

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA ELEKTROMECHANIKY A VÝKONOVÉ ELEKTRONIKY

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
NÁVRH KAMEROVÉHO SYSTÉMU**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ivan NOVÝ**
Osobní číslo: **E09B0041K**
Studijní program: **B2644 Aplikovaná elektrotechnika**
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**
Název tématu: **Návrh kamerového systému**
Zadávající katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

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

1. Zhodnoťte současný stav kamerových systémů.
2. Navrhněte konkrétní kamerový systém - výběr a rozmístění otočných kamer, noční provoz, ovládací pracoviště, záznamové zařízení.
3. Navrhněte systém přenosu videosignálu a řídicích dat.
4. Navrhněte napájecí část systému.
5. Zhodnoťte dosažené výsledky a navrhněte další možnosti řešení.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. Vít, V. a kol: Televizní technika, SNTL, Praha 1979
2. Křeček, S.: Ochrana majetku systémy průmyslové televize, Grada Publishing, spol. s r.o., Praha 1997


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavel Karban, Ph.D.**
Katedra teoretické elektrotechniky

Datum zadání bakalářské práce: **17. října 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce: **3. června 2012**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 17. října 2011

Anotace

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na návrh kamerového systému ve venkovních a vnitřních prostorech železniční stanice. V textu je popsáno jedno z možných technických řešení s různými způsoby přenosu videosignálů a řídicích dat. V návrhu je využito několika typů kamer. Krátce je zde zmíněna problematika nočního přisvětlení pomocí IR reflektorů. Napájení kamerového systému je řešeno postupně po jednotlivých etapách - od stanovení vnějších vlivů a volby ochranných opatření až po výpočet a kontrolu ve výpočetním programu SICHR a konkrétní řešení napájecího rozvodu.

Klíčová slova

CCTV, CCD, IP-kamery, kamery HD-SDI, digitální videorekordér, IR reflektor, symetrické vedení, koaxiální kabel, optický kabel, záložní zdroj UPS, program Sichr, proudový chránič, přepětíová ochrana

Abstract

The undergraduate thesis is focused on the suggestion of the camera system in the outside and inside premises of the railway station. There is a description of one of the possible technical solutions including various ways of the transmission of video signals and control data in the text. Several types of cameras are used in my camera system suggestion. The issues of the night additional lighting by IR reflectors are included as well. The power supply of the camera system is solved gradually in particular stages – from the determination of the outside influences and the choice of safety measures up to the calculation and check in the computer programme SICHR and the particular solutions of the power distribution system.

Key words

CCTV, CCD, IP-cameras, cameras HD-SDI, digital video recorder, IR reflector, symmetrical line, coaxial cable, optical cable, uninterruptible power supply (UPS), programme Sichr, current protector, overvoltage protection

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

V Plzni dne 4.6.2012

Jméno příjmení

.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu práce, Ing. Pavlu Karbanovi Ph.D., za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

OBSAH	8
ÚVOD	10
SEZNAM SYMBOLŮ ZKRATEK	11
1. Současný stav kamerové techniky	12
1.1. Úvod	12
1.2. Analogové CCTV kamery	13
1.3. IP – kamery	14
1.4. Kamery HD-SDI	16
1.5. Doplnkové funkce kamer	16
1.5.1. Kompenzace protisvětla (BLC - "Back Light Compensation")	16
1.5.2. Bodová kompenzace protisvětla ("Eclipse function", "Spotlight BLC" apod.).....	17
1.5.3. Široký dynamický rozsah (WDR - "Wide Dynamic Range")	17
1.5.4. Pomalá závěrka ("Slow Shutter", "Sense-up" apod.).....	17
1.5.5. Funkce day/night	17
1.5.6. Digitální redukce šumu (DNR - "Digital Noise Reduction").....	18
1.5.7. Digitální stabilizace obrazu (DIS - "Digital Image Stabilization").....	18
1.5.8. Detekce pohybu (VMD - "Video Motion Detection").....	18
1.5.9. Maskování privátních zón ("Privacy zone masking").....	18
1.6. Videorekordéry	19
1.6.1. Digitální videorekordéry DVR	19
1.6.2. Digitální videorekordéry HD-SDI	19
1.6.3. Síťové videorekordéry NVR.....	20
1.6.4. Přenosné videorekordéry PVR	20
1.6.5. Kartové videosystémy s využitím PC	20
2. Návrh kamerového systému	21
2.1. Noční provoz, přisvětlení IR reflektory	21
2.2. Výběr a rozmístění kamer	22
2.2.1. Čekárna.....	23
2.2.2. Venkovní nástupiště	23
2.2.3. Podchod.....	24
2.2.4. Prostory zhlaví.....	24
2.3. Ovládací pracoviště	25
2.4. Záznamové zařízení	26
3. Systém přenosu videosignálu a řídicích dat	28
3.1. Symetrické vedení	28
3.2. Koaxiální kabel	29
3.3. Optický kabel	30
4. Napájecí část kamerového systému	33
4.1. Stanovení vnějších vlivů	33
4.2. Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti	34

4.3. Energetická bilance	34
4.4. Přípojka, rozvaděč napájení	35
4.5. UPS	37
4.6. Výpočet napájecích obvodů v programu SICHR	37
4.7. Rozvody napájení	40
4.8. Přepět'ové ochrany napájecího rozvodu	41
5. Závěr – stručné shrnutí, další možnosti řešení	42
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	44

Úvod

Předkládaná práce je zaměřena na návrh kamerového systému s využitím různých způsobů přenosu videosignálů a řídicích dat.

Text je rozdělen do pěti částí; první se zabývá krátkým přehledem současného stavu kamerové techniky, ve druhé části je uveden návrh konkrétního kamerového systému z pohledu výběru a rozmístění kamer, nočního provozu kamer, ovládacího pracoviště a záznamového zařízení. Třetí část popisuje návrh přenosu videosignálu a řídicích dat s využitím přenosových cest po koaxiálním kabelu, symetrickém vedení a optickém vláknu. Ve čtvrté části je navržena napájecí část kamerového systému, záložní zdroj a přepět'ové ochrany. Pátá, závěrečná část, je věnovaná stručnému shrnutí a dalším možnostem řešení.

Seznam symbolů zkratek

BLC	Back Light Compensation
CCD	Charge Coupled Device
CCTV	Closed Circuit Television
DIS	Digital Image Stabilization
DNR	Digital Noise Reduction
DSP	digitální signálový procesor
DVR	Digital Video Recorder
FTP	File Transfer Protocol
HD-SDI	High-Definition Serial Digital Interface
IP	Internet Protocol
LAN	Local Area Network
NVR	Network Video Recorder
OCTV	Open Circuit Television
OSD	On Screen Display
PAL	phase alternating line
PVR	Portable Video Recorder
SNMP	Simple Network Management Protocol
SPD	Surge Protective Device
UPS	Uninterruptible Power Supply
USB	Universal Serial Bus
UTP	Unshielded Twisted Pair
VGA	Video Graphics Array
VMD	Video Motion Detection
WDM	Wavelength Division Multiplex
WDR	Wide Dynamic Range

1. Současný stav kamerové techniky

1.1. Úvod

Kamerové systémy se postupně staly každodenní samozřejmou součástí dnešního života. Nabídka kamerové techniky je v dnešní době poměrně rozsáhlá, neboť jsou kamerové systémy nasazovány v nejrůznějších aplikacích, např. při sledování výrobních procesů, v měřicí technice, ve zdravotnictví, sledování dopravy atd. Vývoj nových technologií dnes umožňuje využití kamerových systémů nejen v komerční, ale i v privátní sféře a všude tam, kde to ještě před pár lety bylo z hlediska finančních nákladů zcela nereálné [1].

Největší uplatnění však našly kamerové systémy při zabezpečení nejrůznějších objektů. Proto se můžeme často setkat rovněž s pojmem bezpečnostní kamery nebo zabezpečovací kamery. Od počátku 70. let minulého století prošel tento obor velmi dynamickým rozvojem od analogových zařízení přes hybridní systémy používající přednosti analogových i digitálních zařízení až po plně digitální systémy [1].

V souvislosti s dnešními kamerovými systémy se nejčastěji dnes setkáváme s pojmem CCTV, což je zkratka odvozená z anglického názvu „Closed Circuit Television“, český ekvivalent „uzavřené televizní okruhy“. Zatímco veřejné televizní vysílání je přístupné každému, kdo vlastní televizor, CCTV obraz je přístupný pouze tomu, kdo je připojen přímo do CCTV okruhu. Často se pro CCTV kamerové systémy používá rovněž starší pojem průmyslová televize, což vyjadřuje původní použití CCTV kamer převážně pro průmyslové aplikace. Bezpečnostní kamery se dnes používají pro sledování nejrůznějších objektů a pozemků, k zabezpečení bank, muzeí, galerií, benzinových pump, parkovišť, letišť a v mnoha jiných zabezpečovacích aplikacích. Kamerové systémy jsou využívány při zabezpečení vnějších i vnitřních prostor, k zabezpečení velkých firemních objektů nebo v soukromé sféře. Celkovou efektivnost kamerových systémů lze zvýšit např. jejich kombinací s elektronickými zabezpečovacími systémy [2].

Detailní řešení konkrétního kamerového systému závisí na specifických požadavcích a potřebách budoucího uživatele. Vždy může existovat více správných řešení [1]. Z pohledu současného stavu kamerové techniky jsou dále podrobněji popsány nejdůležitější části kamerového řetězce, a to nejčastěji využívané typy kamer a digitální videorekordéry pro záznam obrazu v bezpečnostních aplikacích. Kompletní sortiment techniky pro kamerové

systemy, kromě již zmíněných kamer a videorekordérů je samozřejmě daleko rozsáhlejší. Mimo jiné jsou to např.: objektivy, džáky, kamerové kryty, polohovací hlavice, video přepínače, kvadrátory, multiplexery, pojítka pro radiový přenos videosignálu, převodníky pro přenos videosignálu po symetrickém vedení, převodníky pro přenos po optickém vlákně, detektory pohybu, vide zesilovače, videodistributory, webové videosevery, černobílé a barevné videomonitory, LCD monitory, BNC konektory, koaxiální kabely, optické kabely aj.

1.2. Analogové CCTV kamery

Základem každé kamery je obrazový snímací prvek, jehož princip činnosti je prakticky vždy v rozložení obrazu na velké množství jednotlivých bodů. O každém z těchto bodů získává informace jako je poloha v obraze, jas a barva, pomocí kterých je pak možné původní obraz rekonstruovat. Vývoj snímacích prvků se zprvu ubíral cestou technologie snímacích elektronek, z nichž nejposlednější ve vývojové řadě a nejvíce používaná je snímací elektronka vidikon [1]. V současné době naprosto převažuje, díky pokroku ve vývoji a výrobě polovodičových prvků, technologie obvodů CCD. Zkratka CCD je z anglického názvu Charge Coupled Device (nábojově vázaná struktura), jež vyjadřuje podstatu tohoto prvku. Tyto fotocitlivé obvody převádějí dopadající světlo na elektrický náboj. Ten je pak měřen a převáděn do digitální podoby. Každý snímač – čip CCD je složen z velkého množství samostatných miniaturních buněk zaznamenávajících světlo samostatně. Čím více buněk má snímač, tím větší získáme rozlišení. Abychom informaci z čipu CCD získali, musíme jej vyčíst do tzv. vyčítacího registru. Podle způsobu vyčítání je využíván progresivní sken, prokládaný sken nebo plošný sken. U posledně jmenovaného skenu přecházejí všechny náboje najednou do přenosového registru náboje, odkud pak odcházejí do zesilovače a A/D převodníku. V tuto dobu je CCD prvek už opět přichystaný k další expozici. Kamery vybavené takovými CCD čipy nepotřebují žádnou mechanickou závěrku, náboj vyhodnocují po dobu určenou expoziční automatikou. Technologie výroby CCD snímačů se neustále zdokonaluje. Na trh jsou uváděny postupně nové dokonalejší generace snímačů, které umožňují dosahovat vyššího rozlišení, citlivosti atd. [5]

Existují však určité specifické aplikace, které zůstávají doménou kamer se snímacími elektronkami. Sem je možno zařadit primární zónu jaderných elektráren, kde běžná CCD kamera má díky úrovni okolní radiace sníženou životnost prakticky na 1 rok. Další aplikací je snímání za extrémně nízkých úrovní osvětlení (ve zbytkovém světle). Zde dominují snímací

elektronky typu SIT a ISIT, které vykazují oproti CCD především vyšší rozlišovací schopnost, vyšší citlivost a vyšší poměr signál/šum [1].

Přestože se mluví o analogových kamerách (resp. o kamerách s analogovým video výstupem), vnitřek těchto kamer je obvykle plný digitální technologie. Téměř všechny analogové kamery jsou dnes vybaveny digitálním signálovým procesorem (DSP), který poskytuje další doplňkové funkce pro dosažení optimální kvality obrazu vystupujícího z kamery [2]. Provedení několika analogových kamer je na obr. 1.

Přes prudký rozvoj v oblasti digitalizace obrazu a počítačových sítí si analogové kamery (tj. kamery s analogovým videovýstupem) stále drží svou pevnou pozici na CCTV trhu. Je to dáno především příznivou cenou, jednoduchou instalací a velkým rozšířením stávajících analogových kamerových okruhů, které jsou postupně doplňovány a modernizovány. Navíc není problém integrovat stávající analogový okruh do počítačové sítě pomocí webových videoservertů (enkodérů) nebo rekordérů s LAN připojením [2].



Obr. 1 Příklady provedení analogových kamer

1.3. IP – kamery

S technickým pokrokem zejména v oblasti přenosových sítí a v oblasti digitalizace videosignálu se začaly stále více prosazovat tzv. IP-kamery (IP – „Internet Protocol“). V pouzdře webové IP kamery je kromě standardní analogové videokamery integrován též videosever, který zajišťuje digitalizaci a komprimaci videosignálu a připojení videokamery k počítačové síti. Uživatel s povoleným přístupem se do systému může připojit a sledovat nejen obrazy z živých kamer, ale i záznamy, popřípadě zařízení ovládat na dálku [3].

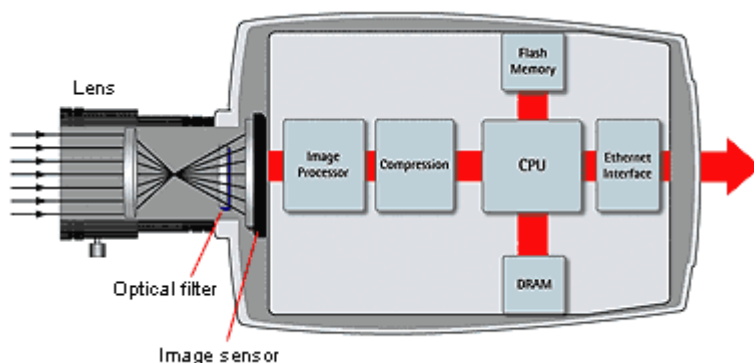
Často se IP-kamery používají jako tzv. on-line kamery k přímému přenosu na Internetu (sledování dopravy, průběhu stavby, sněhové zpravodajství ze zimních středisek apod.). Protože obraz z IP kamery může sledovat kterýkoliv uživatel s připojením k LAN nebo

Internetu, stávají se CCTV okruhy otevřenými systémy a pojem CCTV (uzavřené televizní okruhy) přestává být výstižný. Proto se pro označení této techniky používají pojmy jako např. IP-monitoring, network video monitoring nebo OCTV („O“ jako „Open“ tj. otevřený). IP-kamery je nutné odlišovat od tzv. web-kamer nebo web-camů, které nemají vestavěný videosever a pro jejich připojení k počítačové síti je potřeba počítač vybavený videokartou nebo USB rozhraním a aplikačním software [4].

IP kamera má svou vlastní IP adresu. Je připojena k počítačové síti a má většinou vestavěný webový server, FTP server, správu alarmů, analogový výstup, je programovatelná a disponuje mnoha dalšími funkcemi. Nemusí být připojena k počítači, funguje nezávisle a může se umístit kamkoli, kde je možné připojení k IP síti [4].

Kromě zaznamenávání obrazu disponuje síťová kamera dalšími funkcemi a dokáže po síti přenášet i jiná data než obrazová, mezi něž patří např. přenos zvuku, digitálních vstupů a výstupů, sériových portů pro data nebo pro mechanismy ovládajících natočení a zoom (pan/tilt/zoom) kamery. Komunikace IP kamer je plně duplexní. Obrazové buffery uvnitř kamery umožňují uložit a poslat záběry, které byly pořízeny předtím, než byl aktivován alarm.

IP kameru můžeme popsat jako kameru a počítač v jednom - viz obr. 2. Připojuje se přímo k síti jako kterékoli jiné síťové zařízení. Vše potřebné pro sledování obrazu (ať už statického nebo videa) přes síť je zabudováno již v kameře [8].



Obr. 2 Princip vnitřního zapojení IP kamery

Objektiv kamery zaměřuje obraz na senzor. Mezi objektivem a senzorem je optický filtr, který odstraní jakékoli infračervené světlo, takže se zobrazí "správné" barvy. U kamer s funkcí Den/Noc je optický filtr mechanicky odnímatelný – v režimu Noc se odsune mimo obrazový senzor. Obrazový procesor vykonává funkce jako je expozice (světelná úroveň obrazu),

rovnováha bílé (white balance - přizpůsobuje barevné úrovni), ostrost obrazu a jiné aspekty kvality obrazu. Senzor společně s obrazovým procesorem převertuje obraz do elektrických, digitálních signálů, který lze dále komprimovat a zpracovávat. Procesor (CPU), Flash paměť a DRAM paměť představují "mozek" kamery a jsou navrženy speciálně pro síťové aplikace. Společně obstarávají komunikaci se sítí a webovým serverem [8].

1.4. Kamery HD-SDI

HD-SDI kamery jsou kamery s vysokým rozlišením (1920x1080) s digitálním výstupním rozhraním (HD-SDI). Digitální HD-SDI videosignál (High-Definition Serial Digital Interface, SMPTE 292M) se přenáší po standardním koaxiálním kabelu, s impedancí 75 ohm, ukončeného konektory BNC. Tento způsob přenosu umožňuje využití stávajících koaxiálních rozvodů. Výhodou HD-SDI kamer oproti megapixelovým IP kamerám je vysoké - nekomprimované Full HD rozlišení 1080p/720p při plném snímkování (25fps/50fps) a snadné propojení s videorekordérem bez komplikovaného nastavování IP adres. Další předností oproti megapixelovým IP kamerám je nezávislost kvality přenášeného obrazu na momentálním stavu, zatížení a datové propustnosti ethernetové sítě (LAN). Nedochozí tedy ke zhoršování kvality, trhání a kostičkování obrazu. Kamery používají velice kvalitní obrazové senzory s vysokou citlivostí na minimální osvětlení. HD-SDI kamery jsou výrazně citlivější než je současná nabídka Full HD IP kamer. HD-SDI kamery také zpravidla disponují standardním kompozitním videovýstupem. Ceny HD-SDI kamer jsou oproti Full HD IP kamerám výrazně nižší [5].

1.5. Doplnkové funkce kamer

V současné době patří mezi běžné doplňkové funkce u všech zmíněných typů kamer především:

1.5.1. Kompenzace protisvětla (BLC - "Back Light Compensation")

Pokud je v zorném poli silný zdroj světla a sledovaný objekt je zobrazen tmavě bez možnosti rozlišení detailů, užití této funkce umožňuje zvýšit kontrast (a tím i rozlišení) sledovaného objektu v poli, pro které je funkce BLC zapnutá (na úkor přesvětlení nedůležitého pozadí) [2].

1.5.2. Bodová kompenzace protisvětla ("Eclipse function", "Spotlight BLC" apod.)

Jde o speciální variantu BLC, která se uplatňuje u scén s velmi silným bodovým protisvětlem. Funkce "Eclipse" zajistí překrytí částí obrazu s vysokým jasnem černou barvou a tím umožní rozlišit jinak "neviditelné" části obrazu v okolí bodového jasu (např. je možné rozpoznat SPZ u vozidla s rozsvícenými reflektory apod.) [2].

1.5.3. Široký dynamický rozsah (WDR - "Wide Dynamic Range")

Vyjadřuje schopnost kamery snímat světelně náročné, kontrastní scény, tj. scény s velkým rozdílem mezi nejsvětlejším a nejtmaším místem obrazu (např. tmavá budova na pozadí světlé letní oblohy apod.). Hodnota (resp. šíře) dynamického rozsahu se udává v dB. Kamery s širokým dynamickým rozsahem tak umí dobře "prokreslit" jak tmavé, tak světlé části obrazu. Tím se tato funkce odlišuje od funkce BLC, která upřednostňuje tmavé zájmové části obrazu na úkor světlých částí [2].

1.5.4. Pomalá závěrka ("Slow Shutter", "Sense-up" apod.)

Nejdelší závěrka je u kamer s normou PAL standardně 1/50s (1 pulsnímek trvá 1/50s). Pro sledování za tmy jsou však některé kamery vybaveny funkcí tzv. pomalé závěrky (expoziční integrace), kdy je expoziční čas prodloužen nad tuto hranici tak, aby bylo dosaženo jasného obrazu i za špatných světelných podmínek. Hodnota pomalé závěrky se obvykle udává jako násobek 1/50s (to znamená, že například kamera s parametrem "sense-up 128x", dosahuje expozičního času $128 \times 1/50 = 2,56s$) [2].

1.5.5. Funkce day/night

Protože CCD senzor je na rozdíl od lidského oka citlivý na 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 u CCTV kamer řešen 2 způsoby [2]:

Kamery s elektronickou funkcí "day/night": používá se obvykle u lacinějších "day/night" kamer, u kterých IR-cut filtr úplně chybí. Při poklesu osvětlení se kamera automaticky přepíná do nočního černobílého režimu, ve kterém se dosahuje vyšší citlivosti.

Kameře je možné přisvětlit přidavným IR reflektorem. Důsledkem chybějícího IR-cut filtru u těchto kamer je však poněkud horší reprodukce barev během dne [2].

Kamery s mechanickým přepínáním IR filtru (tzv. "True day/night" kamery): 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 v noci. Kameře je možné přisvětlit IR reflektorem. "True day/night" kamery tedy poskytují perfektní barevný obraz během dne a vysokou citlivost v noci [2].

1.5.6. Digitální redukce šumu (DNR - "Digital Noise Reduction")

Slouží k potlačení šumu, který se vyskytuje v obraze při špatném osvětlení nebo za tmy. Jsou využívány různé technologie (2D DNR, 3D DNR) pro optimální eliminaci šumu u statického i pohyblivého obrazu. Současně je dosaženo úspory záznamové kapacity, kdy se zbytečně nezaznamenává parazitní šum [2].

1.5.7. Digitální stabilizace obrazu (DIS - "Digital Image Stabilization")

Slouží k potlačení roztřeseného obrazu. I u sebelépe připevněných kamer může docházet k jejich vibraci a otřesům např. vlivem silného větru. Stabilizovaný obraz je nejen příjemnější pro sledujícího operátora, ale zároveň se šetří záznamová kapacita rekordéru [2].

1.5.8. Detekce pohybu (VMD - "Video Motion Detection")

Tato funkce detekuje výskyt pohybu v obraze. Obvykle lze nastavovat citlivost detekce a velikost objektu. Některé inteligentní detekční systémy umí rozlišit směr pohybu nebo překročení zadané hranice (linie) [2].

1.5.9. Maskování privátních zón ("Privacy zone masking")

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) a znemožnit tak obsluhu kamerového systému jejich sledování. Je k dispozici různý počet masek, včetně možnosti nastavení jejich velikosti a umístění [2].

1.6. Videorekordéry

Digitální videorekordéry pro bezpečnostní aplikace se vyznačují vysokou kvalitou záznamu, vysokou kapacitou záznamu, vysokou spolehlivostí bez nutnosti pravidelné údržby a prakticky bezobslužným provozem. Z hlediska jejich použití je lze rozdělit na [6]:

- digitální videorekordéry DVR (Digital Video Recorder) pro analogové CCTV kamery
- HD-SDI videorekordéry pro digitální HD-SDI kamery (High Definition - Serial Digital Interface)
- síťové videorekordéry NVR (Network Video Recorder) pro IP-kamery
- přenosné a mobilní videorekordéry PVR (Portable Video Recorder)
- kartové videosystémy s využitím PC

1.6.1. Digitální videorekordéry DVR

Zaznamenávají obraz z CCTV kamer v digitálním formátu na pevný disk HDD. Videorekordéry DVR jsou zpravidla dodávány pro 4, 8 nebo 16 CCTV kamer a jejich obraz je zaznamenáván současně v tzv. multiplexním režimu. DVR jsou autonomní záznamové zařízení, která lze konfigurovat pro různé způsoby záznamu. Např. pro kontinuální záznam, automatickou aktivaci záznamu příslušné CCTV kamery podle nastaveného časového harmonogramu nebo při detekování změny (pohybu) v obraze. Videorekordéry DVR jsou zpravidla vybaveny vestavěným webovým serverem, pro možnost vzdáleného videomonitoringu přes LAN/Internet [6].

1.6.2. Digitální videorekordéry HD-SDI

Zaznamenávají obraz z HD-SDI kamer ve vysokém obrazovém rozlišení 1080p (Full HD: 1920x1080), 720p (HD: 1280x720) a ukládají ho na pevný disk HDD v komprimovaném formátu H.264. Zpravidla jsou konstruovány pro připojení 4, 8 nebo 16 HD-SDI kamer, z kterých je přenášen digitální HD-SDI videosignál po standardním koaxiálním kabelu s impedancí 75 ohm, ukončeného BNC konektory. HD-SDI rekordéry mají HDMI rozhraní pro připojení k HDTV monitorům a full HD displejům s vysokým rozlišením 1920x1080 (1080p). Dále HD-SDI videorekordéry disponují gigabitovým ethernetovým rozhraním pro připojení k vysokorychlostním PC sítím LAN/Internetu. Videomonitoring ze vzdáleného PC lze realizovat pomocí standardního webového prohlížeče nebo dodávaného software. HD-SDI rekordéry podporují rovněž stahování obrazu na mobilní telefony 3G. HD-SDI videorekordéry

mají rovněž integrované bezpečnostní a alarmové funkce. Předností HD-SDI systémů je především velmi vysoká kvalita a spolehlivost [6].

1.6.3. Síťové videorekordéry NVR

Jsou určeny pro záznam obrazu z IP-kamer. Dodávají se pro různý počet IP-kamer, např. pro 4, 8, 16, 24, 32, 48 a 64 IP-kamer. Zaznamenávají digitální obraz, stejně jako videorekordéry DVR, na pevné disky HDD. Analogicky, jako videorekordéry DVR, jsou to autonomní záznamové zařízení, s podobnou funkčností a konfigurací [6].

1.6.4. Přenosné videorekordéry PVR

Zaznamenávají obraz obvykle jen z jedné kamery. Slouží především pro mobilní video aplikace. Příkladem může být: jednorázová "skrytá instalace" pro monitorování opakovaně narušovaných prostor, videoinspekce nesnadno přístupných míst (monitorování technolog. provozů, opotřebení stavebních konstrukcí a materiálů, znečištění různých provozů, geolog. inspekce), monitorování různých mobilních činností (úkonů, pracovních postupů, operací, zásahů apod.), skrytý mobilní videomonitoring, monitorování sportovních aktivit, mobilní instalace do dopravních prostředků, apod. Digitální obraz může být zaznamenáván na integrovaný pevný disk HDD 2.5", ale v současné době častěji na paměťovou kartu (např. SD/SDHC kartu) [6].

1.6.5. Kartové videosystémy s využitím PC

Skládají se z videokaret (hardware) pro připojení CCTV kamer a aplikačního software. Pro instalaci hardware a software slouží PC jako digitální videorekordér DVR. Videokarty jsou v provedení pro 4, 8 nebo 16 kamer. Tento systém je možno rozšiřovat přikoupením a osazením dalších videokaret do PC. Některé videosystémy pro PC pracují jako tzv. hybridní videosystémy, které integrují společně analogové CCTV kamery i IP-kamery [6].

2. Návrh kamerového systému

V tomto návrhu je řešený konkrétní kamerový systém v železniční stanici. Je předpokládáno provozní monitorování prostorů čekárny ve výpravní budově, dvou venkovních nástupišť, podchodu a zhlaví - viz celková situace na obr. 3.



Obr. 3 Celková situace

Je uvažováno barevné provedení kamerového systému s využitím několika modifikací analogových kamer s vysokou rozlišovací schopností a nahrávání, včetně zálohování obrazových dat z jednotlivých kamer na digitální videorekordér DVR. Vyhodnocovací technologie s nahrávacím zařízením je umístěna v 19“ rackové skříni (dále v textu také technologické skříni) ve sdělovací místnosti ve výpravní budově. V dopravní kanceláři je umístěno monitorovací pracoviště, vybavené ovládací klávesnicí a jedním monitorem. Noční provoz je zajištěn přídatnými infračervenými reflektory.

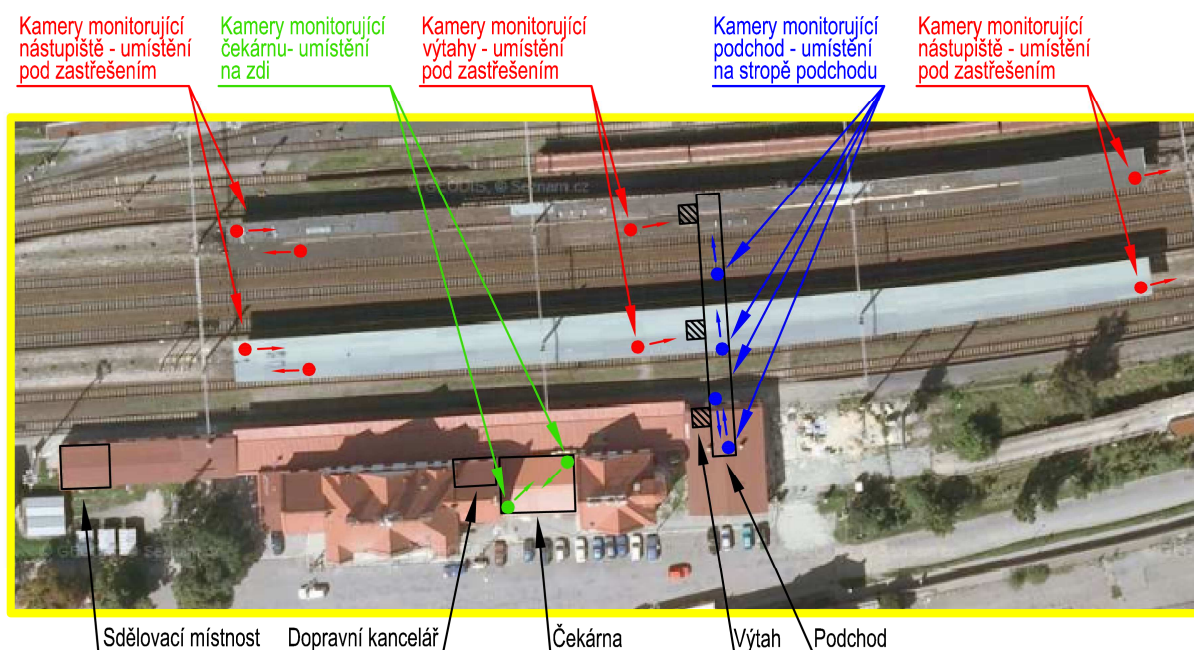
2.1. Noční provoz, přisvícení IR reflektory

Z důvodu zajištění nezávislosti nočního provozu kamerového systému na místním osvětlení, které může být vypnuté nebo nefunkční kvůli poruše, popř. vandalismu, jsou jednotlivá kamerová stanoviště, s výjimkou otočných kamer na zhlavích, doplněna IR reflektory pro přisvícení snímaného prostoru. Proto jsou pro noční režim snímání zvoleny kamery a objektivy přizpůsobené pro tento specifický provoz. Všechny použité kamery jsou vybaveny funkcí „True day/night“ s mechanickým přepínáním IR filtru. Tyto kamery se od určité nízké úrovně intenzity osvětlení automaticky přepínají do tzv. nočního (černobílého) režimu se současným odsunutím IR filtru mimo obrazový senzor pro dosažení maximální citlivosti kamery. Při aktivním IR přisvícení a při použití běžného objektivu by ovšem došlo

k rozostření obrazu vlivem odlišného lomu IR záření s vlnovou délkou nad 1 000 nm v optické soustavě objektivu. Aby se zamezilo rozostření obrazu při nízké intenzitě osvětlení, jsou navrhované objektivy, pro všechny kamery, korigované v IR pásmu. Na povrchu čoček těchto objektivů je napařena speciální vrstva, která svými optickými vlastnostmi zamezuje pronikání IR záření s vlnovou délkou nad 1000 nm [1]. Při výběru objektivů a IR reflektorů musí být zajištěna vzájemná součinnost, která je závislá na více faktorech, např. na vyzařovacím úhlu IR reflektoru a snímacím úhlu objektivu, vzdálenosti snímaných předmětů, jejich odrazivosti v IR oblasti spektra a dalších. [1]. Proto je vhodné objektivy a IR reflektory otestovat přímo na místě instalace v reálných podmínkách, nebo konkrétní výběr upřesnit až při vlastním oživení a nastavení kamerového systému. Pro navrhovaný systém jsou aplikovány IR LED reflektory s infračervenými diodami, z důvodu nízké spotřeby a dlouhé životnosti. Spínání IR LED reflektoru je automatické na základě informace z vestavěné fotobuňky a vyhodnocovací elektroniky. Technická specifikace IR LED reflektorů, např. dosah, vyzařovací úhel a příkon je obsažena dále v textu, u popisu jednotlivých kamerových stanovišť.

2.2. Výběr a rozmístění kamer

Kamerová stanoviště jsou určena s ohledem na velikost a druh sledovaných prostor, požadované detaily, které mají být zobrazeny a na světelných podmínkách ve snímaném prostoru. Rozmístění jednotlivých kamer je znázorněno na obr. 4



Obr. 4 Rozmístění kamer – výpravní budova, nástupiště, podchod

2.2.1. Čekárna

V prostředí čekárny jsou instalovány kamery s držákem a objektivem bez povětrnostního krytu, jelikož je zde předpoklad stálých tepelných podmínek, s minimální vzdušnou vlhkostí a nehrozí orosení objektivu. V tomto případě nemusí být kamera chráněna ani proti korozi a zvýšené prašnosti [7]. Pro vnitřní použití jsou zvoleny stabilní barevné kamery s automatickým přepínáním režimu Den/Noc, horizontálním rozlišením 650 TV řádků, senzorem CCD formátu 1/3“, s citlivostí 0,10 Lux (F1.2) pro černobílý režim a citlivostí 0,15 Lux (F1.2) pro barevný režim, 24 V AC napájením.

Kamery jsou vybaveny varifokálním objektivem, který umožní přesné nastavení zorného pole kamery podle požadavku provozovatele. Objektiv má nastavitelnou ohniskovou vzdálenost 2,8 – 12 mm, automatickou clonu DC Drive v rozsahu F1.3 – 360, obrazový formát 1/3“ a korekci ostrosti infračerveného světla. V čekárně jsou navrženy celkem 2 kamery v rozích na zdi. Jejich umístění je zvoleno s ohledem na úmyslné poškození nebo odcizení tak, aby se kamery navzájem sledovaly, a aby nebyly snadno dostupné. Obě kamerová stanoviště v čekárně jsou doplněna IR reflektory s nastavitelnou šířkou vyzařovací charakteristiky od 50° do 100°, s dosvitem 18 m (pro 100°) až 28 m (pro 50°) [9]. Při jejich instalaci a nastavení je třeba dbát na to, aby neoslňovaly protilehlou kameru.

2.2.2. Venkovní nástupiště

Pro venkovní použití jsou zvoleny stejné typy kamer a objektivů jako v čekárně. Jelikož se jedná o venkovní prostředí, je zde nutné počítat se změnou okolní teploty, vysokou vlhkostí, prašností, průnikem dešťové vody, námrazami apod. [7]. Vzhledem k povaze venkovních prostor jsou CCTV kamery na nástupištích instalovány do venkovních krytů s krytím IP 66, vybavené napájecím zdrojem pro kameru, vytápěním a ventilátorem. Kamerové kryty jsou připevněny ke kovové konstrukci zastřešení pomocí držáků s průchodem kabelů. Pro každé nástupiště se počítá se 4 kamerami. Na začátku zastřešené části nástupiště jsou instalovány dvě kamery tak, aby byly vzájemně viditelné v zorném poli protilehlé kamery. Současně jedna z těchto kamer snímá prostor nástupiště vně zastřešené části, druhá snímá prostor nástupiště pod zastřešením směrem k výtahu. Třetí kamera snímá prostor před výtahem a část středního úseku nástupiště. Na konci zastřešené části nástupiště je nainstalovaná čtvrtá kamera snímající opět prostor vně zastřešené části. Umístění kamer je patrné z obr. č. 4. U každé kamery (resp. dvojice kamer) je instalovaná elektroinstalační

krabice vybavena přepětovými ochranami a zdroji pro IR reflektory. V elektroinstalačních krabicích u kamer snímajících prostor před výtahem jsou navíc převodníky koaxiál/symetrické vedení se zdroji. Všechny 4 kamery jsou doplněny venkovními IR LED reflektory s krytím IP 66 a s nastavitelnou šířkou vyzařovací charakteristiky od 30° do 60°, s dosvitem 53 m (pro 60°) až 80 m (pro 30°) [9].

2.2.3. Podchod

Z důvodu hrozícího vandalizmu v podchodu jsou použity levnější kamery, aby v případě úmyslného poškození nevznikla větší materiální škoda. Kamery jsou instalovány na stropě podchodu a jsou rozmístěny tak, aby monitorovaly celý prostor podchodu, včetně hlavního vstupního schodiště, ostatní technologie umístěné v podchodu (např. informační tabule, výtahy) a zároveň, aby každá kamera byla monitorovaná jinou kamerou. V případě napadení jakékoli kamery uvnitř podchodu, bude tato událost zaznamenána jinou kamerou. Každé kamerové stanoviště v podchodu obsahuje stabilní barevnou kameru v antivandalovém venkovním provedení se stupněm krytí IP 66, s vyhříváním a integrovaným IR přisvětlením s dosvitem do 30 m. Použité kamery jsou s automatickým přepínáním režimu Den/Noc, horizontálním rozlišením 650 TV řádků, senzorem CCD formátu 1/3“, s citlivostí 0,06 Lux (F1.2) pro barevný režim. Kamery jsou vybaveny varifokálním objektivem s manuálně nastavitelnou ohniskovou vzdáleností 2,8 – 10,5 mm a automatickou clonu v rozsahu F1.2 – 2.7. Napájení 24 V AC pro všechny kamery v podchodu je provedeno z centrálního zdroje. Ten je umístěn v elektroinstalační krabici u prostřední kamery, společně s přepětovou ochranou a převodníkem koaxiál/symetrické vedení se zdrojem.

2.2.4. Prostory zhlaví

Pro každé z obou zhlaví je navržena jedna otočná kamera ve venkovním antivandal provedení s krytím IP 66. Obě kamery jsou umístěny na samostatných stožárech, které jsou konstruovány tak, aby měly minimální výkyv. Kamery jsou s automatickým přepínáním režimu Den/Noc, horizontálním rozlišením 560 TV řádků pro barevný režim a 680 TV řádků pro černobílý režim, senzorem CCD formátu 1/4“, s citlivostí 0,001 Lux (F2.0) pro černobílý režim. Jsou vybaveny 27násobným optickým zoom objektivem s nastavitelnou ohniskovou vzdáleností 4,1 - 110,7 mm. Programově lze zapnout další 16násobný digitální zoom. Otáčení kamery je v rozsahu 0 – 360° bez omezení, zdvih v rozsahu 0 – 90° s funkcí auto-flip, kdy se

v nejnižším bodě otáčí o 180°. Rychlost polohovací jednotky je automaticky regulovaná v závislosti na nastavení zoomu objektivu. Kamery jsou napájeny 24 V AC a ovládány přes sériové rozhraní RS 485 s podporou telemetrie protokoly Pelco P/D. Programování kamer je umožněno přes obrazové OSD menu (On Screen Display).

Při výběru typu otočné kamery pro tuto aplikaci byla zohledněna i obtížná realizace IR přisvícení pro otočné kamery v nočním režimu. Proto byla vybrána kamera zobrazená na obr. 5, která je v současné době, vybavena nejmodernější technologií IR přisvícení, umožňující osvětlení jen aktuálně zájmové oblasti kamerou snímaného prostoru (s omezením do max. vzdálenosti 150 m od kamery). Zdrojem IR světla je jedna Super IR LED dioda 3. generace, integrovaná přímo v kameře, která díky své konstrukci nahrazuje desítky konvenčních IR LED diod.



Obr. 5 Otočná kamera se Super IR LED diodou 3. generace

Automatické řízení jejího výkonu je spřaženo s funkcí optického zoomu. Regulovaný dosvit v rozsahu 30 – 150 m odpovídá snímanému úhlu zoom objektivu. Oproti standardní IR LED má Super IR LED dioda 3. generace vyšší účinnost, vysoký výkon a jas, malé tepelné ztráty, nízkou spotřebu a 5 – 10x delší životnost [10]. Tímto řešením odpadá nutnost osvětlení celého prostoru kolem otočné kamery několika IR reflektory, popř. závislost na místním osvětlení nebo provoz kamer bez nočního režimu.

2.3. Ovládací pracoviště

Ovládací pracoviště sestávající s monitoru a ovládací klávesnice je umístěno v dopravní kanceláři. Klávesnice umožňuje jednoduché a intuitivní ovládání kamerového systému. K digitálnímu videorekordéru je připojena přes sériovou linku RS 485. Je vybavena

proporcionálním joystickem pro otáčení či naklápění otočných kamer, umožňuje přiblížení a ostření obrazu, detailní prohlížení záznamu snímek po snímku, rychlé přetáčení záznamu.

Každému z 16 vstupů digitálního videorekordéru DVR je přiřazeno jedno tlačítko, sloužící k rychlému zobrazení živého obrazu z požadované kamery. Řadě dalších tlačítek jsou přiřazeny různé specifické funkce usnadňující manipulaci [11]. Klávesnice je vybavena malým LCD displejem, z něhož lze získat údaje o aktuálním provozním režimu a varovné zprávy v případě poruch digitálního videorekordéru DVR – viz obr. 6.



Obr. 6 Ovládací klávesnice

Jednotlivé obrazy z kamer jsou zobrazeny na 19“ barevném LCD video monitoru, vyvinutého speciálně pro CCTV aplikace. Monitor se nepřehřívá ani v těsném uzavřeném prostoru a je bez nežádoucího dlouhodobého efektu vypalování obrazovky. Poměr stran má 4:3, rozlišení 1280 x 1024 s dobou odezvy 5 ms. Monitor má dva smyčkované video vstupy s BNC konektory, VGA a HDMI vstup. S ohledem na cca 70 m vzdálenost monitoru od videorekordéru je zvolena varianta připojení videosignálu koaxiálním kabelem do video vstupu monitoru. Monitor i ovládací klávesnice jsou umístěny na stole u výpravčího.

2.4. Záznamové zařízení

Všechny kamery jsou nahrávány na 16 kanálový triplexní digitální videorekordér s možností kopírování dat na DVD/CD a USB – viz obr. 7. Triplexní funkce umožňuje současné nahrávání obrazových dat, sledování živého obrazu a zároveň záznamu na monitoru.



Obr. 7 Přední a zadní panel digitálního videorekordéru

Digitální videorekordér DVR je vybaven HDD disky o celkové kapacitě 4TB a rozšířen o přídatnou externí jednotku (diskové pole) s kapacitou 2TB, se kterou je propojen přes sériové USB rozhraní. Celkově tak je k dispozici paměťový prostor o velikosti 6 TB. Videorekordérem lze nahrávat v 9 módech kvality. Při kontinuálním záznamu v běžné kvalitě snímku (cca 36kB/snímek) a počtu 25snímků/s pro jednu kameru, je doba záznamu cca 5 dnů pro všech 15 kamer. Videorekordér pracuje na OS Linux, provádí záznam kompresní metodou MPEG-4. Je vybaven množstvím funkcí pro nastavení nahrávání, vyhledávání záznamů, způsobu zobrazení na monitoru, detekce pohybu, alarmového nahrávání atd. Videorekordér je hardwarově vybaven tak, aby umožnil připojení k síti LAN s protokolem TCP/IP a případnou integraci do nadstavbového systému vzdáleného dohledu. Má vestavěný webserver, síťové funkce a je opatřen jedním portem LAN 10/100Base-T/TX [12].

Digitální videorekordér, diskové pole, UPS, optický rozvaděč, montážní skříň určená pro karty převodníků, převodníky a další související přístroje nutné ke správné funkci kamerového systému jsou umístěny v 19“ rackové skříni o rozměrech 45U x 600mm x 800mm (v x š x h) ve sdělovací místnosti. V rack skříni je navíc umístěn 15“ LCD monitor, připojený k video výstupu na čelním panelu DVR, usnadňující servisní práce a opravy. Lokální ovládání videorekordéru je možné tlačítky z předního ovládacího panelu nebo klasickou PC myší. Racková skříň je vybavena osvětlením a ventilátory pro dostatečné větrání všech přístrojů.

3. Systém přenosu videosignálu a řídicích dat

3.1. Symetrické vedení

Vzhledem k chybějící LAN síti v dané lokalitě a poměrně dlouhým vzdálenostem kamer od nahrávacího zařízení, byl místo v dnešní době prosazovaného přenosu po ethernetové síti s IP kamerami, který je omezen cca 100 m vzdáleností, zvolen přenos videosignálu po symetrickém vedení s využitím převodníků a analogových kamer. I vůči koaxiálnímu kabelu má toto řešení několik výhod, mezi něž patří např. zjednodušení kabeláže. S využitím jednoho UTP kabelu je možné nahradit 4 koaxiální kabely (resp. v případě LAN také 4 samostatně vedené kabely). Kvalitní přenos u tohoto způsobu řešení je ovšem podmíněn nasazením aktivních převodníků koaxiál/symetrické vedení, které uskutečňují převod na vyvážený videosignál, galvanicky videosignál oddělují, impedančně přizpůsobují k vedení a jsou osazeny pásmovými frekvenčními korekcemi s plynulou regulací pro optimální nastavení průběhu videosignálu. Principem komunikace na krouceném vedení je převod videosignálu z kamery s úrovní do 1,2 V na symetrický signál o vyšší úrovni z důvodu přenosu na dlouhou vzdálenost. Na přijímací straně se odečtou rozdíly v signálu symetrického vedení a upraví se jeho úroveň [13].

Pro převod videosignálu z koaxiálního vedení na symetrické vedení je na každém nástupišti a v podchodu instalován jeden čtyřkanálový minivysílač (převodník koaxiál/symetrické vedení) BREAK-4GMT, do kterého jsou svedeny koaxiální kabely ze 4 nejbližších okolních kamer. V tomto případě, kdy jsou kamery umístěny na uzemněných kovových konstrukcích, výrobce doporučuje použití verze vysílače s odděleným napájením každého kanálu pro omezení vyrovnávacích zemních proudů, které mohou přes tyto vysílače protékat, zejména při delších vzdálenostech kamer od převodníků. Proto jsou v tomto návrhu také použity, společně s napájecími transformátory se čtyřmi sekundárními 12V výstupy [14]. Výstup každého čtyřkanálového vysílače směrem k nahrávacímu zařízení je veden jedním LAM TWIN UTP 4x2x0,5 kabelem. Vysílače s transformátory jsou umístěny v elektroinstalačních krabicích společně s přepětovými ochranami pro napájecí rozvod.

Na straně nahrávacího zařízení je u prostupu kabelů obvodovou zdí do sdělovací místnosti v samostatné elektroinstalační krabici instalováno celkem 12 kombinovaných svodičů bleskových proudů určených k ochraně videorozvodů, chránících zařízení umístěné v technologické skříni. Zpětný převod ze symetrického vedení na koaxiální kabel je

uskutečněn prostřednictvím šesti dvoukanálových video přijímačů v provedení zásuvných karet do montážní skříně. Montážní skřín pro instalaci až 18 karet je vybavena 100 VA zdrojem a je umístěna v technologické skříně ve sdělovací místnosti. Dvoukanálové přijímače obsahují amplitudovou korekci, která umožňuje plynulé nastavení amplitudy přijatého videosignálu ve velkém rozsahu a třípásmovou frekvenční korekci, s jejímž využitím lze zpět obnovit ztracené detaily v obraze a správný tvar synchronizačních pulsů [13]. Výstupy s opraveným videosignálem jsou koaxiálními kabely propojeny do vstupů videorekordéru.

Přenos řídicích dat tímto vedením je využitý pro ovládání kamerového systému z klávesnice. K tomuto účelu je využito sériové asynchronní rozhraní RS 485 mezi digitálním videorekordérem ve sdělovací místnosti a ovládací klávesnicí v dopravní kanceláři, dále mezi převodníkem optika/RS 485 a videorekordérem v technologické skříně a mezi kamerou a převodníkem RS 485/optika v případě otočných kamer. Pro venkovní prostory a uložení v zemi je použitý kabel typu LAM TWIN UTP 4x2x0,5. Ve vnitřních prostorách je použitý kabel typu UTP 4x2x0,5. Propojení prvků symetrickým vedením je zakresleno v obr. 8.

3.2. Koaxiální kabel

Přenos videosignálů koaxiálními kabely je navržen tak, aby délky těchto kabelů, s ohledem na jejich útlumové parametry, byly co nejkratší. Proto jsou na nástupištích a v podchodu použity koaxiální kabely jen pro přenos videosignálů z kamer k nejbližšímu převodníku koaxiál/symetrické vedení. Zbylá část trasy k převodníkům koaxiál/symetrické vedení u záznamového zařízení je uskutečněna již zmiňovaným symetrickým vedením. V technologické skříně jsou použity krátké propojky z koaxiálních kabelů pro spojení výstupů převodníků koaxiál/symetrické vedení se vstupy digitálního videorekordéru. V případě otočných kamer je koaxiální kabel použitý k propojení kamer s optopřevodníky. U venkovních kamer jsou přepětové ochrany koaxiálních kabelů instalovány v elektroinstalačních krabicích u kamer.

Ve výpravní budově je přenášen videosignál koaxiálními kabely ze dvou vnitřních kamer umístěných v čekárně a výstupní videosignál z digitálního videorekordéru do LCD monitoru v dopravní kanceláři. Přepětové ochrany jsou instalovány jen na straně vstupů koaxiálních kabelů do technologické skříně. Všechny instalované koaxiální kabely jsou typu RG 59 s impedancí 75 Ω ukončeny konektory BNC. Řídicí data nejsou v tomto kamerovém systému koaxiálním kabelem přenášena. Propojení prvků koaxiálním kabelem je zakresleno v obr. 8.

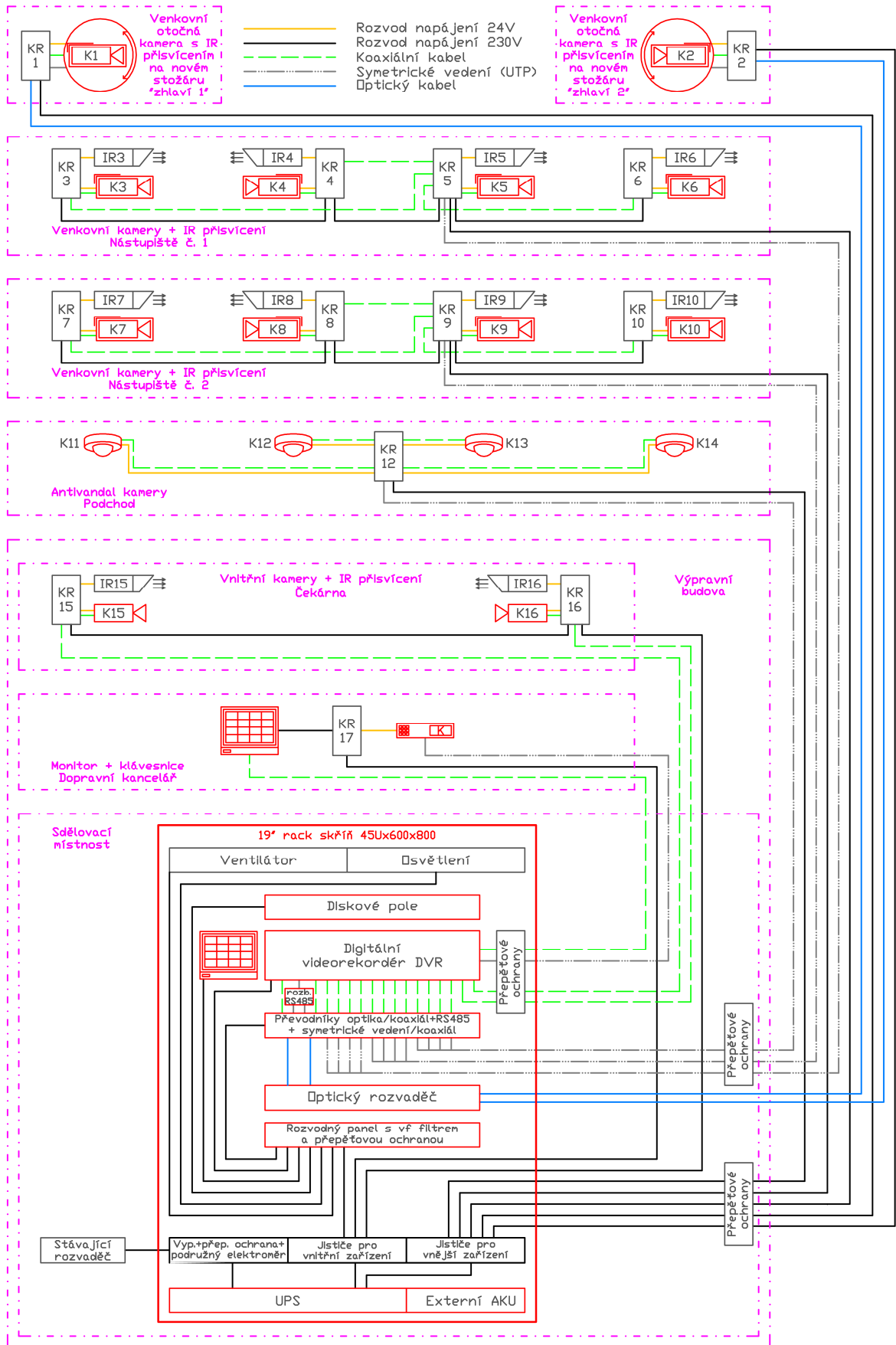
3.3. Optický kabel

Důvodem použití optických kabelů jsou dlouhé signálové trasy (cca 400 m a 900 m) k otočným kamerám na zhlavích. Přenos videosignálů a řídicích dat otočných kamer optickým spojem je zprostředkován současným převodem videosignálu a sériového rozhraní RS 485 na optický kabel a zpět pomocí kombinovaných převodníků. Převodníky využívají k přenosu dat jedno optické vlákno pro směr od kamer, druhé optické vlákno pro směr ke kamerám.

U otočných kamer jsou převodníky umístěny společně s napájecími zdroji v elektroinstalačních krabicích na stožárech u kamer. V těchto krabicích jsou osazeny i malé optické rozvaděče pro zakončení optických kabelů se 6 vlákny. Vlákna jsou v optických rozvaděčích navařena na ukončovací pigtaily a vyvedena na konektorové panely. Propojení vláken s optopřevodníky je provedeno s použitím patchcordů zakončenými na straně konektorového panelu konektory E2000 se západkovým systémem proti samovolnému rozpojení a s integrovanými ochrannými klapkami, na straně převodníků konektory ST s bajonetovým závěrem.















Zpětný převod u nahrávacího zařízení v technologické skříni je realizován jednokanálovými převodníky v provedení zásuvných karet v montážní univerzální skříni. Optické kabely jsou v technologické skříni zakončeny v optickém modulovém rozvaděči o výšce 1U uzpůsobeného pro montáž do 19“rack skříně. Způsob ukončení optiky, včetně použitých patchcordů a konektorů, je shodné s provedením u otočných kamer. Rozdíl je jen v počtu vláken, jelikož jsou zde ukončeny dva optické kabely. Od každé otočné kamery je veden samostatný kabel.

Optický kabel použitý v optických trasách k otočným kamerám je singlemódový 09/125 μm , se 6 vlákny, gelový, se základní ochranou proti hlodavcům. Nevyužitá vlákna slouží jako rezerva pro případné opravy, umožňují rozšíření kamerového systému o další otočné nebo stabilní kamery, popř. je možné jejich využití i pro provozování jiné technologie. Propojení prvků optickým kabelem je zakresleno v obr. 8.



Obr. 8 Blokové schéma kamerového systému – napájení + přenos

Legenda ke kamerovému systému:

	Polohovací kamera v krytu s IR přisvícením
	Kamera ve venkovním krytu s vyhříváním
	Kamera vnitřní
	Kamera v antivandalovém provedení
	Monitor pro vícenásobné zobrazení
	Ovládací klávesnice k DVR
	IR reflektor
	Elektroinstalační krabice+přepěťové ochrany+zdroje
	Rozbočovač linky RS485
	Rozvod napájení 24 V
	Rozvod napájení 230 V
	Koaxiální kabel
	Symetrické vedení (UTP)
	Optický kabel

Obr. 9 Legenda pro blokové schéma na obr. 8

4. Napájecí část kamerového systému

4.1. Stanovení vnějších vlivů

Stanovení vnějších vlivů je základním podkladem pro návrh, zhotovení a revizi elektroinstalace. Vnější vlivy jsou určeny dle ČSN 33 2000-5-51 ed.3 (Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení – Všeobecné předpisy). Elektrická zařízení v tomto návrhu jsou vybrána a instalována v souladu s požadavky této normy, která udává nutné charakteristiky zařízení, požadované pro jeho výběr a instalaci, s ohledem na vnější vlivy, jimž zařízení může být vystaveno [15].

Tab. 1 Vnější činitel prostředí – kód A (Tabulka ZA.1 normy ČSN 33 2000-5-51 ed.3):

	Vnější vliv	Přiřazení vlivů prostorům	
		uvnitř budovy	venkovním
AA	Teplota okolí:	AA5	AA7
AB	Atmosférické podmínky v okolí:	AB5	AB7
AC	Nadmořská výška:	AC1	AC1
AD	Výskyt vody:	AD1	AD4
AE	Výskyt cizích pevných těles:	AE1	AE5
AF	Korozivní nebo znečišťující látky:	AF1	AF1
AG	Mechanické namáhání – Ráz:	AG1	AG2
AH	Vibrace:	AH1	AH2
AK	Výskyt rostlinstva nebo plísní:	AK1	AK1
AL	Výskyt živočichů:	AL1	AL2
AM	Elmag., elstat. nebo ionizující působení:	AM1	AM2
AN	Intenzita slunečního záření:	AN1	AN1
AP	Seizmické účinky:	AP1	AP1
AQ	Blesková úroveň a blesková hustota:	AQ1	AQ2
AR	Pohyb vzduchu:	AR1	AR2
AS	Vítr:	AS1	AS2

Tab. 2 Využití – kód B (Tabulka ZA.1 normy ČSN 33 2000-5-51 ed.3):

Kód	Vnější vliv	Přiřazení vlivů prostorům	
		uvnitř budovy	venkovním
BA	Schopnost osob:	BA1	BA1
BC	Kontakt osob s potenciálem země:	BC2	BC2
BD	Podmínky úniku v případě nebezpečí:	BD1	BD1
BE	Zpracovávané nebo skladované materiály:	BE1	BE1

Tab. 3 Konstrukce budov – kód C (Tabulka ZA.1 normy ČSN 33 2000-5-51 ed.3):

Kód	Vnější vliv	Přiřazení vlivů prostorům	
		uvnitř budovy	venkovním
CA	Stavební materiál:	CA1	CA1
CB	Provedení (konstrukce budovy):	CB1	CB1

Jednotlivé stupně vnějších vlivů, přiřazené uvažovaným prostorům – viz tab. 1 - 3, určují minimální požadavky pro výběr a instalaci zařízení ve vztahu k provedení elektrického zařízení, krytí IP, odolnosti vůči teplotě, výběru materiálů, atd. Z normy ČSN 33 2000-5-51 ed.3 a výše uvedeného přiřazení vnějších vlivů vyplývá např. požadavek na minimální krytí IP 20 pro zařízení instalované uvnitř budovy a IP 64 pro zařízení instalované ve venkovním prostředí.

4.2. Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti

Podle normy ČSN 33 2000-4-41 ed.2 Změna Z1 (Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem) se u elektrických zařízení ochrana před úrazem elektrickým proudem volí podle prostoru, ve kterém zařízení pracuje a podle toho, zda zařízení nebo jeho část je nebo není při své obsluze nebo při svém provozování drženo v ruce [16]. Na podkladě určení vnějších vlivů pro potřeby posouzení nebezpečí elektrického úrazu, který může nastat při provozu elektrického zařízení, jsou pro účely tohoto návrhu prostory uvnitř budovy posuzovány jako normální a prostory venkovní jako zvlášť nebezpečné a dále z pohledu držení zařízení rukou jako zařízení, které se nemusí uchopit. Podle tohoto začlenění je pro prostory uvnitř budovy zvolen stupeň ochrany „normální ochrana“ realizovaná automatickým odpojením od zdroje. Pro venkovní prostory je zvolen stupeň ochrany „doplňená ochrana“ realizovaná automatickým odpojením od zdroje rozšířená o doplňkovou ochranu proudovým chráničem.

4.3. Energetická bilance

Pro kamerový systém je zvoleno jednofázové napájení 230V z jednoho napájecího bodu - soustava 1/N/PE AC 230V 50Hz/TN-S. Napájení je zálohováno přes záložní zdroj UPS, ze kterého jsou vyvedeny dvě samostatně jištěné větve. První větev napájí vnitřní část kamerového systému, druhá větev napájí část kamerového systému, která je umístěna mimo výpravní budovu.

Napájecí bod – hlavní jistič 25A/B/1 + UPS :**Tab. 4** Příkon vývodu č.1 – vnitřní část (jistič 16A/B/1 + rozvodný panel):

2 ks	vnitřní kamera	max.	(4W/ks)	8 W
2 ks	IR reflektor	max.	(20W/ks)	40 W
1 ks	LCD monitor v dopravní kanceláři	max.	(70W/ks)	70 W
1 ks	LCD monitor servisní v rack skříně	max.	(70W/ks)	70 W
1 ks	ovládací klávesnice	max.	(5W/ks)	5 W
1 ks	skříň pro převodníky se zdrojem	max.	(100 W/ks)	100 W
1 ks	digitální videorekordér	max.	(90 W/ks)	90 W
1 ks	Externí jednotka pro HDD	max.	(100 W/ks)	100 W
2 ks	ventilátory rack skříně	max.	(90W/ks)	180 W
1 ks	osvětlovací jednotka rack skříně	max.	(60W/ks)	60 W
	Celkem :	max.		723 W

Tab. 5 Příkon vývodu č.2 - venkovní část (jistič 16A/B/1):

2 ks	venkovní otočná kamera v krytu	max.	(100W/ks)	200 W
8 ks	venkovní kamera	max.	(4W/ks)	32 W
8 ks	kryt kamery	max.	(40W/ks)	320 W
8 ks	IR reflektor	max.	(50W/ks)	400 W
4 ks	antivandal kamery	max.	(7W/ks)	28 W
3 ks	Převodník koax/twist	max.	(2W/ks)	6 W
2 ks	Převodník RS 485/optika	max.	(8W/ks)	16 W
	Celkem :	max.		1 002 W

Tab. 6 Celkový příkon kamerového systému:

1 ks	Vývod č.1	max.		723 W
1 ks	Vývod č.2	max.		1 002 W
1 ks	UPS - vlastní spotřeba+vyb.aku	max.		540 W
	Celkem :	max.		2 265 W

4.4. Přípojka, rozvaděč napájení

Ve sdělovací místnosti v technologické budově je předpokládán stávající rozvaděč pro napájení ostatních technologií s dostatečnou prostorovou rezervou. Do tohoto rozvaděče je nově osazen hlavní jednofázový jistič kamerového systému pro max. proud 25A

s charakteristikou B. Důvodem „centrálního“ napájení je požadavek na samostatné měření odběru elektrické energie pro každou jednotlivou technologii, která je v prostředí Českých drah nainstalovaná.

Vyhodnocovací technologie kamerového systému včetně rozvaděče napájení a UPS je umístěna v jedné 19“ rack skříni. Od hlavního jističe ve stávajícím rozvaděči je vedena přípojka 230V do technologické skříně, ve které je na vstupu přípojky zapojen hlavní vypínač pro možnost vypnutí technologické skříně od napájení. Za vypínačem je instalovaná dvoupólová třístupňová přepět'ová ochrana, za níž následuje jednofázový podružný elektroměr. Vývod z elektroměru je připojen na záložní napájecí zdroj UPS, u něhož jsou dále využity dva výstupy.

První z výstupů UPS jištěný jednofázovým jističem 16A/B je určen pro napájení kamerového systému uvnitř budovy – dva jednofázové jističe 6A/B a zařízení umístěného uvnitř technologické skříně – jištění jednofázovým jističem 6A/B. Všechna zařízení umístěná v technologické skříni jsou k jističi připojena prostřednictvím flexibilních přívodních kabelů a rozvodného panelu s integrovanou přepět'ovou ochranou a odrušovacím vf filtrem.

Druhý výstup z UPS využitý pro vnější části kamerového systému je veden přes samostatný jednofázový jistič 16A/B a proudový chránič na pěti jednofázových jističů, které jsou určeny pro jištění jednotlivých venkovních napájecích vývodů. Tyto jističe jsou v provedení s odpínaným N-pólem, tzn., že současně s odpojením fáze odpojí i nulový vodič. Tato funkčnost je výhodná při zapojení více jističů za proudovým chráničem, neboť umožňuje snadnější kontroly a v případě vzniku poruchy velmi usnadňuje identifikaci vývodu s poruchou. Hodnoty a charakteristiky jističů jsou voleny s ohledem na připojenou zátěž, impedanční smyčky jednotlivých obvodů a další vlivy.

Instalací proudového chrániče je z pohledu ochrany před úrazem elektrickým proudem realizovaná doplňková ochrana, která je požadovaná pro zvlášt' nebezpečné prostory. Z hlediska dlouhých kabelových vývodů pro otočné kamery na zhlavích, proudový chránič podstatně snižuje nároky na hodnoty impedančních smyček. Z důvodu použití přepět'ových ochran v napájecích obvodech za proudovým chráničem je nutné použití chrániče typu G (s počátečním zpožděním 10 ms), aby nedocházelo k vybavování proudového chrániče při běžné činnosti přepět'ových ochran.

4.5. UPS

Pro ochranu před výpadky, kolísáním napětí a proudovými rázy je kamerový systém zálohován nepřerušitelným zdrojem napájení UPS pro příkon 2 100 W. Doba zálohování je prodloužená rozšířením UPS o externí sadu akumulátorů s kapacitou 1 920 VAh. Tím je zajištěna doba zálohování napájení na minimálně 60 min, při plném zatížení uvažovaném pro zimní provoz, kdy je aktivní vyhřívání kamerových krytů, včetně IR přisvícení. Jednotka UPS je dále vybavena kartou SNMP pro řízení a dálkovou správu UPS přes webové rozhraní. Ta umožňuje diagnostiku UPS, stavu akumulátorů, programování atd. a usnadňuje tak servisní zásahy. Do celkového příkonu kamerového systému v tab. 6 je zahrnutá i vlastní spotřeba UPS (účinnost UPS je cca 92%) a spotřeba při provozním stavu, kdy UPS dobíjí vybité akumulátory po dlouhodobém výpadku napájení. Pro tento stav je výrobcem udávaná hodnota max. 10% z celkového výkonu UPS. Jednotka UPS i externí sada akumulátorů jsou v provedení pro montáž do 19“ rack skříně [17].

4.6. Výpočet napájecích obvodů v programu SICHR

Pro návrh a kontrolu napájecího obvodu byl použit výpočetní program SICHR. Program na základě použitých prvků ve schématu provádí řadu kontrol a výpočtů. Mimo jiné např. vypočítává a kontroluje:

- zkratové proudy, porovnává je s mezní vypínací schopností jistících prvků
- správnost ochrany proti nadproudům spínačů, proudových chráničů a přepěťových ochran
- dimenzování a ochranu proti nadproudům silových kabelů z hlediska přetížení, i z hlediska energii propuštěných jistícími přístroji v oblasti zkratových proudů
- při zadání proudů a koeficientů soudobosti úbytky napětí na transformátoru a jednotlivých kabelech, výsledné napětí na vývodech a sběrnicích porovná s nastaveným maximálně povoleným úbytkem napětí
- selektivitu mezi jednotlivými stupni jištění, která se provádí jak na základě porovnání vypínacích charakteristik jednotlivých přístrojů v oblasti přetížení, tak za pomoci databáze provedených zkoušek selektivity použitých přístrojů v oblasti zkratových proudů

- impedanční smyčky, kde se bere v úvahu impedance celého obvodu včetně impedance vysokonapěťového rozvodu, přičemž uvažuje i zvýšení činného odporu kabelů v závislosti na oteplení protékajícím proudem

Výsledky kontrol jsou uváděny jako informační údaje černým tiskem, ale v případech nevyhovujících výsledků, ohrožujících vložené prvky (např. překročení dovolené teploty kabelu) nebo funkci rozvodu, jsou vypisovány varovné zprávy červeně. V jednotlivých částech rozvodu je možné nastavit různý předepsaný čas vypnutí. Program SICHR lze přepínat mezi čtyřmi režimy práce: selektivita, impedance, charakteristiky a optimalizace [18].

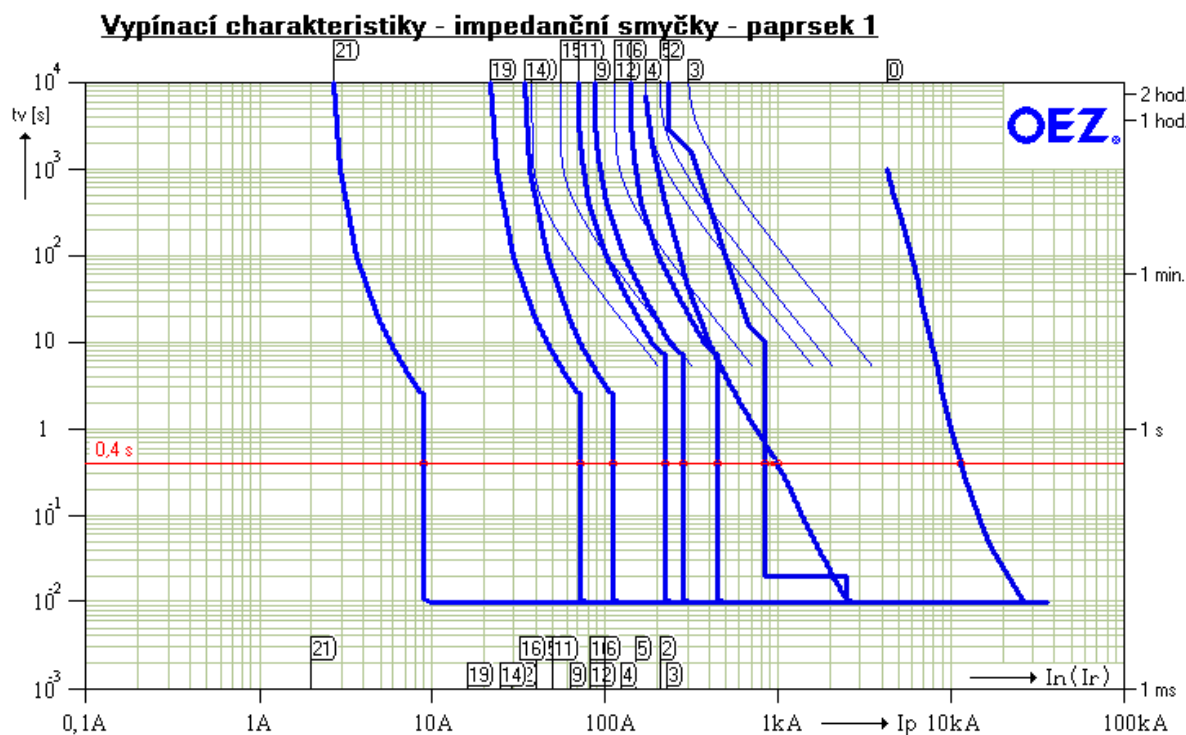
Pro názornost je na obr. 10 uveden příklad zpracování v režimu impedance a na obr. 11 v režimu charakteristiky pro nejdelší vývod, u které je z důvodu umístění jedné z otočných kamer na vzdálenějším zhlaví napájecí kabel dlouhý 900 m. Aby program SICHR mohl provést korektní výpočet, vyžaduje definování předchozího rozvodu (distribuční napájecí transformátor, distribuční vedení včetně provedení přípojky do objektu), ke kterému je nový navrhovaný napájecí obvod připojen. Vstupní údaje, pokud nejsou dodány správcem jednotlivých sítí, je nutné alespoň odhadnout, např. na základě místního šetření. Pro účel tohoto návrhu jsou určeny tyto předpoklady:

- distribuční transformátor - 22/0,4 kV, 630 kVA, zkratový proud $I_k = 22,1$ kA, jmenovitý proud $I_n = 909$ A, jistič 250 A pro vývod (s nastavením na 210A)
- distribuční vedení k přípojnému bodu v délce 200 m, kabelem 1-AYKY 3x240+120 uloženým v zemi, přípojný bod v přípojně pojistkové skříni (dále PPS) umístěné na výpravní budově
- přípojka: hlavní nožové pojistky 160A v PPS, 20 m kabelu CYKY 4Jx95+50 do hlavního rozvaděče výpravní budovy s hlavním jističem 100A/B/3f , dále jistič 63A/B/3f pro 20 m vývod kabelem CYKY 5Jx16 do rozvaděče ve sdělovací místnosti s hlavním jističem 50A/B – zde je instalován hlavní jistič 25A/B pro kamerový systém.

Výpočet je proveden pro zapojení bez proudového chrániče a UPS.

OEZ		Projekt : Kamerový systém		Impedanční smyčky		Datum : 24.4.2012	
		Přístroj			Poznámka		Soubor : Kamerový systém
						Síť TN, Un = 230 / 400 V	
1F0							
1T1		SGB DOTN 630H 22/0.40 In = 909 A Sr = 630 kVA	Ik'' = 22.1 kA	VN pojistky PM45, 22/25kV, 31,5A			
		Zs(0,4s) = 18 mOhm (Ia = 12.53 kA)	ip = 42.6 kA	Distribuční transformátor			
1Q2		BD250N-DTV3 In = 250 A Ir = 210 A	Icu = 36 kA	Ir = 210 A, restart = T(t), Irm = 4xIr			
		Zs(0,4s) = 250 mOhm (Ia = 925 A)	io = 20.3 kA	Vývod - směr ŽST - výpravní budova			
1L3		1-AYKY 3x240+120 lz = 229.8 A tm = 20 ° C	Ik'' = 5.89 kA	D.K. Zsv < Zs(0,4s) (102 mOhm < 250 mOhm)			
		dU = 0.3 % I ² t < k ² S ²	ip = 8.79 kA				
1F4		PHN1qG In = 125 A	I1 = 120 kA	Připojeno pomocí SPB1; Cd/Pb free			
		Zs(0,4s) = 210 mOhm (Ia = 1.10 kA)	io = 6.83 kA	PPS - přípojné místo			
1L5		1-CYKY3x95+50 lz = 150 A tm = 31 ° C	(Ik'' = 5.47 kA)	D.K. Zsv < Zs(0,4s) (112 mOhm < 250 mOhm)			
		dU = 0.0 % I ² t < k ² S ²	io = 6.65 kA				
1Q6		LST-100B In = 100 A	Icm = 17 kA	Irm = 450 A			
		Zs(0,4s) = 465 mOhm (Ia = 497 A)	io = 6.65 kA	Hlavní rozvaděč - hlavní jistič			
1L7		1-CYKY4x70 lz = 125 A tm = 32 ° C	(Ik'' = 5.45 kA)	D.K. Zsv < Zs(0,4s) (113 mOhm < 465 mOhm)			
		dU = 0.0 % I ² t < k ² S ²	io = 6.64 kA	Hlavní rozvaděč - vnitřní sběrnice			
		TN-C		Přechod z TNC na TNS			
		TN-S					
1Q9		LST-63B In = 63 A	Icm = 17 kA	Irm = 283.50 A			
		Zs(0,4s) = 733 mOhm (Ia = 315 A)	io = 6.64 kA	Hlavní rozvaděč - vývod do sdělovací místnosti			
1L10		1-CYKY5x35 lz = 83 A tm = 35 ° C	(Ik'' = 4.45 kA)	D.K. Zsv < Zs(0,4s) (138 mOhm < 733 mOhm)			
		dU = 0.1 % I ² t < k ² S ²	io = 6.18 kA				
1Q11		LST-50B In = 50 A	Icm = 17 kA	Irm = 225 A			
		Zs(0,4s) = 931 mOhm (Ia = 248 A)	io = 6.18 kA	Rozvaděč - Sdělovací místnost - hlavní jistič			
1L12		1-CYKY5x35 lz = 83 A tm = 35 ° C	(Ik'' = 4.43 kA)	D.K. Zsv < Zs(0,4s) (140 mOhm < 931 mOhm)			
		dU = 0.0 % I ² t < k ² S ²	io = 6.17 kA	Rozvaděč - Sdělovací místnost - vnitřní sběrnice			
		3f		Přechod na 1fázové napájení			
		L1					
1Q14		LPN-25B In = 25 A	Icn = 10 kA	Irm = 112.50 A			
		Zs(0,4s) = 1.87 Ohm (Ia = 124 A)	ip1 = 3.24 kA	Rozvaděč-Sdělovací místnost-vývod-jistič pro kamery			
1L15		CYKY3x4 lz = 40 A tm = 62 ° C	Ik1'' = 1.80 kA	D.K. Zsv < Zs(0,4s) (193 mOhm < 1.87 Ohm)			
		dU = 0.2 % I ² t < k ² S ²	ip1 = 2.59 kA				
1S16		APN-32 In = 32 A		19" rack skříň - hlavní vypínač			
UPS vl		Vývod P = 540 W xB = 540 W cos fi = 0.95	Ik1'' = 1.80 kA	D.K. Zsv < Zs(0,4s) (193 mOhm < 1.87 Ohm)			
		I = 2.46 A U = 229 V (Un - 0.7%) B = 1	ip1 = 2.59 kA	vlastní spotřeba UPS+vybité aku			
1B18		Sběrnice B = 1	Ik1'' = 1.80 kA	D.K. Zsv < Zs(0,4s) (193 mOhm < 1.87 Ohm)			
		U = 229 V (Un - 0.7%)	ip1 = 2.59 kA				
1Q19		LPN-16B In = 16 A	Icn = 10 kA	Irm = 72 A			
		Zs(0,4s) = 2.88 Ohm (Ia = 80 A)	ip1 = 2.59 kA	19" rack skříň - jistič v zadní stěně UPS			
1B20		Sběrnice B = 1	Ik1'' = 1.80 kA	D.K. Zsv < Zs(0,4s) (201 mOhm < 2.88 Ohm)			
		U = 229 V (Un - 0.7%)	ip1 = 2.59 kA	19" rack skříň - hlavní jistič vývodů pro venkovní část			
1Q21		LPN-2B In = 2 A	Icn = 10 kA	Irm = 9 A			
		Zs(0,4s) = 23.19 Ohm (Ia = 10 A)	ip1 = 2.59 kA	19" rack skříň - jistič vývodu pro kameru na zhlaví			
1L22		CYKY3x2,5 lz = 28.8 A tm = 20 ° C	Ik1'' = 28.9 A	D.K. Zsv < Zs(0,4s) (14.1 Ohm < 23.2 Ohm)			
		dU = 2.9 % I ² t < k ² S ²	ip1 = 41.6 A				
zhlav2		Vývod P = 110 W xB = 110 W cos fi = 0.95	Ik1'' = 28.9 A	D.K. Zsv < Zs(0,4s) (14.1 Ohm < 23.2 Ohm)			
		I = 501 mA U = 222 V (Un - 3.8%) B = 1	ip1 = 41.6 A	Stožár s kamerou			
1.25		Vývod S = 0 VA U = 222 V (Un - 3.8%)	ip1 = 41.6 A				
		L1					

Obr. 10 Příklad zpracování v programu Sichr pro nejdelší napájecí větev



Obr. 11 Příklad vypínacích charakteristik

4.7. Rozvody napájení

Typy napájecích kabelů, jejich průřezy, jištění, způsob uložení atd. jsou v tomto návrhu stanoveny a koordinovány s přihlédnutím k výsledkům v programu SICHR. Na obr. 8 je zakresleno propojení jednotlivých bloků kamerového systému napájecími kabely. Přípojka kamerového systému je od stávajícího rozvaděče do technologické skříně ve sdělovací místnosti provedena kabelem CYKY 3J x 4 (cca 5 m), který je uložen ve stávajících kabelových drátěných rostech. Ve výpravní budově jsou ze sdělovací místnosti vedeny dva kabely CYKY 3Jx2,5 ve vkládací instalační liště. Kabel do dopravní kanceláře je ukončený v zásuvce s přepětovou ochranou a napájí LCD monitor s ovládací klávesnicí. Kabel do čekárny je ukončen v dvojjzásuvkách instalovaných na zdi u kamer a napájí dvě kamery a dva IR reflektory v čekárně.

Propojovací kabely mezi výpravní budovou, podchodem, nástupišti a zhlavím jsou uloženy v samostatné ochranné trubce v zemi a ukončeny v elektroinstalačních krabicích se zdroji, přepětovými ochranami a převodníky. Průrazy zdí mezi místnostmi a průrazy vně z budovy jsou opatřeny chráničkou.

Pro napájecí zdroj kamer v podchodu je přiveden kabel CYKY 3Jx2,5 jištěný jednofázovým jističem 6A/B. Rozvody napájení 230V a 24V v podchodu jsou uloženy v trubkách v zabetonovaných kabelových trasách u stropu.

Pro každé nástupiště je proveden samostatně jištěný přívod kabelem CYKY 3Jx2,5. Kably pro kamery na zastřešených nástupištích jsou uloženy skrytě pod zastřešením v elektroinstalačních trubkách. V místě svodu od zastřešení pod nástupiště jsou uloženy v pancéřových trubkách, které jsou připevněny na ocelové konstrukci přístřešku.

Přívod pro otočnou kameru na vzdálenějším zhlaví je proveden kabelem CYKY 3Jx2,5. Z důvodu dodržení hodnoty impedanční smyčky (uvažován nefunkční proudový chránič), je jistič tohoto vývodu snížen až na hodnotu 2A. Oba kably jsou na konci kabelové trasy protaženy vnitřkem ocelových sloupů k elektroinstalačním krabicím u otočných kamer.

4.8. Přepět'ové ochrany napájecího rozvodu

Zařízení instalované v technologické skříni ve sdělovací místnosti je z pohledu napájecího rozvodu chráněno proti přepětí jak ze strany přívodu 230V, tak ze strany 5 vývodních napájecích kabelů pro venkovní kamery. Jsou použity kombinované svodiče přepětí DEHN ventil. Výrobce těchto svodičů zaručuje, že kombinovaný svodič plní funkci svodiče bleskových proudů SPD typ 1, svodiče přepětí SPD typ 2 a současně svodiče přepětí SPD typ 3, pokud je připojené koncové zařízení do 5m od DEHN ventilu. Vnitřní zapojení kombinovaného svodiče zajišťuje koordinaci mezi jednotlivými stupni, proto není nutné použití oddělovacích tlumivek [19]. Jelikož se jedná o jednofázový napájecí rozvod v síti TNS, jsou použity dvoupólové kombinované svodiče. Ze strany přívodu 230V je DEHN ventil umístěn v technologické skříni ihned na vstupu přípojky do skříně. Ze strany 5 venkovních napájecích kabelů, je 5 DEHN ventilů umístěno v samostatné elektroinstalační krabici těsně u prostupu kabelů obvodovou zdí do sdělovací místnosti. Protože kabelová trasa od této krabice do technologické skříně nepřekračuje 5m, je současně zařízení v technologické skříni chráněno ze strany venkovních napájecích kabelů přepět'ovou ochranou SPD typu 3. Zároveň jsou takto ochráněny ostatní souběžné kably uvnitř sdělovací místnosti proti vlivu indukce a vazeb. Všechna zařízení v technologické skříni jsou navíc připojena přes rozvodný panel, který má integrovanou přepět'ovou ochranou SPD typu 3 a odrušovací vf filtr.

V místnosti dopravní kanceláře, kde je instalován LCD monitor a ovládací klávesnice je instalovaná zásuvka s integrovanou přepět'ovou ochranou SPD typ 3. Aby nebylo možné

zásuvku využívat i pro napájení jiných zařízení, je umístěna v uzamykatelné skřínce, která je opatřena průchodkou pro kabely s nerozebíratelnými koncovkami. V čekárně jsou u obou kamer instalovány dvojzásuvky na zdi pro ukončení přívodního kabelu, ve kterých jsou umístěny přepětové ochrany SPD typ 3.

Každá z venkovních kamer, včetně otočných, je opět chráněna dvoupólovým kombinovaným svodičem přepětí DEHN ventil. Svodiče jsou umístěny společně se zdroji a převodníky ve venkovních elektroinstalačních krabicích s krytím IP 64, těsně u kamery na sloupu, popř. na nosné konstrukci zastřešení nástupiště. Pro kamery v podchodu je instalován jeden svodič DEHN ventil v elektroinstalační krabici, ve které je společný napájecí zdroj a převodník.

Přepětové ochrany jsou umístěny v krabicích co nejbližší k vstupnímu napájecímu kabelu, aby byla minimalizovaná plocha indukční smyčky. Pro vyloučení vazby mezi nechráněným vstupem a chráněným výstupem jsou vodiče prostorově od sebe odděleny. Impedance připojovacích vodičů je minimalizovaná co nejkratší délkou a co největším průřezem [20].

5. Závěr – stručné shrnutí, další možnosti řešení

V této práci je stručně popsáno jedno z mnoha možných technických řešení kamerového systému. Sortiment zařízení CCTV je v dnešní době velmi rozmanitý a vcelku logicky je většinou preferováno nasazení IP technologie. Ale i ta má svoje omezení a nevýhody. Z předchozího textu je zřejmé, že výběr konkrétních typů zařízení není vždy jednoduchý a jednoznačný, je závislý na mnoha faktorech a mnohdy je jejich určení možné až při otestování v konkrétních podmínkách nebo až při vlastní instalaci. Důležitou roli hraje i zkušenost projektanta a jeho znalosti z daných oborů, které jsou v oblasti CCTV využívány, jako je např. optika, elektronika, výpočetní technika a komunikační technologie. V neposlední řadě je velmi omezujícím činitelem limit finančních prostředků.

V navrženém řešení je možné využití mnoha dalších variant a kombinací. Z pohledu napájení, pokud by nevznikl požadavek na samostatné měření kamerového systému, se nabízí varianta lokálního napájení kamer a dalších prvků z nejbližších napájecích zdrojů, kdy by došlo k úspoře kabeláže. Nevýhodou by pak např. byla obtížná realizace zálohování pomocí UPS při výpadku napájení. Další možností by mohla být instalace pouze otočných kamer, jejichž pořízení je v současné době stále ještě velmi nákladné. Jejich počet by se však snížil ve

srovnání s nasazením statických kamer, vzhledem k tomu, že umožňují otáčení a zoomování. Při výběru je nutné brát v úvahu i jejich technické možnosti, jako je možnost naprogramování přednastavených pozic, nastavení trasování, max. úhel otáčení – ne všechny otočné kamery umožňují otáčení bez omezení. Podstatnou nevýhodou, je komplikované IR přisvětlení pro noční provoz.

Přenosový systém videosignálů a řídicích dat je také možné modifikovat několika dalšími způsoby. Instalací IP kamer by výrazně stoupla funkcionalita celého kamerového systému. Přenos od IP kamer na zhlavích by nadále, vzhledem k dlouhým vzdálenostem, byl zprostředkován optikou, ale samozřejmě s jinými typy převodníků. Ostatní statické, popř. otočné IP kamery by již mohly být propojeny metalicky, i když trasy ke kamerám na nástupištích dosahují téměř 200 m. Podmínkou je v tomto případě nasazení aktivního prvku (nebo několika prvků) switch přibližně v polovině kabelových tras, aby byla dodržena max. vzdálenost cca 100 m pro jeden kabelový segment LAN sítě. V případě většího počtu kamer, jako je v tomto návrhu, je doporučeno vybudování nezávislé LAN sítě jen pro kamerový systém. Kvalita přenášeného obrazu není pak závislá na momentálním stavu, zatížení a datové propustnosti „cizí“ LAN sítě, kdy v řadě případů dochází ke zhoršování kvality, kostičkování a trhání obrazu.

Dalším řešením pro přenosový systém může být např. jednovláknová optická sběrnice s příslušnými převodníky s integrovanými WDM multiplexery, které umožňují obousměrný provoz po jednom vlákně. Dále je možné použití bezdrátového přenosu, přenosu pouze po koaxiálních kabelech s využitím průběžných korekčních videozesilovačů nebo přenosu pouze po symetrickém vedení, které je odolnější vůči rušení elektromagnetickým polem než koaxiální vedení a umožňuje překlenout vzdálenost až 1 600 m bez průběžných symetrických zesilovačů.

Před uvedením kamerového systému do provozu musí být u zařízení provedena výchozí revize a prokazatelné proškolení obsluhujícího personálu dle provozního řádu.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] Křeček, S.: Ochrana majetku systémy průmyslové televize, *Grada Publishing, spol. s r.o.*, Praha 1997
- [2] Analogové kamery, Escad Trade, <http://www.escadtrade.cz/cctv-kamery.html>, leden 2012
- [3] IP kamery, Escad Trade, <http://www.escadtrade.cz/webove-ip-kamery.html>, leden 2012
- [4] Názvosloví, Escad Trade, <http://www.escadtrade.cz/>, leden 2012
- [5] HD-SDI kamery, Escad Trade, <http://www.escadtrade.cz/hd-sdi-kamery-a-rekordery.html>, leden 2012
- [6] Videorekordéry, Escad Trade, <http://www.escadtrade.cz/bezpecnostni-digitalni-videorekoretery-dvr-hd-sdi-nvr-pvr.html>, leden 2012
- [7] Analýza potřeb zákazníka, Escad Trade, <http://www.escadtrade.cz/navrh-kameroveho-systemu-analyza-potreb-zakaznika.html>, leden 2012
- [8] IP kamery, Netcam.cz., <http://www.netcam.cz/encyklopedie-ip-zabezeceni/uvnitr-sitove-kamery.php>, únor 2012
- [9] IR reflektory, ADI Global Distribution, <http://www.adiglobal.cz/iiWWW/cz/produkty141.nsf/w?Readform&c2=14006>, březen 2012
- [10] Otočná kamera, Pacific Cybervision Inc., <http://www.cyberinfrared.com/en/ShowPro.asp?ID=153>, duben 2012
- [11] Ovládací klávesnice, Liberek spol. s r.o., http://www.mitsubishi-photo.cz/czech/hlavni/security/idea_time_lapse/dx_kb5ue/dx_kb5ue.htm, duben 2012
- [12] Videorekordér DVR, Liberek spol. s r.o., http://www.mitsubishi-photo.cz/czech/hlavni/security/idea_time_lapse/dx_tl5000e/dx_tl5000e.htm, duben 2012
- [13] Průmyslové převodníky video pro twist – katalogový list, Technická podpora firmy METEL (dostupné po přihlášení), <http://www.metel.eu/Download/catalog?id=10940&categoryId=30>, květen 2012
- [14] Vznik zemních smyček, Technická podpora firmy METEL (dostupné po přihlášení), http://www.metel.eu/Download/file?categoryId=4&fileId=57&name=20090908-Zabraneni_vzniku_zemnich_smycek_CZ.pdf, květen 2012
- [15] Norma ČSN 33 2000-5-51 ed.3
- [16] Norma ČSN 33 2000-4-41 ed.2 Změna Z1
- [17] Záložní zdroje UPS, APC, <http://www.apc.com/products/family/index.cfm?id=163>, květen 2012

- [18] Program Sichr, OEZ s.r.o., <http://www.oez.cz/sluzby/vypoctovy-program-sichr>, březen 2012
- [19] Přepět'ové ochrany, hromosvody a uzemnění – Zkrácený katalog 2011, DEHN, http://www.dehn.cz/pdf/katalog/kat11/cat_cz_redline.pdf, duben 2012
- [20] Přepět'ové ochrany – Katalog 2011, SALTEK s.r.o. http://www.saltek.eu/files/katalog_2011_09_CZ.pdf, duben 2012