b) zákona.

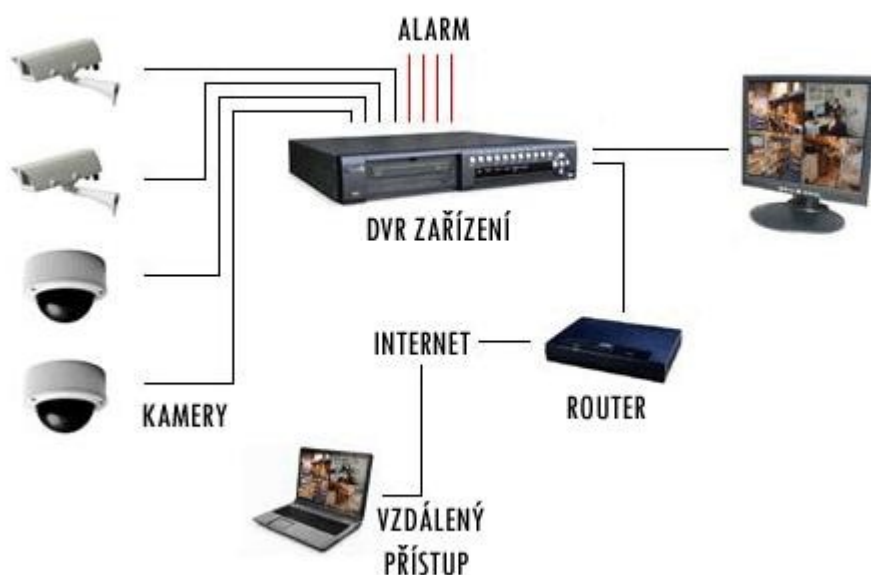
Zároveň je nutné upozornit na skutečnost, že oznamovací povinnost se podle § 16 zákona vztahuje pouze na správce. Ten je v § 4 písm. j) zákona č. 101/2000 Sb. definován jako subjekt, který určuje účel a prostředky zpracování osobních údajů, provádí zpracování a odpovídá za ně. Na zpracovatele [§ 4 písm. k) zákona č. 101/2000 Sb.], který na základě smluvního vztahu uzavřeného se správcem pouze technicky zajišťuje instalaci, provoz, údržbu a opravy kamerového systému, se oznamovací povinnost nevztahuje.

Jednou ze základních povinností správce je v souladu s § 5 odst. 1 písm. a) zákona stanovit účel, k němuž mají být osobní údaje zpracovávány. Kamerový systém je technický prostředek (způsob), kterým jsou osobní údaje zpracovávány, nikoli účel, jak se v mnoha případech správci mylně domnívají. Je tedy nutné, aby každý, kdo se rozhodne provozovat kamerový systém, jednoznačně stanovil účel (např. ochrana majetku), pro který hodlá osobní údaje z pořizovaných záznamů zpracovávat.

V zásadě je kamerový systém možné použít pouze v případě, kdy sledovaného účelu nelze účinně dosáhnout jinou cestou. [2]

2 ZPŮSOBY REALIZACE DOHLEDOVÉHO SYSTÉMU

Bezpečnostní kamery se používají pro zabezpečení vnějších i vnitřních prostor firmy. Kamerové systémy jsou složitým technickým celkem, který by měl být uživateli jednoduše přístupný a srozumitelný. Bezpečnostní kamerové systémy (viz Obrázek 1) umožňují celou řadu typů záznamu snímaného objektu, je možno do nich vstupovat ze vzdálených míst a pracovišť a propojit je se systémem EZS. Kamerové systémy jsou tvořeny řadou různorodých komponentů a typů kamer, záznamových zařízení, vodičů, proto je nutné dokonale se seznámit s prostředím a účelem, ke kterému bude kamerový systém využíván. Na základě těchto poznatků se dále pokračuje v konečném návrhu systému. [5]



Obrázek 1: Schéma kamerového systému

Zdroj:[5]

2.1 Základní technologie integrované v dohledových systémech

2.1.1 Kompenzace protisvětla - BLC

Tato funkce se používá v případech, kdy je v zorném poli kamery silný zdroj světla (svítidlo nebo sluneční svit), který zapříčiní ztmavnutí celé scény a tím i zmenší rozlišovací schopnosti kamery. Funkce BLC umožňuje změnit kontrast obrazu tak, že se nastaví oblasti na snímku (nahore, dole, vpravo, vlevo), na které bude použita funkce BLC a zbylé oblasti se ignorují. Funkce BLC upřednostňuje tmavé zájmové části obrazu na úkor světlých částí. [6]

2.1.2 Široký dynamický rozsah - WDR

Funkce WDR se používá tehdy, kdy je obraz přесvícený a zároveň obsahuje tmavé detaily (např. osoba stojící ve stínu u okna, na které svítí slunce). Jedná se o světelně náročné, kontrastní scény, tj. scény s velkým rozdílem mezi nejsvětlejším a nejtmavším místem obrazu. Kamery s širokým dynamickým rozsahem umí dobře "prokreslit" jak tmavé, tak světlé části obrazu. [6]

2.1.3 Funkce day/night

Protože CCD senzor je na rozdíl od lidského oka citlivý na infračervené (IR) světlo, je mezi objektiv a senzor barevné kamery zařazen tzv. "IR-cut" filtr, aby nedocházelo ke zkreslení barevného podání obrazu vlivem IR světla. Standardní barevná kamera tedy využívá pouze viditelnou část spektra. To však má za následek omezenou citlivost v noci, kdy je nedostatek "viditelného" světla a IR část světla nelze kvůli IR filtru využít. Tento problém je vyřešen 2 způsoby:

1) Kamery s elektronickou funkcí "day/night": Touto funkcí jsou obvykle vybaveny levnější "day/night" kamery, u kterých IR-cut filtr úplně chybí. Při poklesu osvětlení se kamera automaticky přepne do nočního černobílého režimu, ve kterém se dosahuje vyšší citlivosti. Kameře je možné přisvětlit přídavným IR reflektorem, některé kamery již mají IR přisvětlení integrované. Důsledkem chybějícího IR-cut filtru u těchto kamer však může být poněkud horší reprodukce barev během dne.

2) Kamery s mechanickým přepínáním IR filtru: Tyto kamery jsou vybaveny IR-cut filtrem stejně jako standardní barevné kamery. Tím je zajištěna věrná reprodukce barev při snímání během dne. Při setmění dojde k automatickému mechanickému odsunutí (přepnutí) IR-cut filtru mimo obrazový senzor a současně se kamera přepne do černobílého režimu. Tím se dosáhne maximální citlivosti kamery i v noci. [6]

2.1.4 Digitální redukce šumu - DNR

Tato funkce slouží k potlačení šumu, který se vyskytuje v obraze při přесvícení obrazu, za tmy nebo vlivem špatných, nefunkčních pixelů v senzoru. Jsou využívány různé filtry a technologie pro optimální eliminaci šumu u statického i pohyblivého obrazu. Použitím těchto filtrů dochází k úspoře záznamové kapacity rekordéru. [6]

2.1.5 Digitální stabilizace obrazu - DIS

Tato funkce slouží k potlačení roztřeseného obrazu u kamer, které jsou vystaveny vibracím a otřesům (např. vlivem silného větru, jedoucí tramvaje). Takto stabilizovaný obraz je mnohem ostřejší a zároveň šetří záznamovou kapacitu rekordéru. [6]

2.1.6 Detekce pohybu - VMD

Pokročilejší kamery jsou vybaveny funkcí VMD, která umožňuje detekovat pohyb v obraze. Standardně lze nastavovat citlivost detekce a velikost objektu. Některé kamery umí rozlišit směr pohybu, překročení zadané hranice (linie) pohybujícím se objektem nebo odložené objekty v zájmové zóně. [6]

2.1.7 Maskování privátních zón

Aby kamerovým systémem nebylo porušováno soukromí osob, jsou některé kamery vybaveny funkcí maskování privátních zón. Tato funkce umožňuje překrýt černou maskou "citlivá" místa obrazu (např. okna obytného domu, přilehlé veřejné prostranství) a znemožnit tak obsluhu kamerového systému jejich sledování. Je k dispozici různý počet masek, včetně možnosti nastavení jejich velikosti a umístění. [6]

2.2 Analogové kamerové systémy CCTV

I přes rychlý vývoj digitálních technologií mají CCTV systémy (tj. kamery s analogovým video výstupem) stále pevnou pozici na CCTV trhu díky jejich příznivé ceně. Analogové CCTV jako samostatné jednotky mají velmi malé možnosti v oblasti analýzy videosignálu. Tento nedostatek je možné eliminovat pomocí samostatných webových video serverů (enkodérů) nebo rekordérů, na nichž je nainstalován software pro analýzu obrazu. Tímto způsobem lze také dostat videosignál z CCTV kamer do vnitřní sítě LAN. Dalším nedostatkem je nutnost přivést ke každé kameře samostatný datový kabel, což zvyšuje náklady a nároky na instalaci.

Většina analogových CCTV kamer pro náročnější nebo středně náročné aplikace je dnes vybavena snímačem založeným na technologii CCD. Technologie výroby CCD snímačů se neustále zdokonaluje. Na trh jsou uváděny postupně nové dokonalejší generace snímačů, které umožňují dosahovat vyššího rozlišení, citlivosti atd. Téměř všechny analogové kamery jsou dnes vybaveny digitálním signálovým procesorem (DSP), který poskytuje další doplňkové funkce pro dosažení optimální kvality obrazu vystupujícího z kamery. [3]

Designové provedení kamer je různé a liší se hlavně prostředím, do kterého jsou určeny. Box-kamery se standardním závitem pro připojení výměnného objektivu mají obvykle přibližně tvar kvádru (odtud název box-kamery) a jejich elektronika je většinou tvořena více PCB deskami, které poskytují doplňkové funkce pro optimalizaci obrazu. Kompaktní kamery s vestavěným objektivem mohou mít tvar válce, kostky, polokoule (tzv. dome kamery) apod. Vestavěný objektiv může mít pevnou ohniskovou vzdálenost (tj. neměnný zorný úhel) nebo lze zorný úhel nastavit při instalaci (tzv. varifokální objektiv).

Průměrná cena analogových kamer na trhu se pohybuje kolem 2 000 Kč (v červnu 2012). Pro úkol realizace bezpečnostního kamerového systému v malé organizaci byla vybrána CCTV kamera LS Vision LS-VEP200 jejíž cena se na trhu pohybuje kolem 3 580 Kč (v červnu 2012). Analogová dome kamera LS Vision LS-VEP200 (viz Obrázek 2) patří vzhledem k vyšší ceně a podporovaným technologiím (viz Tabulka 1) mezi kvalitnější CCTV kamery.



Obrázek 2: Analogová dome kamera LS-VEP200

Zdroj:[7]

Kamera je založena na 1/3" Sony Super HADII CCD čipu s DSP podporujícím Sony Effio-P (high-endové funkce vylepšování obrazu). Je podporováno vysoké barevné rozlišení 700 TVL a černobílé rozlišení 750 TVL (provoz v noci s IR přisvícením), automatické zaostřování objektivu v rozsahu 2,8-11mm, přisvícení v noci pomocí 36 IR LED diod, stabilizace obrazu nebo detekce pohybu.

Tabulka 1: Parametry kamery LS-VEP200

Obrazový senzor	1/3" SONY Super HADII(Double Scan)CCD
Rozlišení	Max 700 TVL barevně, 750 TVL černobíle
Min. osvětlení	Barevně - 0,3 lux, Černobíle - 0,1 lux
BLC	On / Off
AGC	Off/On(Max 30 dB)
DNR	On/Off/Manuální
WDR	On/Off
HLC	On/Off
BLC	On/Off
Potlačení blikání obrazu	On/Off
Nastavení jasu	15 úrovní
Nastavení ostrosti	16 úrovní
Funkce Day&Night	Den/Noc/Auto/Připojení externího zařízení
Maskování privátních zón	Off/16 pozic
Detekce pohybu	On / Off (3 nastavitelné zóny)
Efekty	Off/Negativ/Černobíle
Objektiv	2,8-11mm automatický varifokální
IR LED diody	36 ks IR LED s dosvitem 30 metrů

Zdroj: upraveno podle [7]

2.3 Digitální IP kamerové systémy

Digitální IP kamerové systémy dovolují zaznamenávat obraz i zvuk přes IP protokol v rámci LAN. Tyto kamery obsahují kromě kamerového modulu i vestavěný webový video server, který zajišťuje digitalizaci a komprimaci videosignálu a jeho distribuci do počítačové sítě. Obraz je uchovávan buď na síťovém rekordéru, nebo na lokálním pevném disku. Pro monitorování a analýzu se využívají integrované softwarové nástroje v kamerách nebo v digitálních rekordérech nebo softwary, které lze nainstalovat do PC. Díky speciálním CMOS nebo CCD snímačům s vysokým rozlišením je možné pořídit mnohem širší a kvalitnější záznam než pomocí analogových kamer. [4]

Designové provedení IP kamer je obdobné jako u analogových. Jsou k dispozici box IP kamery se standardním úchytem pro objektiv, kompaktní IP kamery pro vnitřní nebo venkovní prostředí a dome kamery.

Průměrná cena IP kamer na trhu se pohybuje kolem 5 000 Kč (v červnu 2012). Pro úkol realizace bezpečnostního kamerového systému v malé organizaci byla vybrána IP kamera YOKO RYK-IP4831/1 jejíž cena se na trhu pohybuje kolem 5 890 Kč (v červnu 2012). IP kamera RYK-IP4831/1 (viz Obrázek 3) disponuje full HD rozlišením a standardními technologiemi pro úpravu obrazu (viz Tabulka 2).

Tabulka 2: Parametry kamery RYK-IP4831/1

Obrazový senzor	2 Mpx Progressive scan CMOS 1/2,7"
Rozlišení	Maximálně 1920x1080 / 25 fps barevně
Min. osvětlení	Barevně - 0,2 lux, Černobíle - 0,03 lux
AGC	Off/On(Max 30 dB)
DNR	On/Off
BLC	On/Off
Potlačení blikání obrazu	On/Off
AWB	Auto
Nastavení ostroty	Ano
Funkce Day&Night	Den/Noc/Auto
Maskování privátních zón	Ano
Audio	Vstup/Výstup jack 3,5 mm
Detekce pohybu	Ano
Objektiv	2,8-10mm manuální varifokální
Webové rozhraní	Nastavení a vzdálené sledování pomocí webového prohlížeče až pro 10 přístupů současně
IR LED diody	24 ks IR LED s dosvitem 20 metrů

Zdroj: upraveno podle [8]

Kamera je založena na 2 Mpx 1/2,7" CMOS čipu, který poskytuje vysoké rozlišení 1920x1080 při standardní rychlosti 25 fps. Procesor kamery zajišťuje funkce zlepšování obrazu, např. AWB, DNR, BLC nebo potlačení blikání obrazu. Objektiv je nastavitelný v rozsahu 2,8-10mm pouze manuálně, a to při instalaci kamery. Mezi další vlastnosti patří přisvícení v noci pomocí 24 IR LED diod, detekce pohybu, možnost připojení mikrofону nebo reproduktoru a webové rozhraní pro správu a nastavení parametrů IP kamery.

Obrázek 3: IP dome kamera RYK-IP4831/1

Zdroj: [8]

2.4 Vlastnosti digitálního a analogového systému

Rozdíly ve vlastnostech analogových a digitálních kamer jsou uvedeny v Tabulce 3. Analogové kamery mají analogový výstup, rozlišení kamery závisí na použitém obrazovém senzoru a na omezení normy PAL. Digitální kamery mají digitální výstup, rozlišení kamery závisí jen na použitém obrazovém senzoru. Oba typy bezpečnostních kamer nabízí přibližně stejné možnosti pro kompenzaci rušivých vlivů v obraze. IP kamery mají navíc integrován webový server a další analytické softwarové nástroje pro monitoring. Pro digitalizaci analogového obrazu a připojení analogových kamer k LAN je třeba použít rozšiřovací karty do PC nebo digitální videorekordér DVR. Náklady na provoz obou systémů jsou prakticky stejné. Údržbu (čištění objektivu, kontrola kabeláže a další) může provádět firemní technik nebo údržbář. Roční náklady na spotřebovanou elektřinu jedné kamery se při použití stejnosměrného zdroje napájení 12V/1A pohybují v průměru 480 Kč (v červnu 2012).

Tabulka 3: Srovnání digitálního a analogového systému

	Digitální systém	Analogový systém
Přístup	-tak otevřený nebo omezený přístup, jak je třeba. -vzdálený přístup k živým záběrům a administrace na dálku, jsou možné odkudkoli přes běžný webový prohlížeč na jakémkoli počítači.	-uzavřený okruh. -žádná možnost pro přístup na dálku.
Snadnost použití	-na dálku lze spravovat a prohlížet záběry pomocí standardního prohlížeče na jakémkoli PC přes LAN. -záběry mohou být zaznamenány na pevném disku, což umožní snadné ukládání, snadné prohledávání a žádné zhoršení kvality obrazu nebo opotřebení záznamu. -pevný disk lze kvůli bezpečnosti umístit i na vzdálené místo.	-vzdálená administrace nebo monitorování není možné. -záběry musí být ukládány na video kazety, které neustále vyžadují výměnu kazet a mnoho místa pro ukládání. -kvalita záznamu na video kazetách se časem zhoršuje. -pro digitalizaci obrazu a připojení k LAN se používají rozšiřovací karty do PC nebo digitální videorekordér DVR.
Kvalita	-digitální záběry neztrácejí kvalitu ani při přenosu ani při ukládání. -digitální obraz je ukládán v kompresních formátech. -jednou vytvořené záběry už nemohou ztratit kvalitu. -obraz je ostrý.	-kvalita obrazu se ztrácí při použití delší kabeláže a rozlišení magnetické pásky je poměrně malé. -navíc se kvalita obrazu na video kazetách časem zhoršuje.

Systémové požadavky	-všechno potřebné pro vysílání živého videa přes síť je už v kameře. -prohlížet, zaznamenávat a spravovat záběry lze z jakéhokoli počítače v síti.	-připojení ke koaxiálnímu kabelu, k multiplexeru a k záznamovému zařízení nebo monitoru.
Instalace	-IP kamera se připojuje k nejbližšímu síťovému kabelu a přidělí se jí IP adresa.	-analogová kamera se připojuje ke koaxiálnímu kabelu, který vede k monitoru nebo zaznamenávacímu zařízení.
Kabeláž	-jeden standardní síťový kabel dokáže současně přenášet záběry z mnoha síťových kamer.	-jeden koaxiální kabel dokáže přenášet pouze obraz z jedné kamery. -při použití více kamer vzniká rozsáhlý kabelový systém vedení.
Škálovatelnost	-přidávání dalších síťových kamer do systému je snadné. -u videosystému složeného z několika kamer s HD rozlišením se zvyšují nároky na datový tok.	-ke každé nově přidané kameře nutno přidat vlastní kabel. -pro zajištění kvalitního obrazu na větší vzdálenosti nutno použít zesilovač signálu.
Náklady	-IP kamery se připojují do již vybudované podnikové LAN, popřípadě se dá LAN rozšířit nebo posílit. -síťový kabel dokáže podporovat mnoho síťových kamer a jiných zařízení.	-analogové kamery se připojují koaxiálními kabely. -pro každou kameru jeden kabel. Dále je třeba pořídit multiplexer nebo záznamové zařízení.

Zdroj: upraveno podle [9]

Zatímco maximální rozlišení u analogových kamer je limitováno šířkou pásma, které je u normy PAL k dispozici (720 x 576), u digitálních IP kamer toto omezení odpadá. Díky neustále se zvyšující propustnosti počítačových sítí, zvyšování účinnosti kompresních technik a vývoji dokonalejších obrazových snímačů může rozlišení u IP kamer dosahovat až několika Mpx. Rozlišení u IP kamer (a digitálního videa vůbec) se vyjadřuje jako počet horizontálních bodů krát počet vertikálních bodů, přičemž 1 Mpx odpovídá 1 milionu bodů. V současnosti jsou na trhu k dispozici IP kamery s rozlišením až cca 5 Mpx.

Dalšími výhodami IP kamer je možnost využití bezdrátového přenosu (WiFi), napájení kamer po datovém kabelu (PoE), obousměrný přenos audia, možnost integrace s dalšími síťovými systémy (kontrola přístupu, EZS) a mnoho dalších. [4]

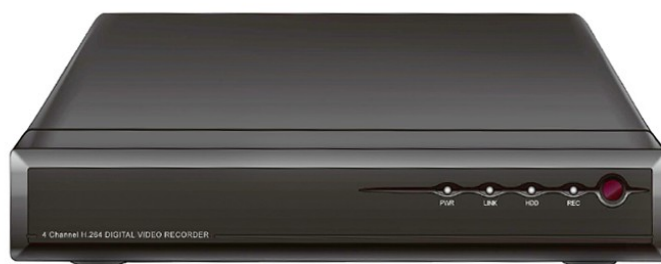
2.5 Způsoby zaznamenávání obrazu z dohledových systémů

Pokud je požadován záznam a správa více dohledových kamer na PC, jsou k dispozici různá nadstavbová hardwarová a softwarová řešení, která kromě záznamu poskytují řadu dalších doprovodných funkcí (inteligentní video analýza, e-map, sledování obrazu na mobilním telefonu atd.). Někteří výrobci IP kamer poskytují tento software zdarma, zpoplatněné programy od specializovaných softwarových firem (Milestone, NUUO) však obvykle podporují bezpečnostní kamery a video servery od různých výrobců a vykazují větší robustnost a stabilitu. K analogovým kamerám se software nedodává. Přístup k nastavení obrazu je řešen pomocí OSD menu, které zajišťuje integrovaný DSP.

K záznamu obrazu z dohledových analogových kamer se užívá kazetový video rekordér, který je připojen na multiplexer, do něhož jsou zapojeny všechny analogové kamery. S rozmachem digitalizace se ale pomalu upouští od tohoto způsobu zaznamenávání obrazu. Hlavními důvody jsou snaha o automatizaci zpracování a analýzu obrazového záznamu a možnosti síťové nebo vzdálené administrace. [3]

Moderní technologie nabízí dvě možnosti, jak pracovat s obrazem z bezpečnostních kamer. První možností je rozšířit stolní PC o přídatné karty. Lokální disky se využijí pro záznam obrazu a také lze nainstalovat automatické analytické softwary. Druhou možností jsou digitální videorekordéry, buď typu DVR nebo NVR. DVR se používají pro analogové kamery, zatímco NVR zase pro IP kamery. Nabízí totožné funkce, proto se dnes můžeme setkat i se zařízeními kombinujícími oba způsoby vstupního signálu. Jedná se v podstatě o síťový disk, který umožňuje zaznamenávat data z bezpečnostních kamer. K síťovému rekordéru se lze připojit z kteréhokoliv počítače v síti a pomocí standardního webového prohlížeče je pak možné prohlížet uložený záznam nebo sledovat živý obraz z bezpečnostních kamer. Digitální rekordéry se dodávají pro různý počet kamer.

Např. digitální videorekordér EBM EN-6704V (viz Obrázek 4) pro 4 analogové kamery se záznamem na pevný disk, nabízí integrované bezpečnostní, analytické funkce, funkce alarmu, vzdálený monitorování videa přes LAN/Internet nebo mobilní telefon, jehož cena na trhu se pohybuje okolo 6 000 Kč včetně 1 TB pevného disku (v červnu 2012).



Obrázek 4: Digitální videorekordér EN-6704V

Zdroj:[10]

Snímková rychlost se udává v počtu snímků za sekundu. Snímková rychlost analogového videa systému PAL je 25 fps. Snímková rychlost u IP kamer je závislá na výkonu zobrazovacího senzoru kamery, velikosti rozlišení obrazu, na kompresi a dalších parametrech. Většina běžných IP kamer dosahuje snímkové rychlosti 25 fps při VGA rozlišení (640x480) nebo standardního PAL rozlišení (720x576), špičkové IP kamery splňující standard HDTV zvládají snímkovou rychlost 25 fps dokonce i při rozlišení 1920x1080. U ostatních (zpravidla levnějších) Mpx IP kamer je pro Mpx rozlišení obvykle k dispozici pouze nižší snímková rychlost. [6]

2.6 Bezpečnostní funkce

2.6.1 Detekce pohybu v obraze

Detekce pohybu v obraze funguje na principu změny obrazu způsobené nějakým pohybem. V obraze se nastaví zájmové zóny, ve kterých softwarový algoritmus neustále porovnává obraz z video signálu a detekuje změny skupin pixelů vůči statickému obrazu. Pokročilé detekční algoritmy dokážou odlišit změny vyvolané přírodním působením (vítr, sníh, odlesky slunce) od změn vyvolaných pohybem osob nebo automobilů. Správným nastavením zájmových zón, citlivosti detekce, velikosti pohybujících se objektů a intervalu, po který musí pohyb trvat, lze dosáhnout optimálního stavu zabezpečení. Detekce pohybu v obraze dokáže při správném nastavení ušetřit kapacitu záznamového zařízení tím, že se nahrávání spouští jen při vyvolaném pohybu. [6]

2.6.2 Ochrana před zakrytím kamery

Tato funkce spouští poplach v případě, že dojde ke změně ostrosti obrazu způsobené částečným nebo úplným překrytím obrazu. Poplach je spuštěn na základě nastavené citlivosti a intervalu, po který je obraz zakrytý. Tuto funkci využívají kamery, které jsou nainstalovány nízko nad zemí a pachatelé by je mohli snadno zakrýt, postříkat sprejem nebo potřít barvou. [6]

2.6.3 Ztráta video signálu

V tomto případě je poplach vyhlášen při ztrátě videosignálu. Tím lze odhalit pokus o vyřazení bezpečnostní kamery z provozu, například přerušением kabelového vedení, odcizením samotné kamery nebo ztrátě bezdrátového signálu u bezdrátových bezpečnostních kamer. [6]

2.6.4 Virtuální bezpečnostní hranice

Tato aplikace se též nazývá virtuálním plotem a slouží k vyvolání poplachu v případě, že dojde k nepovolenému překročení zadané hranice. Nastavit zde lze zakázané zóny pomocí virtuálních čar nebo ploch, u pokročilejších systémů lze nastavit dokonce i zakázaný směr překročení virtuální hranice. [6]

2.6.5 Detekce opuštěných objektů

Systém detekce opuštěných objektů sleduje všechny objekty na zadaném území, a pokud zjistí, že některý objekt, který se předtím pohyboval, stojí po určitou dobu na místě, vyhlásí poplach a zvýrazní daný objekt na monitoru obsluhy. [6]

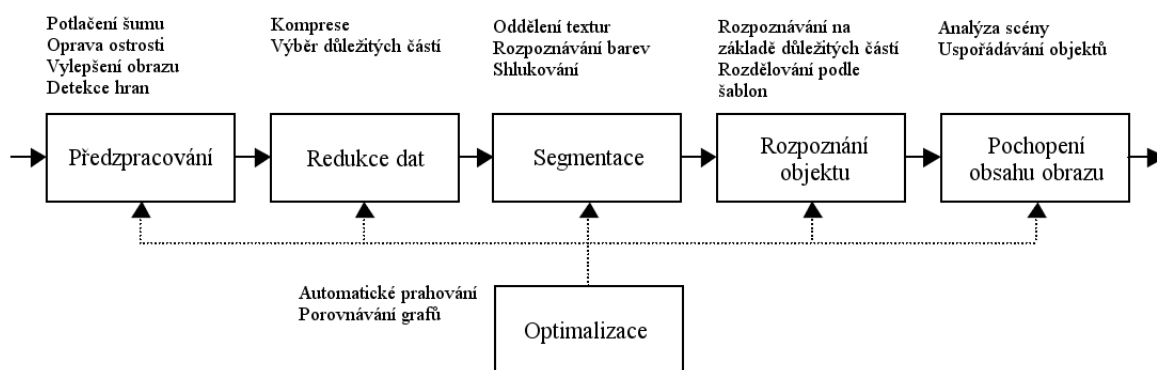
2.6.6 Detekce kouře a ohně

Bezpečnostní kamera může zjišťovat také přítomnost kouře nebo ohně. Poplach je spuštěn, pokud kamera zaznamená určité kombinace barev, světla a pohybu, které jsou typické pro oheň nebo kouř. Díky této funkci lze reagovat na požár nebo kouř v místnostech dříve než tradiční kouřové detektory, které se spouští až při určité koncentraci kouřových plynů ve vzduchu. [6]

3 ZPRACOVÁNÍ OBRAZU NEURONOVÝMI SÍTĚMI

Neuronové sítě lze díky jejich schopnostem odvozovat význam z komplikovaných nebo nepřesných údajů, použít pro extrakci vzorů a odhalování trendů, jejichž odhalení je pro člověka příliš složité. Neuronové sítě jsou charakterizovány například schopností učit se, jak provádět úkoly na základě trénovacích dat nebo na prvních zkušenostech, schopností vytvořit vlastní reprezentaci vstupních dat a rozlišit tak podobné od různého nebo schopností provádět paralelní výpočty.

Zpracování obrazu pomocí lze rozdělit do pěti kroků, viz Obrázek 5. Při předzpracování dochází k vylepšení originálního obrazu, např. zlepšení kontrastu, redukce šumu. Redukce dat slouží zejména pro kompresi obrazu a výběru důležitých částí nebo prvků z obrazu. To vede k ušetření kapacity záznamových zařízení, ke zmenšení datového toku nebo ke zrychlení a zjednodušení navazujících operací. Segmentace zahrnuje všechny operace, které třídí obraz (nebo jeho části) do skupin podle určitých kritérií. Při rozpoznávání objektů jde o určení pozice, případně i orientace a měřítka specifických objektů a jejich klasifikaci. Pro pochopení obsahu scény se užívá analýza a uspořádávání objektů. Tyto činnosti vyžadují vysokou míru znalostí. Optimalizační techniky v řetězci procesů při zpracování obrazu slouží jako podpůrné techniky, nabízející např. minimalizaci používaných funkcí v jednotlivých krocích při zpracování obrazu. [11]



Obrázek 5: Řetězec procesů při zpracování obrazu

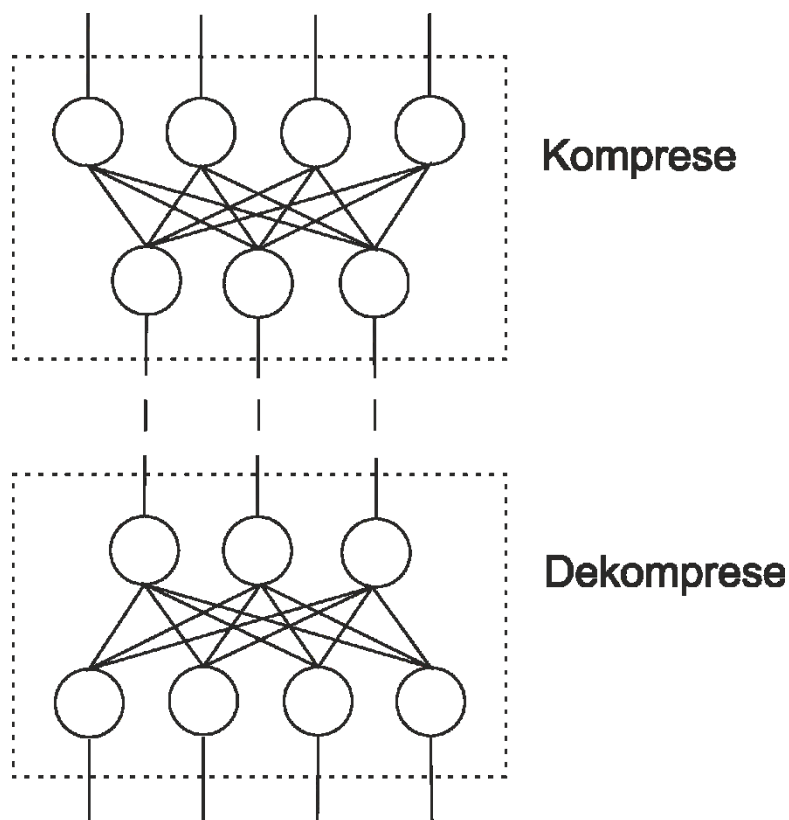
Zdroj: upraveno podle[11]

3.1 Komprese dat

Pro tento účel byla vyvinuta technika použití neuronové sítě se dvěma vnitřními vrstvami a s topologií $n - n/4 - n/4 - n$ (tj. n neuronů ve vstupní vrstvě, $n/4$ neuronů ve vnitřních vrstvách a n neuronů ve výstupní vrstvě), viz Obrázek 6. Počet neuronů ve vnitřních vrstvách

je výrazně menší než počet neuronů ve vstupní a výstupní vrstvě. Počet neuronů ve vstupní i výstupní vrstvě je stejný, protože obě vrstvy reprezentují stejný obrazový signál. Tato neuronová síť se učí různé obrazové vzory tak, že vstup i výstup tréninkových vzorů představují totožný obraz. Síť tak pro daný obrazový vstup odpovídá přibližně stejným výstupem. Při vlastním přenosu je pro daný obrazový signál u vysílače nejprve vypočten stav skrytých neuronů a takto komprimovaný obraz je přenášen informačním kanálem k příjemci, který jej dekóduje výpočtem stavů výstupních neuronů. Tímto způsobem je získán téměř původní obraz. [12]

Nevýhodou použití této neuronové sítě je, že kvalita přenosu (komprimace a dekomprimace) závisí na tom, jak moc jsou přenášené obrazy podobné obrazům, na které se neuronová síť adaptovala.



Obrázek 6: Konfigurace neuronové sítě pro kompresi

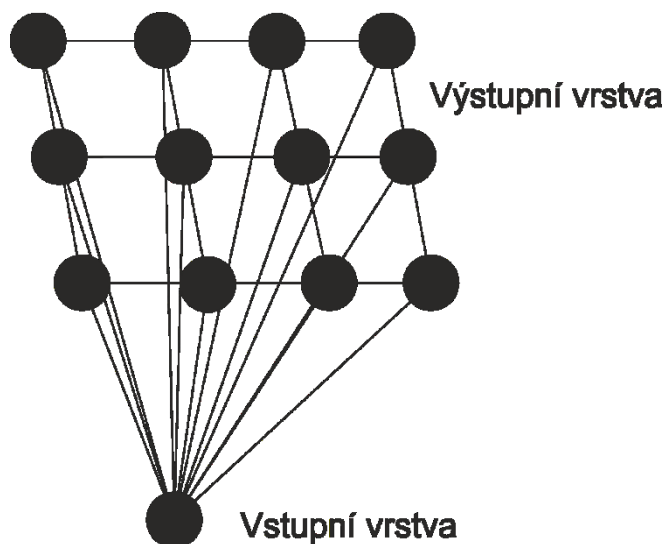
Zdroj: upraveno podle[15]

3.2 Automatické třídění dat

Na třídění dat lze použít např. Kohonenovy mapy. Jedná se o neuronovou síť s jednovrstvou topologií (viz Obrázek 7). Výpočet probíhá pomocí výběru aktivního neuronu. V této neuronové síti je v každém okamžiku aktivní vždy jen jeden neuron a neuronová síť se sama upravuje (typ neuronové sítě bez učitele). Při učení bez učitele není k dispozici žádné

kritérium správnosti. Algoritmus je navržen tak, že hledá na vstupních datech určité vzorky se společnými vlastnostmi.

Největší výhodou Kohonenových map je jejich všestrannost. Na základě vstupních dat rozdělí objekty do homogenních skupin podle jejich podobnosti. Nevýhodou této neuronové sítě je její velká časová náročnost při učení, která roste s rostoucím počtem vstupních objektů. [11]

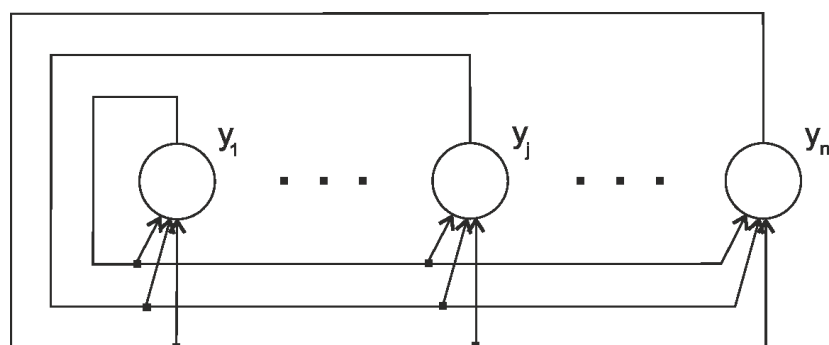


Obrázek 7: Topologie Kohonenovy mapy

Zdroj: upraveno podle[14]

3.3 Optické rozpoznávání znaků

K rozpoznávání obrázců (číslic, písmen apod.), psaných nebo tištěných znaků lze použít např. Hopfieldovu síť, viz Obrázek 8. Hopfieldova síť je organizována jako jednovrstvá cyklická síť s vlastností autoasociativní paměti (schopnost vybavovat si tvary na základě naučených vzorů). Všechny vstupní neurony jsou zároveň i výstupní. Zároveň jsou na vstup každého neuronu přivedeny výstupy všech ostatních neuronů v síti.



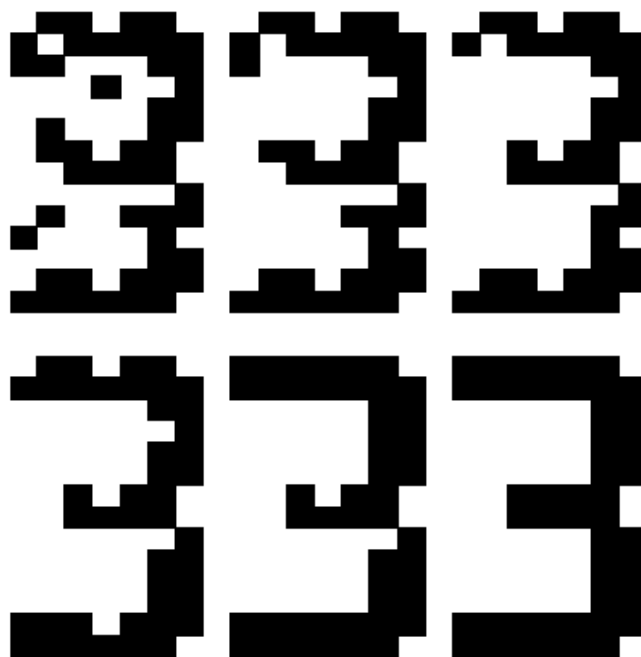
Obrázek 8: Topologie Hopfieldovy sítě

Zdroj: upraveno podle[15]

Při rozpoznávání znaků dochází k tomu, že vstupní znaky jsou často zašuměné (zdeformované, poškozené nebo neúplné). Pro redukci šumu u rozpoznávaných znaků lze použít právě Hopfieldovu síť a její schopnost autoasociativní paměti. Na Obrázku 9 je znázorněna postupná rekonstrukce čísla 3.

Trénování Hopfieldovy sítě probíhá na sadě vzorových obrazů číslic. Testovaný obraz rozpoznávaného znaku je rozložen na matici černobílých obrazových bodů, např. matice 12x10 černobílých obrazových bodů, které odpovídají 120 neuronům Hopfieldovy sítě tak, že jejich stavy 1,-1 reprezentují po řadě černou a bílou barvu. Hopfieldova síť postupně odstraňuje z obrazu číslice šum, tj. pracuje jako autoasociativní paměť, když vybavuje původní vzorový obraz trojky, který odpovídá stabilnímu stavu sítě. [15]

Výhodou použití Hopfieldovy sítě k redukci šumu u rozpoznávaných znaků je velmi rychlé naučení vzorových obrazů, rychlý výpočet s dobrými výsledky. Tyto výhody ale platí pouze za předpokladu, že analyzované znaky budou vycentrované na matici černobílých obrazových bodů a že bude Hopfieldova síť naučena na omezený počet různých fontů.

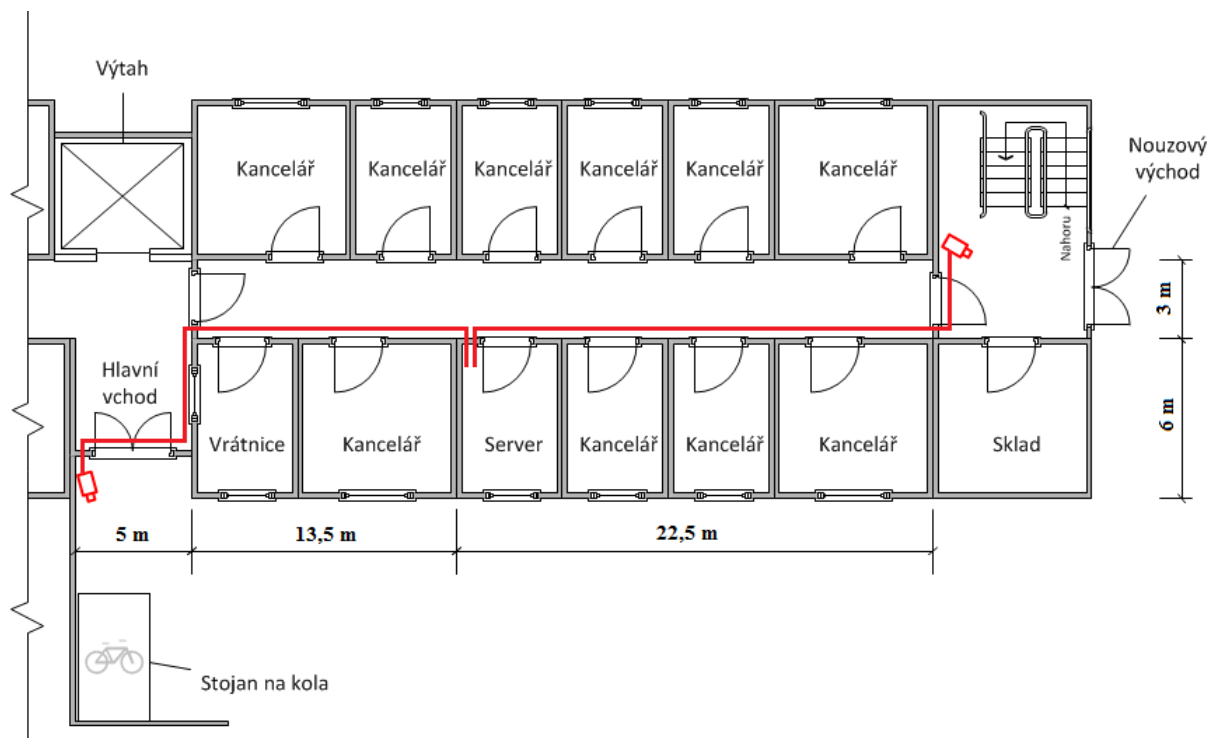


Obrázek 9: Postupná rekonstrukce znaku Hopfieldovou sítí

Zdroj:[15]

4 VÝBĚR KAMEROVÉHO SYSTÉMU

Realizace kamerového systému bude provedena v Centru sociálních služeb Staroměstská v Českých Budějovicích. Jedná se o příspěvkovou organizaci zřizovanou magistrátem města a poskytuje ubytování a celodenní ošetrovatelskou péči pro seniory. Na Obrázku 10 je znázorněno přízemí budovy, kde budou umístěny 2 bezpečnostní kamery.



Obrázek 10: Plánek přízemí budovy

Zdroj: vlastní zpracování

První bezpečnostní kamera bude nainstalována na stropě vedle vrátnice před dveřmi hlavního vchodu do budovy a bude snímat prostranství u hlavního vchodu, které je součástí objektu a stojan na kola, který využívají zejména zaměstnanci. Poloha kamery byla určena na základě předchozích případů vandalizmu a krádeží kol nebo jejich částí.

Druhá bezpečnostní kamera bude umístěna opět na stropě napravo u nouzového požárního východu. V této části budovy se dále nachází sklad kancelářských potřeb a schodiště do 1. patra. Bezpečnostní kamera bude snímat dveře do skladu kancelářských potřeb, část schodiště a dveře nouzového východu, které jsou z venku opatřeny madlem, zevnitř klikou, a který nelze z důvodu požární bezpečnosti zamykat. Proto pravidelně tudy senioři pouští osoby do objektu bez vědomí vrátného, což je nejen porušení domovního řádu (návštěvy se musí vždy hlásit na vrátnici), ale také i bezpečnostní riziko, např. spáchání trestné činnosti.

Záznamové zařízení bude umístěno v místnosti se serverem, kam je omezený přístup. Na počítači ve vrátnici bude monitorovací stanoviště, které bude připojeno přes LAN k záznamovému zařízení v serverovně.

Po konzultaci se zadavatelem byl vytvořen seznam vhodných variant (viz Tabulka 4), ze kterých bude pomocí Saatyho matice pro volbu vah jednotlivých kritérií a následně pomocí úprav kritériální matice vybrána nejvhodnější varianta kamerového systému. Všechny varianty jsou navrženy tak, aby bylo možné zaznamenávat obraz v serverovně (na síťové DVR nebo na lokální disky serveru) a zároveň provádět monitorování střežených prostor na vrátnici. Analytický i záznamový software je součástí dodávky záznamového zařízení.

Tabulka 4: Seznam variant

Varianta	Druh bezpečnostních kamer	Analýza obrazu a záznam
A	2x CCTV kamery	PCI do PC
B	2x IP kamery	Integrováno v kameře
C	1x IP kamera, 1xCCTV kamera	PCI do PC
D	2 x CCTV kamery	Síťové DVR

Zdroj: vlastní zpracování

4.1 Výběr kritérií pro rozhodování

Soubor kritérií, na jejichž základě bude proveden výběr vhodného bezpečnostního kamerového systému, byl sestaven s ohledem na náklady na pořízení, jeho instalaci a míru doprovodných funkcí, které jednotlivé kamerové systémy nabízejí, viz Tabulka 5.

Tabulka 5: Soubor kritérií

Kritérium	Charakter kritéria	Jednotky
Kvalita obrazu	max	Body
Složitost instalace	min	Body
Náklady na pořízení	min	Kč (včetně DPH)
Dostupné funkce	max	Body
Možnosti rozšíření	max	Body

Zdroj: vlastní zpracování

Pro hodnocení kritérií Kvalita obrazu, Složitost instalace, Dostupné funkce, Možnosti rozšíření byla použita pětibodová stupnice. Pokud je charakter kritéria maximalizační znamená 5 bodů nejlepší hodnocení, pokud je charakter kritéria minimalizační znamená 1 bod nejlepší hodnocení.

Charakteristika jednotlivých kritérií:

- kritérium Kvalita obrazu – má maximalizační charakter a je hodnocena míra kvalita obrazu zobrazovaného na monitoru obsluhy a také formát, v jakém je obraz uložen v záznamovém zařízení.
- kritérium Složitost instalace – má minimalizační charakter a udává míru složitosti instalace do objektu a zprovoznění dané varianty
- kritérium Náklady na pořízení – jsou vyjádřeny v Kč a zahrnují pořízení kamery s napájecím zdrojem, záznamové zařízení (digitální rekordér nebo kartu PCI do počítače), instalační materiál (kabeláž, vkládací lišty, spojovací materiál, konektory) a také práci technika, který provede instalaci
- kritérium Dostupné funkce - má maximalizační charakter a je hodnocen počet dostupných funkcí, např. kompenzační schopnosti obrazu, bezpečnostní funkce, možnosti zálohování, atd.
- kritérium Možnosti rozšíření - má maximalizační charakter a udává, do jaké míry je jednoduché provést upgrade nebo rozšíření o další prvky dohledového systému

V Tabulce 6 je uvedeno bodové ohodnocení kritérií všech variant dle vlastností jednotlivých variant. Náklady byly vyčísleny podle průměrných cen na trhu v červnu 2012. Pro bodování Kvality obrazu, Dostupných funkcí a Možností rozšíření byly vybrány konkrétní výrobky. Bodování Složitosti instalace proběhlo formou konzultace na místě realizace v CSS.

Tabulka 6: Bodové ohodnocení kritérií v rámci variant

Kritérium/Varianta	A	B	C	D
Kvalita obrazu	2	5	3	2
Složitost instalace	5	2	4	4
Náklady na pořízení	15676	16959	17748	18805
Dostupné funkce	2	4	3	5
Možnosti rozšíření	1	5	4	1

Zdroj: vlastní zpracování

4.2 Stanovení vah jednotlivých kritérií

Saatyho metoda kvantitativního párového srovnání slouží k určení vah kritérií pomocí expertního hodnocení. Jde o metodu kvantitativního párového porovnávání kritérií. Kritéria se uspořádají do tabulky, v jejíchž řádcích a sloupcích jsou zapsána kritéria ve stejném pořadí. Pro ohodnocení párových porovnání kritérií se používá 9-ti bodové stupnice, viz Tabulka 7.

Tabulka 7: Saatyho bodová stupnice pro 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

Zdroj:[16]

Jedná se o matici čtvercovou a reciproční, tj. platí, že $s_{ij} = \frac{1}{s_{ji}}$. Prvky matice vlastně vyjadřují odhad podílů vah i -tého a j -tého kritéria. Na diagonále Saatyho matice jsou proto vždy hodnoty jedna (každé kritérium je samo sobě rovnocenné).

Je-li preferováno j -té kritérium před i -tým, zapíše se do Saatyho matice převrácené hodnoty ($s_{ij} = \frac{1}{3}$ při slabé preferenci, $s_{ij} = \frac{1}{5}$ při silné preferenci atd.). [16]

Váhy kritérií byly stanoveny dle požadavků zadavatele. Nejdůležitějším kritériem byly stanoveny Náklady na pořízení, kritérium Dostupné funkce jako druhé nejdůležitější, jako třetí kritérium Kvalita obrazu, čtvrté kritérium Složitost instalace a jako nejméně důležité kritérium Možnosti rozšíření, viz Tabulka 8.

Tabulka 8: Saatyho matice

Kritérium	Kvalita obrazu	Složitost instalace	Náklady na pořízení	Dostupné funkce	Možnosti rozšíření
Kvalita obrazu	1	5	1/5	1/3	5
Složitost instalace	1/5	1	1/3	1/3	3
Náklady na pořízení	5	3	1	3	5
Dostupné funkce	3	3	1/3	1	3
Možnosti rozšíření	1/5	1/3	1/5	1/3	1

Zdroj: vlastní zpracování

Pro výpočet vah v_i jednotlivých kritérií (viz Tabulka 9) vypočteme nejdříve geometrický průměr b_i řádků Saatyho matice podle vztahu (1). Váhy kritérií v_i jsou pak dány vztahem (2). [17]

$$b_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n s_{ij}} \quad (1)$$

kde: b_i je geometrický průměr řádků Saatyho matice;

n počet kritérií v řádku;

s_{ij} hodnota kritéria.

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i} \quad (2)$$

kde: v_i váha i -tého řádku;

n počet kritérií v řádku;

b_i je geometrický průměr řádků Saatyho matice;

s_{ij} hodnota kritéria.

Tabulka 9: Výpočet vah pro jednotlivá kritéria

Kritérium	Hodnota b_i	Váha v_i
Kvalita obrazu	1,107566	0,169511
Složitost instalace	0,581811	0,089045
Náklady na pořízení	2,954177	0,45213
Dostupné funkce	1,551846	0,237507
Možnosti rozšíření	0,338504	0,051807

Zdroj: vlastní zpracování

4.3 Úprava kritériální matice

V teorii vícekritériálního rozhodování se pracuje s kritérii, kterých je obecně n , a s variantami, kterých je obecně p . Hodnotu, které dosahuje varianta i pro j -té kritérium lze označit jako y_{ij} a nazývá se kritériální hodnotou. Kritériální matice je tedy uspořádaná množina hodnot y_{ij} . [18]

Obecný zápis kritériální matice je na Obrázku 11. Sloupce kritériální matice tvoří jednotlivé varianty kamerových systémů a řádky jsou tvořeny kritérii, viz Obrázek 12.

Obrázek 11: Obecný zápis kriteriální matice

$$\begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1p} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{n1} & y_{n2} & \cdots & y_{np} \end{pmatrix}$$

Zdroj: upraveno podle [18]

Obrázek 12: Kriteriální matice pro výběr kamerového systému

$$\begin{pmatrix} 2 & 5 & 3 & 2 \\ 5 & 2 & 4 & 4 \\ 15676 & 16959 & 17748 & 18805 \\ 2 & 4 & 3 & 5 \\ 1 & 5 & 4 & 1 \end{pmatrix}$$

Zdroj: vlastní zpracování

V dalším kroku výpočtu je třeba nalézt ideální a bazální varianty. Jejich konstrukce je velmi jednoduchá. Bazální varianta obsahuje nejhorší možné kriteriální hodnoty y_{ij} v kriteriální matici pro každé kritérium. Ideální varianta obsahuje ty nejlepší kriteriální hodnoty y_{ij} v kriteriální matici pro každé kritérium. [18]

- Ideální varianta = (5; 2; 15676; 5; 5)
- Bazální varianta = (2; 5; 18805; 2; 1)

4.4 Normalizace kriteriální matice

Pro znormalizovanou kriteriální matici platí:

- všechny hodnoty se pohybují v intervalu $\langle 0, 1 \rangle$
- ideální hodnota je reprezentována číslem jedna, bazální hodnota číslem nula
- všechny hodnoty jsou bezrozměrné (nejsou závislé na jednotkách)

Normalizovaná kritériální matice (viz Obrázek 13) vzniká transformací kritériální matice (viz Obrázek 12) podle vztahu (3). [18]

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - D_i}{H_i - D_i} \quad (3)$$

kde: r_{ij} - hodnota kritéria i-tého řádku a j-tého sloupce normalizované kritériální matice;

y_{ij} - hodnota kritéria i-tého řádku a j-tého sloupce původní matice;

D_i - bazální varianta i-tého řádku;

H_i - ideální varianta i-tého řádku.

Obrázek 13: Normalizovaná kritériální matice

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0,33 & 0 \\ 0 & 1 & 0,33 & 0,33 \\ 1 & 0,59 & 0,34 & 0 \\ 0 & 0,67 & 0,33 & 1 \\ 0 & 1 & 0,75 & 0 \end{pmatrix}$$

Zdroj: vlastní zpracování

4.5 Stanovení konečného skóre variant

Stanovení konečného skóre jednotlivých variant se provádí metodou váženého součtu. Pro výpočet se používají odhadnuté váhy v_i metodou Saatyho kvantitativního párového srovnání (viz Tabulka 9) a hodnoty r_{ij} z normalizované kritériální matice. Vážený součet se vypočítá podle vztahu (4) pro každou variantu. Nejlepší varianta bude mít vážený součet nejvyšší. [18]

$$S_j = \sum_{i=1}^n v_i \cdot r_{ij} \quad (4)$$

kde: S_j – skóre j-té varianty;

n – počet kritérií;

v_i – váha i-tého kritéria;

r_{ij} - hodnota kritéria i-tého řádku a j-tého sloupce normalizované kritériální matice.

V Tabulce 10 jsou uvedeny jednotlivé varianty seřazené podle velikosti dosaženého skóre.

Tabulka 10: Konečná skóre jednotlivých variant

Varianta	Druh bezpečnostních kamer	Analýza obrazu a záznam	Skóre	Pořadí
B	2x IP kamery	Integrováno v kameře	0,7354	1
A	2x CCTV kamery	PCI do PC	0,4521	2
C	1x IP kamera, 1xCCTV kamera	PCI do PC	0,3569	3
D	2 x CCTV kamery	Síťové DVR	0,2672	4

Zdroj: vlastní zpracování

Nejvyššího skóre dosáhla varianta B zejména kvůli tomu, že kamerový systém je složen výhradně z IP kamer, které zajistily vysoké hodnocení ve kvalitě obrazu nebo v možnostech rozšíření a úpravě obrazu. Její nevýhodou je o něco vyšší pořizovací cena než u druhé varianty B.

Varianty A, C a D se umístily daleko za vítěznou variantou B. Na nízkém skóre se podílel nejvíce fakt, že jsou složeny nejméně z jedné CCTV kamery, které poskytují horší obrazové a technické funkce než IP kamery. U varianty C je další nevýhodou možnost nekompatibility záznamového softwaru pro CCTV kameru s webovým serverem v IP kameře. Varianta D nabízí nejvíce funkcí pro zlepšení a analýzu obrazu díky síťovému DVR. Její nejvyšší pořizovací cena, které společně s horšími obrazovými vlastnostmi CCTV kamer, zařadila tuto variantu na 4. místo.

4.6 Ekonomická kalkulace vybraného kamerového systému

Vítězná varianta B byla vybrána i pro samotnou realizaci. Jde zejména o to, že se nebude muset instalovat analytický a záznamový software. Tyto funkce jsou integrovány přímo v kameře. Ekonomická kalkulace Varianty B je zachycena v Tabulce 11.

Tabulka 11: Ekonomická kalkulace Varianty B

Název	Typ	Cena za jednotku v Kč	Počet jednotek	Celkem v Kč
IP kamera	YOKO RYK-IP4831/1	5890,00	2	11780
Kabeláž	Solarix cat.5e UTP	8,00	66	528
Vkládací lišty	Lišta 20x20 3m	10,50	22	231
Spojovací materiál	šrouby, hmoždiny	200,00	1	200
Konektory	RJ45	5,00	4	20
Napájecí zdroj	stejnoseměrný napájecí zdroj 12V DC/1.0A	300	2	600
Práce technika	instalace, nastavení parametrů, otestování	450,00	8	3600
Celkem				16959

Zdroj: vlastní zpracování

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo poskytnout přehled dostupných technologií bezpečnostních kamerových systémů a srovnat jejich výhody a nevýhody.

Při použití kamerových systémů je nutné dodržovat platné právní předpisy, s tím, že zejména je nutné vzít v potaz obsah zákona č. 101/2000 Sb. o ochraně osobních, který chrání všechny fyzické osoby před zásahem do jejich práv či oprávněných zájmů. V případě používání kamerového systému bez pořizování záznamu stačí, aby byly případné osoby, které se pohybují v blízkosti příslušných kamer, informovány, že objekt je střežen kamerovým systémem a dodržovat příslušná ustanovení Úmluvy o ochraně lidských práv a základních svobod a Listiny základních práv a svobod. V případě použití kamerového systému se záznamem je třeba splnit všechny podmínky pro provoz kamerového systému ještě před zahájením jeho provozu. Zejména pokud je kamerový systém se záznamem používán za účelem identifikace fyzických osob v souvislosti s určitým jednáním, pak v tomto případě provozovatel kamerového systému jednoznačně zpracovává osobní údaje podle zákona 101/2000 Sb. a je nezbytné, aby splnil své povinnosti stanovené tímto zákonem, např. použití informačních tabulí nebo souhlas se zpracováním osobních údajů atp. Údaje uchovávané v záznamovém zařízení, ať obrazové či zvukové, jsou osobními údaji za předpokladu, že na základě těchto záznamů lze přímo či nepřímo identifikovat konkrétní fyzickou osobu.

Z hlediska základního rozdělení na analogové a digitální systémy lze prohlásit, že nejlepšími vlastnostmi disponují digitální IP kamerové systémy. Jejich největší nevýhodou je vysoká pořizovací cena, z čehož těžší systémy analogové. Naopak IP kamerové systémy mají větší možnosti rozšíření o další bezpečnostní prvky a poskytují kvalitnější obraz než systémy CCTV. Monitorování, analýza záznam obrazu jsou realizovány softwarově. Tyto softwarové nástroje je třeba u analogových CCTV systémů dokoupit, IP kamery tyto softwarové nástroje mají integrovány v sobě. Oba systémy jsou srovnatelné, jak v nákladech na provoz, tak na údržbu, tak v množství designových variací pro různá prostředí a účely. Výběr určitého kamerového řešení tedy závisí nejen na pořizovací ceně, ale také na dispozicích místa realizace.

Dalším bodem práce bylo poskytnout přehled o využití a možnostech neuronových sítí při zpracování obrazu z bezpečnostních kamerových systémů. Jejich úspěšná implementace v aplikacích pro úpravu obrazu je velmi závislá na kvalitách modelu použité neuronové sítě. Mezi největší výhody patří rychlé přizpůsobení okolnostem a rychlá reakce nebo u některých

jejich univerzálnost. Nevýhodou jsou dlouhá doba učení nebo zkreslené výsledky, pokud je dojde k přeučení modelu.

Posledním bodem byl návrh kritérií pro výběr možných variant realizace bezpečnostního kamerového systému v malé organizaci a vypracování ekonomické kalkulace vhodného řešení. Byly navrženy 4 různé varianty a na základě pěti kritérií byla metodou Saatyho kvantitativního párového srovnání vypočítána nejlepší varianta, a to varianta se dvěma IP kamerami. Tato varianta byla nakonec vybrána také pro realizaci kamerového systému v Centru sociálních služeb Staroměstská. Varianta se dvěma IP kamerami nabízí lepší kvalitu obrazu, větší možnosti rozšíření a jednodušší instalaci a zprovoznění než zbylé tři varianty. V ekonomické kalkulaci vítězné varianty se dvěma IP kamerami jsou uvedeny odhadnuté náklady spojené s její realizací. K výsledné ceně 16 959 Kč je třeba ještě připočítat marži firmy, která provede instalaci, oživení, nastavení parametrů a otestování kamerového systému.

POUŽITÁ LITERATURA

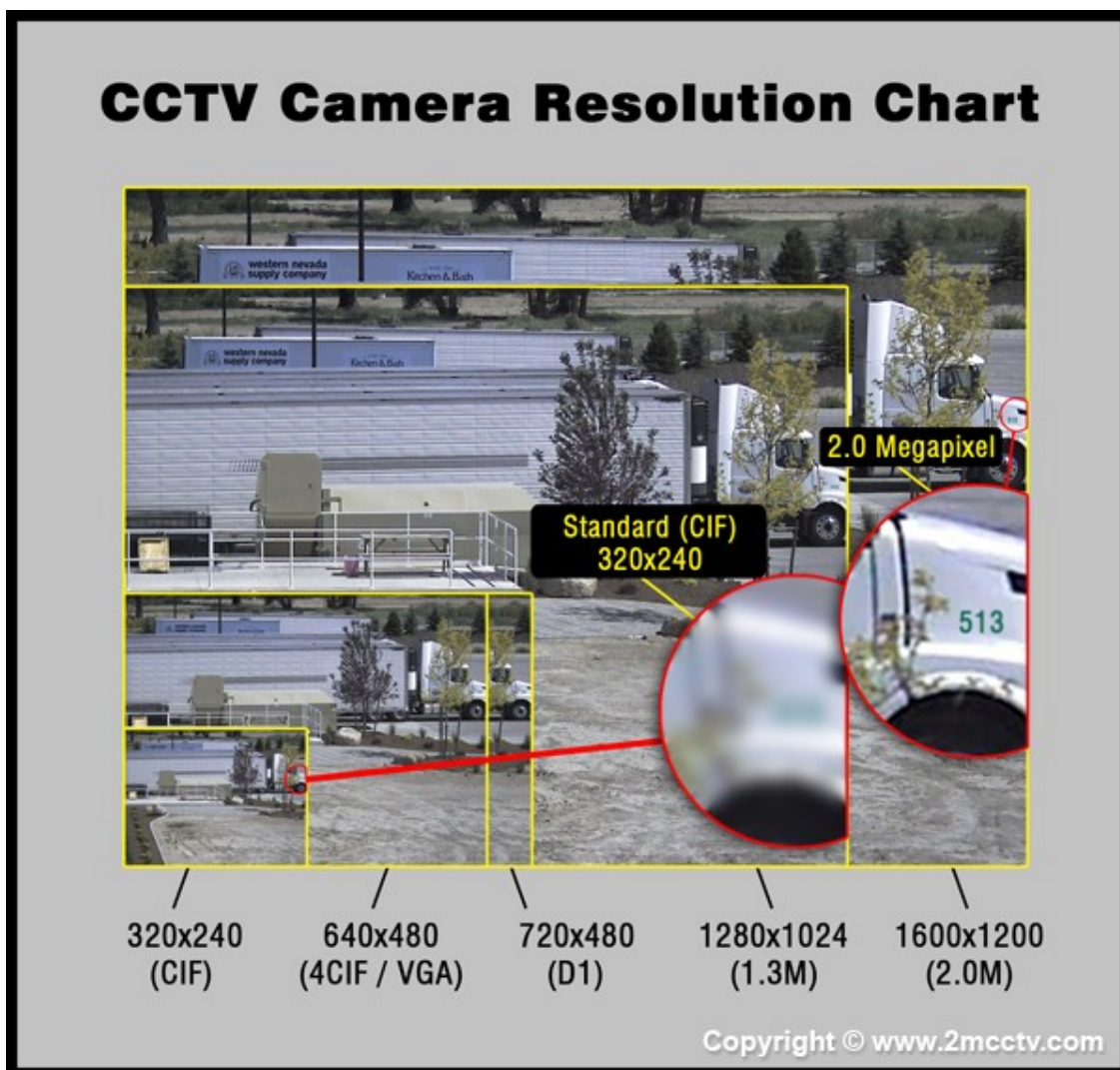
- [1] Provozování kamerového systému z hlediska zákona o ochraně osobních údajů: Stanovisko č. 1/2006. [online]. 2012 [cit. 2012-05-28]. Dostupné na: <http://www.uouu.cz/files/stanovisko_2006_1.pdf>.
- [2] Úřad pro ochranu osobních údajů: K oznamovací povinnosti správců provádějících zpracování osobních údajů kamerovými systémy. [online]. 2012 [cit. 2012-05-28]. Dostupné na: <<http://www.uouu.cz/uouu.aspx?menu=29&submenu=33&loc=38>>.
- [3] KŘEČEK, S. *Příručka zabezpečovací techniky*. 3. vyd. Blatná: Cricetus, 2002. ISBN 80-902938-2-4.
- [4] LOVEČEK, T., NAGY, P. *Kamerové bezpečnostné systémy*. Žilina: EDIS, 2008. 283 s. ISBN 978-80-8070-893-1.
- [5] VSV connect, spol. s r.o. *CCTV - bezpečnostní kamery*. [online]. 2012, [cit. 2012-06-02]. Dostupné na: <<http://www.vsvconnect.cz/cctv-bezpecnostni-kamery-firmy/>>.
- [6] NILSSON, F. *Intelligent Network Video : Understanding Modern Video Surveillance Systems*. 1. vyd. CRC Press, 2008. 440 s. ISBN 1420061569, 978-1420061567.
- [7] LS Vision Technologies Co., Ltd. *Dome Analog IR Camera 700TVL EFFIO-P Dome LS-VEP200*. [online]. 2012, [cit. 2012-06-13]. Dostupné na: <<http://www.lishigroup.com/productsmore.asp?bid=40&sid=&id=317>>.
- [8] YOKO Technology Corp. *IP Dome IR Camera RYK- IP4831/1*. [online]. 2012, [cit. 2012-06-13]. Dostupné na: <http://www.yoko-tech.com/product_4.php?parent_id=41&parent_id2=145&c_id=942&cc_id=176&from=1>.
- [9] Netcam.cz. *Výhody IP kamer (síťových kamer)*. [online]. 2012, [cit. 2012-06-08]. Dostupné na: <<http://www.netcam.cz/encyklopedie-ip-zabezpeceni/vyhody-sitovych-kamer.php>>.
- [10] EONBOOM ELECTRONICS LIMITED. *EN-6704V/6708V* [online]. 2011, [cit. 2012-06-21]. Dostupné na: <<http://www.eonboom.com/en/ProductShow.asp?ID=244>>.

- [11] Pattern Recognition: Image processing with neural networks - a review. [online]. 2002, s. 23 [cit. 2012-06-18]. Dostupné na:
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031320301001789>>.
- [12] VOLNÁ, Eva. *Neuronové sítě 1*. 2. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita, 2008. 87s. Dostupné na: <http://www1.osu.cz/~volna/Neuronove_site_1_skripta.pdf>.
- [13] NIKEL, Richard. *Kompresa dat s využitím vrstvených neuronových sítí*. Brno, 1997. Dostupné na: <http://is.muni.cz/th/3233/fi_m/scan.pdf>. Diplomová práce. Masarykova Univerzita v Brně, Fakulta Informatiky.
- [14] Neural Network Learning Rules For OpenAI. [online]. 2011, [cit. 2012-06-18].
Dostupné na:
<http://openai.sourceforge.net/docs/nn_algorithms/networksarticle/index.html>.
- [15] ROKŮSEK, Zdeněk. *Teoretické základy neuronových sítí*. Č. Bud., 2007. Dostupné na:
<http://theses.cz/id/squb4u/downloadPraceContent_adipIdno_3606>. Bakalářská práce. Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta.
- [16] Metody stanovení vah kritérií. [online]. [cit. 2012-06-19]. Dostupné na:
<<http://kds.vsb.cz/mhd/kvalita-vahy.htm>>.
- [17] HOUŠKA, Milan. *ZIP - Vícekritériální rozhodování*. [online]. [cit. 2012-06-19].
Dostupné na: <http://etext.czu.cz/php/skripta/skriptum.php?titul_key=79>.
- [18] KALČEVOVÁ, Jana. jana.kalcev.cz [online]. [cit. 2012-06-20]. Kritériální matice a hodnocení variant. Dostupné na:
<<http://jana.kalcev.cz/vyuka/kestazeni/EKO422-KriterialniMaticce.pdf>>.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A Srovnání detailů a rozlišení u analogových a digitálních kamer

Příloha B Tabulka rozepsaných nákladů pro všechny varianty



Tabulka rozepsaných nákladů pro všechny varianty

Příloha B

	Cena za jednotku v Kč	Varianta A	Cena v Kč	Varianta B	Cena v Kč	Varianta C	Cena v Kč	Varianta D	Cena v Kč
Kamera	CCTV	2 x CCTV	7 160,00	-	0,00	1 x CCTV	3 580,00	2 x CCTV	7 160,00
	IP	-	0,00	2 x IP	11 780,00	1 x IP	5 890,00	-	0,00
Záznam	PC	1 x PCI karta	2 861,00	-	0,00	1 x PCI karta	2 861,00	-	0,00
	DVR	-	0,00	-	0,00	-	0,00	1 x DVR	5 990,00
Kabeláž	CCTV	Koax 66m	924,00	-	0,00	Koax 33m	462,00	Koax 66m	924,00
	IP	-	8,00	UTP 66m	528,00	UTP 33m	264,00	-	0,00
Vkládací lišty		20x20 66m	231,00	20x20 66m	231,00	20x20 66m	231,00	20x20 66m	231,00
Spojovací materiál		Šroubky, hmoždinky	200,00	Šroubky, hmoždinky	200,00	Šroubky, hmoždinky	200,00	Šroubky, hmoždinky	200,00
	CCTV	4 x BNC	100,00	-	0,00	2 x BNC	50,00	4 x BNC	100,00
Konektory	IP	-	5,00	4 x RJ-45	20,00	2 x RJ-45	10,00	-	0,00
		2 x 12VDC/1A	300,00	2 x 12VDC/1A	600,00	2 x 12VDC/1A	600,00	2 x 12VDC/1A	600,00
Práce technika		8 hod.	3 600,00	8 hod.	3 600,00	8 hod.	3 600,00	8 hod.	3 600,00
Celkem v Kč			15 676,00		16 959,00		17 748,00		18 805,00