

UNIVERZITA PARDUBICE

FAKULTA EKONOMICKO-SPRÁVNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2025

Michal Glos

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní

Výběr kamerového systému pro prodejnu
Bakalářská práce

Univerzita Pardubice
Fakulta ekonomicko-správní
Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Michal Glos**
Osobní číslo: **E22411**
Studijní program: **B0688A140004 Informatika a systémové inženýrství**
Specializace: **Informační a bezpečnostní systémy**
Téma práce: **Výběr kamerového systému pro prodejnu**
Zadávající katedra: **Ústav systémového inženýrství a informatiky**

Zásady pro vypracování

Cílem práce je představit kamerové systémy a vybrat nejvhodnější řešení v podobě kamerového systému do vybrané prodejny na základě vybraných parametrů za použití vícekritériálního rozhodování.

Osnova

- Úvod do zabezpečení objektů.
- Kamerové systémy a jejich použití v prodejnách.
- Popis prodejny a kritérií pro výběr kamerového systému.
- Výběr vhodného kamerového systému.

Rozsah pracovní zprávy: **cca 35 stran**
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

ADÁMEK, Milan; BARČOVÁ, Karla; BITALA, Petr; MACH, Václav a ŠEVČÍK, Jiří. *Dohledové videosystémy v bezpečnostních technologiích. SPBI Spektrum. Červená řada*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2022. ISBN 978-80-7385-263-4.
BURDA, Karel. *Základy elektronických zabezpečovacích systémů*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2017. ISBN 978-80-7204-967-7.
FOTR, Jiří a ŠVECOVÁ, Lenka. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje*. Třetí, přepracované vydání. Praha: Ekopress, 2016. ISBN 978-80-87865-33-0.
KYNCL, Jaromír. *Bezpečnost objektu ve světle moderních technologií*. Praha: Komora podniků komerční bezpečnosti České republiky, 2014. ISBN 978-80-260-7115-0.
Zákon č. 110/2019 Sb. Zákon o zpracování osobních údajů. In: *Zákony pro lidi* [online]. AION CS, 2019 [cit. 2024-06-12]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2019-110>.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Renáta Máchová, Ph.D.**
Ústav systémového inženýrství a informatiky

Datum zadání bakalářské práce: **1. září 2024**
Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2025**

L.S.

prof. Ing. Jan Stejskal, Ph.D. v.r.
děkan

prof. Ing. Jitka Komárková, Ph.D. v.r.
garant studijního programu

V Pardubicích dne 1. září 2024

Prohlašuji:

Práci s názvem Výběr kamerového systému pro prodejnu jsem 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., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, 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.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 30. 4. 2025

Michal Glos v.r.

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval vedoucí mé bakalářské práce Ing. Renátě Máchové, Ph.D. za její odbornou pomoc a cenné rady, které mi pomohly se zpracováním práce, a dále také za ochotu a trpělivost projevenou při nespočtu konzultací.

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá výběrem vhodného kamerového systému pro konkrétní prodejní prostor. Popisuje problematiku zabezpečení objektu, kamerové systémy, kamery samotné a omezení související s jejich použitím. V další části je vybírán kamerový systém pro vybranou prodejnu na základě stanovených kritérií za použití vícekritériálních metod. V závěru práce je vybrána nejvhodnější varianta a navrženo rozmístění kamer v rámci zájmového objektu.

KLÍČOVÁ SLOVA

zabezpečení objektu, elektronické zabezpečení, kamerový systém, kamera, vícekritériální rozhodování

TITLE

Selection of a camera system for a shop

ANNOTATION

This bachelor thesis deals with the selection of a suitable camera system for a specific retail space. It describes the buildings security, the camera systems, the cameras themselves and the restrictions associated with their use. In the next part, a camera system is selected for a chosen shop based on specified criteria using multi-criteria methods. At the end of the thesis, the most suitable option is selected and the placement of cameras within the object of interest is proposed.

KEYWORDS

building security, electronic security system, camera system, camera, multi-criteria decision making

OBSAH

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK.....	10
SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK	11
ÚVOD.....	12
1 ÚVOD DO ZABEZPEČENÍ OBJEKTŮ	13
1.1 Bezpečnostní posouzení objektu.....	13
1.2 Prostorové zabezpečení objektu.....	14
1.3 Formy ochrany objektů.....	15
1.4 Prvky zabezpečení objektů	17
1.4.1 Mechanické zábranné systémy	17
1.4.2 Elektronické zabezpečovací systémy.....	18
2 KAMEROVÉ SYSTÉMY	23
2.1 Kamery.....	23
2.1.1 Dělení kamer.....	23
2.1.2 Základní parametry kamer	26
2.1.3 Volitelné funkce kamer.....	27
2.2 Kamerové systémy v prodejnách.....	27
2.2.1 Typy kamer vhodných pro prodejny.....	28
2.2.2 Klíčové aspekty při výběru kamerového systému	28
2.3 Právní úprava použití kamerových systémů	29
3 VÝBĚR KAMEROVÉHO SYSTÉMU PRO PRODEJNOU.....	31
3.1 Popis prodejny	31
3.2 Požadavky na kamerový systém	32
3.3 Omezující kritéria	33
3.4 Kritéria výběru.....	33
3.5 Varianty	35

3.6	Stanovení vah kritérií.....	36
3.7	Ohodnocení alternativ.....	39
3.8	Výběr vhodného kamerového systému.....	42
3.9	Návrh rozmístění kamer v rámci objektu.....	42
	ZÁVĚR.....	44
	POUŽITÁ LITERATURA.....	45
	SEZNAM PŘÍLOH.....	49

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Obrázek 1: Blokové schéma kamery.....	23
Obrázek 2: Půdorys budovy včetně zvýrazněné prodejny	32
Obrázek 3: Graf ohodnocení vah kritérií.....	39
Obrázek 4: Graf ohodnocení alternativ metodami vícekritériálního rozhodování.....	41
Obrázek 5: Graf podílu kritérií na ohodnocení alternativ	41
Obrázek 6: Optimální alternativa – set příslušenství	42
Obrázek 7: Návrh rozmístění kamer v rámci zájmového objektu.....	43
Tabulka 1: Rozhodovací tabulka.....	36
Tabulka 2: Stanovení vah kritérií za pomoci Fullerova trojúhelníku.....	37
Tabulka 3: Stanovení vah kritérií za pomoci Saatyho metody.....	38
Tabulka 4: Ukázka ohodnocení alternativ v rámci kritéria K1 Fullerovou metodou.....	39
Tabulka 5: Ukázka ohodnocení alternativ v rámci kritéria K1 Saatyho metodou	40

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

AHD – Analog High Definition

AM – Akustomagnetické

CI – Consistency index

CR – Consistency ratio

DPPC – Dohledové a poplachové přijímací centrum

DVR – Digitální videorekordér

EM – Elektromagnetické

EPS – Elektronická požární signalizace

EZS – Elektronické zabezpečovací systémy

FOV – Field of view

FPS – Frames per second

GDPR – Obecné nařízení o ochraně osobních údajů

HZS – Hasičský záchranný sbor

IP – Internet Protocol

IR – Infračervené záření

LZPS – Listina základních práv a svobod

MZS – Mechanické zábranné systémy

NVR – Síťový videorekordér

OZ – Ochrana zboží

PIR – Pasivní infračervená čidla

PoE – Power over Ethernet

PTZ – Pan-Tilt-Zoom

PZTS – Poplachový a zabezpečovací tísňový systém

RI – Random Index

RF – Radiofrekvenční

ÚVOD

V oblasti obchodu a maloobchodu je zajištění bezpečnosti klíčovým faktorem nejen pro ochranu majetku, ale i pro zajištění plynulého a bezpečného provozu prodejny. Vzhledem k vysoké koncentraci lidí a cenného zboží představují prodejny potenciálně rizikové prostředí, kde dochází k různým formám krádeží, vandalismu nebo podvodům. Kamerové systémy se proto staly nezbytným nástrojem v oblasti prevence těchto negativních jevů. Jejich správný výběr a instalace mohou výrazně přispět k zajištění bezpečnosti, a to jak pro zaměstnance, tak pro zákazníky.

Cílem práce je představit kamerové systémy a vybrat nejvhodnější řešení v podobě kamerového systému do vybrané prodejny na základě vybraných parametrů za použití vícekritériálního rozhodování.

K naplnění cíle je nejprve potřeba nastínit problematiku zabezpečení objektů, co a jakým způsobem lze chránit a jaké jsou dostupné možnosti zabezpečení. Dále je nutné představit si kamerové systémy, jejich typy, charakteristiky, ale také to, jak je jejich užití v České republice právně upraveno pro potřeby prodejen. V dalším kroku je nezbytné popsat vybranou prodejnu a kritéria pro výběr kamerového systému. Posledním krokem bude aplikace znalostí rozhodovacích metod s cílem nalézt nejvhodnější řešení v podobně kamerového systému pro danou prodejnu.

1 ÚVOD DO ZABEZPEČENÍ OBJEKTŮ

Zabezpečením objektu se rozumí souhrn všech opatření, překážek a systémů, které znepříjemňují či úplně zamezují vniknutí nepovolaných osob do objektu. Tento komplexní přístup se opírá o kombinaci fyzických a technických prvků, které společně vytvářejí efektivní ochrannou bariéru. Základním cílem je ochránit objekt zájmu před potenciálně nežádoucími vlivy, minimalizovat riziko vzniku škod, ale také ochránit životy a zdraví osob nacházejících se ve střežených objektech. [1][2]

Bezpečnost, respektive dosaženou úroveň bezpečnosti, lze vnímat jako komplexní charakteristiku daného prostředí. Je to výsledek vyhodnocení jednotlivých faktorů, které společně přispívají k dosažení sociálně přijatelné úrovně bezpečnostních rizik. Rizikem se zde rozumí možnost nežádoucího vývoje bezpečnostní situace. [3]

Zabezpečení objektu je jednou se součástí fyzické bezpečnosti. Pod pojmem fyzická bezpečnost se rozumí soubor opatření k zajištění požadovaného stavu bezpečnosti nebo bezpečí. [3] Opatření fyzické bezpečnosti jsou určena jak k ochraně hmotného i nehmotného majetku, tak i k zajištění bezpečnosti osob.

Vytvoření efektivního systému zabezpečení vyžaduje logický postup při realizaci společně s dodržением určitých zásad, jako je komplexnost, vícestupňovost, automatizace, možnost propojení jednotlivých technologií a odolnost opatření a systémů. Navrhovaná bezpečnostní opatření mají za cíl: [3]

- odrazit či odstrašit možného pachatele,
- ztížit provedení a prodloužit dobu pro spáchání činu,
- opatřeními vytvořit podmínky vedoucí ke vzniku různých typů stop,
- vytvořit podmínky pro možnou identifikaci,
- zajistit možnost řešit incident s konkrétní osobou v rámci pracovněprávního vztahu, správního řízení apod.

1.1 Bezpečnostní posouzení objektu

Jaromír Kyncl ve své knize Bezpečnost objektu ve světle moderních technologií [1] zmiňuje důležitost bezpečnostního posouzení objektu, které bývá při návrhu často opomínáno v rámci realizace poplachového zabezpečovacího a tísňového systému (PZTS), a to i přesto, že jako nedílná součást každého návrhu PZTS má stanovenou legislativní oporu v technických normách ČSN 50131-7 [4] a TNI 334591-1 [5]. Dále zmiňuje, že bezpečnostní posouzení

objektu bývá mnohdy firmami považováno za zbytečnou investici a jakýsi nadstandard. Podceňování bezpečnostního posouzení však může mít katastrofální dopad na kvalitu navrženého zabezpečení. [1]

Posuzované faktory bezpečnosti

Ing. Jiří Sevčík z Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně definuje faktory sloužící jako „čtyři pilíře bezpečnostního posouzení“, následovně [6]:

- zabezpečované hodnoty a aspekty je ovlivňující,
- budova a aspekty ji ovlivňující,
- vlivy působící na PZTS, mající původ ve střežených objektech,
- vlivy působící na PZTS, mající původ vně střežených objektů.

Ve spojitosti se zabezpečovanými hodnotami by měly být posuzovány především následující faktory: druh majetku, hodnota majetku, objem majetku, historie krádeží, nebezpečnost společně s atraktivitou majetku a další. [6]

Ve spojitosti s posuzováním jednotlivých složek rizik budovy by měly být posuzovány především následující faktory: konstrukce objektu, stavební otvory, lokalita/prostředí, režim provozu a stávající zabezpečení. [6]

Ve spojitosti s vlivy působícími na PZTS vně objektu by měly být posuzovány především následující faktory: dlouhodobě i krátkodobě působící okolnosti (okolí stavby, výrobní procesy), počasí, klimatické podmínky (vítr, déšť, blesky), vibrace (stavební stroje, doprava) a vysokofrekvenční rušení (antény, vysílače, radary aj.). [6]

Ve spojitosti s vlivy působícími na PZTS zevnitř objektu by měly být posuzovány především následující faktory: potrubí a vytápění, klimatizační systémy, výtahy a průchodnost signálu detektorů ve skladovacích prostorách apod. [6]

Ačkoli se daná kapitola zabývá primárně PZTS, myslím, že ji lze vnímat velmi univerzálně. Při zabezpečení jakéhokoli objektu by se měl žadatel o zabezpečení zaměřit na tyto základní pilíře a na základě nich zvolit vhodnou kombinaci bezpečnostních systémů a jejich prvků.

1.2 Prostorové zabezpečení objektu

Z hlediska prostorového zaměření lze dle Cahlíka [7] rozlišit až pět typů ochrany. Tyto typy lze popsat jako „vrstvy“, které lze při zabezpečení objektu postupně identifikovat.

Perimetrická (obvodová) ochrana zahrnuje technická zařízení určená k detekci narušení vnějšího obvodu chráněného území a prostoru v okolí zabezpečeného objektu. Obvod objektu je obvykle vymezen jeho katastrálními hranicemi, které mohou být tvořeny přírodními nebo umělými bariérami, jako jsou vodní toky, zdi, ploty a podobné struktury. [2][7]

Plášťová ochrana zahrnuje technické prostředky sloužící k detekci narušení obvodového pláště budovy. Plášťová ochrana zabezpečuje všechny stavební otvory objektu, včetně dveří, oken, balkónových a střešních oken, vikýřů, šachet a dalších vstupních bodů, a zabraňuje jejich neoprávněnému narušení. [2][7]

Prostorová ochrana zajišťuje bezpečnost vnitřních prostor chráněného objektu. V tomto případě pachatel již překonal plášťovou ochranu a vnikl do vnitřních prostor objektu. Bezpečnostní systém v této fázi primárně reaguje na pohyb pachatele a signalizuje potenciálně nebezpečné aktivity v chráněných prostorách. [2][7]

Předmětová ochrana signalizuje pokusy o napadení nebo neoprávněnou manipulaci s chráněnými předměty. Těmito předměty mohou být umělecká díla, šperky nebo úschovná zařízení, jako jsou trezory, obsahující cennosti, jejichž zcizení či zneužití by mohlo způsobit újmu subjektu, který je vlastní. Předmětovou ochranu lze nalézt např. v muzeích, galeriích nebo bankách. [7]

Tísňová ochrana signalizuje situace ohrožující život nebo zdraví osob, které mohou být napadeny či ohroženy vlivem přírodních živlů (např. požár, záplavy, únik plynu) nebo mimořádnými událostmi vyžadujícími evakuaci objektu (např. teroristický útok). Signalizace tísně může být spuštěna manuálně (stisknutím tlačítka), specifickým způsobem manipulace (např. nášlapnou tísňovou linkou) nebo automaticky (např. pomocí hlásiče nehybnosti). [7]

1.3 Formy ochrany objektů

Potřeba chránit objekty před narušením vedla k vypracování různých forem ochrany objektů. Dle Čandíka [2] se rozlišuje ochrana klasická, režimová, fyzická a technická.

Klasická ochrana je založena na zajištění objektu pomocí mechanických bariér a zařízení, která zabraňují krádeži nebo poškození objektu, jeho částí či cenných předmětů uvnitř. Ačkoli se jedná o jednu z nejstarších metod ochrany, stále je velmi rozšířená a používá se jako základní forma zabezpečení. [2]

Režimová ochrana představuje organizační a administrativní opatření a postupy, jejichž cílem je zajistit správnou funkčnost ochranných systémů a jejich koordinaci s provozem chráněného

objektu. Tento typ ochrany je založen na zavedení a důsledném uplatňování účinných bezpečnostních směrnic, známých jako režimová opatření, která platí v rámci chráněného prostoru. Lze rozlišovat vnější a vnitřní režimová opatření [2]:

- **Vnější režimová opatření** se zaměřují na kontrolu vstupu a výstupu z chráněných prostor, včetně kontroly osob a vozidel při příchodu a odchodu, nebo podmínek a způsobů kontroly vynášení a vyvážení věcí nebo utajovaných informací.
- **Vnitřní režimová opatření** se týkají regulace pohybu uvnitř chráněného objektu, například omezení přístupu osob a vozidel do konkrétních úseků, monitorování pohybu materiálu a výrobků, režim manipulace s klíči, identifikačními prostředky, zajištění osvětlení kritických částí objektu či instalace technických signalizačních bariér, které reagují na přiblížení k chráněným zónám či objektu.

Fyzická ochrana je realizována fyzickými strážnými a je zaměřena na zabezpečení a ochranu majetku a osob. Hlavní úlohou fyzické ochrany je prevence a reakce na různé druhy hrozeb, které mohou ohrozit bezpečnost střežených objektů a veřejného pořádku [6]. Dle ochrany objektů lze definovat několik forem fyzické ochrany – strážní službu, bezpečnostní dohled, ochranný doprovod a řadu dalších [1].

Technická ochrana je založena na automatizovaném monitorování objektu pomocí technologických prostředků bezpečnosti. Představuje detekční systém, který zajišťuje přenos informací o dění v chráněném prostoru. Hlavním cílem technické ochrany je zvýšit účinnost ostatních forem zabezpečení objektu. Technická ochrana využívá k zabezpečení objektu mechanické, elektronické, kombinované a speciální prvky bezpečnosti [1][2].

- **Mechanické prvky bezpečnosti** představují soubor mechanických zábranných prostředků a systémů, jejichž primární funkcí je zamezit nebo výrazně ztížit neoprávněný vstup do chráněného objektu. Tyto prvky zahrnují různé typy fyzických bariér, které plní klíčovou roli v ochraně perimetru, pláště budov a zabezpečení cenných předmětů uvnitř objektu. Mezi mechanické bezpečnostní prvky patří MZS obvodové, plášťové a předmětové ochrany.
 - Mezi MZS obvodové ochrany patří např. bezpečnostní oplocení, brány, branky, závory atd.
 - Mezi MZS plášťové ochrany patří např. okna a balkónové dveře, mříže, rolety, bezpečnostní a ochranné fólie, bezpečnostní skla a další.

- MZS předmětové ochrany (např. trezory, komerční úschovné objekty, příruční pokladnicky, manipulační schránky atd.)
- **Elektronické prvky bezpečnosti** představuje případ, kdy je ochrana majetku a osob prováděna za pomoci elektrických (elektronických) prvků jako jsou poplachové zabezpečovací a tísňové systémy (PZTS), elektrická požární signalizace (EPS), kamerové systémy, přístupové a docházkové systémy, biometrické identifikační systémy, ochrana dat a informací, průmyslová havarijní signalizace, zdravotní a nouzová signalizace a elektronická ochrana zboží.
- **Kombinované prvky bezpečnosti** představují sofistikovaný přístup k ochraně, který integruje mechanické zábranné systémy s elektronickými ochrannými prvky do jednoho funkčního celku. Tento přístup zvyšuje celkovou efektivitu bezpečnostních opatření, protože kombinuje fyzickou odolnost mechanických prvků s inteligencí a flexibilitou elektronických systémů.
- **Speciální prvky bezpečnosti** představují soubor vysoce specializovaných technologií a metod, které využívají specifické prostředky k zajištění ochrany objektů či cenných předmětů. Tyto prvky jsou navrženy tak, aby poskytovaly dodatečnou úroveň ochrany. Příkladem může být chemická ochrana předmětů – použití antikoročních a ochranných povlaků nebo neviditelných chemických markerů.

Z hlediska zabezpečení je vhodné kombinovat různé typy ochrany spolu s jejich prostředky. Tato kombinace zajišťuje, že se jednotlivé druhy ochrany budou navzájem doplňovat a posilovat, čímž se zvýší celková efektivita bezpečnostního systému. Každý typ ochrany řeší specifické riziko a jeho začlenění do celkového systému zajišťuje pokrytí potenciálních hrozeb, čímž se maximalizuje bezpečnost chráněného objektu.

1.4 Prvky zabezpečení objektů

Prvky zabezpečení objektů se standardně dělí na dvě základní kategorie, těmi jsou mechanické zábranné systémy a elektronické systémy. Rozdělení vychází z kapitoly 1.3 dle odstavce „Technická ochrana“.

1.4.1 Mechanické zábranné systémy

Mechanické zábranné systémy (MZS) představují soubor mechanických prvků, které ztěžují nebo znemožňují vniknutí nepovolaných osob do objektu či zájmové zóny, omezují volnost jejich pohybu a zamezují či spíše omezují neoprávněnou manipulaci s chráněnými předměty. MZS zahrnují různé typy fyzických bariér, které plní klíčovou roli v ochraně perimetru, pláště

budov a zabezpečení cenných předmětů uvnitř objektu. Dle předmětu ochrany je lze rozdělit na již zmíněné MZS obvodové, plášťové a předmětové ochrany. [2][9]

MZS obvodové (perimetrické) ochrany

Slouží pro zajištění vnější obvodové hranice areálu. Obvod areálu bývá obvykle vymezen přírodními nebo umělými bariérami. Přírodními bariérami mohou být vodní toky, lesy, porosty a dalšími. Umělými bariérami bývají zpravidla právě prvky mechanické obvodové ochrany jako jsou zdi a různé druhy plotů, např. ploty dřevěné, drátěné, zděné a mnoho dalších, ty mohou být doplněny o hroty nebo žiletkové či ostnaté dráty, které výrazně znesnadňují překonání překážky. Dále mezi MZS obvodové ochrany patří také brány, branky a závory. [7][9]

MZS plášťové ochrany

Slouží pro zajištění všech standardních i nestandardních vstupních jednotek objektu – všech stavebních otvorů. Zajištění je realizováno otvorovými výplněmi. V případě vstupních dveří to jsou dveře bezpečnostní, které disponují vyšší odolností, zámkem odolnějším proti neoprávněné manipulaci, či vyztuženými rámy dveří poskytujícími vyšší stabilitu a pevnost, což zvyšuje odolnost proti vypáčení či vyjmutí z pantů. [10]. U oken a balkonových dveří se jedná o bezpečnostní kování, skla a fólie, které zvyšují výdrž a zabraňují snadnému rozbití skleněné plochy. Další možností, jak zabezpečit plášť budovy, je instalace mříží nebo použití stínící techniky konkrétně rolet a žaluzií, které tvoří o překážku navíc a mohou tak odradit potencionálního pachatele. [11]

MZS předmětové ochrany

Slouží pro zabezpečení všech cenných předmětů, ať už osobních předmětů, šperků, peněz, uměleckých děl nebo jiným způsobem významných předmětů. Mezi prvky mechanické ochrany patří pokladničky, trezory a další různé typy ochranných boxů, které nemusí chránit pouze před zloději, ale mohou také chránit předměty před ohněm, vodou a dalšími faktory. [7][9]

1.4.2 Elektronické zabezpečovací systémy

Elektronické zabezpečovací systémy též EZS představují soubor čidel, kamer, detektorů pohybu, ústředny, ovládacích zařízení, hlásičů a poplachové signalizace. Účelem EZS je signalizace narušení objektu, a to za pomoci akustických či optických prostředků (siréna, blikající světla apod.). [12] Patří sem poplachový zabezpečovací a tísňový systém, elektronická požární signalizace, kamerové systémy a interkomy, dohledové poplachové a přijímací

centrum, perimetrické systémy, elektronický monitoring osob, kontrola pohybu vozidel a nákladu, docházkové systémy, elektronická ochrana zboží a další [13].

V následujícím textu jsou popsány elektronické systémy, které přímo souvisí se zabezpečením prodejen.

Poplachový zabezpečovací a tísňový systém

PZTS představuje komplexní soubor technických zařízení navržených k zajištění ochrany objektu před neoprávněným vstupem. Hlavním cílem systému je včasné odhalení pokusu o přístup nepovolaných osob do chráněné oblasti. Jakmile je neoprávněný vstup rozpoznán, systém okamžitě vysílá signál o narušení, což umožňuje rychlou reakci a minimalizaci potenciálních škod. [1][13]

Základem PZTS je ústředna, která řídí celý systém a zjednodušeně ji lze označit za „mozek“ systému. Jejím úkolem je přijímat, zpracovávat a vyhodnocovat informace nasbírané detektory. Dalším prvkem systému je ovládač, který slouží k nastavení, ovládání a programování ústředny. Vstupními prvky PZTS jsou různé typy detektorů a senzorů, které mohou monitorovat osoby, stav oken a dveří, detekovat únik plynu, kouř a další potenciálně nebezpečné faktory. Mezi tyto detektory lze zařadit detektory narušení střeženého prostoru, otevření, narušení skleněných ploch a další. Detektory narušení střeženého prostoru představují čidla detekující pohyb uvnitř střeženého prostoru a lze je rozdělit na pasivní a aktivní. Skupina pasivních čidel pasivně reaguje na fyzikální změny v okolí, např. pasivní infračervená čidla (PIR), kdežto aktivní čidla si aktivním způsobem vytváří své vlastní prostředí a uvnitř něho detekují změny, např. ultrazvukový detektor. Detektory otevření jsou čidla snažící se zabránit nebo upozornit před násilným vniknutím do střeženého prostoru, mohou to být například magnetické kontakty, které nevyžadují napájení ani vyhodnocovací jednotku. Pokud se dva magnety násilně oddělí dojde k vyhlášení poplachu, proto se nejčastěji instalují do oken a dveří. Poslední uvedeným typem jsou detektory narušení skleněných ploch, které se dělí na kontaktní a bezkontaktní. Standardně snímají vibrace nebo analyzují zvuk, podle kterého pak vyhodnotí případné poškození skleněné plochy při pokusu o rozbití (vibrace), nebo tříštění skla (akustická čidla). Výstupním prvkem PZTS je siréna, která je aktivována ústřednou v případě poplachu. Dalším důležitým prvkem je komunikátor, jedná se o zařízení předávající informace o narušení objektu mimo narušený objekt, například bezpečnostním složkám. Dalšími prvky systému PZTS mohou být dodatečné ústředny, výstražná zařízení, zamlžovací bezpečnostní zařízení a různé další typy detektorů. [1][13][14]

Elektronická požární signalizace

Elektronická požární signalizace (EPS) je soubor technických zařízení zajišťujících včasnou signalizaci požáru. Cílem použití EPS je rychle a spolehlivě určit místo požáru, vyhlásit poplach, aktivovat a řídit evakuaci a realizovat automatickou komunikaci s hasičským záchranným sborem (HZS) [2]. K detekci požáru využívá EPS automatické bodové hlásiče, IR hlásiče plamene, hlásiče kouře a další. Signály z hlásičů jsou přijímány a zpracovány ústřednou, pro kterou je zajištěna stálá 24hodinová obsluha, nebo je systém připojen zařízením dálkového přenosu na centrální dohledový pult HZS. Schopnosti ústředny však nejsou omezené pouze na sběr a vyhodnocování informací z hlásičů, ústředna také ovládá doplňující zařízení a může přímo či nepřímo ovládat zařízení bránící rozšíření požáru, popřípadě zařízení provádějící samočinně protipožární zásah. Běžně bývá ústředna napojena také na centrální ozvučovací systém, protipožární odvětrávání, klimatizaci, únikové východy a další klíčové prvky budovy. [2][15]

Základním vstupním zařízením EPS je hlásič, který v reakci na daný signál vytváří výstupní elektrický signál putující do ústředny. Hlásič může signál vyslat buď samočinně, nebo může být aktivován osobou. Hlásiče se dělí na hlásiče: tlačítkové, samočinné, ionizační, opticko-kouřové, hlásiče teplot a hlásiče speciální jako lineární hlásiče tepla, systémy nasávání kouře, hlásiče pro vzduchotechniku a další. Nejběžněji užívané jsou hlásiče tlačítkové, které jsou rozmístěny po budově tak, aby k nim měl přístup kdokoli a mohl zmáčknutím aktivovat upozornění na krizovou situaci; a hlásiče samočinné, které se na základě změn sledovaných fyzikálních veličin sami aktivují, tyto hlásiče reagují na přítomnost tepla nebo kouře. Výstupním (signalizačním) zařízením EPS jsou alarmy, světelné signály nebo jakákoli jiná zařízení informující osoby v budově o vzniklém požáru doplněná například o tabule ukazující směr únikového východu. [1][15]

Dohledové poplachové a přijímací centrum

Dohledové poplachové a přijímací centrum (DPPC), dříve nazýváno jako pult centrální ochrany, je specializované pracoviště, které nepřetržitě monitoruje, přijímá, vyhodnocuje a spravuje poplachové signály a informace o stavech ze zabezpečovacích a monitorovacích systémů instalovaných na dálkově sledovaných objektech a prostorech. Centra jsou personálně obsazena operátory s odbornou způsobilostí, kteří v případě potřeby koordinují zásah, například vysláním zásahových jednotek, informováním majitele objektu nebo zajištěním technického servisu. Hlavní funkcí DPPC je včasná detekce narušení, mimořádných událostí nebo

provozních anomálií, což zahrnuje přijímání a analýzu poplachových hlášení ze systémů, jako jsou EZS, EPS, systémy pro detekci úniku plynů nebo havarijní signalizace. Centra nabízejí služby, mezi které patří mimo jiné například monitoring, zásah, patrol (namátková fyzická ostraha) a další doplňkové služby (informování o výpadcích elektrické energie, výpisy z historie objektu aj.). [1][15]

Elektronická ochrana zboží

Elektronická ochrana zboží (OZ) je systém, který slouží k prevenci krádeží v maloobchodních prodejnách a dalších provozech, kde je potřeba chránit zboží před neoprávněným odnosem. Principem elektronické ochrany zboží je označení každého kusu zboží speciální etiketou nebo tvrdým tagem (štítkem), který je následně monitorován detekčními bránami u východů z prodejny. Pokud je zboží s aktivní etiketou vyneseno z obchodu bez autorizovaného deaktivování nebo odstranění štítku, spustí detekční systém alarm. Klíčovými prvky systému jsou detekční brány (detektory s anténami vytvářející ochranný prostor u východu), tagy a etikety (přípevnované na zboží) a detechery tagů a deaktivátory etiket samolepicích. [16]

V oblasti OZ se nejčastěji využívají detekční anténní systémy radiofrekvenční (RF), elektromagnetické (EM) a akustomagnetické (AM). Vedle nich stojí ještě odtržená skupina systémů lokálního elektronického zabezpečení nazývaných též smyčkové systémy. Systémy RF jsou nejrozšířenější a fungují na principu detekce elektromagnetického pole mezi detekčními bránami. Využívají se v obchodech nabízející oděvy, boty, hračky a hypermarketech. Systémy EM používá k detekci nízkofrekvenční magnetická pole, využívá se při ochraně spotřební elektroniky, parfumeriích, železářství nebo knihovnách. Hlavní výhodou je odolnost ochranných prvků proti odstínění alobalem a možná reaktivace (knihovny). Systémy AM používá k detekci magnetického pole, své uplatnění nalézá v místech s velmi širokými vstupy (pokryjí přes 2 metry široký prostor mezi branami). Využívají se při ochraně spodního prádla, obuvi, alkoholických nápojů, hraček apod. Posledním typem jsou smyčkové systémy, kdy je dotyčné zboží v přímém kontaktu se zabezpečovacím zařízením, obvykle prostřednictvím kabelů s kontaktními senzory, nebo průvlečných smyček. [16][17]

Kamerové systémy

Kamerové systémy představují soustavu kamer a přidružených zařízení, která slouží k monitorování a ochraně objektů před neoprávněným vstupem, vandalismem, krádežemi a jinými bezpečnostními riziky. Kamerové systémy jsou všestranným nástrojem, který lze využívat jak samostatně, tak v kombinaci s dalšími bezpečnostními technologiemi, čímž vzniká

komplexní bezpečnostní systém pokrývající různé potřeby ochrany. Samostatně se kamery často nasazují pro monitorování konkrétních prostorů, jako jsou obchody, banky, veřejná prostranství, nebo společné prostory v obytných budovách. Takto nasazené kamery poskytují nepřetržitý dohled, zaznamenávají pohyb v prostoru a pomáhají odrazovat potenciální pachatele od trestné činnosti. Kromě toho lze kamerové systémy integrovat do větších bezpečnostních celků, kde jsou propojeny s dalšími zařízeními, jako jsou docházkové systémy, PZTS, perimetrické zabezpečení a další. [1][18]

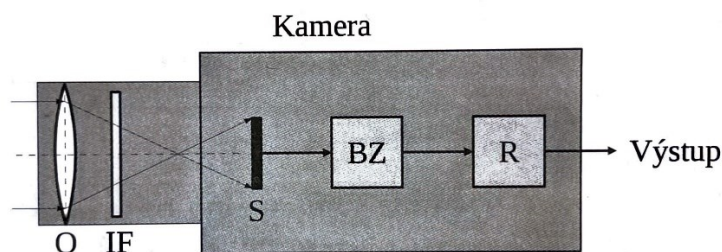
Podrobněji jsou kamerové systémy, jejich typy a technologie popsány v kapitole 2 Kamerové systémy.

2 KAMEROVÉ SYSTÉMY

Kamerové systémy jsou nedílnou součástí bezpečnostního průmyslu více jak půl století. [19] Poskytují různé možnosti dohledu při ochraně osob, majetku, i systémů. Kamerový systém slouží především jako podpora zabezpečení, která zajišťuje dohled nad větším územím a po delší časový úsek, než by bylo možné zajistit výhradně personálem, a to za výrazně nižší náklady, než by bylo třeba vydat na personál zajišťující bezpečnost. [20]

2.1 Kamery

Kamery představují klíčovou komponentu každého kamerového systému. Plní zásadní roli při sledování bezpečnostní situace v reálném čase a poskytují podrobný obrazový záznam zájmového prostoru či objektu. Účelem kamery je převést světelné záření vycházející ze sledovaného prostoru na elektrický signál. Obrázek 1 zobrazuje obecné blokové schéma kamery. [21]



Obrázek 1: Blokové schéma kamery

Zdroj:[21]

Světelné záření je za pomoci objektivu O soustředěno na obrazový snímač S. V případě denního režimu se před snímač vkládá infračervený filtr IF, který má znemožnit průchod fotonů infračerveného záření a tím tak zabránit zakreslení obrazu. Obrazový snímač následně převádí dopadající záření na elektrický signál, který je převeden do bloku zpracování obrazu BZ. V tomto bloku je signál převeden na obraz, který je podle potřeby převeden a zkomprimován. Výsledný obraz je poté převeden v komunikačním rozhraní R do opět do podoby signálu vhodného pro přenos. [21]

2.1.1 Dělení kamer

Současná doba nabízí široké spektrum různých typů kamer, které lze rozdělit podle několika kritérií. Následující přehled umožňuje lépe pochopit různé možnosti výběru na základě jejich

vlastností a specifického využití. Kamery lze rozdělit dle [19][20][22]: konstrukce, přenosu dat, prostředí a typu objektivu.

Typ konstrukce

Dle konstrukce lze rozlišit kamery typu **PTZ, Bullet, Dome, Turret**. Každý typ má své specifické konstrukční vlastnosti a je určen pro různá prostředí a účely, čímž umožňuje jejich optimální využití v praxi.

PTZ kamery jsou kamery s funkcí otáčení, naklánění a přibližování (Pan-Tilt-Zoom), jsou určeny pro rozsáhlé prostory, kde je potřeba aktivně měnit zorné pole. Chování kamer může být buď v plně automatické režimu, nebo lze kameru ovládat ručně skrze ovládací pult. Jejich využití je flexibilní, neboť mohou střežit jak vnitřní, tak i venkovní prostory. [20][22] Hojně využití nachází u městské policie, která je využívá pro monitorování veřejných prostor [19].

Provedení Bullet jsou kamery charakteristické svým válcovitým tvarem připomínajícím náboj, což jim dalo své jméno. Díky své konstrukci jsou ideální zejména pro venkovní použití, neboť lze je snadno nasměrovat, jsou vybaveny IR (infračerveným) přísvitem dosahujícím i několika desítek metrů, vynikají vysokou odolností vůči povětrnostním podmínkám (krytím až IP68) a disponují pevnou či nastavitelnou sluneční clonou. [19]

Provedení Dome představuje kamery, které získaly své jméno podle kupolovitého tvaru krytu, který chrání objektiv. Široký zorný úhel a nenápadný vzhled z nich činí ideální volbu do vnitřních prostor, kde nepůsobí příliš rušivě a zabírají méně prostoru, navíc díky jejich konstrukci není vždy snadné určit, kam je kamera nasměrována. Toto provedení bývá vybavováno krytím až IP67 umožňujícím instalaci do venkovního prostředí, kde však mohou vznikat problémy spojené s prachem, deštěm či sněhem, který může zůstat na ochranném skle kamery, a snižovat tak viditelnost (ve dne odrazem světla a v noci přísvitem). [19]

Provedení Turret je typem, který kombinuje výhody Dome a Bullet kamer. Konstrukce se vyznačuje pevnou základnou a kulovitým objektivem, který lze snad nastavit do požadovaného úhlu, a nabízí tak snazší manipulaci v porovnání s typem Dome. Zároveň však v porovnání s provedením Bullet nedosahují takového přísvitu a nedisponují sluneční clonou. [19]

Způsob přenosu dat

Dle způsobu zpracování a přenosu dat lze rozlišit kamery **analogové** a **digitální (IP)**, a tak není překvapení, že v současné době „digitalizace“ dochází k postupnému ústupu analogových kamer.

Analogové kamery – přestože je tento typ kamer na ústupu, stále je poměrně rozšířený, napomáhají tomu zejména nízké pořizovací náklady a poměrně kvalitní snímání scény za různých světelných podmínek. K přenosu analogového signálu z kamery do záznamového zařízení, např. digitálního videorekordéru DVR, kde je signál digitalizován, se běžně používají koaxiální kabely. Nevýhodou koaxiálního kabelu je absence napájení kamery, které musí být řešeno samostatně, a omezená délka přenosu okolo 100 metrů, v případě delší vzdálenosti je viditelná zhoršená kvalita obrazu. [19][20]

IP kamery – IP (Internet Protocol) kamery představují zařízení zachycující a vysílající obraz za využití bezdrátové internetové sítě nebo ethernetového kabelu nejčastěji do síťového videorekordéru (NVR), ke kterému bývá připojen externí harddisk pro uchování záznamů. Nevýhodou IP kamer jsou vyšší pořizovací náklady oproti analogovým kamerám a vyšší datové nároky vyžadující poměrně kvalitní připojení. Mezi výhody IP kamer patří možnost napájení prostřednictvím Ethernetu (PoE) – stejný kabel pro přenos dat i napájení (menší náročnost kabeláže), vysoké rozlišení, vzdálený přístup nebo možnost použití inteligentní video analýzy. [20]

Prostředí

Dle prostředí, ve kterém se kamery nachází, lze rozlišit kamery určené do **vnitřních** nebo **vnějších** prostor a popřípadě také **jednoduché (běžné) kamery** určené pro denní provoz a **kamery s nočním viděním**.

Kamery pro vnitřní použití se vyznačují menší velikostí a snahou o nenápadnost. Nedisponují vysokým stupněm krytí, jelikož nebývají vystaveny povětrnostním vlivům ani extrémním teplotám, a tak zpravidla nepotřebují voděodolnou či příliš odolnou konstrukci.

Kamery pro vnější použití jsou kamery konstruovány tak, aby byly schopné odolávat nepříznivým klimatickým vlivům, a proto disponují vysokým stupněm krytí, např. IP68. Jednotlivá čísla udávají stupeň ochrany, první číslice značí stupeň ochrany před nebezpečným dotykem a vniknutím cizích předmětů (prachu) a druhá číslice definuje stupeň krytí před vniknutím vody [23].

Běžné (jednoduché) kamery jsou využívány v denních provozech, určené pro použití v prostředí s dostatečným osvětlením.

Kamery s nočním viděním představují typ kamer, který je schopen zaznamenávat obraz i v úplně tmě nebo za minimálního osvětlení díky infračervenému přísvitu nebo technologii

starlight [24], která je i za velmi nízkým světelných podmínek zachovat barevný obraz díky vysoké světelné citlivosti.

Typ objektivu

Dle typu objektivu lze rozlišit kamery s **fixními**, **varifokálními** nebo **zoom** objektivy. Objektiv je nedílnou a důležitou součástí kamery, která ovlivňuje její výsledné podání obrazu. Výběrem objektivu lze ovlivnit úhel záběru, hloubku ostrosti, nebo také míru detailu sledování.

Fixní objektivy mají ohniskovou vzdálenost neměnnou a pevně danou, užitečné jsou v situacích, kdy kamera zůstává v jedné poloze a nároky na oblast pozorování se nemění. [20]

Varifokální objektivy disponují varifokální čočkou, jejíž výhodou je, že u ní lze ohnisková vzdálenost v určitém rozsahu měnit a tím také měnit úhel záběru kamery. Nevýhodou je, že změnu je nutné provést manuálně na objektivu, a při každé takové změně může být nutnost upravit také clonu a zaostření. Po nastavení ohniskové vzdálenosti a clony je oblast záběru již pevně dána. [20]

Zoom objektivy – na rozdíl od varifokálního objektivu je zoom objektiv navržen tak, aby udržoval zaostření v celém rozsahu ohniskové vzdálenosti, navíc bývají vybaveny integrovanými servomotory umožňujícími vzdáleně měnit ohniskovou vzdálenost, a tak sledovat různé části monitorované oblasti. Nalézt je lze například u PTZ kamer.[1][20]

2.1.2 Základní parametry kamer

Základními parametry kamer se rozumí parametry, které by si měl každý potenciální pořizovatel kamery zjistit, než si nějakou kameru zakoupí. Tyto parametry se obvykle příliš neliší u konkrétního typu kamery v podobné cenové relaci, nicméně je důležité, aby s nimi byl pořizovatel dopředu seznámen a ověřil si, zdali je pro něho obrazový výstup z kamery dostačující, a tedy splní jeho očekávání a potřeby. Mezi tyto parametry patří rozlišení, zorný úhel a snímková frekvence.

Rozlišení určuje, kolik jednotlivých bodů je čip kamery schopen rozlišit na horizontální a vertikální ose. V dnešní době je standardem rozlišení 1080 p (2 MP), tedy rozlišení s 1920 pixely ve vodorovné ose a 1080 pixely v ose vertikální, při vynásobení dávají hodnotu 2 073 600 pixelů (2 megapixely – MP). Čím vyšší rozlišení je, tím je obraz ostřejší a lze z něho lépe identifikovat detaily, jako mohou být tváře, předměty nebo například registrační značky. S vyšším rozlišením se však výrazně zvyšuje také velikost záznamu a je potřeba zajistit vyšší kapacitu úložného prostoru.

Zorný úhel (field of view – FOV) představuje oblast, kterou je kamera schopná pokrýt. Obvykle se udává ve stupních. S vyšším zorným úhlem lze pokrýt větší oblast, avšak na úkor detailů, zatímco užší úhel záběru poskytuje více detailů na menším prostoru.

Snímková frekvence udává, kolik snímku za sekundu (frames per second – FPS) je schopná kamera pořídit. Vyšší snímková frekvence umožňuje plynulejší záznam, je vhodná v případech, kdy se monitorované objekty pohybují vysokou rychlostí a záznam nižší snímkovou frekvencí by působil příliš trhaně. Standardní snímková frekvence bezpečnostních kamer je v rozsahu 25-30 FPS.

2.1.3 Volitelné funkce kamer

Automatické skenování – tuto možnost nabízí některé PTZ kamery, které lze naprogramovat tak, aby se sami otáčely a neustále tak si tak sami procházely zájmovou oblast bez nutnosti ovládání kamery obsluhou. [20]

Nastavení předvolby – funkce nabízí u PTZ kamer předdefinovat orientaci a nastavení objektivu buď pravidelně, nebo v případě určité události. Kamery tak lze nastavit například tak, že při narušení zobrazí cenný majetek, nebo se zaměří na přístupový bod, odkud byl poplach spuštěn. [20]

Detekce pohybu – kamery mohou být vybaveny vestavěnými funkcemi detekce pohybu, které lze naprogramovat tak, že při detekci pohybu spustí alarm nebo například ukládání záznamu. Využití je vhodné v oblasti zabezpečení rodinných domů, kdy není třeba uchovávat celý záznam. [20] Kameru lze nastavit tak, že je schopna zaznamenat pouze určitý časový úsek (např. 30 vteřin) po detekci pohybu. Díky této funkci není paměťové zařízení zaplněné nepotřebným záznamem a v praxi to znamená, že lze záznamy uchovat mnohem déle. Navíc značná část moderních kamer rozpozná nejen pohyb, ale také to, o jaký objekt se jedná, zdali je to člověk, vozidlo, zvíře či jiný objekt.

Pre-recording – tato funkce je zejména doplňková k detekci pohybu, jelikož nabízí připojit k záznamu získaném po detekci pohybu také část záznamu, který této detekci předcházel.

2.2 Kamerové systémy v prodejnách

Kamerové systémy hrají zásadní roli v zabezpečení maloobchodních prodejen, kde slouží jako účinný nástroj prevence ztrát a odhalování kriminality. Jejich přítomnost odrazuje potenciální pachatele, pomáhá zaměstnancům monitorovat podezřelé chování a usnadňuje identifikaci

případných škod či krádeží. Vedle ochrany majetku přispívají kamerové systémy k ochraně zaměstnanců i zákazníků a zvyšují celkový pocit bezpečí v prostoru prodejen. [25]

2.2.1 Typy kamer vhodných pro prodejny

V prodejnách se zpravidla využívají kamery pro vnitřní použití, ale není to pravidlem. Není zde potřeba slunečních clon, doplňkových krytů, a ani není nutnost, aby kamery disponovaly vysokým stupněm krytí, jelikož nejsou vystaveny povětrnostním vlivům ani dešti. Jelikož se monitorovaný prostor nemění, není potřeba speciálního objektivu a zpravidla využívají se fixní objektivy. Konstrukčně lze nalézt různé typy kamer, nicméně vždy záleží na chráněném objektu. Lze vypožorovat, že velké prodejny, jako jsou hypermarkety a další, využívají zejména kamer typu dome. Dáno je to pravděpodobně jejich charakteristikami, jsou nenápadné, mají široký záběr a není jasné, kam směřují. Naopak malé prodejny, jako jsou potraviny, oděvy a další, používají většinou nejlevnější řešení, v dnešní době lze nejčastěji zahlédnout provedení bullet.

Z hlediska přenosu dat a napájení mají své místo v zabezpečení prodejen jak analogové HD kamery (AHD), tak IP kamery.

AHD kamery představují pokročilejší verze tradičních analogových systémů, jsou ideálním řešením pro menší prodejny, které chtějí modernizovat svůj stávající analogový systém. Tento přístup je nákladově efektivní, protože minimalizuje investice do nového hardwaru. Díky své jednoduchosti jsou AHD kamery často voleny pro základní monitorování prostor, kde není potřeba pokročilých funkcí, jako je vzdálený přístup nebo analýza dat. [25]

IP kamery představují pokročilejší technologii, která umožňuje přenos dat prostřednictvím počítačových sítí. Tyto kamery nabízejí vysoké rozlišení, pokročilé analytické funkce (detekce pohybu aj.) a možnost vzdáleného přístupu. Jsou ideální pro místa s velkými prostory, nákupní centra a prodejny s více místy (centralizovaný dohled) a pro větší prodejny nebo prodejny, kde je kladen důraz na monitorování specifických oblastí, jako jsou pokladní zóny nebo vstupy. Moderní IP systémy navíc podporují integraci s dalšími technologiemi, například s bezpečnostními alarmy nebo systémy řízení přístupu. [25]

2.2.2 Klíčové aspekty při výběru kamerového systému

Rozlišení a kvalita obrazu

Jedním z hlavních parametrů kamerového systému je kvalita obrazu. Vyšší rozlišení umožňuje snadnější identifikaci osob, detailů produktů nebo registračních značek. V prostředí prodejny

je důležité, aby kamery poskytovaly dostatečně ostrý obraz i při zhoršených světelných podmínkách.

Zorný úhel a pokrytí prostoru

Širokoúhlé kamery jsou vhodné pro sledování velkých prostor, zatímco kamery s užším úhlem záběru se často používají pro specifické oblasti, jako jsou pokladny nebo vstupy. Správné rozmístění kamer je zásadní pro eliminaci slepých míst a zajištění maximálního pokrytí prostoru.

Noční vidění

Kamery vybavené infračerveným přísvitem jsou nezbytné pro monitorování prodejen během nočních hodin nebo při slabém osvětlení. Tyto kamery dokáží poskytnout kvalitní obraz i za úplné tmy, což je klíčové pro zabezpečení majetku a odhalování potenciálních narušitelů.

Úložný systém a konektivita

Je třeba zvážit, zdali záznam z kamer ukládat na lokální uložení či na uložení cloudové, které mimo jiné nabízí vzdálený přístup. Společně s typem uložení se pak také ujistit, že je systém kompatibilní se sítí (rychlost Wi-Fi) popřípadě stávající kabeláží.

2.3 Právní úprava použití kamerových systémů

Použití kamerových systémů je právně řešeno celou řadou doporučení, zákonů a norem, které určují co, jak, kdy, kde a jakým způsobem lze monitorovat a zaznamenávat. [26] Mezi tyto úpravy lze zařadit zákon č. 110/2019 Sb., o zpracování osobních údajů [27], zákon č. 89/2012 Sb., občanský zákoník [28], či normu ČSN EN 62676-4, Dohledové videosystémy pro použití v bezpečnostních aplikacích – Část 4: Pokyny pro aplikace [29].

Následující část kapitoly se věnuje konkrétním doporučením a podmínkám při použití kamerového systému v prodejně, jedná se tedy o použití ve vnitřním, a především vlastním prostoru prodejny (nikoli o veřejné prostranství či prostory).

Základním rozdílem je, zdali kamery pořizují záznam či nikoli. Pokud ne, pak nejsou podřízeny režimu zpracování osobních údajů a instalace podléhá pouze režimu občanského zákoníku a Listině základních práv a svobod (LZPS) [30]. V tomto případě nesmějí být kamery umístěny tak, aby snímaly citlivé záležitosti a příliš narušovaly soukromí (toalety, šatny, sprchy apod.). Snímané osoby nemusí udělovat souhlas, nicméně by měly být upozorněny, například cedulemi, že je prostor monitorován. Jelikož však kamerové systémy bez záznamu mnohdy

neplní účel, za kterým si lidé zpravidla kamery pořizují, a to, aby zaznamenával činnost v době nepřítomnosti či sloužil jako důkazní materiál, jeví se jako vhodnější řešení kamerový systém se záznamem. [26]

V případě, že kamerový systém uchovává záznam, pak dochází ke zpracování osobních údajů a záleží na tom, co kamery zabírají, což ovlivňuje podřazení případu pod příslušnou část právní úpravy a z toho vyplývající rozsah práv a povinností. Stále však platí podmínky stejné pro kamery bez záznamu, tedy aby nezabíraly místa sloužící k ryze soukromým účelům, a také podléhají režimu občanského zákoníku a LZPS. V případě prodejen se pravděpodobně vždy bude jednat také o regulaci nařízením GDPR [31], na které odkazuje zákon o zpracování osobních údajů. Pro pochopení je třeba definovat, co zpracování údajů je. Za zpracování osobních údajů se považuje provoz kamerového systému se záznamem, který automatizovaně (zcela či z části) provádí záznam osobních údajů. Osobními údaji se rozumí takové údaje, za pomoci nichž lze danou osobu přímo či nepřímo identifikovat. Případem, kdy by se nejednalo o zpracování osobních údajů, je například záznam (fotka či video) z velké výšky, kdy osoby nelze identifikovat, a to ani přiblížením. [26] Obdobná situace se však v prodejnách pravděpodobně nevyskytne, a proto o zpracování osobních údajů půjde téměř vždy.

V návaznosti na výše zmíněné je také důležité zmínit, že pořízení kamerového systému podléhajícímu režimu zpracování osobních údajů je nutné odůvodnit, to znamená prokázat některý právní titul pro zpracování údajů. Tímto titulem by byl v případě prodejen majitelův oprávněný zájem, např. zájem na ochraně života a zdraví či majetku před případnými útoky, kde se však musí jednat o reálně hrozící nebezpečí. [32] Dále je důležité, že pokud má vlastník obchodu zaměstnance, musí dbát na dodržení pracovněprávních předpisů, upravených v zákoníku práce, podle kterého nesmí zaměstnavatel bez závažného důvodu narušovat soukromí zaměstnance tím, že by docházelo ke sledování, odposlechu či záznamu jeho telefonických hovorů. Zákazníky je nutné informovat o kamerovém systému ideálně prostřednictvím tabule u vstupu či vstupů do prodejny. Navíc lze záznam uchovávat jen po dobu nezbytně nutnou, která je potřebná k případnému prošetření incidentu. Úřadem pro ochranu osobních údajů je tato doba stanovena, či spíše doporučena na maximálně týdenní. Poslední povinností správce je vést záznamy o činnostech zpracování, jež obsahuje označení a identifikaci správce, účel zpracování a další položky. [26][32]

Na závěr je nutné zdůraznit, že záznamy z bezpečnostních kamer nesmějí být použity k jinému účelu, než ke kterému byly pořízeny. [32]

3 VÝBĚR KAMEROVÉHO SYSTÉMU PRO PRODEJNOU

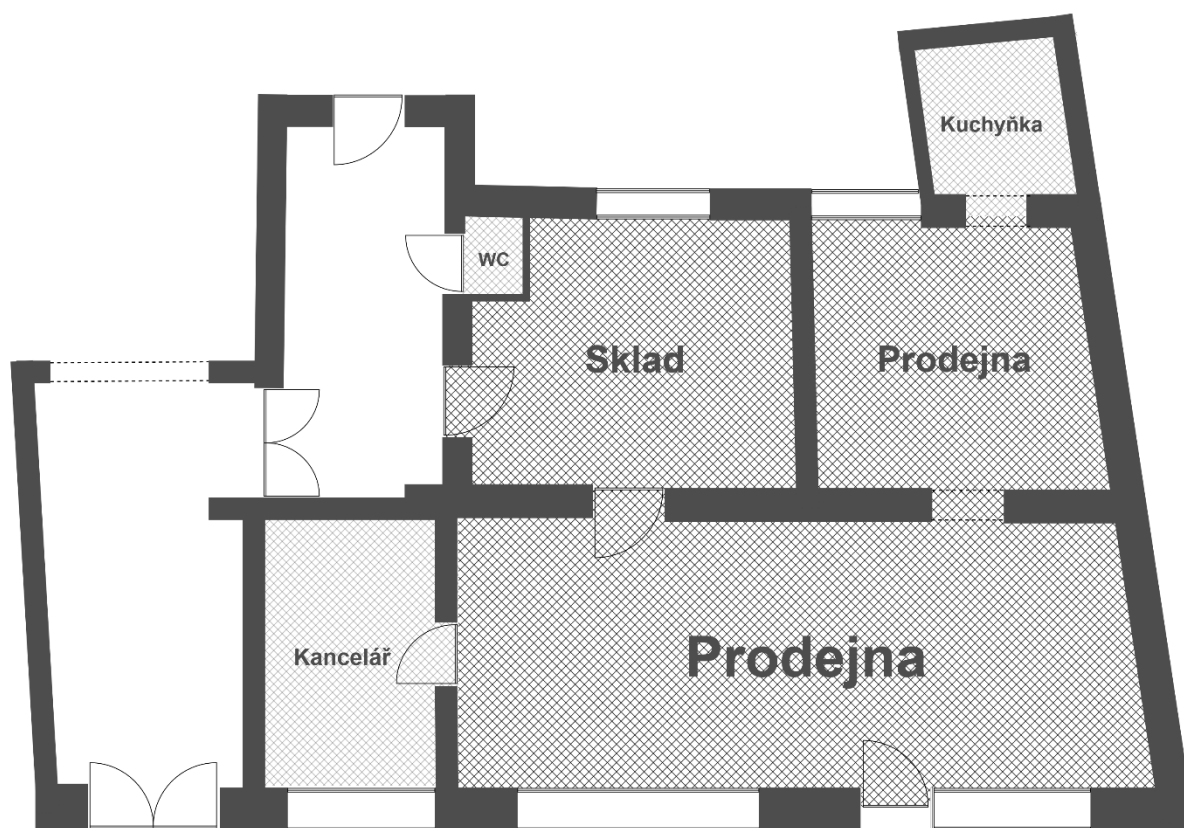
V této kapitole je rozpracován postup rozhodovacího problému, jímž je výběr vhodného kamerového systému do vybrané prodejny. Nejprve je důležité sepsat dostatečně podrobný popis prodejny, dále stanovit požadavky zadavatele a z nich odvodit omezující kritéria. Následně dojde k výběru kritérií, podle kterých budou jednotlivé alternativy hodnoceny, a po sestavení kritérií následuje stanovení alternativ (variant), které splňují omezující kritéria a ze kterých bude volena optimální varianta. Předposledním krokem je aplikace metod multikriteriálního rozhodování na rozhodovací problém. Posledním krokem je vyhodnocení výsledků a výběr optimální varianty.

3.1 Popis prodejny

Zájmovým objektem je prodejna v Jaroměři nacházející se na hlavní trase mezi městy Hradec Králové a Náchod. Jedná se o jednu z několika poboček firmy v královehradeckém kraji. Jelikož je prodejna součástí rodinného domu, jeho obyvatelé mají ze společných prostor přístup k zadnímu vchodu do prodejny. Budova se nachází přímo na hranici pozemku s ulicí, a tak jsou vstupní dveře a výlohy dosažitelné přímo z ulice.

Aktuální zabezpečení se skládá z několika prvků technické ochrany. Přístup z ulice je zabezpečen mohutnými kovovými dveřmi s prosklením a reklamními fóliemi ve výlohách zamezujícím výhled do prodejny společně se zpevněním skleněné plochy výlohy.

Celková podlahová plocha prodejny činí zhruba 95 m², z toho je zhruba 56 m² prodejní plochy, poté 20 m² zaujímá sklad a zbylý prostor je tvořen kanceláří a kuchyňkou. Obrázek 2 představuje půdorys budovy včetně zvýrazněné části prodejny.



Obrázek 2: Půdorys budovy včetně zvýrazněné prodejny

Zdroj: vlastní zpracování

3.2 Požadavky na kamerový systém

Zadavatel stanovil na kamerový systém následující požadavky. V jeho zájmu je sbírat záznam pouze z prodejních prostor a skladu s tím, že přesný počet kamer nestanovil, avšak bylo stanoveno, že kamery budou mít rozlišení 4 nebo 5 Mpx, aby byla zajištěna dostatečná úroveň detailů. Dále zadavatel žádá o kamery s možností vzdáleného přístupu, jelikož by v případě spokojenosti chtěl obdobný systém zavést i v dalších prodejnách, s čímž souvisí také další kritérium, jenž je možnost připojení více než čtyř kamer k záznamovému zařízení, jelikož každá prodejna má jiný půdorys a podlahovou plochu. Dalším požadavkem je detekce pohybu a schopnost ukládat záznam až po dobu sedmi dnů, což je maximální lhůta doporučená Úřadem pro ochranu osobních údajů. V neposlední řadě je vyžadována funkce nočního vidění, jelikož prodejna v noční době není osvětlena.

Na základě požadavků zadavatele a znalosti dispozice sledovaného prostoru je možné upřesnit klíčová kritéria pro výběr vhodného kamerového systému. Zadavatel požaduje pokrytí celého prostoru, který se skládá ze tří místností. V jedné z těchto místností se uprostřed nacházejí regály, které částečně omezují výhled a mohou vytvářet slepá místa. Aby bylo zajištěno pokrytí

celého prostoru bez výrazných hluchých zón, je nezbytné zvolit minimálně čtyři kamery se zorným úhlem alespoň 80 stupňů, které strategicky a efektivně pokryjí celý prostor. Jedna se bude nacházet ve skladu, jedna v malé prodejní místnosti a dvě budou umístěny do velké místnosti viz Obrázek 2, kde jsou místnosti vyznačeny. S ohledem na požadavek na moderní funkce kamerového systému bylo rozhodnuto, že budou použity IP kamery, které nabízejí chytré funkce jako detekci pohybu a další. Součástí výběrového procesu je také důraz na kvalitu a spolehlivost dodavatele. Z tohoto důvodu budou zvažovány pouze produkty od výrobců, kteří mají v daném odvětví prokazatelné zkušenosti alespoň deseti let. Dalším klíčovým faktorem je cena celého kamerového systému. Ta musí zahrnovat veškerý nezbytný hardware pro plný provoz kamerového systému, s výjimkou zobrazovacího zařízení, které již zadavatel vlastní. Tím se zajistí, že systém bude plně funkční bez nutnosti dodatečných investic do základních komponent.

3.3 Omezující kritéria

Omezující kritéria vychází z předchozího odstavce a jejich shrnutí je následovné. Vybírá se již hotový **kamerový set čtyřech IP kamer včetně záznamového zařízení** společně s **dostatečně velkým paměťovým zařízením** a napájecími kabely. Kamery musí disponovat **rozlišením 4, nebo 5 Mpx, zorným úhlem minimálně 80°, detekcí pohybu a nočním viděním**. Záznamové zařízení umožňuje připojení minimálně čtyř kamer a **vzdálený přístup k záznamům**. Kapacita paměti záznamového zařízení je **dostatečná pro uložení nepřetržitého týdenního záznamu ze všech čtyř kamer**. Dále musí být **prodejce na trhu alespoň deset let**.

3.4 Kritéria výběru

V rámci rozhodovacího procesu bylo stanoveno celkem sedm klíčových kritérií, která mají zásadní význam pro řešení daného problému. Tato kritéria jsou seřazena podle významnosti, přičemž nejdůležitější kritérium je uvedeno na prvním místě a nejméně důležité na posledním.

- Pořizovací cena
- Rozlišení, zorný úhel, snímky za vteřinu
- Záruka
- Dosah noční vidění
- Potřebná kapacita paměti

Pořizovací cena – minimalizační kritérium

Pořizovací cena je často omezením při výběru kamerového systému, jelikož rozpočet může být omezený. Cílem je minimalizovat tuto cenu, aby se dosáhlo co nejlepší kombinace ceny a parametrů.

Rozlišení – maximalizační kritérium

Rozlišení kamery je klíčovým faktorem pro dosažení kvalitního obrazu. Vyšší rozlišení znamená lepší detaily, což je obzvlášť důležité pro identifikaci objektů a sledování dění v monitorované oblasti. Rozlišení kamer se běžně udává v megapixelech (Mpx). Cílem je maximalizovat rozlišení, aby byla zajištěna co nejlepší kvalita obrazu.

Zorný úhel – maximalizační kritérium

Zorný úhel kamery určuje, jak širokou oblast kamera pokrývá. Čím větší je zorný úhel, tím širší oblast může kamera monitorovat, což zvyšuje efektivitu systému. Zorný úhel bývá uváděn ve stupních (°) Při rozhodování je žádoucí maximalizovat zorný úhel, aby bylo zajištěno pokrytí větší plochy bez potřeby další kamery.

Snímky za vteřinu – maximalizační kritérium

Snímky za vteřinu (FPS) ovlivňují plynulost obrazu, což je klíčové pro sledování rychlých pohybů nebo událostí. Vyšší počet snímků za vteřinu zajišťuje plynulejší a detailnější obraz, což je výhodné pro analýzu a prevenci incidentů. V tomto případě se usiluje o maximalizaci FPS.

Záruka – maximalizační kritérium

Délka záruky je důležitá pro dlouhodobou spolehlivost kamery a snížení nákladů na opravy nebo výměny v budoucnu. Čím delší je záruka, tím větší je záruka kvalitního a bezproblémového provozu, což minimalizuje potenciální náklady spojené s údržbou. Proto je v rozhodovacím procesu cílem maximalizovat délku záruky, která bývá udávána v letech či měsících.

Dosah nočního vidění – maximalizační kritérium

Noční vidění je důležité pro monitorování v podmínkách s nízkým osvětlením, například v noci. Kamery s dobrým nočním viděním zajišťují lepší detaily a viditelnost i v těchto náročnějších podmínkách. Cílem je maximalizovat dosah nočního vidění pro zajištění

kvalitního obrazu i v noci. Noční vidění se vyjadřuje v metrech (m), přičemž se u kamer uvádí maximální dosah vidění.

Potřebná kapacita paměti– minimalizační kritérium

Potřebná kapacita paměti zařízení vyjadřuje, jak velké paměťové zařízení je potřeba pro uložení nepřetržitého týdenního záznamu, v tomto případě ze všech čtyř kamer. Kapacita paměti disku určuje, jak dlouho jsou záznamy uchovávány, a je ovlivněna velikostí ukládaných dat. S vyšším rozlišením, snímky za vteřinu a délkou záznamu roste i velikost souborů, což znamená, že pro efektivní správu systému je potřeba minimalizovat velikost dat a tím také snížit potřebnou kapacitu paměti. Minimální potřebná kapacita paměti zajišťuje efektivnější a levnější správu dat, velikost (kapacita) paměťového zařízení bývá udávána v gigabytech (GB) nebo terabytech (TB). Kritérium je zde proto, že v případě rozšíření kamerového systému o další kamery rostou také nároky na paměťové zařízení, se kterými pojí také poměrně rychle rostoucí cena. Cílem je tedy minimalizovat potřebnou kapacitu zařízení, aby případná dodatečná investice spojená s úložným prostorem byla co nejnižší.

Při rozhodování je tedy nutné balancovat mezi maximalizačními faktory, které zajišťují co nejlepší výkon (např. rozlišení, zorný úhel, snímky za vteřinu) a minimalizačními faktory, které ovlivňují náklady (např. pořizovací cena, kapacita paměti). Správná kombinace těchto kritérií zajistí výběr nejvhodnější varianty.

3.5 Varianty

Všechny vybrané varianty byly vybrány na základě splnění omezujících kritérií. Varianty, u kterých nebyly dostupné hodnoty hodnotících kritérií nebo nebyly aktuálně skladem, nebo se již neprodávají, byly automaticky vynechány. Všechny varianty mají v ceně zahrnutý disk o požadované kapacitě. Výsledné alternativy pochází od třech různých firem a jsou blíže popsány níže, hodnoty kritérií jsou vypsány v Tabulka 1 na následující straně. V tabulce jsou preferované hodnoty každého kritéria podbarvené zeleně, zatímco nepreferované hodnoty jsou podbarveny červeně.

Securia 4 MPx je kamerový systém s pořizovací cenou 11 290 Kč. Nabízí rozlišení 4 MPx a zorný úhel 95°. Snímková frekvence je nastavena na 20 FPS. Délka poskytované záruky je standardních 24 měsíců. Kamera disponuje nočním viděním s dosahem 25 metrů. Pro uchování týdenního záznamu je potřeba úložiště o kapacitě 1 TB.[33]

Securia 5 MPx má pořizovací cenu 14 475 Kč. Kamera disponuje rozlišením 5 MPx a zorným úhlem 95°. Počet snímků za sekundu je 20 FPS. Výrobce na tento model poskytuje záruku v délce 24 měsíců. Dosah nočního vidění činí 25 metrů. Pro ukládání týdenního záznamu je nutné úložiště s kapacitou 2 TB. [34]

Patronum 5 MPx je k dispozici za cenu 21 015 Kč. Kamera má rozlišení 5 MPx a zorný úhel 97°. Snímková frekvence dosahuje 30 FPS. Délka záruky poskytované výrobcem je 36 měsíců. Noční vidění umožňuje sledování prostoru do vzdálenosti 30 metrů. Pro uchování týdenního záznamu je potřeba úložiště s kapacitou 3 TB. [35]

Patronum 5 MPx je kamerový systém s cenou 25 661 Kč. Kamera má rozlišení 5 MPx a zorný úhel až 103°. Snímková frekvence je 30 FPS. Na tento model je poskytována záruka v délce 36 měsíců. Noční vidění dosahuje vzdálenosti 40 metrů. Pro uchování týdenního záznamu je nutné úložiště o velikosti 3 TB. [36]

5 MPx Techage má pořizovací cenu 13 390 Kč. Kamera nabízí rozlišení 5 MPx a zorný úhel 82°. Snímková frekvence je 12 FPS. Výrobce na tento model poskytuje záruku v délce 24 měsíců. Noční vidění má dosah 30 metrů. Pro uchování týdenního záznamu je nutná kapacita úložiště 2 TB. [37]

Tabulka 1: Rozhodovací tabulka

Důležitost kritérií (pořadí)		1	2	2	2	3	4	5
Kritéria		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Kritéria - popis, jednotky		Pořizovací cena (s DPH v Kč)	Rozlišení (v Mpx)	Zorný úhel (ve °)	Snímky za vteřinu (v FPS)	Záruka (v měsících)	Dosah nočního vidění (v metrech)	Potřebná paměť (pro uložení týdenního záznamu) (v TB)
Alternativy	Varianty	(min)	(max)	(max)	(max)	(max)	(max)	(min)
A1	Securia 4 MPx	11290	4	95	20	24	25	1
A2	Securia 5 MPx	14475	5	95	20	24	25	2
A3	Patronum 5 Mpx 97	21015	5	97	30	36	30	3
A4	Patronum 5 Mpx 103	25661	5	103	30	36	40	3
A5	Techage 5MPx	13390	5	82	12	24	30	2

Zdroj: vlastní zpracování

3.6 Stanovení vah kritérií

Stanovení vah kritérií bude provedeno za pomoci dvou nepřímých metod, a to Fullerova trojúhelníku a Saatyho metody.

Metoda Fullerova trojúhelníku

Jedná se o metodu párového porovnání, kdy se vytvoří „trojúhelník“, do kterého se zanesou proti sobě jednotlivá kritéria a následně se vyplní pravá hodní část nad diagonálou tak, že pokud kritérium ve sloupci je preferované před oproti kritériu ve sloupci, zapíše se do pole „1“, pokud ne, pak se zapíše hodnota „0“. Pokud mají kritéria stejnou prioritu, zapíše se hodnota „0,5“. Následně se sečte počet preferencí tak, že se sčítají „jedničky“ v řádku a „nuly“ ve sloupci pro každé kritérium a přičte se „jedna“, aby kritérium bez preferencí nemělo nulovou váhu. Následně se počet preferencí sečte a touto hodnotou se podělí počet preferencí u každého kritéria, čímž je vypočtena váha každého kritéria. V Tabulka 2 jsou stanoveny váhy kritérií pomocí Fullerova trojúhelníku. [38]

Tabulka 2: Stanovení vah kritérií za pomoci Fullerova trojúhelníku

Kritéria	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Počet preferencí f_i	f_i^*	Váhy v_i
K1		1	1	1	1	1	1	6+0	7	0,28
K2			0,5	0,5	1	1	1	3+0	4	0,16
K3				0,5	1	1	1	3+0	4	0,16
K4					1	1	1	3+0	4	0,16
K5						1	1	2+0	3	0,12
K6							1	1+0	2	0,08
K7								0+0	1	0,04
								suma	25	1

Důležitost	
K1	nejdůležitější
K2, K3, K4	méně důležité
K5	méně důležité
K6	méně důležité
K7	nejméně důležité

Zdroj: vlastní zpracování

Saatyho metoda

Saatyho metoda je další metodou párového porovnání. U této metody se kromě pořadí důležitosti kritérií stanovuje také jejich významnost za použití například stupnice 1-9, kdy hodnota 1 znamená, že kritéria jsou stejně významná a se zvyšující se hodnotou roste také jejich významnost, tedy hodnota 9 znamená, že kritérium je absolutně významnější než druhé.

Po přiřazení hodnot stupnice ke kritériím se vytvoří matice/tabulka, na jejíž hlavní diagonále jsou hodnoty „1“, jelikož kritérium samo proti sobě je stejně významné. Dále platí, že je-li významnější kritérium v řádku než ve sloupci, hodnota bude celé číslo, v opačném případě bude hodnotou zlomek (hodnota bude menší než jedna). Z předchozí věty vyplývá, že hodnoty pod a hodnoty nad hlavní diagonálou jsou k sobě navzájem převrácené, proto stačí vypočítat pouze hodnoty v jedné polovině matice a následně jejich převrácené hodnoty převrátit podle diagonály. Vyplnění hodnot v tabulce probíhá tak, že kritérium s nižší preferencí odečteme od

kritéria s vyšší preferencí a přičteme „jedničku“, to zajistí, že hodnota nikdy nebude nulová a zároveň, že výsledek bude vždy celé kladné číslo, tato hodnota se pak zapíše do průniku řádku více preferovaného kritéria a sloupce méně preferovaného kritéria. U zbylých hodnot, kde je v řádku méně preferované kritérium a ve sloupci více preferované, se symetricky podle diagonály zapisují převrácené hodnoty viz pravidlo zmíněné výše. [38]

Po vyplnění tabulky se pro každý řádek (kritérium) vypočítá geometrický průměr hodnot. Následně jsou průměry sečteny a jednotlivé geometrické průměry jsou vyděleny jejich společným součtem, čímž jsou získány váhy kritérií viz Tabulka 3. [38]

U této metody je také nutné vypočítat konzistenční poměr, který udává, zdali je matice dobře sestavena. Jako konzistentní jsou udávány matice, jejichž konzistenční poměr (CR) je menší než 0,1 neboli 10 %. K vypočtení poměru je potřeba zjistit a vypočítat hodnoty CI (consistency index), RI (random index) a největší vlastní číslo matice (λ_{max}). Konzistenční poměr se počítá podle vzorce (1). [38]

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (1)$$

Pro výpočet CR je tedy nejdříve nutné zjistit hodnoty CI a RI, v případě RI se jedná o tabulkovou hodnotu (ovlivněnou rozměrem matice – pro rozměr matice 7 je hodnota 1,32), zatímco hodnotu CI je nutné dopočítat, a to podle vzorce (2), kde „m“ je rozměr matice a hodnota λ_{max} je nutné dopočítat, k tomu je vhodný například nástroj MATLAB Online [39]. [38]

$$CI = \frac{\lambda_{max} - m}{m - 1} \quad (2)$$

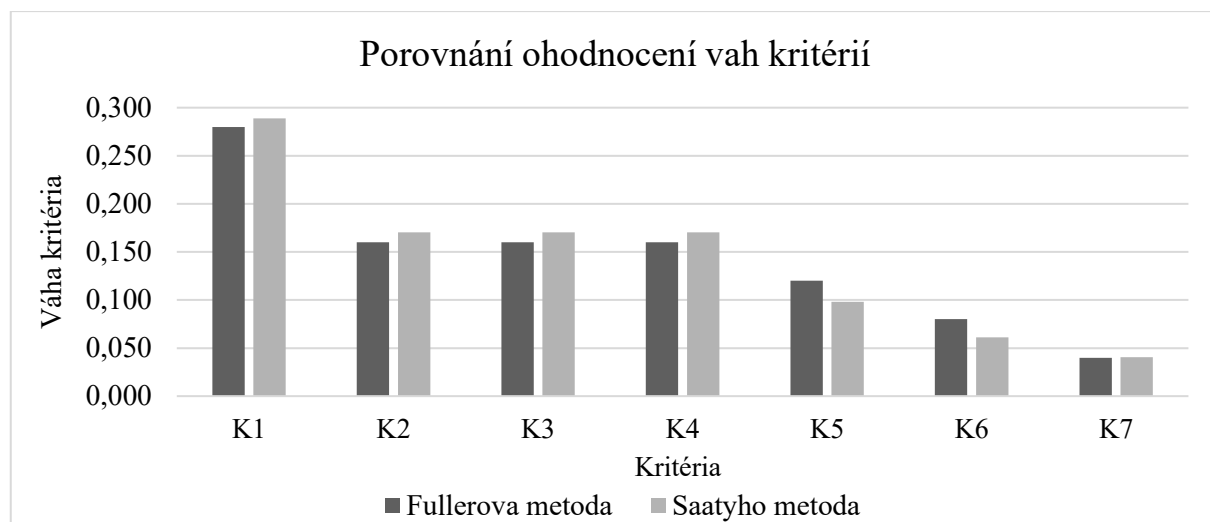
Tabulka 3: Stanovení vah kritérií za pomoci Saatyho metody

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Geometrický průměr	Váhy v_i	Intenzita relativních důležitostí	Kritéria
K1	1	2	2	2	3	4	5	2,416	0,289	9	
K2	1/2	1	1	1	2	3	4	1,426	0,170	8	
K3	1/2	1	1	1	2	3	4	1,426	0,170	7	
K4	1/2	1	1	1	2	3	4	1,426	0,170	6	
K5	1/3	1/2	1/2	1/2	1	2	3	0,820	0,098	5	K1
K6	1/4	1/3	1/3	1/3	1/2	1	2	0,512	0,061	4	K2, K3, K4
K7	1/5	1/4	1/4	1/4	1/3	1/2	1	0,340	0,041	3	K5
						suma:		8,366	1,000	2	K6
										1	K7

λ_{max}	7,071
CI	0,012
RI	1,32
CR	0,009

Zdroj: vlastní zpracování

Porovnání vah kritérií za použití obou metod je znázorněno v Obrázek 3, ze kterého je zřejmé, že pořadí důležitosti kritérií se u obou metod shoduje a jednotlivé váhy odpovídají předem stanovené preferenci.



Obrázek 3: Graf ohodnocení vah kritérií

Zdroj: vlastní zpracování

3.7 Ohodnocení alternativ

Pro ohodnocení alternativ bude použit stejný postup a metody jako při stanovení vah jednotlivých kritérií.

Ukázka výpočtu ohodnocení alternativ **Fullerovou metodou** v rámci kritéria K1 je znázorněno v Tabulka 4, kde lze vidět, že váha kritérií odpovídá intenzitě výhodnosti – alternativa A1 má v rámci kritéria nejvyšší ohodnocení odpovídající nejvyšší výhodnosti (nejlepší hodnotě v rozhodovací tabulce viz Tabulka 1).

Tabulka 4: Ukázka ohodnocení alternativ v rámci kritéria K1 Fullerovou metodou

K1	A1	A2	A3	A4	A5	Počet preferencí f_i	f^*i	h_1^j
A1		1	1	1	1	4+0	5	0,333
A2			1	1	0	2+0	3	0,200
A3				1	0	1+0	2	0,133
A4					0	0+0	1	0,067
A5						0+3	4	0,267
						suma	15	1

Intenzita výhodnosti	
A1	nejvýhodnější
A5	
A2	
A3	
A4	nejméně výhodné

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 5 znázorňuje ukázkou stejného výpočtu (ohodnocení alternativ v rámci kritéria K1), nicméně **Saatyho metodou**. Opět lze vidět, že pořadí vah odpovídá intenzitě výhodnosti a zároveň je pořadí vypočítaných vah u obou metod stejné.

Tabulka 5: Ukázka ohodnocení alternativ v rámci kritéria K1 Saatyho metodou

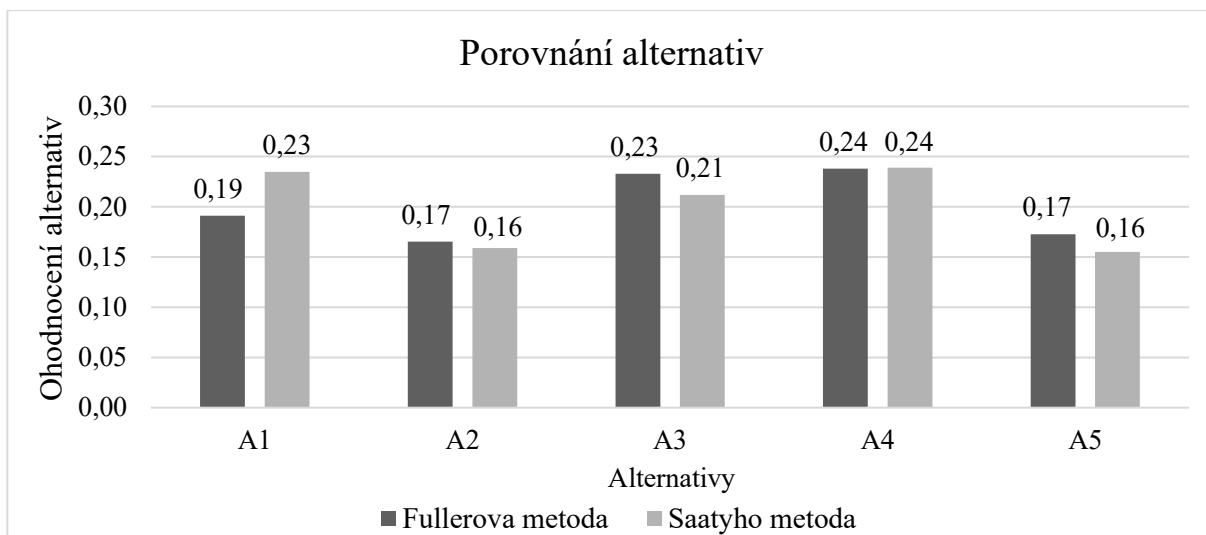
K1	A1	A2	A3	A4	A5	Geometrický průměr	h_1^j	Intenzita relativních výhodností	Alternativy
A1	1	4	7	9	3	3,764	0,491	9	A1
A2	1/3	1	4	6	1/2	1,320	0,172	8	
A3	1/7	1/4	1	3	1/5	0,464	0,060	7	A5
A4	1/9	1/6	1/3	1	1/7	0,245	0,032	6	A2
A5	1/3	2	5	7	1	1,878	0,245	5	
				suma		8	1	4	
								3	A3
								2	
								1	A4

λ_{\max}	5,270
CI	0,067
RI	1,12
CR	0,060

Zdroj: vlastní zpracování

Na Obrázek 4 je znázorněno porovnání vah jednotlivých alternativ získaných pomocí Fullerovy a Saatyho metody. Vyšší hodnota váhy značí vyšší preferenci dané alternativy v rámci rozhodovacího procesu.

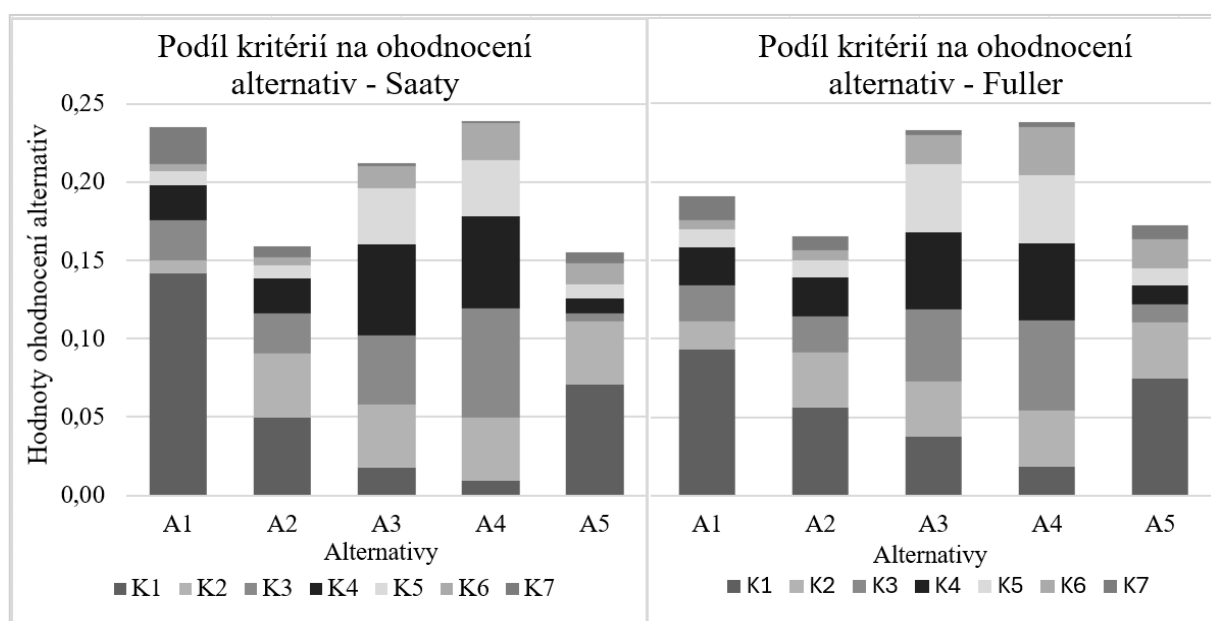
Z grafu je patrné, že u většiny alternativ jsou výsledky obou metod relativně konzistentní, nicméně pořadí alternativ není u obou metod totožné. Nejvyšší ohodnocení u obou metod získala alternativa A4 i přes svou poměrně vysokou cenu. Naopak nejhoršími alternativami se staly A2 a A5, jejichž nižší pořizovací cena nevykompenzovala horší parametry kamery.



Obrázek 4: Graf ohodnocení alternativ metodami vícekriteriálního rozhodování

Zdroj: vlastní zpracování

V Obrázek 5 jsou znázorněny jednotlivé podíly kritérií na ohodnocení alternativ při použití vybraných metod vícekriteriálního rozhodování. Lze si povšimnout rozdílu v hodnocení mezi metodami. Zatímco Fullerova metoda k ohodnocení používá pouze počet preferencí, Saatyho metoda využívá „sílu“ preference, tedy jak moc je kritérium (nebo alternativa v rámci kritéria) preferována. Rozdíl je pak vidět například u ohodnocení alternativy A1 v rámci kritéria K1 (cena), kdy Saatyho metoda na základě velmi silné preference této alternativy ohodnotila podstatně lépe než Fullerova metoda.



Obrázek 5: Graf podílu kritérií na ohodnocení alternativ

Zdroj: vlastní zpracování

3.8 Výběr vhodného kamerového systému

Za použití metod vícekritériálního rozhodování na rozhodovací problém týkající se výběru kamerového systému do konkrétní prodejny vyšla nejlépe alternativa A4 neboli kamerový set Patronum 5MPx se zorným úhlem 103°.

Alternativa je sice nejdražší, nicméně to převažují její velmi dobré technické parametry, navíc také nabízí nejdelší záruku, a to 36 měsíců. Optimální alternativa včetně veškerého příslušenství v setu je na Obrázek 6. Set obsahuje 4 IP kamery, videorekordér s možností připojení až devíti kamer, předinstalovaný pevný disk o kapacitě 3 GB společně s napájecím kabelem rekordéru, čtyři 25 metrů dlouhé UTP kabely s nakrimpovanými konektory pro napájení kamer a přenos dat, počítačovou myš pro ovládání rekordéru, instalační příslušenství jako vruty a hmoždinky pro připevnění kamer. Mimo již zmíněné parametry výše nabízí alternativa při jejím pořízení také doživotní zákaznickou podporu či balík aplikací pro správu a vzdálený dohled [36].



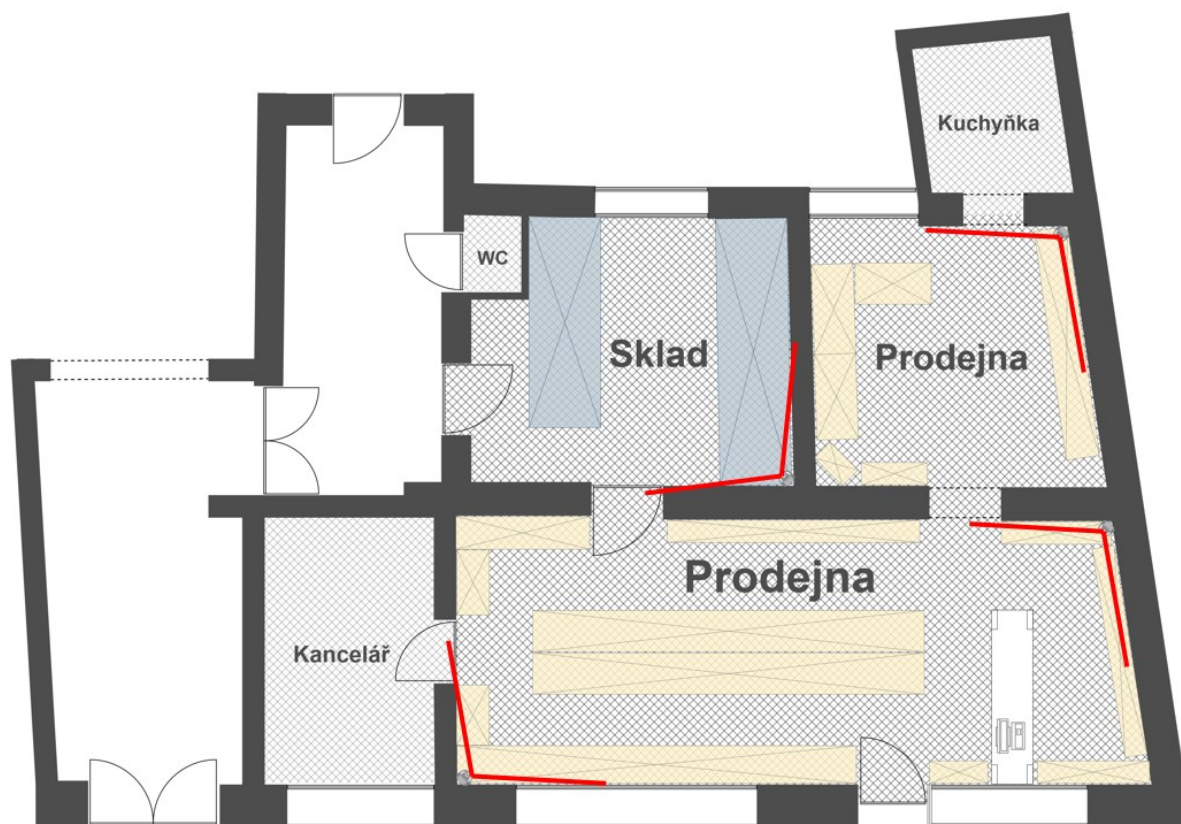
Obrázek 6: Optimální alternativa – set příslušenství

Zdroj: [36]

3.9 Návrh rozmístění kamer v rámci objektu

Obrázek 7 znázorňuje návrh rozmístění kamer v rámci zabezpečovaného objektu. Jednotlivé kamery jsou umístěny tak, aby pokrývaly zadané prostory prodejny. Červené výseče vyznačují zorná pole jednotlivých kamer, které zajišťují přehled nad vstupními a výstupními body,

prodejním pultem a dalšími kritickými oblastmi. Rozmístění bylo navrženo s ohledem na maximální pokrytí prostoru a zajištěním co nejmenšího počtu slepých míst. Tento návrh zajišťuje efektivní kontrolu pohybu osob a potenciálně rizikových situací v zájmovém prostoru.



Obrázek 7: Návrh rozmístění kamer v rámci zájmového objektu

Zdroj: vlastní zpracování

ZÁVĚR

Cílem práce bylo představit kamerové systémy a vybrat nejvhodnější řešení v podobě kamerového systému do vybrané prodejny na základě vybraných parametrů za použití vícekritériálního rozhodování.

První část bakalářské práce se věnuje úvodu do problematiky zabezpečení objektů. Popisuje jednotlivé typy a formy ochrany, přičemž se zaměřuje na dostupné prostředky zabezpečení, a to jak mechanické prvky, tak i elektronické zabezpečovací systémy. Mezi ně patří mimo jiné také kamerové systémy, kterým je dále věnována samostatná část práce.

Následující kapitola je zaměřena specificky na kamerové systémy. Obsahuje přehled základních typů kamer, jejich technických parametrů a dalších funkcí, které jsou v současnosti běžně dostupné. Dále se tato část zabývá konkrétním využitím kamerových systémů v prostředí maloobchodních prodejen, přičemž zohledňuje klíčové aspekty, které je třeba při jejich výběru brát v úvahu. Součástí kapitoly je rovněž stručný přehled právní úpravy pro používání kamerových systémů v České republice a upozornění na omezení a povinnosti, které s jejich provozem souvisejí.

Závěrečná část práce se zaměřuje na řešení konkrétního rozhodovacího problému, kterým je výběr vhodného kamerového systému pro danou prodejnu. Nejprve je popsán samotný objekt – jeho umístění, dispozice a současný stav zabezpečení. Byla stanovena omezující kritéria a navržena kritéria výběru. V souladu s omezujícími kritérii byly vybrány varianty, které splňují dané podmínky, a následně bylo přistoupeno k aplikaci vícekritériálních rozhodovacích metod. Jejich aplikací byly získány váhy jednotlivých kritérií a ohodnocení alternativ. Na základě získaných výsledků byla určena optimální varianta, která dosáhla nejlepšího hodnocení v obou použitých metodách. Závěrem byl zpracován návrh konkrétního rozmístění kamer v rámci prodejny tak, aby bylo zajištěno pokrytí všech požadovaných prostor.

Přínosem této bakalářské práce je komplexní zpracování problematiky zabezpečení prodejny prostřednictvím kamerového systému, a to jak z teoretického, tak i praktického hlediska. Práce nabízí přehled bezpečnostních opatření se zaměřením na elektronické zabezpečení, přičemž zvláštní důraz je kladen na kamerové systémy a jejich využití v maloobchodním prostředí. Součástí práce je aplikace vícekritériálního rozhodování na reálný případ výběru kamerového systému, včetně stanovení kritérií, jejich ohodnocení a výběru optimální varianty. Tento postup může sloužit jako praktický návod pro obdobné projekty v oblasti zabezpečení komerčních objektů.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] KYNCL, Jaromír. *Bezpečnost objektu ve světle moderních technologií*. Praha: Komora podniků komerční bezpečnosti České republiky, 2014. ISBN 978-80-260-7115-0.
- [2] ČANDÍK, Marek. *Objektová bezpečnost II. Učební texty vysokých škol*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2004. ISBN 80-7318-217-3.
- [3] STRNAD, Michal a OLIBERIUS, Vladimír. Současné směry oblasti v zajištění fyzické bezpečnosti objektů a areálů státní správy. *FORENZNÍ VĚDY, PRÁVO, KRIMINALISTIKA* [online]. 2021, roč. 6, č. 1, s. 95-98 [cit. 2024-10-02]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.37355/fvpk-2021/1-07>.
- [4] ČSN 50131-7. *Poplachové systémy – Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy – Část 7: Pokyny pro aplikace*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [5] TNI 33 4591-1. *Poplachové systémy – Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy – Část 1: Návrh systému PZTS – Komentář k ČSN CLC/TS 50131-7:2011*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [6] ŠEVČÍK, Jiří. In: LUKÁŠ, Luděk. *Bezpečnostní technologie, systémy management I*. Zlín: VeRBum, 2011. ISBN 987-80-87500-05-7, s. 195-205.
- [7] CAHLÍK, Marek. Bezpečnostné a zabezpečovacie systémy. *IDB Journal*, 2012 č. 3, s. 27.
- [8] ŠIMÍČEK, Jiří. Fyzická ochrana. *Bezpečnostní poradenství JŠ* [online]. [cit. 2024-10-06]. Dostupné z: <https://www.bp-js.cz/fyzicka-ochrana/fyzicka-ochrana/>.
- [9] IVANKA, Ján. *Mechanické zábranné systémy*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010. ISBN 978-80-7318-910-5.
- [10] What is the Definition of a Security Door? *NORTH COAST Blinds & Security* [online]. 2024 [cit. 2025-02-11]. Dostupné z: <https://northcoastblinds.com.au/what-is-the-definition-of-a-security-door/>.
- [11] Zabezpečení balkónových a terasových dveří proti zlodějům. Svět oken [online]. 2019 [cit. 2024-10-9]. Dostupné z: <https://www.svet-oken.cz/dvere/terasove-dvere/zabezpeceni-balkonovych-a-terasovych-dveri-proti-zlodejum>.
- [12] Co je systém EZS. ELKOV ELEKTRO [online]. [cit. 2024-10-9]. Dostupné z: <https://www.elkov.cz/sluzby-poradenstvi-a-navrh-y-elektronicke-zabezpecovaci-systemy-ezs/>.

- [13] LUKÁŠ, Luděk. *Bezpečnostní technologie, systémy a management V. Teorie a praxe ochrany majetku a fyzické bezpečnosti*. Zlín: Radim Bačuvčík - VeRBuM, 2015. ISBN 978-80-87500-67-5, s. 250-259.
- [14] HUB, Miloslav. *Poplachový zabezpečovací a tísňový systém* [PDF]. Prezentováno v: Úvod do informačních bezpečnostních systémů, 2022, Pardubice.
- [15] LUKÁŠ, Luděk. *Bezpečnostní technologie, systémy a management I*. Zlín: Radim Bačuvčík - VeRBuM, 2011. ISBN 978-80-87500-05-7, s. 139-155.
- [16] ŘÍHA, Milan, SIEGER, Ladislav, PIKOLA, Pavel. *Bezpečnostní systémy II*. Vydání 2. aktualizované. Praha: Námořní akademie České republiky, 2011. ISBN 978-80-87103-35-7, s. 148-153.
- [17] KYNCL, Jaromír. *Ochrana zboží – elektronické a mechanické prvky*. In ABAS Report. Č. 2. ABAS IPS Management. Ostrava, 2009, s. 7-9.
- [18] Jak a proč využít kamerový systém?. damacom [online]. [cit. 2024-11-8]. Dostupné z: <https://damacom.cz/navody-a-rady/jak-a-proc-vyuzit-kamerovy-system/>.
- [19] ADÁMEK, Milan, Karla BARČOVÁ, Petr BITALA, Václav MACH a Jiří ŠEVČÍK, 2022. Dohledové videosystémy v bezpečnostních technologiích. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-263-4.
- [20] SPACE AND NAVAL WARFARE SYSTEMS CENTER ATLANTIC. *CCTV Technology Handbook*. Homeland Security. 2013. [online]. [cit. 2024-11-06]. Dostupné z: https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/CCTV-Tech-HBK_0713-508.pdf.
- [21] BURDA, Karel. *Základy elektronických zabezpečovacích systémů*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2017. ISBN 978-80-7204-967-7.
- [22] OLAGOKE, Adeshina Sirajdin; IBRAHIM, Haidi; TEOH, Soo Siang. Literature survey on multi-camera system and its application. *IEEE Access*, [online]. 2020, roč. 8, s. 172892-172922 [cit. 2024-11-15]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3024568>.
- [23] IP ratings. INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. *IEC* [online]. [cit. 2024-11-20]. Dostupné z: <https://www.iec.ch/ip-ratings>.
- [24] LUO, Flora. Starlight Cameras: What It Is, How it Works, Videos, Best Picks & More. *Reolink* [online]. 2024, 18. 9. 2024 [cit. 2024-11-20]. Dostupné z: <https://reolink.com/blog/starlight-ip-cameras-definition-and->

application/?srsltid=AfmBOopAnCwdnTvLY4WUrJvtj73H_KgOCLMoDhIH85xTeCvsKDSFsLTp.

- [25] Kamery v prodejně – výběr vhodného řešení. *SECURIA PRO* [online]. 2024 [cit. 2024-12-24]. Dostupné z: <https://www.securiapro.cz/clanek/kamery-v-prodejne-vyber-vhodneho-reseni/>.
- [26] MIKUŠOVÁ, Hana. Instalace bezpečnostních kamer musí být v souladu s ochranou osobních údajů. *Právo21* [online]. 2021 [cit. 2025-01-03]. Dostupné z: <https://pravo21.cz/pravo/instalace-bezpecnostnich-kamer-musi-byt-v-souladu-s-ochranou-osobnich-udaju>.
- [27] Zákon č. 110/2019 Sb. Zákon o zpracování osobních údajů. In: *Zákony pro lidi* [online]. AION CS, 2019 [cit. 2025-01-03]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2019-110>.
- [28] Zákon č. 89/2012 Sb. Zákon občanský zákoník. In: *Zákony pro lidi* [online]. AION CS, 2012 [cit. 2025-01-03]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-89/zneni-20250215>.
- [29] ČSN EN 62676-4, *Dohledové videosystémy pro použití v bezpečnostních aplikacích – Část 4: Pokyny pro aplikace*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
- [30] Usnesení předsednictva České národní rady č. 2/1993 Sb., o vyhlášení LISTINY ZÁKLADNÍCH PRÁV A SVOBOD jako součástí ústavního pořádku České republiky.
- [31] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/679 ze dne 27. dubna 2016 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů a o zrušení směrnice 95/46/ES (obecné nařízení o ochraně osobních údajů), účinné od 25. 5. 2018. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679>.
- [32] MINISTERSTVO VNITRA. Pořízení a provoz bezpečnostní kamery. *Portál občana* [online]. [cit. 2025-01-03]. Dostupné z: <https://portal.gov.cz/rozcestniky/porizeni-a-provoz-bezpecnostni-kamery-RZC-95>.
- [33] Securia Pro IP kamerový systém NVR4CHV4S-B DOME smart, černý. *SECURIA PRO* [online]. [cit. 2025-03-15]. Dostupné z: <https://www.securiapro.cz/securia-pro-kamerovy-system-nvr4chv4s-b-dome-smart--cerny/>.
- [34] Securia Pro IP kamerový systém NVR4CHV5S-B DOME smart, černý. *SECURIA PRO* [online]. [cit. 2025-03-15]. Dostupné z: <https://www.securiapro.cz/securia-pro-kamerovy-system-nvr4chv5s-b-dome-smart--cerny/>.

- [35] 5.0Mpx IP kamerový systém PROFI 4xDOME PRD35. *Nejkam.cz* [online]. [cit. 2025-03-15]. Dostupné z: <https://www.nejkam.cz/p/5-0mpx-ip-kamerovy-system-profi-4xdome-prd35>.
- [36] 5.0Mpx IP kamerový systém PROFI 4xDOME PRD45. *Nejkam.cz* [online]. [cit. 2025-03-15]. Dostupné z: <https://www.nejkam.cz/p/5-0mpx-ip-kamerovy-system-profi-4xdome-prd45>.
- [37] 5MP IP PoE kamerový set, 4 dome anti-vandal kamery, XM. *Smartip* [online]. [cit. 2025-03-15]. Dostupné z: <https://www.smartip.cz/p/5mp-ip-poe-kamerovy-set-dome-kamery-xm>.
- [38] FOTR, Jiří a ŠVECOVÁ, Lenka. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje*. Třetí, přepracované vydání. Praha: Ekopress, 2016. ISBN 978-80-87865-33-0.
- [39] MATHWORKS. MATLAB Online. *MATLAB* [online]. [cit. 2025-04-15]. Dostupné z: <https://matlab.mathworks.com/>.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A: Výpočty ohodnocení alternativ a kritérií Fullerovou metodou

Příloha B: Výpočty ohodnocení alternativ a kritérií Saatyho metodou

PŘÍLOHA A: Výpočty alternativ a kritérií Fullerovou metodou

Kritéria	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Počet preferencí f_i	f^*i	Váhy v_i
K1		1	1	1	1	1	1	6+0	7	0,28
K2			0,5	0,5	1	1	1	3+0	4	0,16
K3				0,5	1	1	1	3+0	4	0,16
K4					1	1	1	3+0	4	0,16
K5						1	1	2+0	3	0,12
K6							1	1+0	2	0,08
K7								0+0	1	0,04
								suma	25	1

Důležitost	
K1	nejdůležitější
K2, K3, K4	méně důležité
K5	méně důležité
K6	méně důležité
K7	nejméně důležité

K1	A1	A2	A3	A4	A5	Počet preferencí f_i	f^*i	h_1^j
A1		1	1	1	1	4+0	5	0,333
A2			1	1	0	2+0	3	0,200
A3				1	0	1+0	2	0,133
A4					0	0+0	1	0,067
A5						0+3	4	0,267
						suma	15	1

Intenzita výhodnosti	
A1	nejvýhodnější
A5	
A2	
A3	
A4	nejméně výhodné

K2	A1	A2	A3	A4	A5	Počet preferencí f_i	f^*i	h_2^j
A1		0	0	0	0	0+0	1	0,111
A2			0,5	0,5	0,5	0+1	2	0,222
A3				0,5	0,5	0+1	2	0,222
A4					0,5	0+1	2	0,222
A5						0+1	2	0,222
						suma	9	1

Intenzita výhodnosti	
A2, A3, A4, A5	nejvýhodnější
A1	nejméně výhodné

K3	A1	A2	A3	A4	A5	Počet preferencí f_i	f^*i	h_3^j
A1		0,5	0	0	1	1+0	2	0,143
A2			0	0	1	1+0	2	0,143
A3				0	1	1+2	4	0,286
A4					1	1+3	5	0,357
A5						0+0	1	0,071
						suma	14	1

Intenzita výhodnosti	
A4	nejvýhodnější
A3	
A1, A2	
A5	nejméně výhodné

K4	A1	A2	A3	A4	A5	Počet preferencí f_i	f^*i	h_4^j
A1		0,5	0	0	1	1+0	2	0,154
A2			0	0	1	1+0	2	0,154
A3				0,5	1	1+2	4	0,308
A4					1	1+2	4	0,308
A5						0+0	1	0,077
						suma	13	1

Intenzita výhodnosti	
A3, A4	nejvýhodnější
A1, A2	
A5	nejméně výhodné

K5	A1	A2	A3	A4	A5	Počet preferencí f_i	f^*i	h_5^j
A1		0,5	0	0	0,5	0+0	1	0,091
A2			0	0	0,5	0+0	1	0,091
A3				0,5	1	1+2	4	0,364
A4					1	1+2	4	0,364
A5						0+0	1	0,091
						suma	11	1

Intenzita výhodnosti	
A3, A4	nejvýhodnější
A1, A2, A5	nejméně výhodné

K6	A1	A2	A3	A4	A5	Počet preferencí f_i	f^*i	h_6^j
A1		0,5	0	0	0	0+0	1	0,077
A2			0	0	0	0+0	1	0,077
A3				0	0,5	0+2	3	0,231
A4					1	1+3	5	0,385
A5						0+2	3	0,231
						suma	13	1

Intenzita výhodnosti	
A4	nejvýhodnější
A3, A5	
A1, A2	nejméně výhodné

K7	A1	A2	A3	A4	A5	Počet preferencí f_i	f^*i	h_7^j
A1		1	1	1	1	4+0	5	0,385
A2			1	1	0,5	2+0	3	0,231
A3				0,5	0	0+0	1	0,077
A4					0	0+0	1	0,077
A5						0+2	3	0,231
						suma	13	1

Intenzita výhodnosti	
A1	nejvýhodnější
A2, A5	
A3, A4	nejméně výhodné

PŘÍLOHA B: Výpočty alternativ a kritérií Saatyho metodou

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Geometrický průměr	Váhy v_i	Intenzita relativních důležitostí	Kritéria
K1	1	2	2	2	3	4	5	2,416	0,289	9	
K2	1/2	1	1	1	2	3	4	1,426	0,170	8	
K3	1/2	1	1	1	2	3	4	1,426	0,170	7	
K4	1/2	1	1	1	2	3	4	1,426	0,170	6	
K5	1/3	1/2	1/2	1/2	1	2	3	0,820	0,098	5	K1
K6	1/4	1/3	1/3	1/3	1/2	1	2	0,512	0,061	4	K2, K3, K4
K7	1/5	1/4	1/4	1/4	1/3	1/2	1	0,340	0,041	3	K5
							suma	8,366	1	2	K6
										1	K7

λ_{\max}	7,071
CI	0,012
RI	1,32
CR	0,009

K1	A1	A2	A3	A4	A5	Geometrický průměr	h_1^j	Intenzita relativních výhodností	Alternativy
A1	1	4	7	9	3	3,764	0,491	9	A1
A2	1/3	1	4	6	1/2	1,320	0,172	8	
A3	1/7	1/4	1	3	1/5	0,464	0,060	7	A5
A4	1/9	1/6	1/3	1	1/7	0,245	0,032	6	A2
A5	1/3	2	5	7	1	1,878	0,245	5	
						suma	8	4	
								3	A3
								2	
								1	A4

λ_{\max}	5,270
CI	0,067
RI	1,12
CR	0,060

K2	A1	A2	A3	A4	A5	Geometrický průměr	h_2^j	Intenzita relativních výhodností	Alternativy
A1	1	1/5	1/5	1/5	1/5	0,276	0,048	9	
A2	5	1	1	1	1	1,380	0,238	8	
A3	5	1	1	1	1	1,380	0,238	7	
A4	5	1	1	1	1	1,380	0,238	6	
A5	5	1	1	1	1	1,380	0,238	5	A2, A3, A4, A5
						suma	6	4	
								3	
								2	
								1	A1

λ_{\max}	5
CI	0
RI	1,12
CR	0

K3	A1	A2	A3	A4	A5	Geometrický průměr	h_3^j
A1	1	1	1/2	1/3	7	1,031	0,152
A2	1	1	1/2	1/3	7	1,031	0,152
A3	2	2	1	1/2	8	1,741	0,257
A4	3	3	2	1	9	2,766	0,409
A5	1/7	1/7	1/8	1/9	1	0,195	0,029
suma						7	1

Intenzita relativních výhodností	Alternativy
9	A4
8	A3
7	A1, A2
6	
5	
4	
3	
2	
1	A5

λ_{max}	5,104
CI	0,026
RI	1,12
CR	0,023

K4	A1	A2	A3	A4	A5	Geometrický průměr	h_4^j
A1	1	1	1/3	1/3	3	0,803	0,129
A2	1	1	1/3	1/3	3	0,803	0,129
A3	3	3	1	1	5	2,141	0,344
A4	3	3	1	1	5	2,141	0,344
A5	1/3	1/3	1/5	1/5	1	0,339	0,054
suma						6	1

Intenzita relativních výhodností	Alternativy
9	
8	
7	
6	
5	A3, A4
4	
3	A1, A2
2	
1	A5

λ_{max}	5,056
CI	0,014
RI	1,12
CR	0,012

K5	A1	A2	A3	A4	A5	Geometrický průměr	h_5^j
A1	1	1	1/4	1/4	1	0,574	0,091
A2	1	1	1/4	1/4	1	0,574	0,091
A3	4	4	1	1	4	2,297	0,364
A4	4	4	1	1	4	2,297	0,364
A5	1	1	1/4	1/4	1	0,574	0,091
suma						6	1

Intenzita relativních výhodností	Alternativy
9	
8	
7	
6	
5	
4	A3, A4
3	
2	
1	A1, A2, A5

λ_{max}	5,000
CI	0,000
RI	1,12
CR	0,000

K6	A1	A2	A3	A4	A5	Geometrický průměr	h_6^j
A1	1	1	1/3	1/4	1/3	0,488	0,082
A2	1	1	1/3	1/4	1/3	0,488	0,082
A3	3	3	1	1/2	1	1,351	0,226
A4	4	4	2	1	2	2,297	0,384
A5	3	3	1	1/2	1	1,351	0,226
suma						6	1

Intenzita relativních výhodností	Alternativy
9	
8	
7	
6	
5	
4	A,4
3	A3, A5
2	
1	A1, A2

λ_{max}	5,026
CI	0,007
RI	1,12
CR	0,006

K7	A1	A2	A3	A4	A5	Geometrický průměr	h_7^j
A1	1	5	9	9	5	4,584	0,572
A2	1/5	1	5	5	1	1,380	0,172
A3	1/9	1/5	1	1	1/5	0,339	0,042
A4	1/9	1/5	1	1	1/5	0,339	0,042
A5	1/5	1	5	5	1	1,380	0,172
suma						8	1

Intenzita relativních výhodností	Alternativy
9	A1
8	
7	
6	
5	A2, A5
4	
3	
2	
1	A3, A4

λ_{max}	5,170
CI	0,043
RI	1,12
CR	0,038