

Výběr a posouzení tech. parametrů CCTV kamer

David Prachař

Bakalářská práce
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: David Prachař
Osobní číslo: A14671
Studijní program: B3902 Inženýrská informatika
Studijní obor: Bezpečnostní technologie, systémy a management
Forma studia: kombinovaná

Téma práce: Výběr a posouzení technických parametrů CCTV kamer
Téma anglicky: The Selection and Evaluation of CCTV Camera Technical Parameters

Zásady pro vypracování:

1. Analyzujte metodiku výběru zařízení a provádění zkoušek dle ČSN EN 50132-7 ed. 2 a ČSN EN 62676-4.
2. Definujte 3 typická prostředí pro aplikaci kamerových systémů na nichž budete zkoušky provádět.
3. Zvolte reprezentativní vzorek 6 modelů IP kamer od 3 různých výrobců Navrhněte postup posouzení technických parametrů s ohledem na požadavky normy ČSN EN 62676-4 a potřeby reálného uživatele.
4. Proveďte testování vybraných kamer a jejich parametrů dle zvolené metodiky.
5. Zpracujte výsledky měření, porovnejte získaná data s parametry uváděnými výrobcem kamer a s technickými požadavky normy.
6. Vyhodnoťte náročnost aplikované metody a její reálný přínos pro výběr kamerové techniky u uvažovaných typů aplikací.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management II. Zlín: Radim Bačuvčík – VeRBUm, 2012. ISBN 978-80-87500-19-4.
2. LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management IV. Zlín. Radim Bačuvčík – VeRBUm, 2014. ISBN 978-80-87500-57-6.
3. SLANINA, Martin. Methods and tools for image and video quality assessment. [Brno: University of Technology], 2009. Vědecké spisy Vysokého učení technického v Brně. PhD Thesis. ISBN 978-80-214-3941-2
4. JONÁK, Jiří. Využití záznamů z bezpečnostních kamer ve forenzní praxi. Brno: Tribun EU, 2008. Knihovnicka.cz. ISBN 978-80-7399-643-7.
5. GILL, M. L. a Angela SPRIGGS. Vyhodnocení účinku kamerových systémů. Praha: Institut pro kriminologii a sociální prevenci, 2007. Prameny. ISBN 978-80-7338-061-8.
6. ČSN EN 50132-7 ed. 2 (334592) Poplachové systémy – CCTV sledovací systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích. Část 7, Pokyny pro aplikaci.
7. ČSN EN 62676-4 (334592) Dohledové videosystémy pro použití v bezpečnostních aplikacích. Část 4, Pokyny pro aplikace.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ján Ivanka

Ústav bezpečnostního inženýrství

Konzultant:

Ing. Jiří Ševčík

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

3. února 2017

Termín odevzdání bakalářské práce:

29. května 2017

Ve Zlíně dne 3. února 2017

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan



Ing. Ján Valouch, Ph.D.
ředitel ústavu


Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

V Brně, dne 12. května 2017


.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Bakalářská práce si klade za cíl analyzovat a prakticky ověřit postupy výběru bezpečnostních kamer definovaný normou ČSN EN 62676-4. V teoretické části se práce věnuje rozboru normy, výběru kamer a stanovuje postupy jednotlivých zkoušek. V závěru teoretické části jsou definována tři prostředí pro která budou praktické zkoušky realizovány.

Praktická část bakalářské práce se věnuje výběru konkrétních modelů kamer, vlivu vybraných technických parametrů na volbu typu kamery a popisu průběhu vlastního testování dle ČSN EN 62676-4. V závěru praktické části je zhodnocena náročnost použité metodiky, její přínos pro proces výběru bezpečnostních kamer a je posouzena praktická aplikovatelnost jednotlivých metod.

Klíčová slova: ČSN EN 62676-4, bezpečnostní kamera, dohledový videosystém, rozlišovací schopnost, identifikace osob

ABSTRACT

The bachelor's thesis aims to select and evaluate the selection procedures of security cameras defined by ČSN EN 62676-4. In the theoretical part, the thesis deals with the analysis of the norm, the selection of cameras and sets out the procedures of individual tests. At the end of the theoretical part are defined three real environments for which following tests will be realized.

The practical part of the bachelor's thesis deals with the selection of specific camera models, the influence of selected technical parameters on the choice of the camera type and the process of testing according to ČSN EN 62676-4 norm. At the end of the practical part is evaluated the applicability of the methodology, its contribution to the security cameras selection process and the practical applicability of the individual methods.

Keywords: CSN EN 62676-4, Security camera, VSS – Video Surveillance System, Resolution, Sensitivity, Level of Identification

Tímto bych chtěl poděkovat Ing. Jánovi Ivankovi a Ing. Jiřímu Ševčíkovi za cenné rady a doporučení poskytnuté při tvorbě a revizích této bakalářské práce. Současně bych rád poděkoval mému zaměstnavateli, firmě ABBAS, a.s. za umožnění věnovat se při zaměstnání studiu tohoto oboru, stejně jako za poskytnutí technického vybavení k realizaci prováděných zkoušek.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| ÚVOD | 10 |
| I TEORETICKÁ ČÁST | 11 |
| 1 METODIKA VÝBĚRU ZAŘÍZENÍ DLE ČSN | 12 |
| 1.1 ČSN EN 62676-4 | 12 |
| 1.2 ČSN EN 50132-7 | 13 |
| 1.2.1 Porovnání s normou ČSN EN 62676-4 | 13 |
| 1.3 ISO 12233:2010 | 14 |
| 1.4 Parametry zařízení dle ČSN EN 62676-4 | 16 |
| 1.5 Úrovně rozlišení | 16 |
| 1.5.1 Analýza komerční firmy - Axis..... | 20 |
| 1.6 Provádění zkoušek..... | 23 |
| 1.6.1 Výběr kamery..... | 23 |
| 1.6.2 Volba objektivu..... | 24 |
| 1.6.3 Charakteristiky funkčních vlastností..... | 24 |
| 1.7 Dílčí závěr | 25 |
| 2 NÁVRH REALIZOVANÉ METODIKY | 26 |
| 2.1 Maximální rozlišovací schopnosti dle ISO 12233:2000 | 26 |
| 2.1.1 Testovací obrazec..... | 26 |
| 2.1.2 Fyzická instalace, osvětlení..... | 28 |
| 2.1.3 Umístění kamery, ohnisková vzdálenost..... | 29 |
| 2.1.4 Zaostření kamery..... | 30 |
| 2.1.5 Volba clonového čísla | 31 |
| 2.1.6 Nastavení parametrů kamery..... | 31 |
| 2.1.7 Měření efektivního rozlišení kamery | 31 |
| 2.1.8 Stanovení vizuálního rozlišení | 32 |
| 2.1.9 Stanovení limitního rozlišení | 33 |
| 2.1.10 Strojová analýza frekvenčních rastrů | 33 |
| 2.1.11 Výsledek testování | 37 |
| 2.2 ČSN EN 62676-4: Příloha B | 37 |
| 2.2.1 Zkušební terče | 37 |
| 2.2.2 Postup provádění zkoušky..... | 39 |
| 2.2.3 Postup testování | 39 |
| 2.2.4 Metodika živého pohledu pro identifikaci registračních značek..... | 39 |
| 2.2.5 Metodika živého a zaznamenaného pohledu..... | 40 |
| 2.2.6 Identifikace tváře a VRN v pohybu | 40 |
| 2.2.7 Kritéria vyhodnocení..... | 40 |
| 2.2.8 Příklady formulářů pro zaznamenávání průběhu testování..... | 41 |
| 2.3 ČSN EN 62676-4: Příloha C | 42 |
| 2.3.1 Segmenty testovacího obrazce | 43 |
| 2.3.2 Postup provádění zkoušky..... | 44 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 2.3.3 | Forma výstupu testování | 44 |
| 2.4 | Definice provozních požadavků prostředí..... | 46 |
| 2.4.1 | Prostředí A – interiér | 46 |
| 2.4.2 | Prostředí B – exteriér | 47 |
| 2.4.3 | Prostředí C – perimetr | 48 |
| II PRAKTICKÁ ČÁST | | 49 |
| 3 | PROVÁDĚNÍ ZKOUŠEK DLE ČSN..... | 50 |
| 3.1 | Výběr kamer | 50 |
| 3.1.1 | Výběr technických parametrů | 50 |
| 3.1.1.1 | Vyvážení bílé u barevných kamer | 50 |
| 3.1.1.2 | Dynamický rozsah snímacího prvku..... | 51 |
| 3.1.1.3 | Šum snímacího prvku | 52 |
| 3.1.1.4 | Dlouhý expoziční čas..... | 54 |
| 3.1.1.5 | Předpisy ochrany dat..... | 54 |
| 3.1.1.6 | Spektrální citlivost ve vztahu k typu osvětlení | 54 |
| 3.1.1.7 | Synchronizace obrazu | 55 |
| 3.1.1.8 | Dálková kalibrace snímacích vlastností..... | 55 |
| 3.1.1.9 | Záložní napájení..... | 55 |
| 3.1.1.10 | Ostatní technické parametry | 56 |
| 3.1.2 | Výběr modelů kamer | 57 |
| 3.2 | Vlastní měření | 57 |
| 3.2.1 | Zjištění maximální rozlišovací schopnosti dle ISO 12233:2000 | 58 |
| 3.2.2 | Dílčí závěr | 62 |
| 3.2.3 | Zkouška pro úroveň rozlišení Identifikace..... | 64 |
| 3.2.4 | Dílčí závěr | 68 |
| 3.2.5 | Zkouška obrazové kvality | 70 |
| 3.3 | Porovnání výsledků s hodnotami uváděnými výrobcí | 72 |
| 3.3.1 | Efektivní vs. limitní rozlišení | 72 |
| 3.3.2 | Citlivost na světlo..... | 72 |
| 3.3.3 | Rozsah ohniskové vzdálenosti | 73 |
| 3.3.4 | Výkon integrovaných IR LED přísvitů | 74 |
| 4 | VÝSLEDEK PROCESU EVALUACE PARAMETRŮ | 75 |
| 4.1 | Sjednocení terminologie..... | 75 |
| 4.2 | Stanovení provozních požadavků..... | 75 |
| 4.3 | Vypracování zadávacích podmínek | 76 |
| 4.4 | Vyhodnocení vlastností VSS..... | 76 |
| 4.5 | Náročnost aplikované metody | 77 |
| ZÁVĚR | | 78 |
| SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY..... | | 79 |
| SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK..... | | 80 |

| | |
|-----------------------------|-----------|
| SEZNAM OBRÁZKŮ | 82 |
| SEZNAM TABULEK..... | 84 |
| SEZNAM PŘÍLOH..... | 85 |

ÚVOD

Kamerové systémy, dle platné normy ČSN EN 62676-1-1 označované jako Dohledové videosystémy, anglicky Video Surveillance Systems (VSS) jsou nejčastěji nasazovány ve dvou typických oblastech použití - potlačování latentní či reálné kriminality a zajištění bezpečnosti na pracovišti, případně dohled nad výrobními procesy.

Je často zajímavé vnímat odlišnou motivaci investorů při rozhodování o pořízení dohledového videosystému pro zmiňované oblasti nasazení. Zatímco při zajišťování bezpečnosti na pracovišti a dohledu nad výrobním procesem přistupují majitelé firem k investici do VSS velmi pragmaticky a bez provedení analýzy potřeb k pořízení systému pravděpodobně nedojde, u tzv. bezpečnostních dohledových videosystémů vstupují do rozhodovacího procesu investora emoce. Povědomí o zásadních investicích do městských či dopravních (tedy veřejných) systémů spolu s informacemi z médií o dopadení pachatelů trestných činů pomocí bezpečnostních kamer budují v investorech přesvědčení, že se v případě kamerového systému jedná o jednoduché a efektivní řešení zajištění bezpečnosti a ochrany majetku. Absence kritického přístupu má za následek nejen zbytečné investice, ale především zanedbání primárního účelu uceleného bezpečnostního řešení, kromě včasné detekce i využití zpoždovacího účinku mechanických zabezpečovacích systémů.

Toto přesvědčení vycházející z mé osobní zkušenosti je současně podpořeno výzkumem Martina Gilla a Angely Spriggs, kteří ve své studii *Vyhodnocení účinku kamerových systémů* z roku 2005 detailně hodnotí přínos a dopady 14 projektů veřejných kamerových systémů s tímž závěrem. [1]

Cílem bakalářské práce není polemika nad motivací pro pořízení dohledového videosystému, ale analýza metod výběru kamer dohledového videosystému s využitím postupů definovaných platnými českými technickými normami. Ty by v ideálním případě měly dát odpověď na otázku vhodného technického řešení a pomoci investorům investovat uvážlivě a pragmaticky.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 METODIKA VÝBĚRU ZAŘÍZENÍ DLE ČSN

Postupy testování kamerových systémů dle ČSN EN 50132-7, resp. ČSN EN 62676-4 jako aplikačních norem jsou souborem metod, které si kladou za cíl zajistit jednotnou úroveň při návrhu a provozování bezpečnostních dohledových kamerových systémů. Od tohoto typu technické normy se očekává definice úrovně kvality, popis funkčních a technických vlastností jednotlivých prvků i celku a definice postupů jak požadované úrovně dosáhnout. Tato kapitola se věnuje otázkám jak lze takto stanoveného cíle pomocí norem ČSN EN 50132-7, resp. ČSN EN 62676-4 dosáhnout.

1.1 ČSN EN 62676-4

Norma ČSN EN 62676-4 byla vydána překladem z originálu EN 62676-4:2015, resp. IEC 62676-4:2014 dne 1.3.2016 s platností od 1.4.2016 a nejzazším zavedením platnosti dokumentu na území členských států EU dne 13.4.2016.

Souběžně s touto normou platí do 13.4.2018 také norma ČSN EN 50131-7 ed. 2 z dubna roku 2013, kterou ČSN EN 62676-4 nahrazuje. Zpracovatel normy je Centrum technické normalizace pro bezpečnostní služby pod Asociací technických bezpečnostních služeb Grémium Alarm, o.s., česká verze normy byla posouzena technickou normalizační komisí TNK 124 EPS a poplachové systémy. Původní verzi normy vypracovala technická komise IEC/TC 79 Poplachové a elektronické bezpečnostní systémy.

Norma ČSN EN 62676-4 si klade za cíl poskytnout návod jak zajistit, aby dohledové videosystémy (VSS) splňovaly stanovené funkční a výkonnostní požadavky. Má sloužit osobám zodpovědným za stanovení zadávacích podmínek, pro výběr, instalaci, uvedení do provozu, používání a údržbu VSS. [2]

Norma stanoví uvažované parametry jako minimální, lze tedy předpokládat, že každý dohledový videosystém realizovaný dle ČSN EN 62676-4 by je měl splnit.

Norma patří do skupiny harmonizovaných norem řady ČSN EN 62676 „Dohledové videosystémy pro použití v bezpečnostních aplikacích“ se skladbou uvedenou v tabulce č. 1.

Tabulka 1: Skladba norem řady ČSN EN 62676

| Část | Název | Platnost | Nahrazuje | Platnost |
|------------------|--|--------------|--------------------------------------|--------------|
| 62676-1-1 | Systémové požadavky | od 2.9.2014 | ČSN EN 50132-1 | do 2.12.2016 |
| 62676-1-2 | Systémové požadavky – Výkonové požadavky na video přenos | od 3.9.2014 | ČSN EN 50132-5-1 ČSN EN 50132-5-2 | do 3.12.2016 |
| 62676-2-1 | Video přenosové protokoly – obecné požadavky | od 12.9.2014 | - | - |
| 62676-2-2 | Video přenosové protokoly – Implementace vzájemné spolupráce IP systémů za- ložených na HTTP a REST | od 12.9.2014 | - | - |
| 62676-2-3 | Video přenosové protokoly – Implementace vzájemné spolupráce IP systémů za- ložené na web službách | od 12.9.2014 | - | - |
| 62676-3 | Analogové a digitální video- rozhraní | od 5.1.2016 | - | - |
| 62676-4 | Pokyny pro aplikace | od 13.4.2016 | ČSN EN 50132-7 | do 13.4.2018 |

1.2 ČSN EN 50132-7

V předmluvě normy ČSN EN 62676-4 se uvádí, že „původní norma (50132-7) byla přepracována, dochází především ke změně terminologie a technickým změnám souvisejícím s převzetím normy IEC 62676-4: 2014 [2].“

1.2.1 Porovnání s normou ČSN EN 62676-4

Porovnáním obou norem lze konstatovat, že nahrazovaná norma ČSN EN 50132-7 a nově platná ČSN EN 62676-4 se v zásadě liší pouze v následujících dvou bodech:

Terminologie

Původní zavedenou zkratku CCTV (Closed Circuit Television – uzavřený televizní okruh) nahrazuje obecnějším pojem Video Surveillance Systems se zkratkou VSS, česky překládaný jako Dohledové videosystémy. Bezpochyby je toto označení z pohledu dnešních kamerových systémů výstižnější, bohužel podobně jako u původního označení nemá zkratka

VSS český ekvivalent a dá se tedy očekávat, že se v praxi i nadále budou objevovat počeštěná označení jako KS (kamerové systémy), KDS (kamerový dohlížecí systém), PK (průmyslové kamery), PT (průmyslová televize), stejně jako původní zkratka CCTV.

Dynamika zobrazované scény

V článku 6.9 Osvětlení je zmíněno doporučení na co nejrovnoměrnější osvětlení sledované scény, kdy je v rámci normy ČSN EN 50132-7 ed. 2 uváděno „Poměr maximálního k minimálnímu osvětlení v rámci sledovaného prostoru jakékoli scény musí ideálně být 4:1 nebo lepší“. Norma ČSN EN 62676-4 uvádí „Poměr maximálního k minimálnímu osvětlení v rámci sledovaného prostoru jakékoli scény musí ideálně být 10:1 nebo lepší [3]“.

I přes uvedenou změnu je vhodné zmínit irelevanci tohoto doporučení. Osvětlení, resp. intenzita osvětlení je veličina udávající poměr světelného toku vůči ploše. Jednotka osvětlení 1 lux (lx) odpovídá poměru světelného toku 1 lumen (lm) na plochu 1 m². Kamery běžně pracují v prostředí s hladinou osvětlení 10⁻⁸ lx ~ 10⁵ lx a dynamický rozsah snímačů moderních kamer typicky pohybuje v mezích hodnot 20-140 dB. Lze tak tvrdit, že i když došlo v rámci normy ČSN EN 62676-4 k navýšení této hodnoty na poměr 10:1, což odpovídá dynamickému rozsahu snímače kamery 10 dB, ve skutečnosti by tato hodnota měla být 100:1 až 10¹⁴:1 pro dynamický rozsah 20, resp. 140 dB.

Je až s podivem, že se vyjma zmiňovaných dvou bodů původní norma ČSN EN 50132-7 ed. 2 a nová ČSN EN 62676-4 prakticky neliší. Stávající platná norma tak nijak nezohledňuje například existenci moderních technologií digitálních a analogových koaxiálních HD standardů HD-SDI, HD-CVI, HD-TVI a AHD, nástup technologie 4K a kompresní algoritmy H.265, případně optimalizované standardy H.264+/Zipstream/H.265+ aj. také nejsou nijak zahrnuty nebo uvažovány. Naopak je prostor věnován zastaralým video encoderům nebo CRT obrazovkám.

1.3 ISO 12233:2010

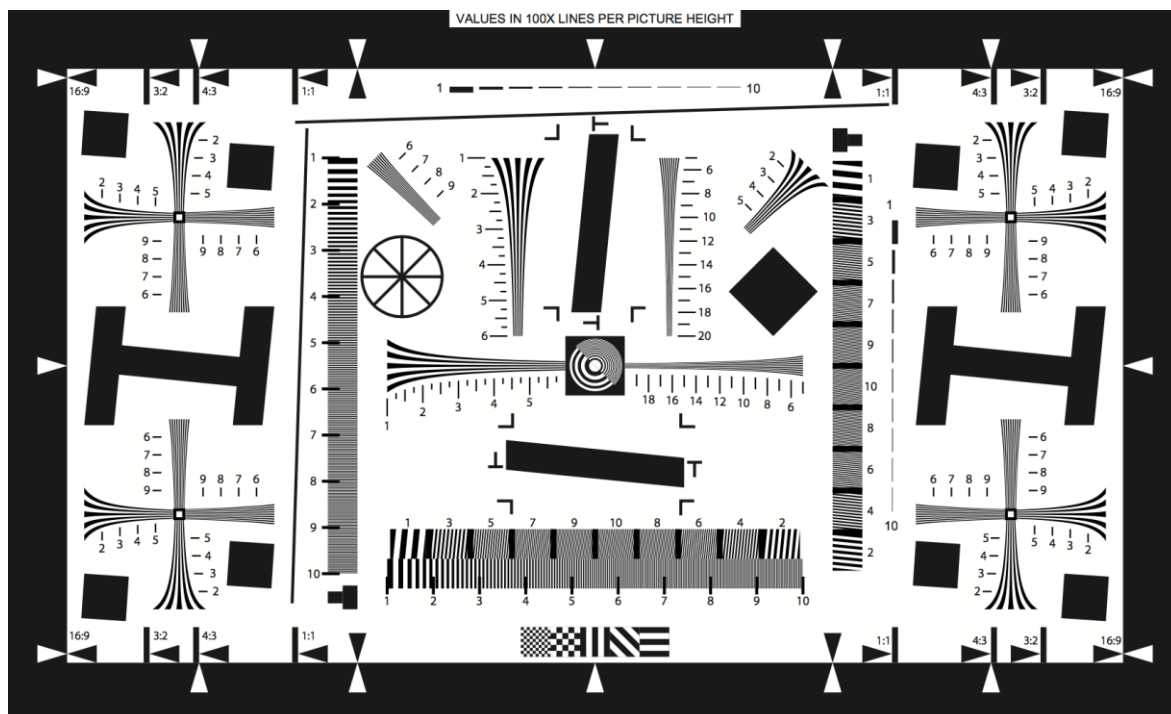
V rámci normy ČSN EN 62676-1-1 je v kapitole 6.5 podmínka, kde se uvádí „VSS musí používat prvky, které prošly testováním dle ISO 12233 za účelem zjištění jejich maximální rozlišovací schopnosti [4]“. Požadovaná verze normy ISO 12233:2010 dle databáze ISO

není k dispozici (tedy zřejmě neexistuje), dostupné jsou dle databáze ISO tři revize normy, původní ISO 12233:2000 a novější verze ISO 12233:2014 a ISO 12233:2017.

Norma ISO 12233 se zaměřuje na definici terminologie, zkušební metody pro provádění měření a generování výstupů pro exaktní stanovení hodnot reálného rozlišení objektivů, fotoaparátů a fotografických sestav. Jedná se o velmi precizní metodologii, která umožňuje testovat vlastnosti moderních fotoaparátů až do rozlišení snímacích prvků cca 100 megapixelů. [5]

Tento požadavek normy ČSN EN 62676-1-1 je sám o sobě poměrně náročný, jak časově tak i technicky, v mnoha ohledech je pro bezpečnostní kamery nevhodný a také samotná norma ISO 12233 nebyla dosud v žádné své verzi harmonizována a je tak v podmínkách ČR dostupná pouze v podobě originálu.

Aby byly respektovány požadavky řady norem ČSN EN 62676, bude do testovacího řetězce začleněn testovací obrazec z ISO 12233:2000 uváděný v předpisu normy pro určení skutečného rozlišení soustavy kamera-objektiv u vybraných sestav.



Obr. 1: Testovací obrazec dle ISO 12233:2000 [5]

1.4 Parametry zařízení dle ČSN EN 62676-4

1.5 Úrovně rozlišení

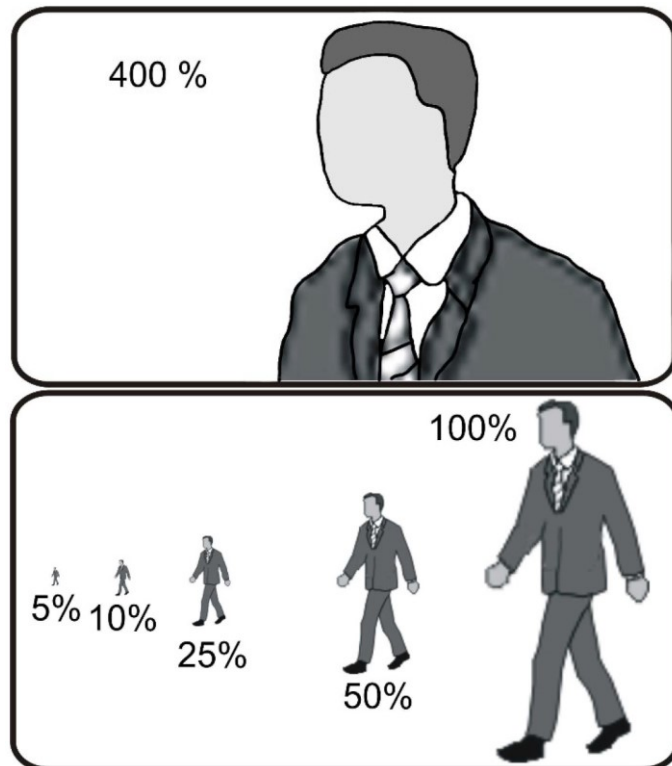
Jedním z klíčových parametrů dohledového videosystému je určení tzv. stupně rozlišení. Norma pracuje s pojmy dle Tabulky 2.

Tabulka 2: Úrovně rozlišení dle ČSN EN 62676-4 [2]

| Stupeň | Slovní popis |
|------------------------------------|--|
| Monitorování Monitoring | Ve sledovaném prostoru lze identifikovat pohyb, např. osob, vozidel nebo zvířat. |
| Zjištění Detect | Umožňuje spolehlivě a snadno určit, zda je a či není přítomen jakýkoliv cíl, jako např. osoba. |
| Pozorování Observe | Zobrazení charakteristických detailů o jednotlivci, jako např. výrazné oblečení, ale zároveň umožňuje sledovat aktivitu v okolí incidentu. |
| Rekognoskace Recognise | Umožňuje identifikovat jednotlivce. |
| Identifikace Identify | Umožňuje identifikaci jednotlivce nad rozumnou míru pochybností. |
| Prozkoumání Inspect | Umožňuje získat informace o objektech. |

Norma zmiňuje způsob stanovení úrovně rozlišení dle poměru výšky dospělé postavy k výšce zobrazení na obrazovce monitoru o rozlišení PAL. Toto jednoduché měřítko umožňovalo v době používání analogových systémů snadno odhadnout úroveň rozlišení dané kombinace kamera-objektiv-monitor, nicméně pro koaxiální HD nebo moderní IP kamery ji nelze bez přepočtu využít.

Praxe při návrhu kamerových systémů ukazuje, že technicky lépe vyhovujícím parametrem pro stanovení rozlišení kamer dohledového videosystému je hodnota udávající efektivní horizontální, případně vertikální počet pixelů na délkový metr. K tomuto údaji je vždy nutné připojit údaj ve vzdálenosti, který definuje pro jakou vzdálenost od kamery uživatel vyžaduje stanovený stupeň rozlišení. Do této metodiky významně vstupuje tzv. Kell faktor, který udává poměr mezi efektivní hodnotou rozlišení a fyzickým rozlišením snímače. Vliv na hodnotu Kell faktoru a tedy i výsledné požadované rozlišení budou mít nejen technické parametry soustavy objektiv-clona-snímač kamery, ale také denní doba, kontrast (dynamika) scény, nebo úroveň osvětlení v místě záběru kamery.



Obr. 2: Stanovení úrovní rozlišení dle výšky postavy v záběru [2]

Norma ČSN EN 62676-4 s přepočtem rozlišení pro moderní kamery počítá a uvádí následující převodní tabulku:

Tabulka 3: Tabulka pro přepočet rozlišení kamery a výšky postavy [2]

| Stupeň | PAL | NTSC | 1080p | 720p | SVGA | 4CIF | 2CIF |
|------------------------------------|------|------|-------|------|------|------|------|
| Monitorování Monitoring | 400% | 450% | 150% | 250% | 300% | 300% | 600% |
| Zjištění Detect | 100% | 120% | 40% | 60% | 70% | 70% | 150% |
| Pozorování Observe | 50% | 60% | 20% | 30% | 35% | 35% | 70% |
| Rekognoskace Recognise | 25% | 30% | 10% | 15% | 20% | 20% | 35% |
| Identifikace Identify | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 10% | 15% |
| Prozkoumání Inspect | 5% | 5% | 5% | 5% | 5% | 5% | 10% |

Údaje v tabulce č. 3 jsou zjevně kalkulovány již s určitou hodnotou Kell faktoru pro výpočet efektivního rozlišení, bohužel není zřejmá metodika jak k dané hodnotě Kell faktoru autor normy přistupoval. Pro zjištění této metodiky bude realizována následující jednoduchá analýza výpočtu rozborem uvedených parametrů.

Nejdříve bude aplikován převod vertikálního rozlišení uvedeného standardu na počet pixelů/metr pomocí násobení výchozí hodnoty vertikálního rozlišení plného snímku PAL (576 řádků) s uváděnou procentní penalizací z Tabulky 3. Výstupem bude tabulka, která uvádí požadovanou výšku osoby v pixelech v daném rozlišení kamery pro odpovídající stupeň rozlišení.

Tabulka 4: Tabulka přepočtu rozlišení na hodnoty pixelů (zdroj: vlastní)

| Stupeň | PAL | NTSC | 1080p | 720p | SVGA | 4CIF | 2CIF |
|------------------------------------|------|------|-------|------|------|------|------|
| Monitorování Monitoring | 2304 | 2160 | 1620 | 1800 | 1800 | 1728 | 1728 |
| Zjištění Detect | 576 | 576 | 432 | 432 | 420 | 403 | 432 |
| Pozorování Observe | 288 | 288 | 216 | 216 | 210 | 202 | 202 |
| Rekognoskace Recognise | 144 | 144 | 108 | 108 | 120 | 115 | 101 |
| Identifikace Identify | 58 | 48 | 108 | 72 | 60 | 58 | 43 |
| Prozkoumání Inspect | 29 | 24 | 54 | 36 | 30 | 29 | 29 |

Uvedené hodnoty stále nejsou vypovídající o použité metodice výpočtu Kell faktoru, který de facto hovoří o kvalitě výstupu dané kamery v poměru k ideálnímu stavu, tedy definuje 100% využití efektivního rozlišení snímače.

Z uvedených hodnot bude tedy v následujícím kroku vyjádřen Kell faktor pro maximální hodnoty v daném stupni úrovně rozlišení. Jako etalon pro převod byl vždy vybráno to rozlišení (resp. systém), který v daném stupni rozlišení dosahuje dle normy nejlepších výsledků, jinými slovy ten, který pro dosažení daného stupně využívá minimální vertikální počet pixelů.

$$Kell\ faktor_{stupeň\ rozlišení} = \frac{max.\ hodnota}{očekávaná\ hodnota}$$

Rovnice 1: Výpočet Kell faktoru

Dle výsledku provedeného výpočtu je nejpravděpodobnější, že autor některé hodnoty pouze fundovaně odhadl a pro další určení úrovně rozlišení tedy není tato metoda technicky plně relevantní. Pro další využití bude tedy používán převod na metodiku výpočtu rozlišení počtu pixelů na metr, případně hodnoty LWPH a LHPW (Line Widths/Picture Height a Line Heights/Picture Width), které bude následně posouzena i v prostředích se zhoršenými světelnými podmínkami.

Tabulka 5: Výpočet Kell faktoru pro různá rozlišení (zdroj: vlastní)

| Stupeň | PAL | NTSC | 1080p | 720p | SVGA | 4CIF | 2CIF |
|------------------------------------|------|------|-------|------|------|------|------|
| Monitorování Monitoring | 0,70 | 0,75 | 1 | 0,90 | 0,90 | 0,94 | 0,94 |
| Zjištění Detect | 0,70 | 0,70 | 0,93 | 0,93 | 0,96 | 1 | 0,93 |
| Pozorování Observe | 0,70 | 0,70 | 0,94 | 0,94 | 0,96 | 1 | 1 |
| Rekognoskace Recognise | 0,70 | 0,70 | 0,94 | 0,94 | 0,84 | 0,88 | 1 |
| Identifikace Identify | 0,74 | 0,90 | 0,40 | 0,60 | 0,72 | 0,74 | 1 |
| Prozkoumání Inspect | 0,83 | 1 | 0,44 | 0,67 | 0,80 | 0,83 | 0,83 |

Na stupeň rozlišení lze nahlížet z pohledu normy ČSN EN 62676-4 ale i jinak. V článku 6.7 normy se uvádí minimální rozlišovací schopnost kamery v podobě poměru počtu zobrazených milimetrů na jeden pixel efektivního rozlišení kamery. Pomocí těchto údajů byla sestavena následující převodní tabulka:

Tabulka 6: Přepočtené efektivního rozlišení dle hodnot v článku 6.7 (zdroj: vlastní)

| Stupeň | Ekvivalent výšky osoby na obrazovce při rozlišení PAL | Přepočtené efektivní rozlišení |
|------------------------------------|---|--------------------------------|
| Monitorování Monitoring | 400% výšky obrazu, 1 mm/pixel ~2400 pixelů / postavu | 1000 pixelů/metr |
| Zjištění Detect | 100% výšky obrazu, 4 mm/pixel ~600 pixelů / postavu | 250 pixelů/metr |
| Pozorování Observe | 50% výšky obrazu, 8 mm/pixel ~300 pixelů / postavu | 125 pixelů/metr |
| Rekognoskace Recognise | 25% výšky obrazu, 16 mm/pixel ~150 pixelů / postavu | 62,5 pixelů/metr |
| Identifikace Identify | 10% výšky obrazu, 40 mm/pixel ~60 pixelů / postavu | 25 pixelů/metr |
| Prozkoumání Inspect | 5% výšky obrazu, 80 mm/pixel ~30 pixelů / postavu | 12,5 pixelů/metr |

Textový popis jednotlivých úrovní rozlišení je v normě zahrnut také v člancích 13.3.2.6 Prozkoumání, 13.3.2.7 Rekognoskace, 13.3.2.8 Pozorování, 13.3.2.9 Zjištění a 13.3.2.10 Monitorování. Kromě zopakování úrovně rozlišení v hodnotě mm/pixel doplňuje norma v těchto člancích informace k úrovni Pozorování, kde se uvádí „Systém by měl být zkoušen pro ujištění, že lze identifikovat některé charakteristické podrobnosti osob, jako je osobitě oblečení. Má být možné osoby jasně rozlišit jednu od druhé, tj. má být možné určit s vysokou mírou jistoty kolik je lidí v zorném poli [2]“.

Zkoumání úrovně rozlišení Zjištění se také věnuje příloha E pro testování přítomnosti narušitele v zorném poli kamery, kdy je testována rychlost reakce obsluhy na přítomnost osoby v záběru kamery.

1.5.1 Analýza komerční firmy - Axis

Metodikou stanovení efektivního rozlišení pro jednotlivé úrovně se zabývá ve svém dokumentu *Perfect Pixel Count – Meeting your operational requirements* z roku 2014 i společnost AXIS, výrobce první komerčně dostupné bezpečnostní IP kamery Neteye 200 z roku 1996. Ve své analýze vychází z hodnot normy EN50132-7:2012, kdy stanovuje jako výchozí parametr velikost postavy vůči výšce obrazovky, tedy 100% pro úroveň Identifikace, 50% pro úroveň Rekognoskace a 10% pro úroveň Zjištění (detekce). Limity plynoucí z této metodiky při použití moderních IP kamer a nabízí vlastní konverzní tabulku pro přepočtení výšky osoby vůči efektivnímu vertikálnímu rozlišení snímaného obrazu. V tabulce č. 7 uvádíme hodnoty z této studie ve stupních ekvivalentních hodnotám z normy. [6]

Tabulka 7: Axis - přepočítání rozlišení kamery a výšky postavy [6]

| Stupeň | PAL | NTSC | 1080p | 720p | SVGA | 4CIF | 2CIF |
|----------------------------------|------|------|-------|------|------|------|------|
| Prozkoumání (inspect) | - | - | - | - | - | - | - |
| Identifikace (identify) | 100% | - | 38% | 56% | 67% | - | 139% |
| Rekognoskace (recognise) | 50% | - | 19% | 28% | 34% | - | 70% |
| Pozorování (observe) | 25% | - | 10% | 14% | 17% | - | 35% |
| Zjištění (detect) | 10% | - | 4% | 6% | 7% | - | 14% |
| Monitorování (monitoring) | 5% | - | 2% | 3% | 3% | - | 7% |

Z tabulky je patrné, že společnost AXIS přistupuje k přepočtu rozlišení v úrovni Identifikace, Rekognoskace a Pozorování podobně jako autor normy, v úrovni Zjištění a Monitorování se hodnoty již liší, zde přepočítání firmy AXIS lépe odpovídá reálným schopnostem kamer s daným rozlišením.

Společnost Axis svou analýzu dále rozpracovává na hodnoty horizontálního rozlišení v počtu pixelů na výšku tváře a dále na počet pixelů na délkový centimetr. Dostává se tak k podobnému přepočtu na efektivní rozlišení ke kterému jsme dospěli v tabulce č. 6. Dále dokument rozlišuje různé hodnoty rozlišení pro úroveň Identifikace pro optimální a zhoršené světelné podmínky, což lze považovat za velmi rozumné, snižuje se tak vliv zhoršení kvality obrazu kamer při nízké hladině osvětlení a s ní související vyšší hladinou šumu.

Tabulka 8: Axis – efektivní rozlišení pro danou úroveň rozlišení [6]

| Stupeň | Horizontálně pixelů/obličej | Pixelů/cm |
|--|-----------------------------|----------------|
| Identifikace (zhoršené podmínky) | 80 pixelů/obličej | 5 pixelů/cm |
| Identifikace (optimální podmínky) | 40 pixelů/obličej | 2.5 pixelů/cm |
| Rekognoskace | 20 pixelů/obličej | 1.25 pixelů/cm |
| Zjištění | 4 pixelů/obličej | 0.25 pixelů/cm |

Praktická aplikace

Pro zjednodušení výpočtu efektivního rozlišení umožňuje firmware kamer Axis označit část záběru kamery a zjistit reálné rozlišení dané oblasti, v případě označení objektu známé velikosti lze následně snadno spočítat efektivní rozlišení v místě měření a stanovení stupně rozlišení.



Obr. 3: Axis - stanovení stupně rozlišení dle známé velikosti objektu [7]



Obr. 4: Axis - stanovení stupně rozlišení dle velikosti obličeje v záběru [8]

1.6 Provádění zkoušek

1.6.1 Výběr kamery

Článek 6.2 normy ČSN EN 62676-4 říká: „Kombinace kamery a objektivu musí být zvolena tak, aby měřitelné vizuální rozlišení, záběr a výkonnost při nízkém osvětlení splňovaly příslušné provozní požadavky [2]“.

Článek 6.3 definuje kritéria výběru kamery a objektivu tak, že doporučuje zvážit převažující světelné podmínky, předpokládané nejhorší světelné podmínky, a typy osvětlení vč. dodatečného IR osvětlení. K volbě kamery s ohledem na světelné podmínky bude přihlédnuto v praktické části při výběru kamer pro definovaná prostředí.

V rámci článku 6.3 je požadovaná volba černobílého a barevného provedení kamery v podmínkách dnešní nabídky kamer irelevantní, běžně dostupné bezpečnostní kamery již žádný výrobce v černobílé variantě nevyrábí a nebudeme se tedy metodikou výběru kamery barevná/černobílá dále zabývat.

Článek 6.4.1 normy se zabývá výběrem kamery v následujících parametrech:

- Vyvážení bílé u barevných kamer
- Dynamický rozsah snímacího prvku
- Šum snímacího prvku
- Dlouhý expoziční čas ve vztahu k rozmazání v důsledku pohybu
- Předpisy ochrany dat - podpora maskování soukromých zón
- Spektrální citlivost ve vztahu k typu osvětlení
- Interní synchronizace, možnost externí synchronizace
- Dálková kalibrace snímacích vlastností
- Záložní napájení

Jednotlivé technické parametry, jejich význam pro výběr kamery, případně způsob posouzení výrobcem deklarované hodnoty norma nerozvádí, budeme se jimi zabývat v části výběru kamery pro daná prostředí. Dále se norma zabývá v článku 6.4.2 i doporučovanými parametry PTZ kamer, vzhledem k omezení tématu bakalářské práce se této, jistě zajímavé oblasti, nebudeme věnovat.

1.6.2 Volba objektivu

Norma v článku 6.5 doporučuje zvážit následující parametry objektivů:

Clonové číslo objektivu - má být zvolen objektiv s patřičnou clonou nebo jejím rozsahem, doporučuje se automatická nebo elektronická clona. U zoom objektivů norma upozorňuje na nárůst clonového čísla při zvětšujícím se ohnisku objektivu a tím i ke snižování množství světla dopadajícího na čip kamery. Norma doporučuje objektivy, které umožní dostatečné osvětlení čipu kamery za všech předpokládaných světelných podmínek a při všech ohniskových délkách které jsou k dispozici.

Výběr objektivu kamery se u dnešních kompaktních nebo minidome kamer omezuje ve většině případů na rozsah ohniskových vzdáleností a max. hodnotu clonového čísla, tedy hodnotu při nejširším záběru. U objektivů pro tzv. box kamery bývá samozřejmě uváděna i velikost čipu pro který je objektiv určen, ve většině případů ale opět chybí informace o průběhu clonového čísla při růstu ohniskové vzdálenosti. Technik je tak odkázán především na svou zkušenost, kdy lze předpokládat, že objektivy s velkým rozsahem transfokace bude trpět nejen výraznými kompromisy v oblasti optické kvality, ale bude také významně nižší maximální hodnota clonového čísla na maximální hodnotu ohniska. Skutečné schopnosti objektivu, případně kamerové sestavy lze objektivně posoudit však pouze kamerovou zkouškou.

1.6.3 Charakteristiky funkčních vlastností

Článek 9.1 normy se zabývá volbou komprese obrazu, neuvádí nicméně konkrétní typy komprese, doporučuje provádět testování kvality obrazu, které odpovídají účelu záběru kamery a upozorňuje na odlišnosti v kvalitě živého a zaznamenaného obrazu vzhledem k místu v zobrazovacím řetězci kde dochází k aplikaci komprese obrazu. [2]

Uvedená doporučení jsou aplikovatelná na analogové systémy s následnou digitalizací pomocí DVR, případně částečně na systémy AHD, HD-CVI a HD-TVI, nicméně u dnešních kamer je situace při výběru kompresního algoritmu výrazně jednodušší, stejně jako vliv místa kde dochází k aplikaci komprese. Běžným standardem IP kamer i AHD/HD-CVI/TVI rekordérů je dnes algoritmus H.264, označovaný též jako MPEG4/AVC nebo MPEG4 part 10. I díky aktivitám fóra ONVIF je dnešní podoba H.264 streamu a jeho nejběžnějších profilů poměrně dobře standardizována a uživatelé se neseťkávají se zásadními problémy při zpracování záznamu pořízeného v tomto formátu. Nastupující kompresní algoritmy H.265

nejsou dosud plně implementovány na úrovni SW přehrávačů, v HTML5 specifikaci či v rámci HW dekodování pomocí CPU/GPU, lze se tak setkávat s problémy při přehrávání záznamů pořízených moderními kamerami s tímto typem pokročilé komprese.

Norma také hovoří v čl. 10 „Charakteristiky ukládání“ o kompresních algoritmech postavených na principu komprese MJPEG resp. WAVELET, zmiňuje ale též rozdíl velikosti snímků p-frame/i-frame, cílí tedy zřejmě o kompresních algoritmech MPEG2, případně MPEG4/H.264, které dále zmiňuje v rámci Přílohy A.

Pro výpočet datových toků a kapacity záznamu používá jednoduchou lineární logiku kapacita = velikost snímku * snímkovací kmitočet * počet kamer, což je ale metoda pro moderní formáty typu H.264/ H.265 nepoužitelná, zde totiž ve větší míře záleží na množství pohybu v obraze, nebo na metodách pokročilých metodách kompresních algoritmů jako je Zippstream, H.264+ či H.265+. Vztah mezi zvoleným kompresním algoritmem, datovým tokem a kvalitou obrazu nelze u dnešních bezpečnostních kamer vyjádřit jednoduchým výpočtem, vždy bude záležet na snímaném prostředí, množství objektů a pohybu v záběru kamery, což může ovlivnit datový tok až na úroveň řádů.

1.7 Dílčí závěr

Pro vlastní výběr prvků dohledového videosystému neposkytuje norma ČSN EN 62676-4 příliš mnoho konkrétních doporučení nebo pokynů. Vzhledem ke snaze informace uvedené v normě udržet relevantní po celou dobu platnosti této normy jsou uváděná doporučení spíše obecného charakteru a neumožní návrh metodiky pro výběr konkrétních technických parametrů kamer.

Jako zklamání lze označit fakt, že norma ve stávající úpravě nereflektuje existenci moderních technologií digitálních a analogových koaxiálních HD standardů HD-SDI, HD-CVI, HD-TVI a AHD, moderní kompresní algoritmy či existenci kamer s 4K a vyššími rozlišeními, naopak se věnuje tématům jako jsou video encodery či klasické CRT monitory. Dá se očekávat že po dobu své platnosti bude ČSN EN 62676-4 dále zastarávat a bude tak hůře plnit svůj primární účel.

2 NÁVRH REALIZOVANÉ METODIKY

V rámci ověření postupů definovaných v rámci ČSN EN 62676-1-1:2014 a ČSN EN 62676-4:2015 budou na vybraném vzorku aplikovány následující metody testování bezpečnostních kamer:

Tabulka 9: Použité metody testování

| Norma | Testovaná funkce |
|-----------------------------|---|
| ISO 12233:2000 | Zjištění maximální rozlišovací schopnosti (požadavek ČSN EN 62676-1-1:2014) |
| ČSN EN 62676-4 Příloha B | Ověření v reálných podmínkách, zkouška pro úroveň rozlišení „Identifikace“ |
| ČSN EN 62676-4 Příloha C | Zkouška kvality obrazu: úrovně rozlišení, barva a kontrast |

ISO 12233:2000 aplikuje postup, který lze označit za laboratorní, vyžaduje dokonalé podmínky testování, zkoušky kvality budou ověřeny v podmínkách požadovaných normou, tedy s předepsaným osvětlením a fixní instalací kamery proti testovanému obrazci.

Zkoušky předepsané přílohou B a C normy ČSN EN 62676-4 budou částečně realizovány v laboratorním prostředí (zkouška kvality obrazu – Příloha C) a částečně v reálném prostředí.

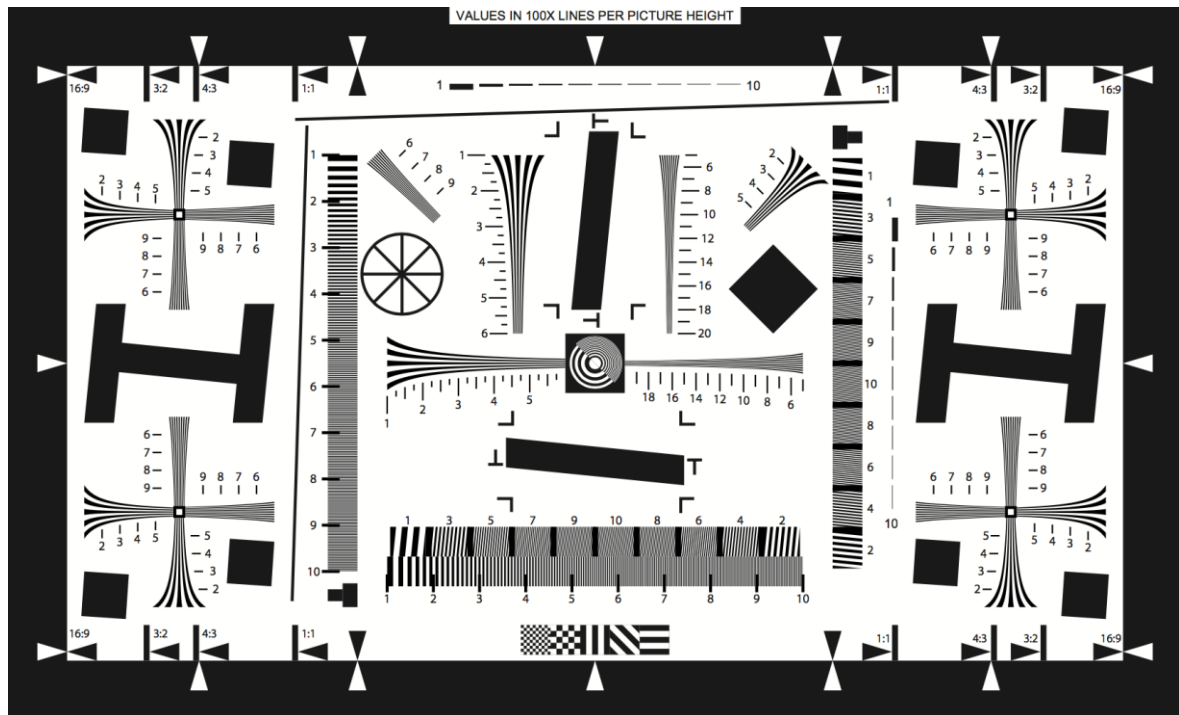
Výsledky jednotlivých zkoušek budou vzájemně porovnány a konfrontovány s hodnotami zařízení udávanými výrobcí těchto kamer.

2.1 Maximální rozlišovací schopnosti dle ISO 12233:2000

Testování maximální rozlišovací schopnosti kamer dle ISO12233:2000 probíhá snímáním definovaného testovacího obrazce s následnou analýzou frekvenčních rastrů.

2.1.1 Testovací obrazec

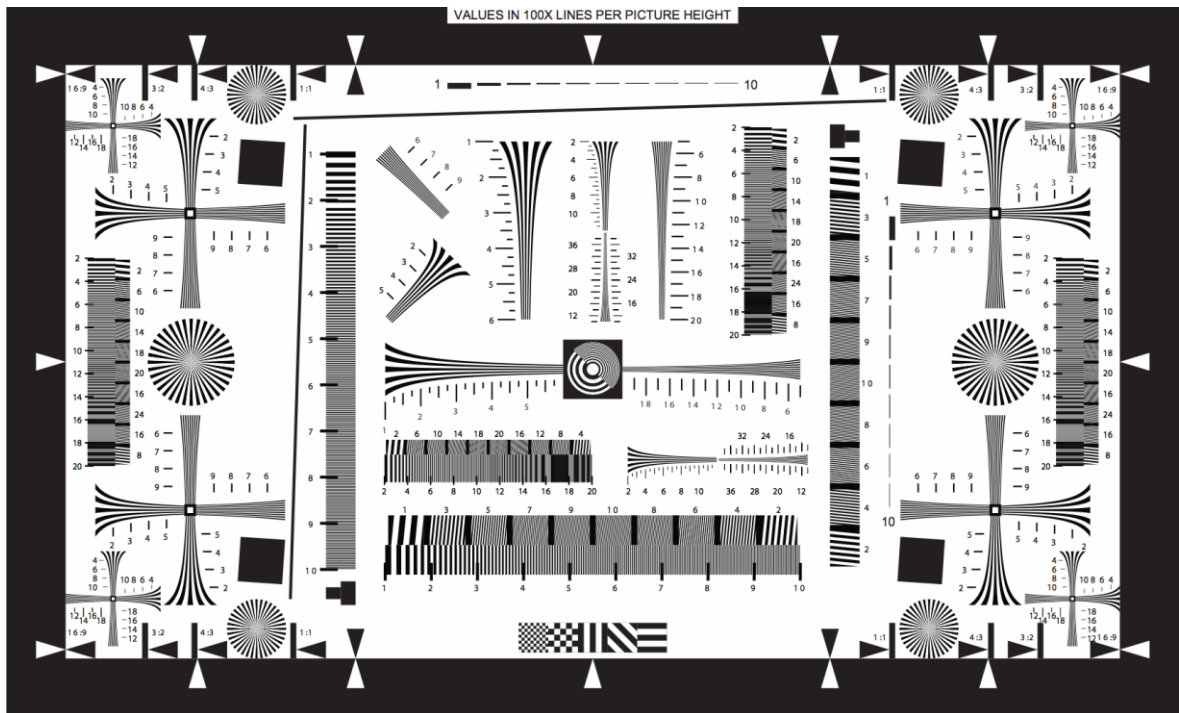
Testovací obrazec je vytištěn ve velikosti umožňující snímání kamerou z pohodlné vzdálenosti tak, aby testovací obrazec vyplňoval celý záběr kamery. Kvalita tisku musí svým rozlišením odpovídat zamýšlenému účelu, především rozlišení tisku musí umožnit rozlišení všech čar frekvenčních rastrů. Optimální velikost tisku obrazce je přibližně formát archu A2 při rozlišení tisku min. 1200 dpi. [5]



Obr. 5: Testovací obrazec dle ISO 12233:2000 [5]

Obrazec je přizpůsoben pro vyhodnocování obrazu u snímačů o poměru stran výsledného obrazu 16:9, 3:2, 4:3 a 1:1. Obrazec je ve verzi z normy ISO 12233:2000 limitován do rozlišení přibližně 1.000 LWPH (Line Widths per Picture Height), což odpovídá maximálnímu limitnímu rozlišení 16:9 kamery 1.920 x 1.080 pixelů, tedy ~ 2 megapixely. Pro testování kamer s vyšším rozlišením (např. 4K kamery) je testovací obrazec za hranici svých schopností a je vhodné snížit velikost obrazce v záběru kamery na 75%, resp. 50% snímané plochy s adekvátním přepočtem efektivního rozlišení, případně použít metodiku z aktuální verze normy ISO 12233:2017.

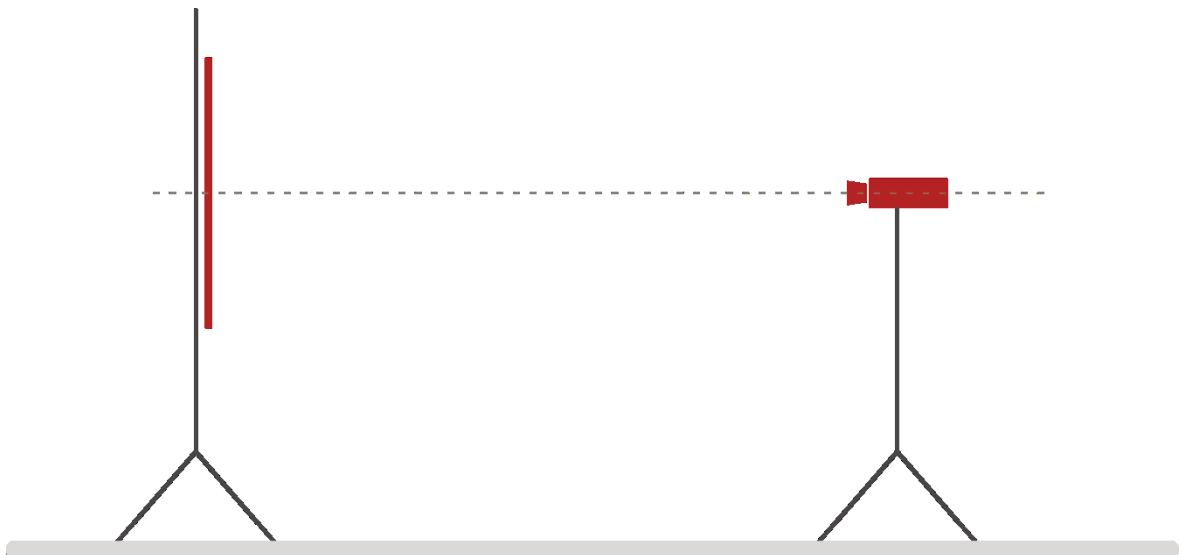
Pro účely testování moderních kamer bude použita modifikovaná verze obrazce s horizontálními a vertikálními frekvenčními rastry s 2x vyšší hustotou, čímž se dosáhne citlivosti rastrů do 2.000 LWPH, resp. 8 megapixelů, což odpovídá rozlišení 4K kamer. Modifikovaná verze bude doplněna tzv. Siemens hvězdami pro snadnější určení clonového čísla resp. adekvátní hloubky ostrosti v rozích záběru. Pro umístění nových testovacích prvků bude využit původní prostor pro testovací obrazce SFR analýzy.



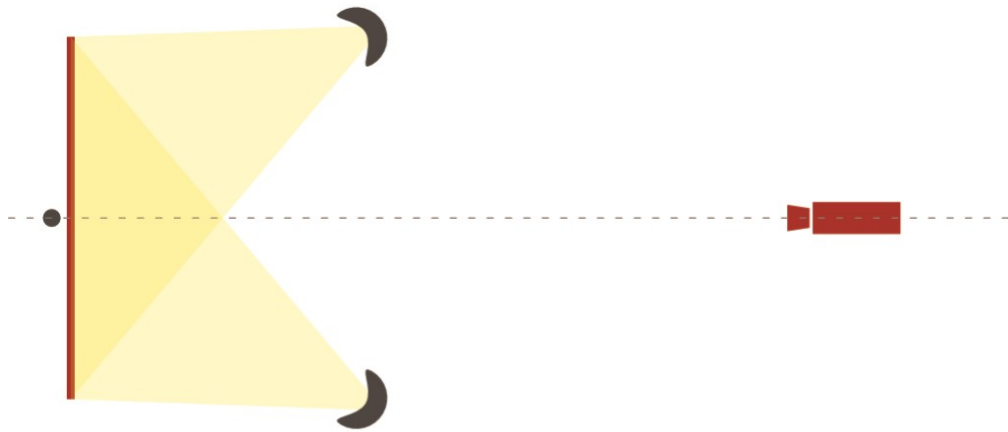
Obr. 6: Upravená verze testovacího obrazce (zdroj: vlastní)

2.1.2 Fyzická instalace, osvětlení

Instalace testovací sestavy proti testovacímu obrazci je zobrazena na následujícím schématu:



Obr. 7: Instalace testovací sestavy (zdroj: vlastní)

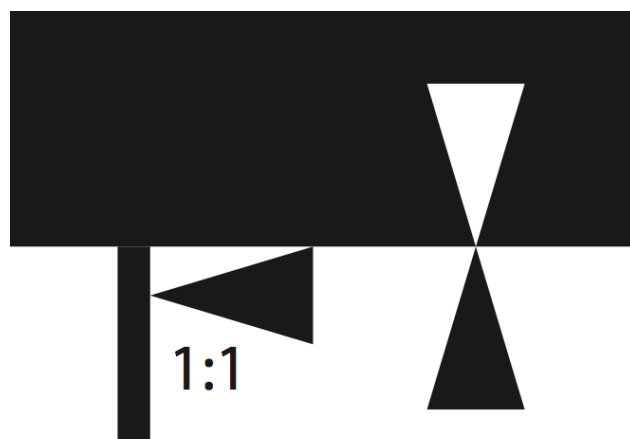


Obr. 8: Instalace testovací sestavy - půdorys (zdroj: vlastní)

Kamera musí být umístěna souose vůči směru testovacího obrazce a to jak v horizontálním, tak vertikálním směru. Osvětlení testovacího obrazce musí být realizováno ze dvou směrů pod úhlem 45° dostatečnou intenzitou osvětlení.

2.1.3 Umístění kamery, ohnisková vzdálenost

Testovací obrazec musí zabírat celé zorné pole kamery. Pro dosažení správného záběru je nutné u kamer s fixní hodnotou ohniskové vzdálenosti upravit vzdálenost kamery a testovacího obrazce tak, aby vertikální záběr kamery obsahoval výšku obrazce ohraničenou kalibračními šipkami. Pro varifokální objektivy testujeme hodnoty maximálního rozlišení při minimální i maximální ohniskové vzdálenosti.



Obr. 9: Kalibrační značka pro horní hranu záběru kamery [5]

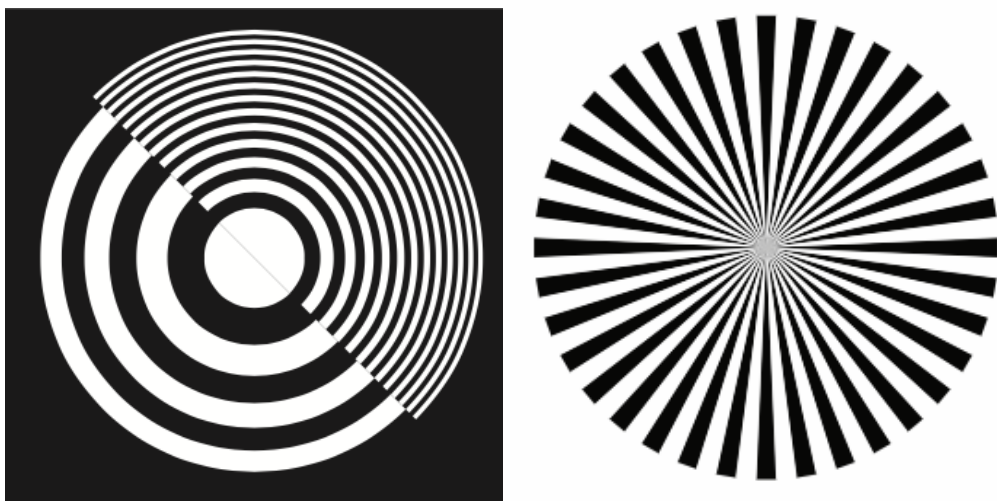
Dle poměru stran snímače (resp. efektivního poměru stran snímání kamery) bude záběr kamery pokrývat odpovídající část obrazce, k potvrzení očekávaného poměru stran záběru slouží horizontální kalibrační značky.



Obr. 10: Kalibrační značka pro boční hranu záběru [5]

2.1.4 Zaostření kamery

Správné zaostření objektivu je vhodné provádět při maximálně otevřené cloně pro dosažení minimální hloubky ostrosti. K vlastnímu zaostření lze využít ostřicí prvek uprostřed testovacího obrazce, případně doplňkové obrazce, tzv. Siemens hvězdy, z upravené verze testovacího obrazce.



Obr. 11: Ostřicí prvky v testovacím obrazci [5]

2.1.5 Volba clonového čísla

K dosažení maximální kvality obrazu je nutné zvolit správné clonové číslo objektivu. U bezpečnostních kamer se mohou vyskytovat objektivy s fixní hodnotou clonového čísla, případně objektivy s řízenou clonou, u moderních kamer také objektivy s tzv. P-Iris clonou, která je řízena pomocí krokového mechanismu a slouží k řízené volbě hloubky ostrosti. U většiny bezpečnostních kamer není možné nastavit hodnotu clony přímo, kamera ji nastavuje v závislosti na nastavených hodnotách expozice a parametrech zesílení (funkce AGC). Při nastavování parametrů se snažíme dosáhnout takové hodnoty kdy nastavený průměr clony objektivu neovlivňuje negativně množství světla dopadajícího na čip a současně není clona otevřena na maximální hodnotu. V prvním případě by bylo výsledkem značné množství šumu generovaného čipem kamery, v druhém případě pak malá hloubka ostrosti a znásobení optických vad objektivu. Při testování se budeme snažit dosáhnout takové hodnoty clonového čísla objektivu, která poskytuje maximální podání kontrastu a ostrosti v celé ploše snímání scény.

2.1.6 Nastavení parametrů kamery

Další parametry které je při testování vhodné zohlednit je maximální citlivost, resp. dynamický rozsah snímače (např. s využitím funkce WDR), správné vyvážení bílé a doba expozice vhodná pro dosažení minimálního množství šumu v obraze. Pro většinu kamer budou optimální hodnoty expozice mezi 1/15 až 1/50 vteřiny. Vzhledem k dostatečné hladině osvětlení při tomto testu bude u kamer snížena hodnota zesílení, případně zcela vypnuta funkce AGC (automatic gain control).

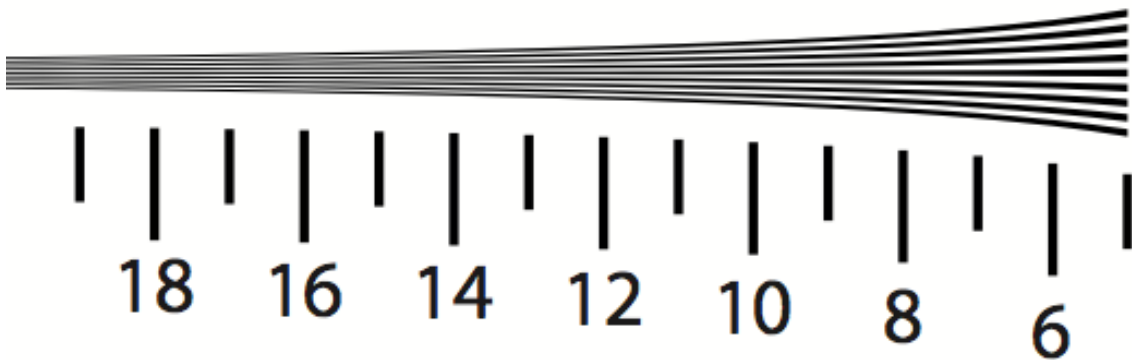
2.1.7 Měření efektivního rozlišení kamery

Efektivní rozlišení kamery stanovujeme ve dvou hodnotách – limitním a vizuálním rozlišení. Oba parametry mají vertikální a horizontální složku měření udávanou v hodnotách LWPH a LHPW (Line Widths per Picture Height a Line Heights per Picture Width)

Stanovení hodnoty LWPH a LHPW se realizuje měřením rozkmitu amplitudy dynamického rozsahu šedé škály v odpovídajících frekvenčních rastroch měřícího obrazce. Pro subjektivní stanovení optické hodnoty maximálního efektivního rozlišení lze použít frekvenční rastry vizuálního rozlišení, pro stanovení limitního rozlišení pak frekvenční rastry vhodné pro strojové vyhodnocení.

2.1.8 Stanovení vizuálního rozlišení

Vizuální rozlišení se normou uvádí jako hodnota, kdy lze pouhým okem rozlišit střídání sbíhavých linií zakřivených frekvenčních rastrů, což se v praxi projeví jako schopnost identifikovat v obraze kresbu. Tyto rastry zkoumáme při dostatečném zvětšení a na kvalitním zobrazovacím zařízení. Vzhledem k subjektivní metodě posouzení je výsledkem zkoumání různá hodnota dle vnímání pozorovatele. Vlivem zpracování obrazu a působením funkce antialiasingu je snadné zaměnit skutečné sbíhavé linie za moaré způsobené antialiasingem. Tato metoda vyžaduje jistý cvik a zkušenosti.

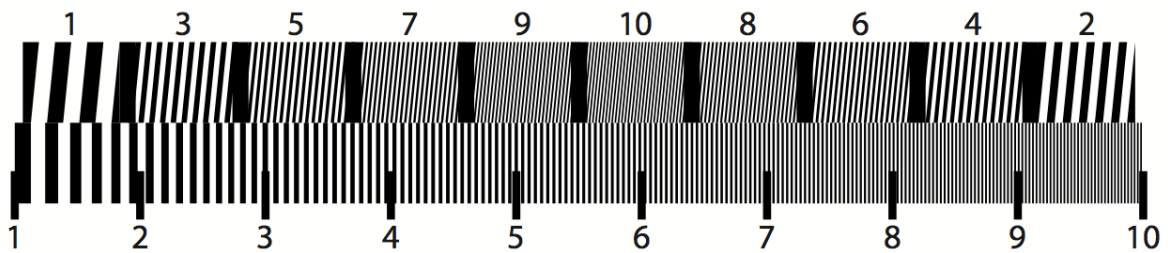


Obr. 12: Sbíhavé linie pro určení vizuálního rozlišení [5]

Vizuální rozlišení se měří v horizontálním, vertikálním a diagonálním směru pomocí příslušných frekvenčních rastrů. Pro analýzu rozlišení v různých částech obrazu jsou základní H/V rastry umístěny nejen ve středu testovacího obrazce, ale také v jeho rozích pro možnost zjištění úbytku kresby způsobeném nedokonalostí objektivu směrem k rohům obrazu. Hlavními parametry jsou horizontální a vertikální rozlišení, hodnota diagonálního rozlišení je zkrácena maticovou strukturou digitalizovaného obrazu a aplikací antialiasingu.

Pro přesnější stanovení hodnoty vizuálního rozlišení lze použít strojovou analýzu frekvenčního rastru pro stanovení vizuálního rozlišení, kdy hodnota poklesu mezních hodnot amplitudy dynamického rozsahu poklesne na 5% referenční hodnoty.

2.1.9 Stanovení limitního rozlišení

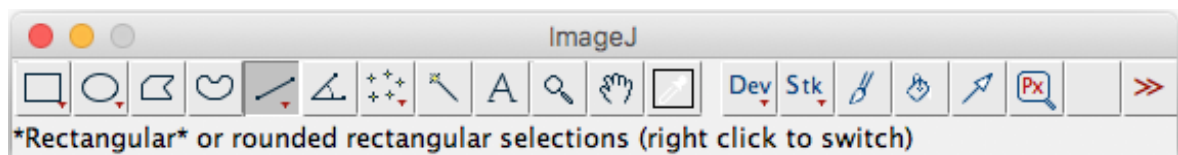


Obr. 13: Frekvenční rastr limitního rozlišení [5]

Limitní rozlišení je normou definováno jako hodnota poklesu mezních hodnot amplitudy dynamického rozsahu frekvenčního rastru na 50% referenční hodnoty. Při této úrovni již pozorovatel vnímá snížení ostrosti obrazu. Hodnotu limitního rozlišení nelze stanovit subjektivně, používá se metoda strojové analýzy.

2.1.10 Strojová analýza frekvenčních rastrů

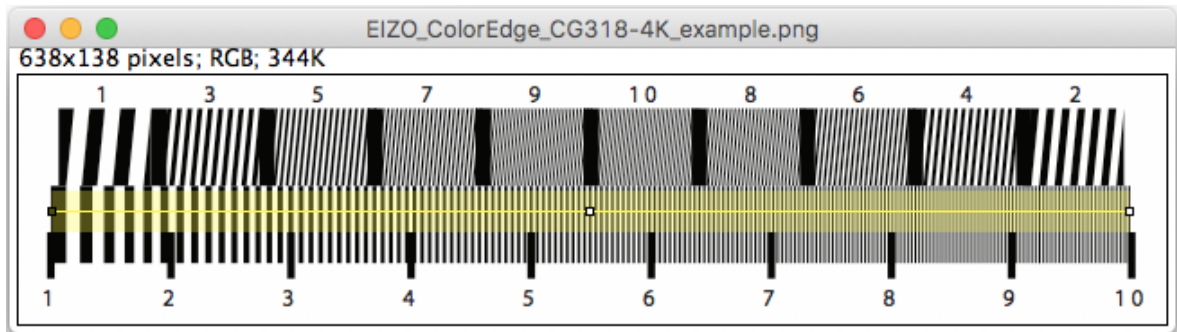
Pro strojovou analýzu poklesu mezních hodnot amplitudy dynamického rozsahu bude použit analytický grafický software ImageJ distribuovaný pod svobodnou licenci otevřeného zdrojového kódu GNU General Public License v3. Vlastní program je realizován v jazyce Java 1.8 a je tak snadno portován na různé platformy.



Obr. 14: Hlavní menu programu ImageJ (zdroj: vlastní)

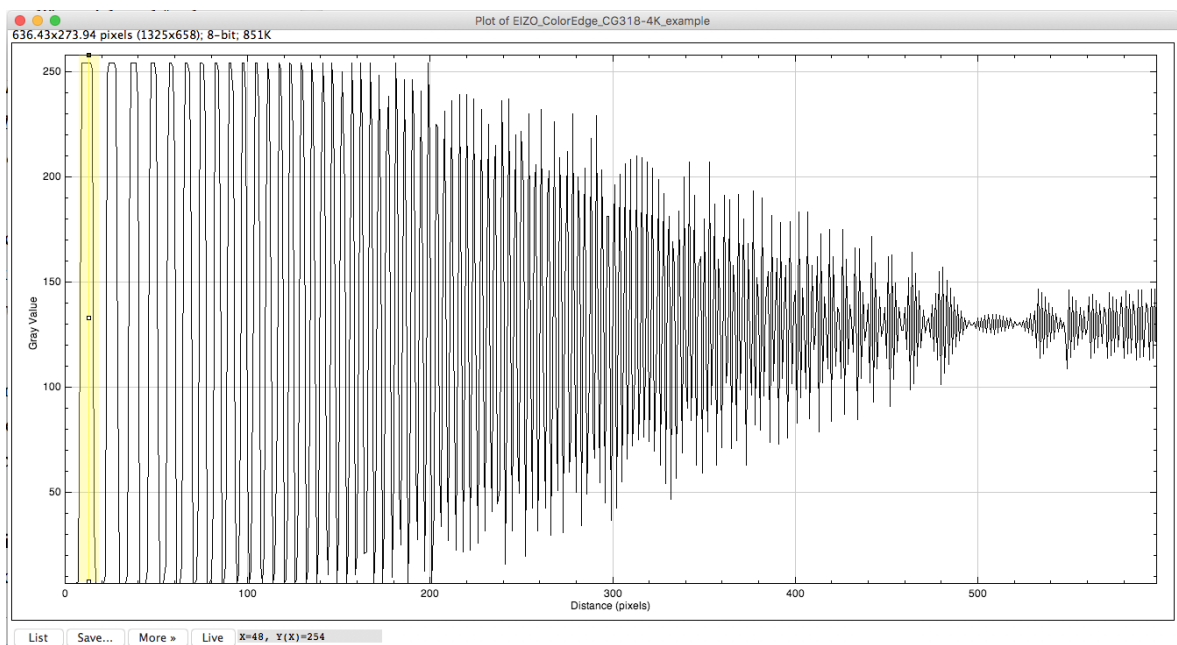
Pomocí analytických funkcí programu zjistíme přesnou mezní hodnotu vizuálního a mezního rozlišení.

Po načtení pořízeného snímku do programu označíme linii odpovídajícího frekvenčního rastru pomocí funkce „Straight“ s rozšířením šířky linie o odpovídající počet pixelů pro pokrytí maximální plochy frekvenčního rastru. Tím získáme vyhlazenou křivku amplitudy dynamického rozsahu.



Obr. 15: Linie označeného frekvenčního rastru (zdroj: vlastní)

Vlastní křivku následně zobrazíme pomocí funkce Plot. Dle šířky frekvenčního rastru v pixelech bude zobrazena vodorovná osa a na vertikální ose bude vynesena hodnota dynamického rozsahu ve škále 0~255. Pro zcela bílou barvu bude odpovídat hodnota 0, pro zcela černou pak hodnota 255. Maximální výška amplitudy pak odpovídá maximálnímu dosaženému kontrastu kamerou a postupně při zvyšování frekvence rastru bude klesat až k hodnotě kdy se ustálí. Pomocí zobrazení amplitudy lze také snadno identifikovat oblast moaré způsobenou antialiasingem.

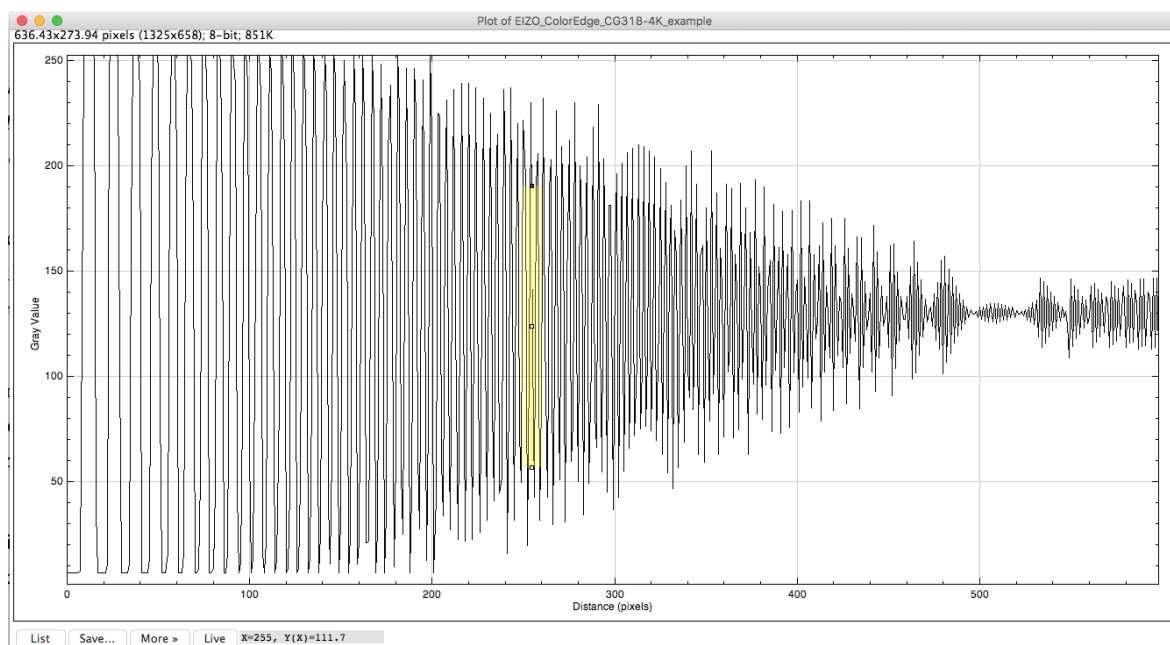


Obr. 16: Amplituda dynamického rozsahu – maximum (zdroj: vlastní)

Po odečtení hodnoty poklesu dynamického rozsahu amplitudy na 50% pro limitní rozlišení a 5% pro maximální vizuální rozlišení následujícím přepočtem zjistíme reálnou hodnotu LWPH a LHPW (Line Widths/Picture Height a Line Heights/Picture Width). F_{max} je maximální hodnota citlivosti daného frekvenčního rastru, tedy např. v našem případě 1000 lph u původního testovacího obrazce.

$$LWPH/LHPW = \frac{X}{X_{MAX}} * F_{max}$$

Rovnice 2: Výpočet hodnoty LWPH/LHPW strojovou metodou



Obr. 17: Určení hodnoty limitního rozlišení (zdroj: vlastní)

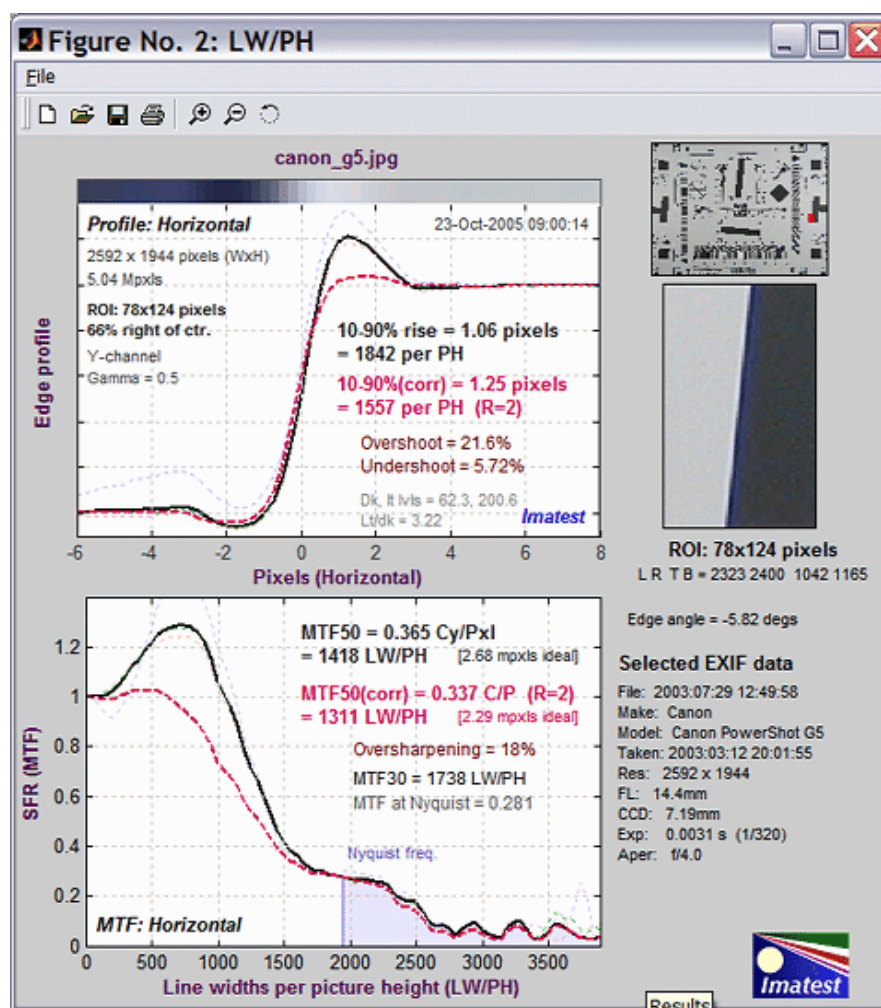
V rámci normy 62676-4 je popisován tzv. Kell faktor, který fakticky odpovídá poměru rozlišení fyzického snímače a hodnoty LWPH:

$$Kell_{faktor} = \frac{LWPH}{\text{fyzické rozlišení snímače}}$$

Rovnice 3: Vztah mezi Kell faktorem a LWPH

Kromě uvedeného měření hodnoty LWPH/LHPW popisuje norma ISO 12233 také měření odezvy na prostorové frekvence SFR (spatial frequency response), což je analýza rozptylu kresby na kontrastní hraně šikmého rastru pomocí ESF linearizované funkce (edge spread function). Výsledkem funkce je křivka závislosti výstupní úrovně na vstupní prostorové frekvenci. Tato metoda vyžaduje specializované programové vybavení. Současně je tato metoda zaměřena na analýzu zdrojových dat digitálních fotoaparátů, kdy analytický software očekává obraz bez dodatečného zpracování algoritmy pro zvýšení ostrosti, kontrastu a dynamického rozsahu. Toho lze u většiny fotoaparátů dosáhnout pořizováním snímků do tzv. RAW formátu, u bezpečnostních kamer taková možnost bohužel neexistuje.

Z obou uvedených důvodů se nebudeme touto metodou při testování bezpečnostních kamer zabývat, nepředpokládáme totiž její využití při praktickém návrhu kamerového systému.



Obr. 18: Ukázka stanovení hodnot SFT/MTF v SW Imatest [9]

2.1.11 Výsledek testování

Výstupem testování vzorku kamer je tabulka s uvedenými základními technickými parametry kamer uváděnými výrobcem a hodnotami přepočteného limitního a vizuálního rozlišení kamery zjištěnými realizovanou zkouškou dle ISO 12233:2000.

Tabulka 10: Příklad výstupu testování dle ISO 12233:2000 (zdroj: vlastní)

| Kamera | Objektiv | Efektivní rozlišení snímače | Limitní rozlišení | Vizuální rozlišení |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Výrobce A model A | 2.8mm/F1.4 | 1920x1080 px 1/2.8" | 1200x600 LWPH x LHPW | 1600x800 LWPH x LHPW |
| Výrobce A model B | 2.8~12mm F1.7~F2.0 | 3840x2160 px 1/1.7" | 2840x1300 LWPH x LHPW | 3300x1900 LWPH x LHPW |
| Výrobce B model A | 5~50mm F2.0~F4.0 | 2560x1440 px 1/3" | 1400x900 LWPH x LHPW | 2100x1150 LWPH x LHPW |

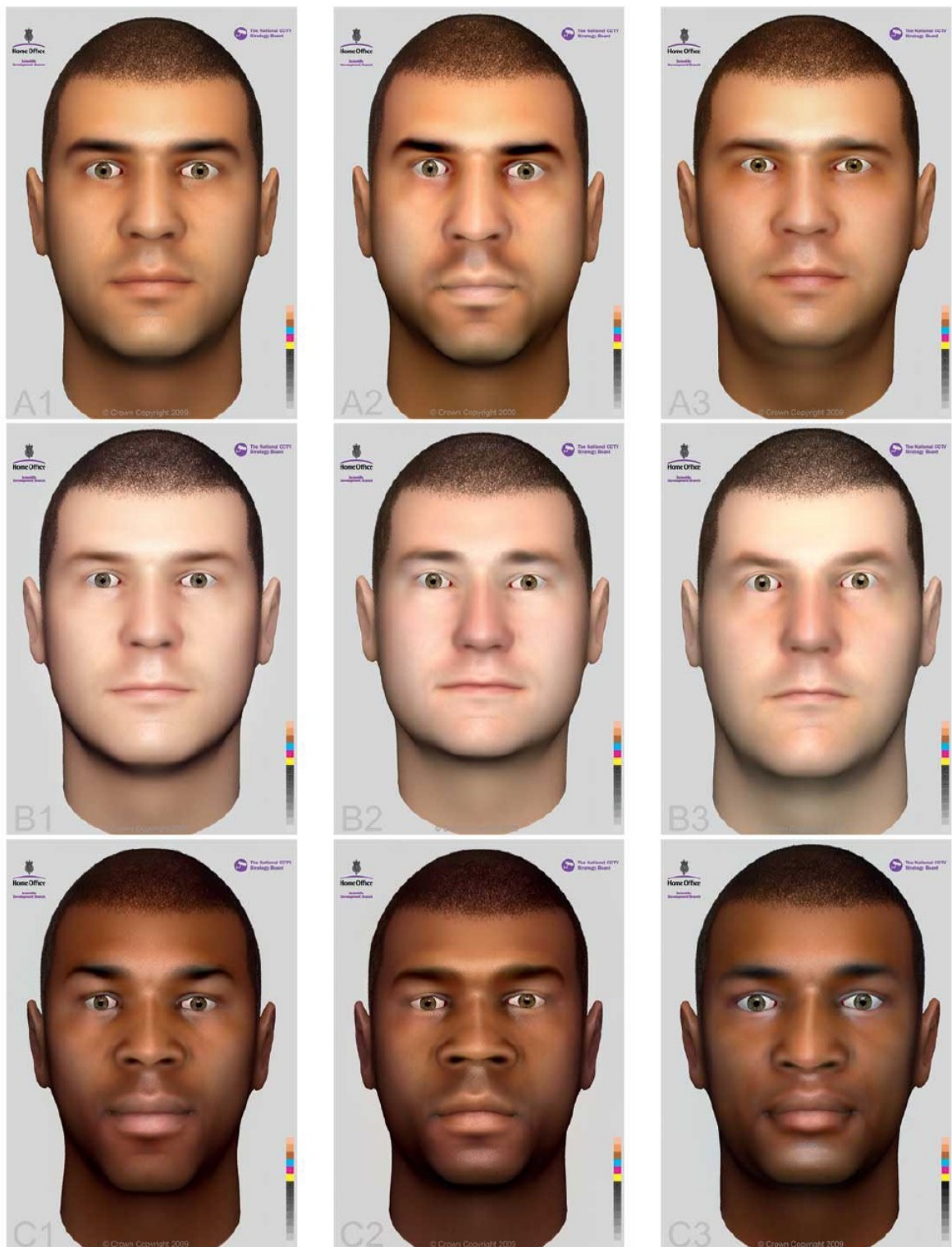
2.2 ČSN EN 62676-4: Příloha B

Příloha B normy se zabývá metodikou testování splňujících kritéria úrovně rozlišení Identifikace. Identifikace je v rámci normy popisována jako úroveň která umožňuje identifikaci jednotlivce nad rozumnou míru pochybností. Technickými parametry je tato úroveň definována jako zobrazení postavy na 100% výšky obrazovky při rozlišení PAL, po přepočtu na efektivní rozlišení 250 pixelů na metr v uvažované vzdálenosti.

Účelem této metodiky je ověření, zda daný systém splňuje požadavky pro uvažovaný stupeň rozlišení. Vlastní zkouška je prováděna pomocí zkušebních terčů se zobrazením rozdílných obličejů a registrační značky vozidla pro případ, kdy je vyžadován i test VRN.

2.2.1 Zkušební terče

Zkušební terče obsahují 12 různých podob obličejů A1-C4, které jsou navrženy tak, aby bylo možné vytvořit řadu různých lidských charakteristik. Tváře jsou seskupeny ve třech kategoriích – východoindické, evropské a africké. Vzájemná podobnost tváří v každé kategorii má za cíl znesnadnit identifikaci obličeje a s vysokou pravděpodobností potvrdit požadovanou úroveň rozlišení.



Obr. 19: Zkušební terče pro provádění zkoušek úrovně Identifikace [2]

2.2.2 Postup provádění zkoušky

Pro jednotlivá prostředí a podmínky definované provozními požadavky se za podmínek běžného použití VSS (tj. umístění pozorovatele, prezentované pohledy kamer, umístění systémového monitoru a rozložení pohledu kamery jako v běžném provozu) postupně zkouší prezentovat v dohodnuté vzdálenosti od kamery zkušební terče s hlavami. Prezentace hlav pro porovnávání nemá probíhat sekvenčním, ani v předem dohodnutém pořadí prezentovaných hlav.

Položky pro testování požadované přílohou B normy:

- Zkušební terče s hlavami
- Kontrolní list pro hlavy
- Tyčka pro měření výšky
- Registrační značky
- Výkaz pro záznam zkoušky
- Výkaz pro odpovědi
- 2 osoby (auditor a operátor VSS)
- prostředek k zajištění obousměrné komunikace mezi auditorem a operátorem VSS

2.2.3 Postup testování

Auditor z celého souboru zvolí dvě tváře, které společně prezentuje po dobu maximálně 30 vteřin v zorném poli kamery. Prezentace se provádí z místa definovaném provozními podmínkami, tedy v místě kde rozlišovací schopnost kamery odpovídá stupni Identifikace, což se ověří pomocí metody poměru výšky osoby k vertikálnímu záběru kamery, k čemuž lze využít tyčku k měření výšky. Měřicí tyčka vytažená do výšky 1,7 metru slouží také k umístění zkušebního terče do správné výšky. Podobu ani provedení měřicí tyčky norma neuvádí.

Po každé prezentaci tváře zaznamená auditor referenční číslo použitého vzoru do výkazu pro záznam zkoušky a operátor VSS provede po ukončení každé zkoušky identifikovaný vzor do výkazu odpovědi. Zkouška se opakuje v každém umístění daném provozními požadavky VSS.

2.2.4 Metodika živého pohledu pro identifikaci registračních značek

Norma doporučuje instalovat testované registrační značky v dolní části obrazovky ve stejné vzdálenosti a v místech definovaných provozními požadavky VSS. Postupně jsou operátoru prezentovány dvě náhodně zvolené registrační značky a auditor i operátor VSS zaznamenají

použitou a identifikovanou registrační značku do svého výkazu. Opět platí stejné omezení jako v případě ověření stupně rozlišení u identifikace tváří, tedy každý pár registračních značek má být zobrazen po dobu maximálně 30 vteřin.

2.2.5 Metodika živého a zaznamenaného pohledu

Norma rozlišuje tzv. metodiku živého pohledu, kdy ověření stupně rozlišení provádí operátor VSS na živém záběru kamery a tzv. metodiku zaznamenaného pohledu, kdy je analýza prováděna z pořízeného záznamu, případně vytištěného snímku. Vzhledem k digitálnímu charakteru zpracování obrazové informace u moderních kamerových systémů lze předpokládat, že kvalita živého i zaznamenaného obrazu bude identická.

2.2.6 Identifikace tváře a VRN v pohybu

Pokud provozní požadavky VSS stanoví požadavek identifikace za pohybu, je nutné provádět i dynamické zkoušky. Pro tento případ norma doporučuje instalaci testovacího terče (obličej, případně VRN) na vozidlo, případně má být terč nesen přes scénu figurantem pohybujícím se požadovanou rychlostí.

2.2.7 Kritéria vyhodnocení

Terče tváří jsou navrženy pro poskytování dvouúrovňového výsledku – pro identifikaci v rámci kategorie a pro identifikaci konkrétní tváře z daného setu. Do výkazu auditu kamery se následně zaznamená jak schopnost identifikace kategorie, tak konkrétní tváře. Pro určení úrovně shody se výsledek hodnotí skóre, které je určeno hodnotou 3 v případě shody kategorie i tváře, hodnotou 1 v případě shody kategorie a 0 v případě nesprávného určení tváře i kategorie. Jelikož se test provádí pro dvě tváře, vyhodnocení proběhne stejným způsobem pro druhou tvář a výsledek je tedy součet skóre s následujícím slovním hodnocením:

Tabulka 11: Určení skóre pro určení shody (zdroj: vlastní)

| Součet skóre | Slovní popis |
|-----------------|---|
| 6 | Žádoucí výsledek zkoušky, kamera vyhovuje stupni rozlišení Identifikace. |
| 4 | Akceptovatelný výsledek zkoušky, kamera s výhradami vyhovuje stupni rozlišení Identifikace. |
| 3 nebo 2 | Výsledek není akceptovatelný, je nutné provést opakování zkoušky pro potvrzení žádoucího nebo nežádoucího výsledku. |
| 1 nebo 0 | Nežádoucí výsledek zkoušky, kamery nevyhovuje stupni rozlišení Identifikace. |

V případě hodnocení výsledku zkoušky VRN se provádí pouze jednostupňové škály vyhovuje / nevyhovuje. Pro akceptovatelný výsledek zkoušky je nutné, aby byly správně identifikovány oba testovací vzorky VRN.

2.2.8 Příklady formulářů pro zaznamenávání průběhu testování

V průběhu testování zaznamenává auditor do záznamového archu postupně v jednotlivých kamerových bodech tváře, které postupně prezentuje pozorovateli. Pozorovatel má k dispozici kompletní přehled testovaných tváří a po přiřazení sledované tváře zaznamená do záznamového archu číslo tváře, kterou pomocí kamery ve sledovaném prostoru identifikoval. V případě že není schopen identifikovat osobu, ale je schopen určit skupinu osob definovanou prvním písmenem, zaznamená písmeno a znak otazníku. Pokud není schopen identifikovat ani skupinu osob, použije značku dvou otazníků.

| Umístění: Sklad A, město x | | | Datum: 15/6/09 |
|----------------------------|----------------|--------|----------------|
| ID kamery | Živá/ Archivní | TVÁŘ 1 | TVÁŘ 2 |
| Nad pokladnou (4) | Živá | A2 | B1 |
| Nad pokladnou (4) | Archivní | B1 | C2 |
| Hlavní vchod (5) | Živá | B2 | C3 |
| Hlavní vchod (5) | Archivní | A1 | C1 |
| Hlavní vchod (6) | Živá | C2 | C3 |
| Hlavní vchod (6) | Archivní | A3 | B3 |
| atd. | atd. | atd. | atd. |

Obr. 20: Příklad záznamu auditora [2]

| Umístění: Sklad A, město x | | | Datum: 15/6/09 |
|----------------------------|----------------|--------|----------------|
| ID kamery | Živá/ Archivní | TVÁŘ 1 | TVÁŘ 2 |
| Nad pokladnou (4) | Živá | A2 | B2 |
| Nad pokladnou (4) | Archivní | B? | C? |
| Hlavní vchod (5) | Živá | B2 | C3 |
| Hlavní vchod (5) | Archivní | A1 | C1 |
| Hlavní vchod (6) | Živá | ?? | ?? |
| Hlavní vchod (6) | Archivní | A? | C? |
| atd. | atd. | atd. | atd. |

POZNÁMKA Jeden otazník znamená, že provozovatel nemůže identifikovat osobu A1 nebo A2 nebo A3, ale jen skupinu lidí. Dva otazníky znamenají, že provozovatel nemůže určit skupinu osob A, B nebo C, ani nemůže identifikovat osobu zkušební cíle B.12.

Obr. 21: Příklad záznamu pozorovatele na řídicím pracovišti [2]

Po skončení testování provede auditor komparaci svého záznamového archu se záznamy pozorovatele do záznamu auditu kamery ze kterého se následně provádí vyhodnocení.

| Umístění: Sklad A, město X | | Datum: 15/6/09 | | | | | | | |
|----------------------------|----------|----------------|--------|------------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|
| | | Skutečná | | Pozorovaná | | Skóre | | | |
| | | Tvář 1 | Tvář 2 | Tvář 1 | Tvář 2 | Tvář 1 | Tvář 2 | Celkem | Vyhovuje / Nevyhovuje |
| ID kamery | Živá | A2 | B1 | A2 | B2 | 3 | 1 | 4 | V |
| Nad pokladnou (4) | Archivní | B1 | C2 | B? | C? | 1 | 1 | 2 | Opakovat |
| ID kamery | Živá | B2 | C3 | B2 | C3 | 3 | 3 | 6 | V |
| Hlavní vchod (5) | Archivní | A1 | C1 | A1 | C1 | 3 | 3 | 6 | V |
| ID kamery | Živá | C2 | C3 | ?? | ?? | 0 | 0 | 0 | N |
| | Archivní | | | | | | | | |

POZNÁMKA Jeden otazník znamená, že provozovatel nemůže identifikovat osobu A1 nebo A2 nebo A3, ale jen skupinu lidí. Dva otazníky znamenají, že provozovatel nemůže určit skupinu osob A, B nebo C, ani nemůže identifikovat osobu zkušební cíle B.12.

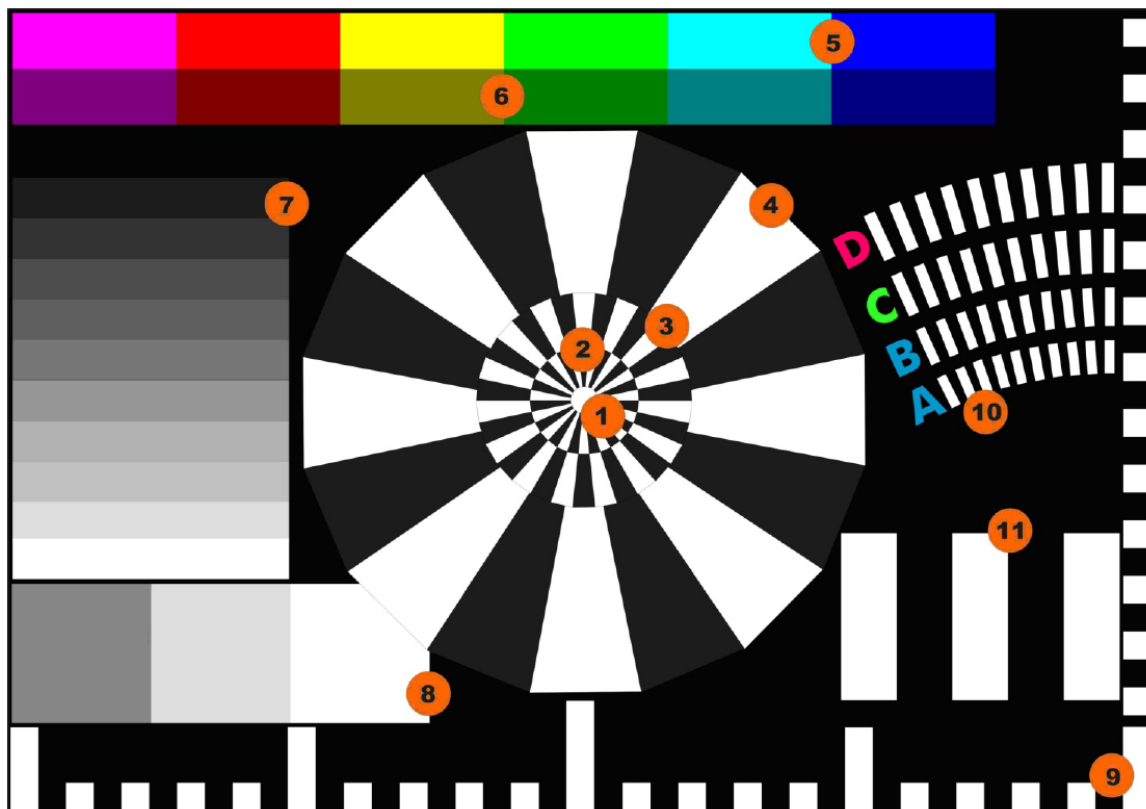
Obr. 22: Příklad záznamu auditu kamery [2]

2.3 ČSN EN 62676-4: Příloha C

Příloha C normy popisuje testování rozlišovací schopnosti kamer v místě záběru daného provozními požadavky VSS. Kombinuje tak laboratorní zkoušku a reálné prostředí. Pro vlastní testování slouží zkušební obrazec na Obr. 23. Díky použitému centimetrovému pravítku je možné stanovit velikost tisku zkušební obrazce na 41 x 25 cm.

Zkušební obrazec slouží dle normy ke zkoušení následujících parametrů kamer:

- zkouška pokrytí
- stanovení akceptovatelné výšky obrazu
- rozlišovací schopnost
- barva
- kontrast



Obr. 23: Testovací obrazec v místě záběru [2]

2.3.1 Segmenty testovacího obrazce

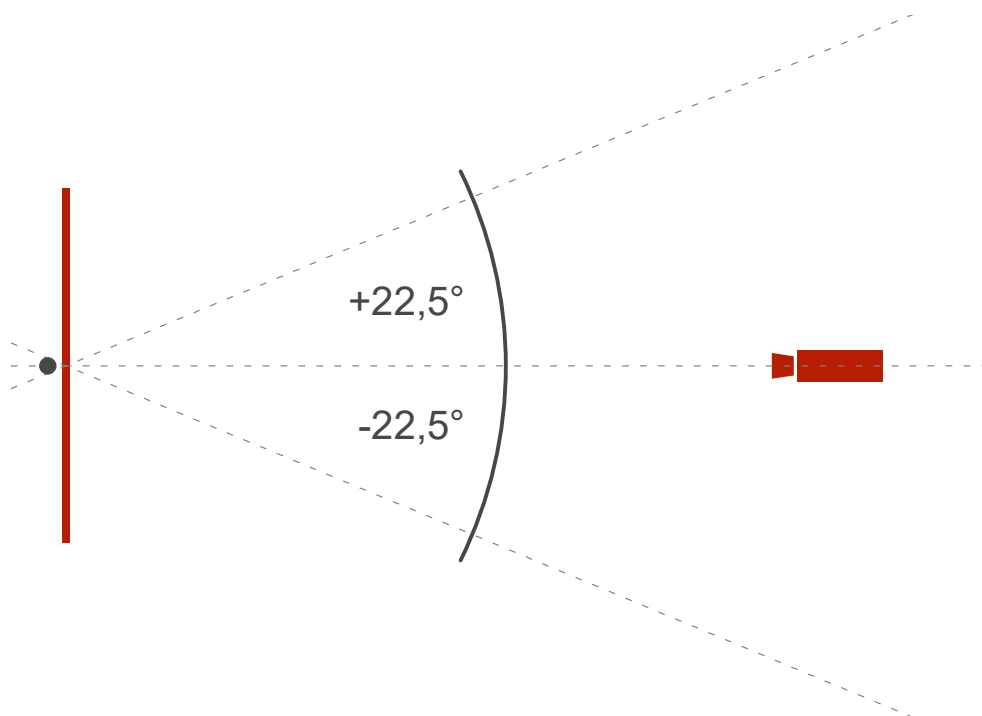
Jednotlivá pole testovacího obrazce jsou normou popsána následovně:

1. Je-li možné rozlišit 1 mm široké vrcholy černých a bílých segmentů, je dosaženo úrovně rozlišení „Prozkoumání“
2. Je-li možné rozlišit 4 mm vrcholy je dosaženo úrovně rozlišení „Identifikace“
3. Je-li možné rozlišit 8 mm vrcholy je dosaženo úrovně rozlišení „Rekognoskace“
4. Je-li možné rozlišit 40 mm vrcholy je dosaženo úrovně rozlišení „Zjištění“
5. Základní test schopností kamery rozlišení barev
6. Rozšiřující test schopností kamery rozlišení barev
7. 11 stupňů šedé pro rozlišení rozšířených schopností snímání kontrastu kamery
8. 3 stupně šedé pro rozlišení základních schopností snímání kontrastu kamery
9. Centimetrové pravítko pro určení pole záběru
10. Pole využívaná pro německé předpisy k prevenci nehod (nevyužívá se)

2.3.2 Postup provádění zkoušky

Zkušební obrazec se umísťuje na strategických místech plochy pokrytí definovaných v provozních požadavcích nebo ve specifikaci systému.

Normou je požadováno zkoušku provádět v celém rozsahu osvětlení pro něž má systém pracovat a omezuje také horizontální i vertikální úhel mezi kamerou a zkušebním panelem, který musí být v rozsahu $\pm 22,5^\circ$ odchylky proti 90° postavení obrazce vůči ose pohledu kamery.



Obr. 24: Povolený rozsah úhlů postavení kamery a obrazce (zdroj: vlastní)

2.3.3 Forma výstupu testování

Normou není stanoven konkrétní postup ani podoba výstupu. Testování bude realizováno způsobem, kdy v místě definovaném provozními požadavky se upevní na pevný stojan testovací obrazec a následně se z živého obrazu, případně záznamu vyhodnocuje dosažitelná úroveň rozlišení, barevná a kontrastní citlivost. Výstup testování je navržen v podobě tabulky č. 12.

Tabulka 12: Tabulka s hodnocením výkonu kamer (zdroj: vlastní)

| Kamera č. | Záběr č. | Úroveň rozlišení | Rozlišení barev | Rozlišení stupňů šedé |
|------------------|-----------------|-------------------------|------------------------|------------------------------|
| 1 | 1 | Identifikace | Základní | 3 stupně |
| 1 | 2 | Zjištění | Základní | 3 stupně |
| 2 | 3 | Rekognoskace | Rozšířený | 11 stupňů |
| 2 | 4 | Identifikace | - | 11 stupňů |

2.4 Definice provozních požadavků prostředí

Norma ČSN EN 62676-4 požaduje stanovení provozních požadavků VSS (OR – operational requirements) před vlastním návrhem kamerového systému. Z parametrů definovaných v rámci provozních požadavků se vychází při výběru kamer (rozlišení, citlivost), stupně IP krytí kamerové sestavy, použití IR přísvitu, parametry objektivu, záznamových a zobrazovacích zařízení.

Pro otestování různých variant bezpečnostních kamer definujeme tato tři prostředí:

2.4.1 Prostředí A – interiér

Popis prostředí: Chodba kancelářské budovy o délce 15 metrů.

Osvětlení: denní světlo / umělé osvětlení, v době od cca 20 hodiny neosvětleno.

Požadavek rozlišení: Identifikace osoby ve vzdálenosti 10 metrů od kamery.

Úhel záběru: pokrytí zájmové oblasti, především vstupních dveří ze společné chodby.



Obr. 25: Prostředí A - interiér (zdroj: vlastní)

2.4.2 Prostředí B – exteriér

Popis prostředí: Parkoviště firmy.

Osvětlení: denní světlo / umělé osvětlení (LED svítidla), trvale osvětleno.

Požadavek rozlišení: úroveň Identifikace ve vzdálenosti 20 metrů od kamery.

Úhel záběru: pokrytí příjezdové cesty, vstupních vrat do skladu a bočního schodiště.



Obr. 26: Prostředí B - exteriér (zdroj: vlastní)

2.4.3 Prostředí C – perimetr

Popis prostředí: Neosvětlená část pozemku.

Osvětlení: denní světlo / bez osvětlení.

Požadavek rozlišení: úroveň Pozorování ve vzdálenosti 40 metrů.

Úhel záběru: efektivní pokrytí perimetru, tzn. při úhlu cca. 15° maximální dosah zvolené úrovně rozlišení - bude využito pro plánování překrývajících se kamerových bodů.



Obr. 27: Prostředí C - perimetr (zdroj: vlastní)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 PROVÁDĚNÍ ZKOUŠEK DLE ČSN

Pro provádění zkoušek budou vybrány reprezentativní modely IP kamer běžně dostupné na trhu. Cílem je pokrýt škálu ekonomických i profesionálních modelů, tak aby bylo možné pro definovaná prostředí určit typy, které splní provozní požadavky a umožní sestavit kvalitativní škálu testovaných kamer. Vybrané kamery budou testovány dle stanovené metodiky ČSN EN 62676-1-1 a ČSN EN 62676-4. Pro maximální objektivitu budou testovány tři různé typy kamery od tří různých výrobců.

3.1 Výběr kamer

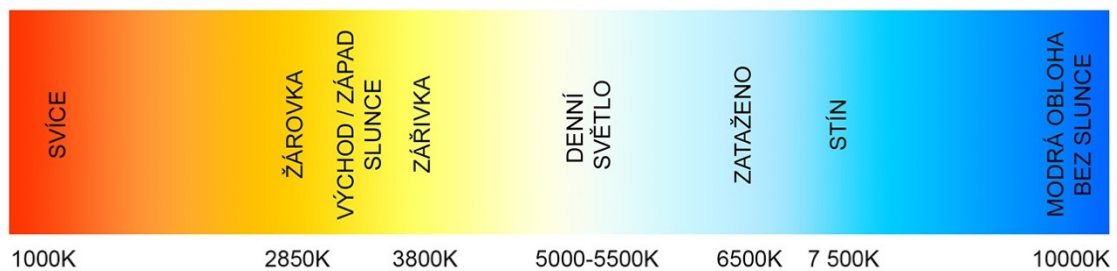
Pro vlastní volbu kameru budou posuzovány normou definované technické parametry s ohledem na definované provozní požadavky.

3.1.1 Výběr technických parametrů

Dle článku 6.4.1 normy je doporučeno věnovat při výběru kamery pozornost vlastnostem snímacích prvků kamer (dynamický rozsah, šum, spektrální citlivost, slow shutter), schopnostem software kamery, resp. dříve používaného signálového procesoru DSP (vyvážení bílé, vymaskování zón) a funkčním vlastnostem kamery (externí a line-lock synchronizace, dálková kalibrace a napájení). Tyto doporučené parametry jsou jednotlivě analyzovány v následující části.

3.1.1.1 *Vyvážení bílé u barevných kamer*

Vyvážení bílé u barevných kamer znamená schopnost kamery přizpůsobit barevné podání výstupního obrazu teplotě chromatičnosti osvětlení v dané scéně. Je to stejná funkce jakou známe z digitálních fotoaparátů, kdy kromě automatického vyvážení bílé (označováno jako AWB – Automatic White Balance) lze nastavit barevný posuv snímání buď dle přednastavených scén (denní světlo, žárovka, zářivka), případně přímo ve stupních Kelvina, které odpovídají příslušnému odstínu bílé barvy, kdy např. 5500°K přibližně odpovídá hodnotě denního světla.



Obr. 28: Teploty barev viditelného spektra [10]

Praktický dopad funkcí pro vyvážení bílé na výběr kamery dnes není velký, moderní bezpečnostní kamery téměř ve 100% případech disponují funkcí automatického vyvážení bílé, např. všechny testované modely kamer umožňují kromě automatické kalibrace i ruční nastavení hodnot, buď přímo ve stupních Kelvina, případně nastavením posuvu bílé barvy pomocí zadání hodnot RGB složek. Testované kamery Dahua uměly nastavit vyvážení bílé také výběrem části obrazu, což může být vhodné při požadavku na vysokou přesnost interpretace barev a současném konstantním umělém osvětlení. V našem případě byly prostředí definovány tak, že se teplota chromatičnosti v průběhu dne mění a všechny kamery bylo nutné nastavit do režimu automatického vyvážení bílé barvy.

Z poznatků z praxe lze konstatovat, že technologie moderních kamer zvládají vyvážení podání bílé barvy spolehlivě a s výjimkou snímání prostředí s fixní hodnotou chromatičnosti umělého osvětlení není třeba při výběru kamery tomuto parametru věnovat zásadní pozornost.

3.1.1.2 Dynamický rozsah snímacího prvku

Mezi základní technické vlastnosti snímacích prvků kamer, ať už CCD nebo CMOS, patří dynamický rozsah snímače. V praxi nás při expozici scény limituje hodnota saturace jednotlivých na světlo citlivých buněk snímače, kdy načítání hodnot hladiny osvětlení dosáhne v určité chvíli maxima a již ji není možné nadále zvyšovat. Starší CCD snímače v takovém případě trpěly efektem bloomingu, tedy přeléváním el. potenciálu mezi další buňky.

Aby nedocházelo k přeexponování snímků musí kamera buď zkrátit dobu expozice, nebo snížit množství světla dopadajícího na čip. Většina dnešních kamer používá kombinaci obou metod, tedy úpravu času expozice i řízení clony objektivu pro snížení hladiny osvětlení.

Bohužel zkrácení času expozice nebo snížení hladiny osvětlení má za následek nedostatečnou expozici kamery v místě záběru s nízkým světelným tokem, tedy typicky ve stinných místech záběru. Úbytek kresby ve špatně osvětlených místech lze kompenzovat buď prodloužením času expozice, zvýšením množství světla, nebo dodatečným zesílením signálu, které má ale vliv na zesílení užitečného i šumového signálu a degraduje tak kvalitu snímání.

Požadavky na současné snímání světlých a tmavých míst v záběru jdou v podstatě proti sobě, výrobci tak začali hledat cestu, jak dynamický rozsah, tedy rozdíl mezi minimální a maximální zaznamenanou hodnotou osvětlení buňky snímače, zvýšit. Jednou z cest je zvýšení kapacity jednotlivých buněk, což sebou nese zvětšení plochy snímače, případně snížení efektivního rozlišení kamery. Další možností je využití technologie násobné expozice, kdy se dva časově sousledné snímky pořídí s různou hodnotou délky expozice a DSP nebo procesor kamery tyto dva snímky následně spojí tak, že přexponované místa jednoho snímku nahradí hodnotou buněk snímku druhého a naopak. Třetí možností je využít vlastností CMOS snímačů a exponovat každou buňku senzoru jinou dobou expozice.

Všechny uvedené metody se souhrnně označují jako WDR (Wide Dynamic Range), nebo HDR (High Dynamic Range) a pro bezpečnost kamery se hodnota dynamického rozsahu uvádí v dB. Kamery označované jako WDR/HDR dnes disponují hodnotami dynamického rozsahu 100-140 dB. Právě v případě, kdy lze předpokládat složité světelné podmínky v záběru kamery (protisvětlo, kontrastní scéna, tunely), je vhodné investorovi doporučit pořízení kamery označené jako WDR/HDR. Uváděný dynamický rozsah kamery by v takovém případě měl odpovídat alespoň hodnotě 100 dB, což dnes lze považovat za běžně dosahovanou hodnotu.

3.1.1.3 Šum snímacího prvku

Šum snímače úzce souvisí s několika parametry kamery. Fyzicky jej ovlivňuje použitá technika výroby čipu, velikost a rozlišení snímače, clonové číslo objektivu a následně ještě použité zesílení signálu, ale také třeba teplota prostředí.

Snímačem generovaný tepelný šum negativně ovlivňuje kvalitu výstupu kamery a cílem je tedy jej snížit na minimum. Výrobci kamer neuvádí hodnotu hladiny šumu svých kamer, částečně lze pro odhad množství generovaného šumu využít údaje o citlivosti kamery na světlo, kdy výrobci uvádí minimální úroveň osvětlení při kterém je kamera schopna generovat užitečný signál. Bohužel jsou tyto údaje často silně zkreslovány tím, že výrobce neuvádí ani parametry sestavy použité pro dané testování (např. často je při testování použit velmi

kvalitní světelný objektiv), případně nejsou uvedeny hodnoty odstupů signál/šum pro daný testovací signál. V praxi tak můžeme počítat s tím, že uváděné hodnoty jsou vůči prakticky využitelným hodnotám hladiny osvětlení posunuty o jeden až tři řády.

Jako příklad může posloužit záběr kamery Bosch Dinion NBN-80052, kde výrobce uvádí jako minimální hladinu osvětlení 0,00275 lux při teplotě chromatičnosti 3200°K, 89% reflexivitě, 30% IRE a objektivu s clonovým číslem F1,2.

V rámci praktických testů byl již obraz nepoužitelný při hodnotách kolem 0,1 luxů, tedy při hodnotách o dva řády vyšších než uváděné minimální parametry.



Obr. 29: Záběr kamery NBN-80052 při hladině osvětlení 0,1 lux (zdroj: vlastní)

Při výběru kamer je tedy vhodné postupovat buď cestou kamerových zkoušek, případně zúžit okruh vytipovaných kamer s ohledem na typ a druh prostředí, tak aby v místech s očekávanou nízkou hladinou osvětlení a tedy i vysokého objemu generovaného šumu, byly vybrány modely kamer s většími snímači, nižším požadovaným rozlišením a s kvalitními objektivy. Spoléhat se na hodnoty minimální úrovně intenzity osvětlení v technickém listu výrobce kamery nemusí vždy přinést žádoucí výsledky.

3.1.1.4 Dlouhý expoziční čas

Moderní kamery umožňují nastavit čas expozice automaticky, případně manuálně, ale lze většinou také nastavit limit tzv. pomalé závěrky. Jelikož čas expozice zásadně ovlivňuje množství snímaného světla, lze prodloužením expozice zásadně zvýšit citlivost kamery. Člověk vnímá pohyb jako plynulý od hodnoty přibližně 25 snímků za vteřinu. Pokud budeme exponovat záběr delší dobu než právě 1/25 vteřiny dostáváme se do režimu tzn. pomalé závěrky anglicky označované jako slow-shutter.

Pozitivním průvodním jevem tohoto režimu snímání je snížení množství generovaného šumu, ale také je možné pozorovat nežádoucí efekt který se označuje pojmem „ghosting“, kdy pohybující se objekty v záběru vypadají jako rozmáznuté čmouhy. Rozmazání je způsobeno delší expozicí, kdy objekt mění v průběhu jedné expozice svou polohu v obraze a zanechává tak za sebou viditelnou stopu.

Minimální hodnotu pomalé závěrky bychom měli volit dle typu sledované scény a rychlosti pohybujících se objektů, obecným doporučením je, že režim pomalé závěrky by měl být použit pouze tam, kde to má opodstatnění.

3.1.1.5 Předpisy ochrany dat

Podpora maskování soukromých zón je anonymizační technika, která se využívá především v rámci používání kamer na veřejných místech. Například všechny kamery městských kamerových systémů musí pro záběry do oken soukromých budov využívat tento režim pro zabránění neoprávněného zasahování do soukromí obyvatel.

V minulosti byla tato vlastnost dostupná pouze u výkonných otočných PTZ kamer, dnes je již běžnou součástí většiny IP kamer a pokud předpokládáme využití této funkce, je vhodné si před výběrem kamery ověřit zda touto funkcí disponuje.

3.1.1.6 Spektrální citlivost ve vztahu k typu osvětlení

V době používání barevných kamer s CCD snímači bylo nutné pro barevné záběry použít filtry infračervené složky spektra. Velké množství IR záření v obraze způsobovalo nežádoucí barevné posuny a díky citlivosti snímačů i na IR složku světla a odlišnému lomu na čočkách objektivů docházelo ke zkreslení výsledného obrazu. Pro tyto účely se používaly a stále používají mechanické IR filtry, které se v nočním režimu z prostoru snímače mechanicky odstraňují.

Spektrální citlivost na IR složku spektra byla v minulosti přímo závislá na tom, zda kamera disponovala mechanickým IR filtrem. Taková kamera se často označovala jako Day/Night kamera, nebo kamera s IR-cut filtrem. V dnešní době se návrh kamer zjednodušil díky velmi široké nabídce kamer s integrovaným IR LED přísvitkem a není tak nutné ověřovat zda má kamera v daném IR pásmu dostatečnou citlivost snímače, automaticky se to předpokládá.

Pouze v případě použití kamer bez integrovaného nočního vidění je vhodné, pokud je budeme kombinovat s externími IR LED přísvitky, ověřit zda má kamera IR filtr a bude tak pro daný spektrální rozsah osvětlení dostatečně citlivá.

3.1.1.7 Synchronizace obrazu

V době analogových kamer, VHS a prvních DVR rekordérů bylo pro zvýšení rychlosti záznamu, případně pro synchronizaci obrazu u maticových přepínačů vhodné zajistit, aby synchronizační pulzy jednotlivých kamer v systému začínaly ve stejný okamžik, byly tzv. synchronizovány. Pro tuto synchronizaci se používala externí synchronizace, kdy jednou kamerou byl generován pulz který ostatní kamery pomocí koaxiálního vedení využívaly pro synchronizaci. Druhou možností byla interní synchronizace pomocí synchronizace s kmitočtem napájecí sítě, což se označovalo jako line-lock synchronizace.

V dnešní době je tento požadavek irelevantní, kamery těmito funkcemi nedisponují a není třeba se jimi jakkoliv zabývat.

3.1.1.8 Dálková kalibrace snímacích vlastností

Možnost dálkového nastavení kamer byla v době analogových systémů běžná pro otočné kamery, které byly ovládány pomocí RS422/485 sběrnic a pomocí řídicí klávesnice bylo také možné kameru dálkově konfigurovat a kalibrovat. Pro kamery s pevnou pozicí záběru byla tato funkce poměrně raritní a byla k dispozici především u vysoce profesionálních modelů kamer.

Dnes je dálkový přístup ke kameře zcela běžný a řada kamer kromě dálkového nastavení parametrů disponuje také možností dálkového nastavení transfokace a zaostření objektivu. Tyto funkce najdeme jak u IP kamer, tak u moderních analogových HD standardů.

3.1.1.9 Záložní napájení

Zálohování napájení může být jeden z požadavků projektu nebo zakázky, lze použít buď zálohované napájecí zdroje s integrovanými akumulátory, případně díky plošnému nasazení

IP kamer s podporou PoE napájení lze snadno využít instalace jediného záložního zdroje napájení a to UPS zálohující PoE aktivní prvek.

3.1.1.10 Ostatní technické parametry

Kromě zmiňovaných parametrů a vlastností kamer je vhodné, aby technik provádějící výběr kamer vážil i další technické parametry kamer, především pak použitý kompresní algoritmus u IP kamer, poměr stran obrazu pro kompatibilní zobrazení na použitých monitorech, schopnosti přenosu video streamů v režimech unicast TCP/UDP, nebo UDP multicast, podporu s ONVIF/PSIA protokoly a kompatibilitu s vybraným NVR/VMS. Moderní kamery disponují přenosem audio signálu, lokálním záznamem na SD kartu, ukládáním obrazu do cloudu, inteligentní videoanalýzou, čtením SPZ, podporou poplachových vstupů/výstupů, podporou P-Iris objektivů nebo instalací vlastních programů přímo v prostředí operačního systému kamery. Řada zmiňovaných vlastností bude vycházet z požadavku projektu, ale vzhledem k širokým možnostem dnešních kamer je vhodné, aby návrh a výběr kamer prováděl technik s praxí, seznámený se všemi dostupnými vlastnostmi moderních bezpečnostních kamer.

3.1.2 Výběr modelů kamer

Pro praktické zkoušky byly s ohledem na definovaná prostředí vybrány bezpečnostní IP kamery splňující několik rozdílných potenciálních požadavků investora. Zastoupeny jsou kamery ekonomické s maximálním důrazem na pořizovací cenu, dále populární modely kamer s integrovaným IR LED přísvitkem a varifokálními objektivy základního rozsahu a konečně profesionální řada kamer se zastoupením modelu s 4K rozlišením, případně kamera s extrémní citlivostí na světlo.

S ohledem na zadání byly zvoleny kamery tří výrobců – DINOX, DAHUA a BOSCH. Jednotlivé modely byly voleny s ohledem na definované prostředí, takže zde najdeme zástupce kamer typických pro použití v interiéru, stejně jako kamery, které se uplatní především při snímání scén s nízkou hladinou osvětlení, případně při sledování na větší vzdálenost.

Tabulka 13: Přehled typů testovaných IP kamer

| č. | Typ | Výrobce | Provedení | Rozlišení | Objektiv | IR LED | Funkce |
|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|----------|--------|-------------------------|
| X1 | DDR-2300 | DINOX | minidome | 3 MPx | 4 mm | - | - |
| X2 | DDR-3410 | DINOX | minidome | 4 MPx | 2.8 mm | 40 m | 120dB WDR |
| X3 | DDX-5210 | DINOX | compact | 2 MPx | 2.8~12 | 30 m | - |
| Y1 | HDBW1320 | DAHUA | minidome | 3 MPx | 2.8 mm | 30 m | - |
| Y2 | HDBW2320 | DAHUA | minidome | 3 MPx | 2.7~12 | 30 m | motorzoom |
| Y3 | HFW81230 | DAHUA | compact | 12 MPx | 4.1~16.4 | 50 m | 4K |
| Z1 | NBN-50022 | BOSCH | box | 2 MPx | 3.3~12 | - | - |
| Z2 | NBN-63023 | BOSCH | box | 2 MPx | 3.8~13 | - | Starlight, 120dB WDR |
| Z3 | NBN-80052 | BOSCH | box | 6 MPx | 4.1~9 | - | Starlight |

3.2 Vlastní měření

Testovací obrazec byl instalován dle požadavku normy ISO 12233:2000. Pro osvětlení testovacího obrazce byla zvolena studiová světla FOMEI Digital PRO 500X umístěné pod úhlem 45° vůči rovině testovacího obrazce ve vzdálenosti 2,5 metru, intenzita osvětlení byla nastavena na hodnotu 15.000 luxů ve středu testovacího obrazce. Světla byla vybavena násobnými difuzory pro dokonalé rozptýlení světla.



Obr. 30: Testovací sestava, naměřená hodnota intenzity osvětlení (zdroj: vlastní)

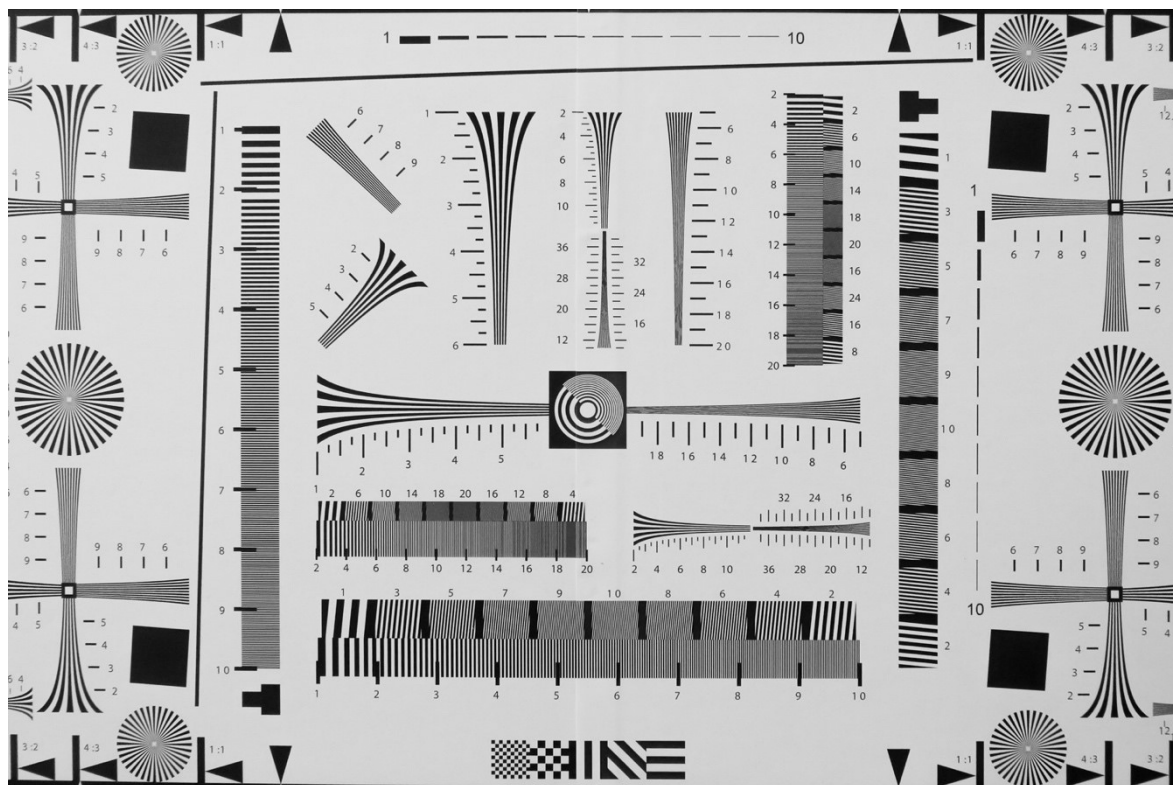
3.2.1 Zjištění maximální rozlišovací schopnosti dle ISO 12233:2000

Pro testování IP kamery dle ISO 12233:2000 byly kamery nakonfigurovány v režimu poskytujícím nejlepší a maximálně objektivní obrazové výsledky. Kompresní algoritmus byl vybrán MJPEG u kamer, které jej podporují, u ostatních byly zvoleny parametry H.264/H.265 streamu s maximálním datovým tokem, minimální velikostí makrobloků a kvantizace, stejně jako nejnižší možnou hodnotou GOV (Group of Video). Vyhodnocování statických snímků bude probíhat nad klíčovým snímkem (I-frame).

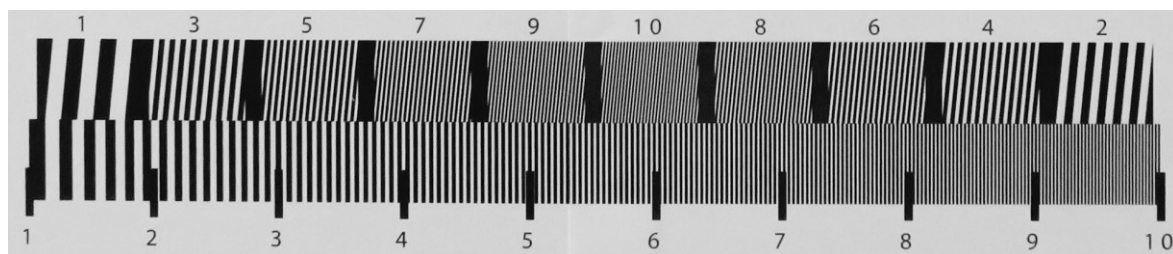
Pro zachování původních hodnot snímaného obrazu jsou v kamerách deaktivovány funkce softwarového doostření a digitálního zvýšení dynamického kontrastu. Parametry jasu, kontrastu a vyvážení bílé jsou nastaveny na výchozí hodnoty.

Pro referenční měření byl zvolen snímek pořízený fotoaparátem Canon G7X o rozlišení 20 megapixelů. Fotoaparát má efektivní rozlišení snímače 5472x3648 pixelů s poměrem stran 3:2.

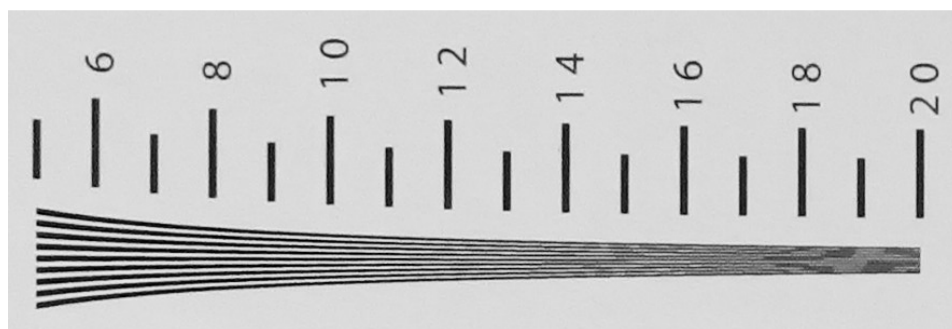
Výsledek měření pomocí nástroje ImageJ je demonstrován na následujících snímcích.



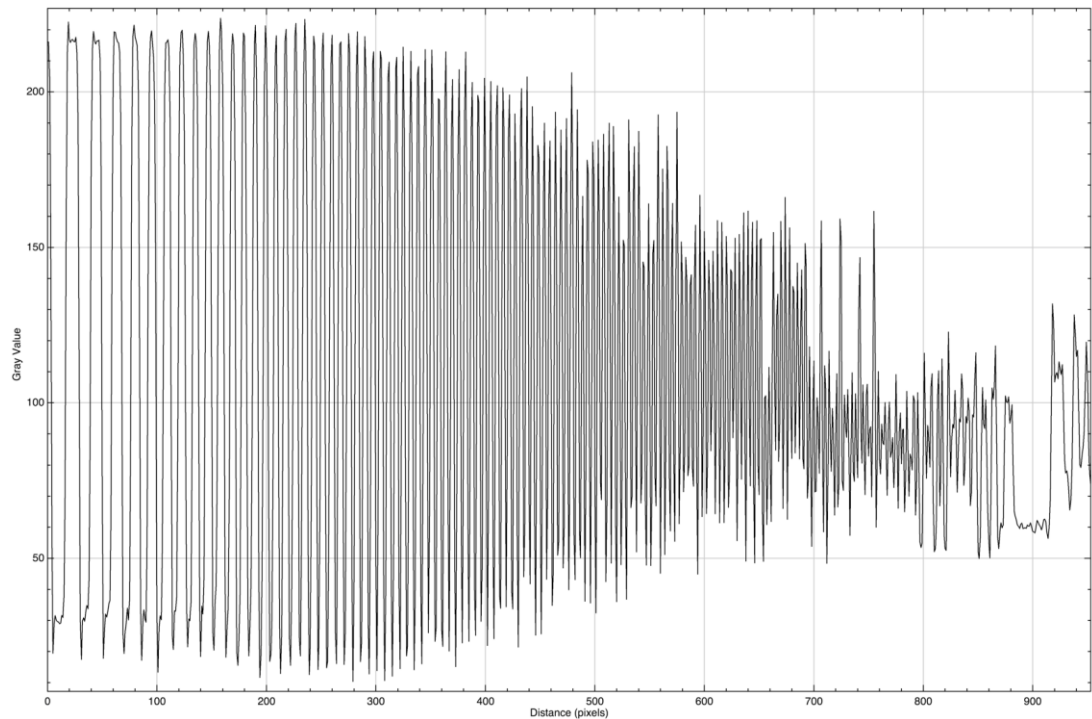
Obr. 31: Referenční snímek pořízený fotoaparátem Canon G7X (zdroj: vlastní)



Obr. 32: Detail frekvenčních rastrů 100-1000 LWPH (zdroj: vlastní)



Obr. 33: Detail rastru vizuálního rozlišení (zdroj: vlastní)



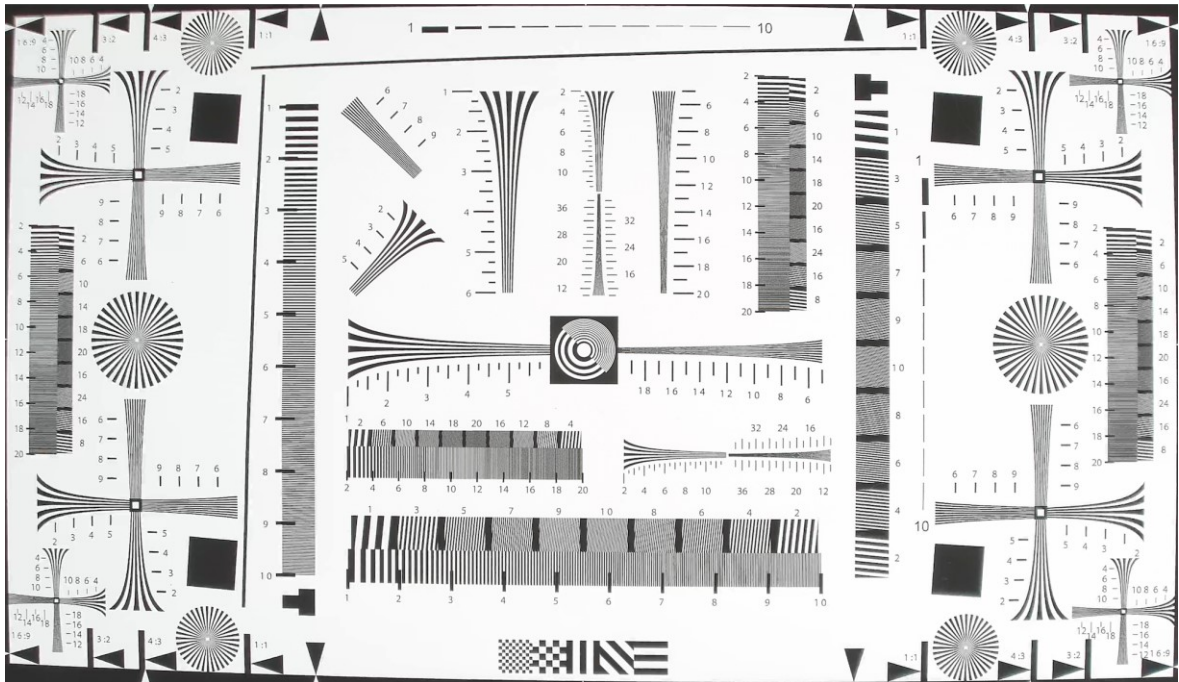
Obr. 34: ImageJ - analýza frekv. rastru 200-2000 LWPH (zdroj: vlastní)

Analýza frekvenčního rastru vizuálního rozlišení ukazuje, že horizontální vizuální rozlišení fotoaparátu je přibližně 1800 LWPH. Stejným postupem byly testovány všechny zvolené kamery.

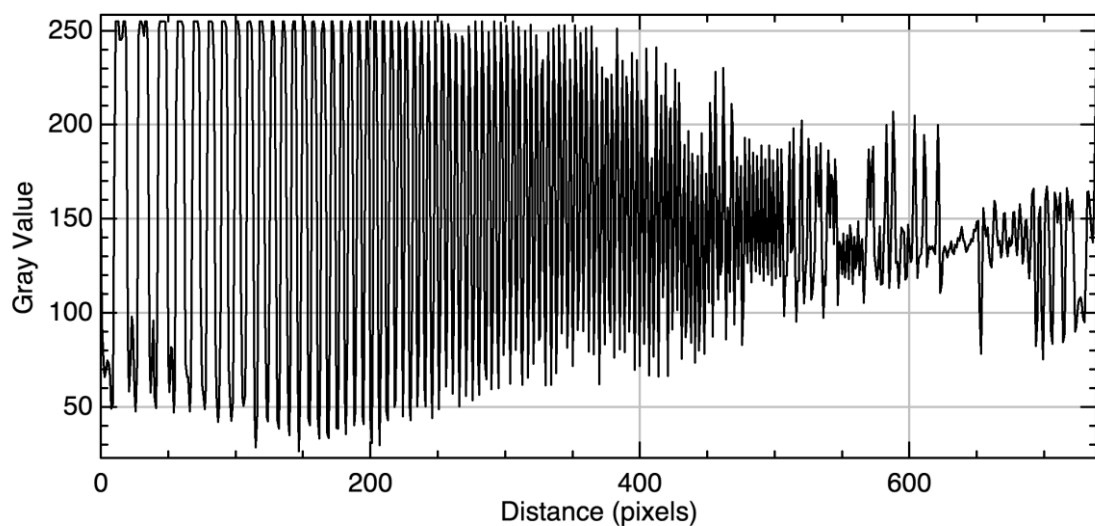
Nejdříve byl obrazec kamerou sejmout, pokud to kamera umožňovala, byl uložen do nekomprimovaného formátu TIFF nebo BMP a následně podroben analýze frekvenčních rastrů programem ImageJ.

Samotné výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 14.

Pro srovnání s referenčním snímkem je zde uveden výstup kamery DAHUA HFW81230 s měřeným limitním rozlišením 1350 LWPH a vizuálním rozlišením 1500 LWPH, což byl současně nejlepší výsledek v této části testování.



Obr. 35: Ukázka testovacího obrazce kamery HFW81230 (zdroj: vlastní)



Obr.: Graf analýzy frekvenčního rastru 200-2000 LWPH

Tabulka 14: Výsledek zkoušky maximální rozlišovací schopnosti

| Kamera | Objektiv | Efektivní rozlišení snímače | Limitní rozlišení | Vizuální rozlišení |
|---------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| DINOX DDR-2300 | 4 mm F neuváděno | 2048x1536 px @ 1/3" CMOS | 550x420 LWPH x LHPW | 650x550 LWPH x LHPW |
| DINOX DDR-3410 | 2.8 mm F neuváděno | 2688x1520 px @ 1/3" CMOS | 530x500 LWPH x LHPW | 675x630 LWPH x LHPW |
| DINOX DDX-5210 | 2.8~12 mm F 1.4 | 1920x1080 px @ 1/2.8" CMOS | 720x590 LWPH x LHPW | 980x800 LWPH x LHPW |
| DAHUA HDBW1320 | 2.8 mm F 2.0 | 2304x1296 px @ 1/3" CMOS | 680x530 LWPH x LHPW | 960x750 LWPH x LHPW |
| DAHUA HDBW2320 | 2.7~12 mm F 1.4 | 2048x1536 px @ 1/3" CMOS | 780x700 LWPH x LHPW | 1000x1000 LWPH x LHPW |
| DAHUA HFW81230 | 4.1~16.4 mm F 1.5 | 4000x3000 px @ 1/1.7" CMOS | 1350x1200 LWPH x LHPW | 1500x1400 LWPH x LHPW |
| BOSCH NBN-50022-V3 | 3.3~12 mm F 1.4 | 1920x1080 px @ 1/2.7" CMOS | 660x610 LWPH x LHPW | 850x800 LWPH x LHPW |
| BOSCH NBN-63023-B | 3.8~13 mm F 1.4 | 1920x1080 px @ 1/2.8" CMOS | 700x675 LWPH x LHPW | 900x900 LWPH x LHPW |
| BOSCH NBN-80052-BA | 4.1~9 mm F 1.6 | 3032x2008 px @ 1/1.8" CCD | 1040x900 LWPH x LHPW | 1300x1250 LWPH x LHPW |

3.2.2 Dílčí závěr

Výsledek této na přípravu i provedení časově náročné zkoušky odpovídá na otázku, nakolik je využit efektivní počet pixelů kamery vůči limitnímu a vizuálnímu rozlišení. Přeneseně by tento test mohl najít odpověď na dotaz, zda je výhodné použití kamer s extrémně vysokým rozlišením v celém navrhovaném systému. Totiž, vysoké rozlišení kromě vyšších nároků na osvětlení a kvalitu objektivu přináší i vyšší datový tok a zvýšené požadavky na datové úložiště.

Pro matematické vyjádření této úvahy byly měřené hodnoty převedeny do samostatné tabulky v hodnotách udávajících poměr mezi výrobcem deklarovaným rozlišením snímače a změřených limitním, resp. vizuálním rozlišením.

Porovnáním efektivního a reálného rozlišení kamery se potvrzuje předpoklad, že použití kvalitních varifokálních objektivů umožní lépe využít schopností kamery a jejího snímače, než použití fixních objektivů s vysokým clonovým číslem – viz tabulka č. 15.

Tabulka 15: Poměr rozlišení snímače a změřeného rozlišení kamery

| Kamera | Efektivní rozlišení snímače | Limitní rozlišení | Vizuální rozlišení |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|--------------------|
| DINOX DDR-2300 | 2048x1536 px @ 1/3" CMOS | 27,3% | 35,8% |
| DINOX DDR-3410 | 2688x1520 px @ 1/3" CMOS | 32,9% | 41,4% |
| DINOX DDX-5210 | 1920x1080 px @ 1/2.8" CMOS | 54,6% | 74,1% |
| DAHUA HDBW1320 | 2304x1296 px @ 1/3" CMOS | 40,9% | 57,9% |
| DAHUA HDBW2320 | 2048x1536 px @ 1/3" CMOS | 45,6% | 65,1% |
| DAHUA HFW81230 | 4000x3000 px @ 1/1.7" CMOS | 40% | 46,7% |
| BOSCH NBN-50022-V3 | 1920x1080 px @ 1/2.7" CMOS | 56,5% | 74% |
| BOSCH NBN-63023-B | 1920x1080 px @ 1/2.8" CMOS | 62,5% | 83,3% |
| BOSCH NBN-80052-BA | 3032x2008 px @ 1/1.8" CCD | 44,8% | 62,3% |

Z hodnocených kamer nejlepšího výsledku dosáhla kamera Bosch NBN-63023-B, která díky kvalitní optice využívá až 83,3% efektivního rozlišení snímače při srovnání se změřeným vizuálním rozlišením.

Nejhoršího výsledku naopak dosáhla kamera DINOX DDR-2300, která potenciál 3 megapixelového snímače využívá sotva z jedné třetiny. Je to dáno opět především typem použitého fixního objektivu s hodnotou clony F2,0. Lapidárně se tedy dá tvrdit, že by kamera DDR-2300 mohla být vybavena snímačem o efektivním rozlišení 1.3 megapixelů a i tak by podávala podobné výsledky.

3.2.3 Zkouška pro úroveň rozlišení Identifikace

Zkoušky dle Přílohy B normy ČSN EN 62676-4 probíhaly v definovaných prostředích v době běžného denního osvětlení a v čase mimo denní dobu, za použití přídavného osvětlení kamery, či využitím světla veřejného osvětlení (Prostředí B). Záběr kamery byl volen tak, aby odpovídal provozním požadavkům. V místě snímání obrazu bylo pomocí luxmetru měřena hladina osvětlení pro ověření údajů uvedených v technických parametrech výrobků.



Obr. 36: Auditor při provádění zkoušky (zdroj: vlastní)

Průběh zkoušek odrážel postup definovaný v Příloze B normy ČSN EN 62676-4, pro zkoušku bylo použito 12 zkušebních terčů s hlavami, formuláře pro zápisy auditora a operátora VSS, kartonová postava pro určení správné výšky umístění obličejů a registrační značka. Spojení mezi auditorem a operátorem bylo realizováno pomocí mobilního telefonu.

Pro měření intenzity osvětlení byl použit přístroj CEM DT-1308, digitální luxmetr vyhovující spektrální odezvě CIE photopic s úplnou kosinovou korekcí pro dopad světla pod úhlem. Jedná se o kompaktní přenosný přístroj napájený 9V baterií s měřením pomocí stabilní křemíkové fotodiody s dlouhou životností. Rozsah měření přístroje je 0,01 luxů až 400.000 luxů. Výhodou přístroje je automatický výpočet faktoru korekce a spektrální přesnost $V_{\lambda} f_{\lambda} \leq 6\%$.

Měřením intenzity osvětlení pomocí luxmetru CEM DT-1308 byli v místě provádění zkoušek naměřeny následující hodnoty:

Tabulka 16: Hodnoty intenzity osvětlení jednotlivých prostředí

| Prostředí | Denní doba | Osvětlení | Intenzita osvětlení |
|-----------|------------|---------------|---------------------|
| A | den | přirozené | 180 lux |
| A | noc | umělé | 73 lux |
| A | noc | bez osvětlení | 0,2 lux |
| B | den | přirozené | 18.000 lux |
| B | noc | umělé | 3 lux |
| C | den | přirozené | 22.000 lux |
| C | noc | bez osvětlení | 0,12 lux |



Obr. 37: Ukázka měření pomocí přístroje CEM DT-1308 (zdroj: vlastní)

Postup zkoušky

Auditor z celého souboru zvolí dvě tváře, které společně prezentuje po dobu maximálně 30 vteřin v zorném poli kamery. Prezentace se provede v místě dle požadavků provozních podmínek, v našem případě v zadání jednotlivých prostředí. Úhel záběru kamery je zvolen tak,

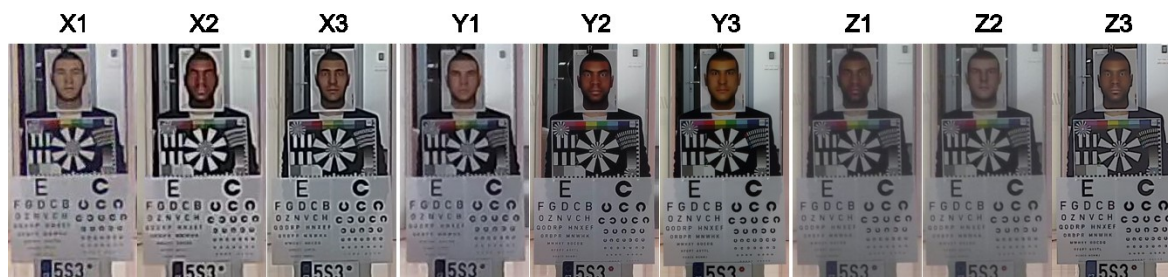
aby výška postavy odpovídala stupni rozlišení Identifikace dle rozlišení kamery a tabulky pro přepočítání rozlišení kamery dle normy. V případě nedostatečného rozsahu transfokace varifokálního objektivu, případně pokud kamera disponuje pouze fixním ohniskem objektivu bylo měření provedeno na maximální hodnotě ohniska.

Pro výpočet požadované výšky postavy v záběru kamery byl aplikován jednoduchý přepočítání stanovením výšky postavy v záběru dle požadavku normy.

Tabulka 17: Stanovení výšky postavy pro jednotlivé modely kamer

| Kamera | Efektivní rozlišení snímače | Výška postavy v záběru kamery |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| DINOX DDR-2300 | 2048x1536 px | 28% |
| DINOX DDR-3410 | 2688x1520 px | 28% |
| DINOX DDX-5210 | 1920x1080 px | 40% |
| DAHUA HDBW1320 | 2304x1296 px | 33% |
| DAHUA HDBW2320 | 2048x1536 px | 28% |
| DAHUA HFW81230 | 4000x3000 px | 14% |
| BOSCH NBN-50022-V3 | 1920x1080 px | 40% |
| BOSCH NBN-63023-B | 1920x1080 px | 40% |
| BOSCH NBN-80052-BA | 3032x2008 px | 21% |

Po každé prezentaci dvojice tváří zaznamená auditor i operátor VSS číslo použitého a sledovaného vzoru do výkazu pro záznam zkoušky. Zkouška se opakuje v každém umístění daném provozními požadavky VSS.



Obr. 38: Srovnání výstupu kamer – Prostředí A (zdroj: vlastní)

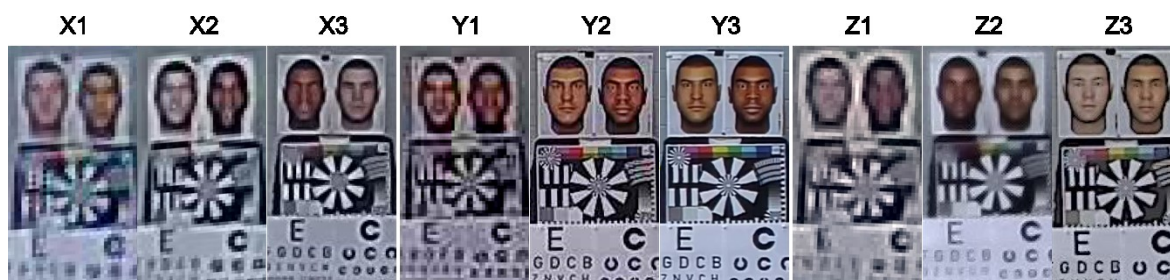
Samotné testování bylo velmi časově náročné, příprava techniky, provádění zkoušek a pořízování dokumentace vyžadovalo až dva plné pracovní dny, tedy přibližně 16 hodin. Výstupem zkoušek jsou evidenční archy auditora a operátora VSS (Příloha 1 a 2), především pak výsledná tabulka „Záznam auditu kamer“ (Příloha 3).



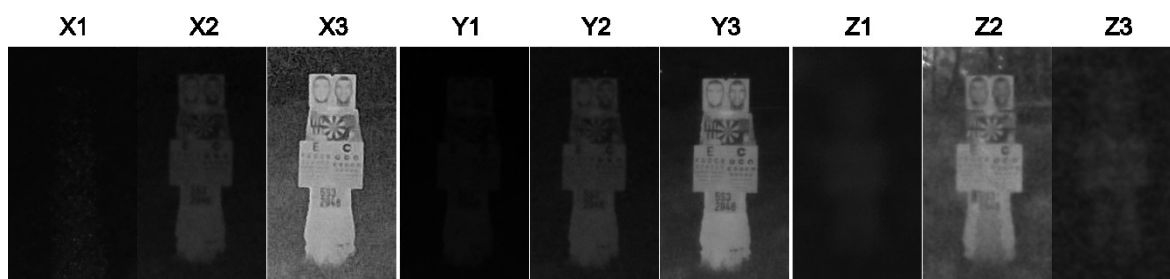
Obr. 39: Ukázka výstupu kamery DDX-5210, prostředí B (zdroj: vlastní)



Obr. 40: Ukázka výstupu kamery NBN-80052, prostředí A (zdroj: vlastní)



Obr. 41: Srovnání výstupu kamer – Prostředí B (zdroj: vlastní)



Obr. 42: Srovnání výstupu kamer – Prostředí C, noc (zdroj: vlastní)

3.2.4 Dílčí závěr

Požadované parametry pro Prostředí A splňují pro denní režim všechny kamery s výjimkou kamery Dinox DDR-2300 a kamery Dinox DDX-5210 při širokoúhlém nastavení objektivu. Při umělém osvětlení kamery byly výsledky podobné, kromě kamer DDR-2300 a DDR-3410 a kamery Bosch NBN-63023 s objektivem v širokoúhlém nastavení splnily požadavky úrovně Identifikace všechny kamery. Špatný výsledek kamery NBN-63023 lze přičítat nedostatečnému rozlišení full-HD kamery v kombinaci s širokým ohniskem objektivu 3.8mm. Snímání v Prostředí A bez dodatečného osvětlení přineslo odlišné výsledky, požadavky Přílohy B normy splnila pouze kamera Dahua HDBW2320 a Dahua HFW81230 a to především díky integrovanému IR LED přísvisitu. Ostatní kamery buď nevyhověly, nebo jako v případě kamery Dahua HDBW1320, Bosch NBN-63023 a NBN-80052 nevyhověly částečně a dle normy bylo doporučeno opakování zkoušky. V rámci testování jsme opakování zkoušek neprováděli, závěr je, že uvedené kamery pro dané prostředí stupni Identifikace nevyhovují.



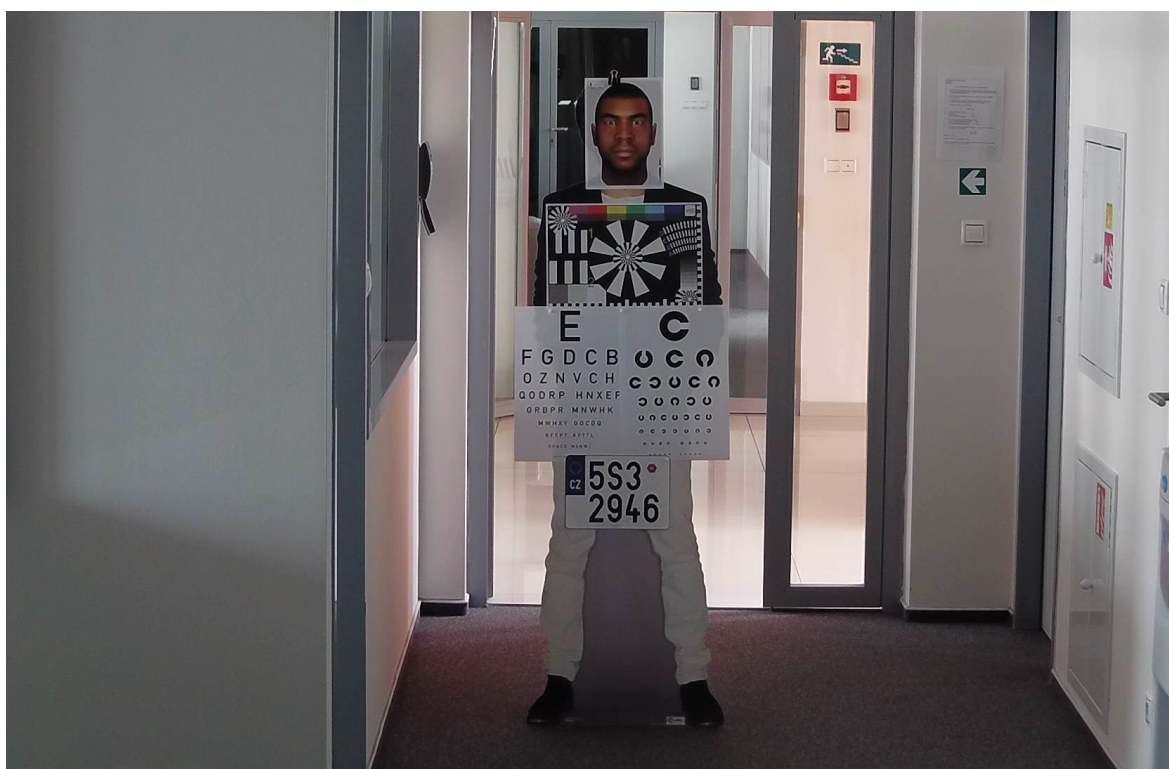
Obr. 43: Ukázka výstupu kamery HFW82130, prostředí C (zdroj: vlastní)

V prostředí parkoviště si kamery i díky dvojnásobné vzdálenosti vedli o poznání hůře, ve dne splnila požadavky normy kamera Dahua HDBW2320, Dahua HFW81230 a kamery Bosch NBN-63023 a NBN-80052. Pro noční záběry ve vzdálenosti 20 metrů při využití osvětlení veřejných lamp o intenzitě osvětlení 3 luxů splnily požadavky dvě kamery a to 4K kamera Dahua HFW81230 a 6MPx kamera Bosch NBN-80052. Obě pouze v případě maximální hodnoty ohniska objektivu.

Záběr perimetru ve vzdálenosti 40 metrů zvládly do úrovně Identifikace ve dne tři kamery a to Dahua HFW81230 a Bosch NBN-63023 a NBN-80052. Především výsledek kamery NBN-63023 j vzhledem k rozlišení snímače 1080p velmi dobrý. V nočním testování v perimetru ve vzdálenosti 40 metrů nedosáhla dostatečného výsledku pro úroveň rozlišení Identifikace žádná kamera.

3.2.5 Zkouška obrazové kvality

Zkouška dle Přílohy C normy ČSN EN 62676-4 byla provedena pro prostředí A – vnitřní interier s minimální a maximální možnou hodnotou transfokace pro danou kameru. Zkoušku lze pochopitelně realizovat pro všechna prostředí a záběry, zde bylo cílem ověřit, zda metoda poskytuje relevantní výsledky použitelné při návrhu systémů, případně při definování požadavků při zadání technické úrovně.



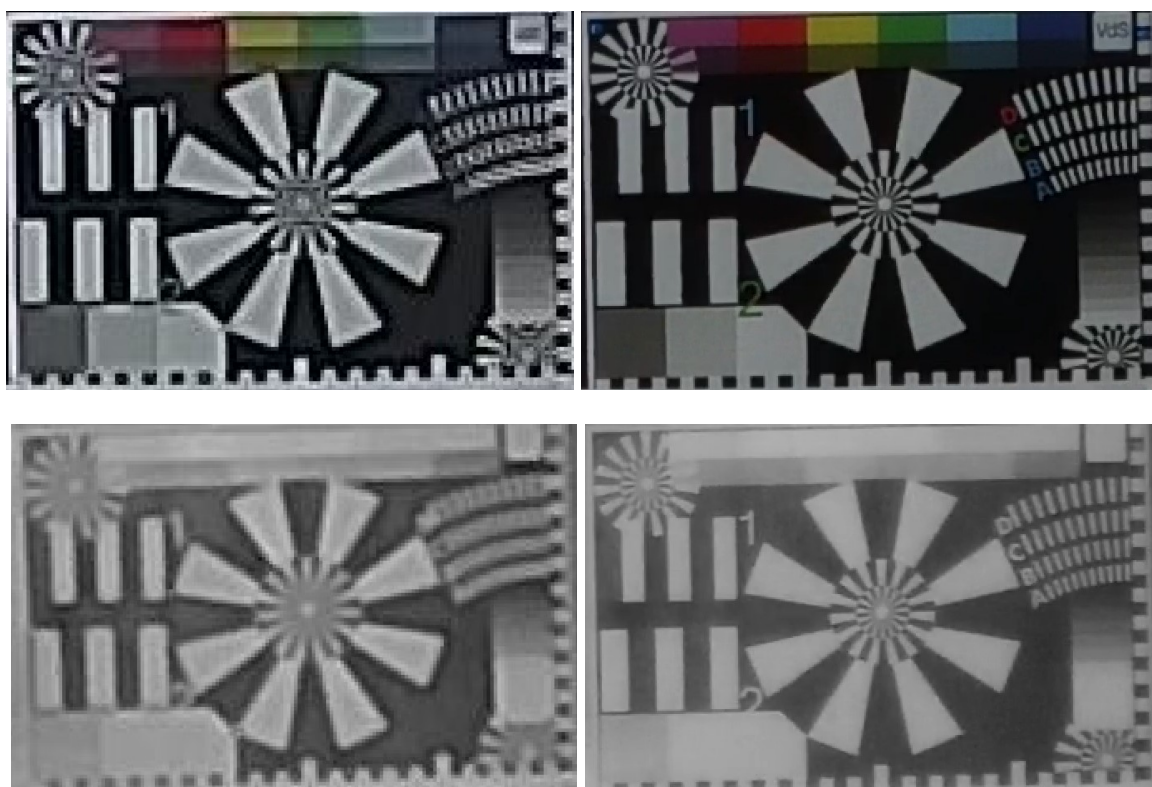
Obr. 44: Ukázka kamery HDBW2320 při zkoušce dle Přílohy C (zdroj: vlastní)

Tetovací obrazec byl ve všech případech umístěn 10 metrů od kamery, horizontální úhel 0° , vertikální úhel snímání byl přibližně 10° vzhledem k pozici kamery ve výšce 2,5 metru a umístění testovacího obrazce ve výšce přibližně 1,4 metru.

Výsledek testování byl zaznamenán do tabulky č. 18 a lze z něj vyvodit závěr, že metoda zkoušky obrazové kvality dle přílohy C normy je spolehlivou a především rychlou orientační zkouškou pro stanovení úrovně obrazové kvality pro zájmové oblasti v místě snímání kamery.

Tabulka 18: Výsledek zkoušky dle Přílohy C normy

| Kamera | Rozlišení / ohnisko | Úroveň rozlišení | Rozlišení barev | Rozlišení stupňů šedé |
|--------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------------|
| X1 | 3 MPx / 4mm | Rekognoskace | Základní | 3 stupně |
| X2 | 4 MPx / 2.8 mm | Rekognoskace | Rozšířený | 3 stupně |
| X3 | 2 MPx / 12 mm | Identifikace | Rozšířený | 11 stupňů |
| Y1 | 3 MPx / 2.8 mm | Rekognoskace | Rozšířený | 3 stupně |
| Y2 | 3 MPx / 12 mm | Identifikace | Rozšířený | 11 stupňů |
| Y3 | 12 MPx / 16 mm | Prozkoumání | Rozšířený | 11 stupňů |
| Z1 | 2 MPx / 12 mm | Rekognoskace | Rozšířený | 11 stupňů |
| Z2 | 2 MPx / 13 mm | Identifikace | Rozšířený | 11 stupňů |
| Z3 | 6 MPx / 9 mm | Identifikace | Rozšířený | 11 stupňů |



Obr. 45: Obrazce kamer DDX-5210 a HFW82130 ve dne a v noci (zdroj: vlastní)

3.3 Porovnání výsledků s hodnotami uváděnými výrobci

Důvod, proč v rámci provádění kamerových zkoušek porovnávat získané hodnoty s údaji udávanými výrobcí kamer není jen možnost ověření korektnosti zveřejňovaných údajů výrobcem a porovnání teoretických a reálných hodnot vizuálního a limitního rozlišení, ale tento postup umožní investorům lépe definovat zadávací podmínky při výběrových řízeních nebo při posuzování nabídek technických řešení.

Z realizovaných zkoušek lze využít pro porovnání tyto technické parametry:

- Efektivní vs. limitní rozlišení snímače / kamery
- Citlivost na světlo
- Rozsah ohniskových vzdáleností
- Výkon integrovaných IR LED přísvitů

3.3.1 Efektivní vs. limitní rozlišení

Reálná rozlišovací schopnost, resp. poměr efektivního a změřeného limitního rozlišení kamery v tabulkách č. 14 a 15 dávají reálnou představu o schopnostech dané kamery pro zajištění požadovaného stupně rozlišení. Velké rozdíly mezi výsledky hodnocených kamer (35,8% až 83,3% vizuálního rozlišení) ukazují, že definovat v dokumentaci pro výběr zhotovitele efektivní rozlišení snímače není zárukou, že vlastnosti které investor od systému očekává také nakonec dostane. Není příliš reálné vyžadovat u každé nabízené kamery technickou zkoušku dle ISO 12233 jak požaduje norma, ale provedená měření dávají návod jak se alespoň částečně vyhnout nepříjemnému překvapení. Například tím, že v zadání bude investor operovat s hodnotami stupně rozlišení a místo požadavku na dodání 6 megapixelové kamery uvede, že požaduje v celé zájmové oblasti dodržet úroveň rozlišení Identifikace. Realizační firma znalá techniky kterou nabízí již bude schopna i bez provedení kamerové zkoušky zvolit vhodnější typ kamery, který lépe pokryje potřeby daného prostředí.

3.3.2 Citlivost na světlo

V průběhu provádění zkoušky dle Přílohy B normy se jasně potvrdilo, že hodnoty minimálního osvětlení uváděné všemi třemi testovanými výrobci jsou v ideálním případě dosažitelné v laboratorních podmínkách a mají jen velmi omezenou vypovídací hodnotu pro nasazení

v reálném prostředí. V následující tabulce jsou porovnány uváděné hodnoty výrobcem a zjištěné výsledky měření dle Přílohy B.

Tabulka 19: Porovnání citlivosti na světlo

| Kamera | Citlivost dle výrobce | Prostředí A den, 180 luxů | Prostředí A noc, 0.2 luxů | Prostředí C den, 22k luxů | Prostředí C noc, 0.12 luxů |
|-----------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| X1 | 0,19 lux | Nevyhovuje | Nevyhovuje | Nevyhovuje | Nevyhovuje |
| X2 | 0,01 lux | Vyhovuje | Nevyhovuje | Nevyhovuje | Nevyhovuje |
| X3 | 0,01 lux | Vyhovuje | Nevyhovuje | Nevyhovuje | Nevyhovuje |
| Y1 | 0,1 lux | Vyhovuje | Nevyhovuje | Nevyhovuje | Nevyhovuje |
| Y2 | 0,1 lux | Vyhovuje | Vyhovuje | Nevyhovuje | Nevyhovuje |
| Y3 | 0,05 lux | Vyhovuje | Vyhovuje | Vyhovuje | Nevyhovuje |
| Z1 | 0,05 lux | Vyhovuje | Nevyhovuje | Nevyhovuje | Nevyhovuje |
| Z2 | 0,005 lux | Vyhovuje | Nevyhovuje | Vyhovuje | Nevyhovuje |
| Z3 | 0,01 lux | Vyhovuje | Nevyhovuje | Vyhovuje | Nevyhovuje |

Z uvedeného je zřejmé, že kamery které vyhověly v denních podmínkách nejsou schopny generovat dostatečně kvalitní obraz při snížené hladině osvětlení, byť skutečná intenzita osvětlení v místě záběru byla vyšší než minimální hodnota uváděná výrobcem. Neznamená to že výrobce uvádí smyšlené údaje, investor si musí uvědomit, že hodnota minimální intenzity osvětlení kterou výrobce uvádí není pro reálné nasazení již využitelná a podobně jako v případě rozlišení kamery specifikovat požadavek na kameru pomocí úrovně minimální hodnoty intenzity osvětlení nemusí přinést očekávaný výsledek.

3.3.3 Rozsah ohniskové vzdálenosti

Při výběru kamer bylo teoreticky spočteno, že by rozlišení kamery kolem 3 megapixelů mělo dostačovat při snímání ve stupni Identifikace v požadované vzdálenosti Prostředí B tj. 20 metrů při odpovídajícím úhlu záběru asi 45°. Této hodnotě odpovídá při velikosti čipu kamery ohnisko přibližně 10mm. Jak se ale v rámci praktických testů potvrdilo, pro danou vzdálenost není tato hodnota ohniskové vzdálenosti dostatečná. Jednak vinou nižšího vizuálního rozlišení proti udávané efektivní hodnotě a také především díky kvalitě objektivů jako takových. Výsledkem testování je závěr, že k vypočtené hodnotě ohniskové vzdálenosti je

vhodné přičítat rezervu 30-60% pro dosažení požadovaného výsledku. Pochopitelně se tím zmenší úhel požadovaný záběru, ale je již na investorech, zda bude akceptovat snížení stupně rozlišení kamery, nebo zmenšení úhlu záběru.

3.3.4 Výkon integrovaných IR LED přísvitů

Hodnoty uváděné výrobcem u integrovaných IR LED reflektorů bývají často nadhodnocené. V průběhu testování Prostředí C (perimetr) se ukázalo, že pouze některé modely kamer jsou schopny v deklarované vzdálenosti poskytnout dostatečnou hladinu osvětlení pro snímání v maximální vzdálenosti. Důvodem může být použitý objektiv, difuzní filtr na IR LED, případně jiná metodika měření. Bohužel jediný relevantní způsob ověření výkonu IR LED je provedení kamerové zkoušky.

Na obrázku č. 46 je srovnání kamer DAHUA HDBW2320 a DINOX DDX-5210, kdy obě v technických parametrech deklarují dosvit IR LED 30 metrů, ale pouze DINOX DDX-5210 byl schopen v uvedené vzdálenosti dostatečně scénu nasvítit.



Obr. 46: Srovnání IR LED kamer Dahua a Dinox (zdroj: vlastní)

4 VÝSLEDEK PROCESU EVALUACE PARAMETRŮ

V úvodu normy ČSN EN 62676-4 je zmíněn účel normy pro poskytnutí návodu, jak zajistit, aby dohledové videosystémy splňovaly funkční a výkonnostní požadavky. Má sloužit jako nástroj pro stanovení provozních požadavků, vypracování zadávacích podmínek, výběr, instalaci, uvedení do provozu, používání a údržbu VSS.

Projektantům, zákazníkům, montérům a uživatelům má pomoci stanovit jejich požadavky, usnadnit volbu příslušného vybavení a poskytnout prostředky pro objektivní vyhodnocení vlastností VSS. [2]

4.1 Sjednocení terminologie

Tuto funkci plní normy řady ČSN EN 62676 beze zbytku. Jednotné pojmenování a označení částí systémů nebo metod umožní projektantům, technikům a odborné veřejnosti snazší a jednoznačnou výměnu informací. Díky využívání anglických zkratk a změně označení některých klíčových částí VSS je zavádění platné terminologie do praxe běh na dlouhou trať. V této oblasti mohou významně přispět k rozšíření aktuálně platné terminologie projektanti a to tím, že budou platnou terminologií striktně užívat a ve svých výstupech se vyhnou použití starších značení.

4.2 Stanovení provozních požadavků

Norma vyžaduje vytvoření provozních požadavků (OR) které mají obsahovat potřebnost, odůvodnění a účel VSS. Za tvorbu OR je dle normy odpovědná montážní firma, zákazník, obsluha, případně po dohodě se zákazníkem projektant. OR se realizují před nebo po fyzické obhlídce místa instalace.

OR dále obsahují očekávání (požadavky) zákazníka na VSS, místo a čas používání VSS. Odborná firma v pozdějších fázích návrhu OR musí provozní požadavky převést do technické specifikace a zkušebních postupů.

Norma definuje obsah OR vyjmenováním jednotlivých částí které mají OR obsahovat. Neuvádí příklady nebo formu zápisu, ale popisuje obsah základní charakteristiky plánovaného

systemu, definici sledovaných míst, aktivit, výkonu systému a také výcvik obsluhy, plánované rozšíření systému a např. reakce na poplach.

Existence navazující řady dokumentů Provozní požadavky -> Technická dokumentace -> Zkušební postupy jednoznačně usnadní všem zúčastněným sjednotit představy investora s technickým řešením a výstupem ze systému. V praxi se ale spíše setkáváme s vágními definicemi provozních vlastností a zadání parametrů VSS bývá realizováno projektantem nebo technikem nadefinováním konkrétních technických parametrů kamer, záznamových a zobrazovacích zařízení. Není to ale vinou technické normy, ta obsahuje pro určení provozních požadavků vše potřebné.

4.3 Vypracování zadávacích podmínek

V kapitole 3.1.1 se věnujeme výběru technických parametrů, kde norma v článku 6.4.1 doporučuje posoudit některé technické parametry bezpečnostní kamery, nicméně jedná se o parametry důležité v době používání analogových systémů, většinou tedy pro moderní kamery parametrů irelevantních. Řada skutečně důležitých parametrů moderních kamer není zmíněna a lze tak považovat tento účel normy za naplněný pouze z části a v dnešních podmínkách obtížně využitelný.

4.4 Vyhodnocení vlastností VSS

Použité metodiky testování jsou založeny na jasné škále stupňů rozlišení a přináší detailní návod na provádění zkoušek, kdy výstup z těchto testování lze efektivně využít jak při návrhu VSS, tak při posouzení funkčních vlastností již realizovaného systému.

Požadavek na provádění zkoušky dle ISO 12233 je z pohledu přípravy, potřebné techniky, vlastního procesu testování a vyhodnocení výrazně náročnější. Vzhledem k minimálnímu přínosu pro stanovení provozních požadavků, zadání pro výběr techniky nebo pro stanovení výkonnostních parametrů VSS je provádění zkoušky nevhodné. Nicméně jelikož se jedná o explicitní požadavek ČSN EN 62676-1-1 je třeba při návrhu systému dle ČSN EN 62676 tento požadavek respektovat.

4.5 Náročnost aplikované metody

Splnění požadavků normy na provedení jednotlivých testů obnášely zajištění technického vybavení, které je běžně dostupné a nebylo náročné si toto vybavení opatřit. Internetové odkazy z normy na získání testovacích obrazců nejsou funkční, ale pomocí vyhledávačů je lze poměrně snadno nalézt.

Příprava a provádění zkoušek dle Přílohy B normy se ukázalo jako časově nejnáročnější část, kdy při testování 9 typů kamer ve 3 různých prostředích v denní a noční době odpovídalo časové náročnosti dvou pracovních dnů pro dvě osoby. Rozsahem testování odpovídaly prováděné zkoušky 27 kamerovým bodům, lze tak dovodit, že při skutečně pečlivém provádění předepsaných testů je reálné provést testování přibližně 15 kamerových míst denně. Z uvedeného lze dovodit předpokládané náklady na provádění zkoušek v reálném prostředí. Náročnost přípravy u nového kamerového bodu je přibližně o 30% časově náročnější než provedení zkoušky u existujícího kamerového bodu.

Provádění zkoušky dle Přílohy C normy odpovídá rozsahem přípravy předchozí zkoušce a je vhodné obě metodiky testovat společně. Samotné vyhodnocení výsledků zkoušky je v případě obou metod přibližně 3 hodiny pro uvedený počet testovaných kamer.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce byla analýza normy ČSN EN 62676-4 z pohledu procesu výběru a testování bezpečnostních kamer.

První část bakalářské práce se zabývala popisem normy a analýzou postupů zkoušek normou definovaných. Následně byl realizován návrh metodiky dle požadavků normy, konkrétně provádění zkoušek dle ISO 12233:2000 a dle Přílohy B a C normy ČSN EN 62676-4. V rámci této kapitoly byly také definovány prostředí, které byly pro provádění zkoušek zvoleny a při návrhu skutečného systému by byly součástí návrhu provozních požadavků.

V druhé, praktické části se bakalářská práce věnuje výběru modelů bezpečnostních kamer pro provádění zkoušek, vlastnímu měření dle metodiky z norem a posouzení výsledků měření s hodnotami uváděnými výrobcí kamer. Pro posouzení technických parametrů byla použita metoda testovacích grafů dle ISO 12233:2010 a kombinace postupů z Přílohy B a C normy ČSN EN 62676-4 realizovaná na vlastní testovací sestavě postavy s prostorem pro výměnu testovacích obrazců obličejů a obrazce pro měření vizuálního rozlišení. V závěrečné kapitole je vyhodnocen přínos použité metody a náročnost aplikovaných postupů.

Analýza normy a provedení vlastních zkoušek potvrdily, že realizace dohledových videosystémů za využití postupů a doporučení z normy ČSN EN 62676-4 je více než vhodná. Poskytuje jasně definovaný rámec pro jednotlivé části návrhu a realizace VSS, je vodítkem pro projektanty, techniky i uživatele a v části testování funkčních vlastností přináší oporu pro definování standardu sledování pomocí VSS.

Norma ČSN EN 62676-4 vychází z předchozí normy ČSN EN 50132-7 a nebyla aktualizována s ohledem na technické parametry dnes používaných komponent VSS, zaměřuje se ve velké míře na parametry hodnocené u dnes již historických analogových systémů což při posuzování moderních dohledových videosystémů přináší jisté komplikace.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MARTIN GILL, A. S. *Vyhodnocení účinku kamerových systémů*. 1. vydání v ČR. Praha: Institut pro kriminologii a sociální prevenci, 2007. ISBN 978-80-7338-061-8.
- [2] ČSN EN 62676-4. *Dohledové videosystémy pro použití v bezpečnostních aplikacích - Část 4: Pokyny pro instalace*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
- [3] ČSN EN 50132-7 ed. 2. *Poplachové systémy - CCTV dohledové systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích - Část 7:* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.
- [4] ČSN EN 62676-1-1. *Dohledové videosystémy pro použití v bezpečnostních aplikacích - Část 1-1: Systémové požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [5] ISO 12233:2000. *Photography — Electronic still-picture cameras — Resolution measurements*. Geneva (Switzerland): International Organization for Standardization, 2000.
- [6] AXIS Communication. In: *Perfect Pixel Count - Meeting your operational requirements* [online]. 2014 [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: https://www.axis.com/files/feature_articles/ar_perfect_pixel_count_55971_en_1402_lo.pdf
- [7] AXIS Communications. *The Axis pixel counter* [online]. [cit. 2017-04-11]. Dostupné z: <https://www.axis.com/ae/en/learning/web-articles/perfect-pixel-count/pixel-counter>
- [8] Security News. *NHÂN DẠNG VÀ NHÂN DIỆN* [online]. 2014 [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <http://security.idz.vn/2014/10/nhan-dang-va-nhan-dien.html>
- [9] LLC, I. Imatest. *Setting up and photographing SFR test charts* [online]. 2017 [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: http://www.imatest.com/docs/sfr_instructions/
- [10] ZONER SOFTWARE, A. S. *Ovládněte barvy fotografie: Vyvážení bílé. Milujeme fotografii* [online]. [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <https://www.milujemefotografii.cz/ovladnete-barvy-fotografie-vyvazeni-bile>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

| | |
|--------------|--|
| 4K | Standard rozlišení TV, monitorů a kamer, formát obrazu je nejčastěji 16:9 při rozlišení 3840x2160 pixelů, ale může se lišit dle stanovené normy. |
| AGC | Automatic Gain Control, funkce kamer zajišťující automatické řízení úrovní výstupního signálu pomocí řízeného zesílení. |
| AHD | Analog HD, otevřený standard ekonomického analogového HD videa vyvinutý firmou Nextchip. |
| Antialiasing | Metoda násobného vzorkování signálu pro odstranění rušivých vlivů vysokofrekvenčních signálů. U kamer zvyšuje vizuální rozlišení obrazu a může způsobovat moaré. |
| AWB | Automatic White Balance je funkce kamer umožňující přizpůsobení podání obrazu teplotě chromatičnosti osvětlení dané scény. |
| CCD/CMOS | Technologie výroby snímacích čipů. |
| CCTV | Closed Circuit Television je starší označení pro dohledové videosystémy. |
| CRT | Cathode Ray Tube označuje zobrazovací zařízení využívající pro zobrazování promítání obrazu na stínítko katodové trubice. |
| DSP | Digital Signal Processor je mikroprocesor vyvinutý pro zpracování digitálního signálu, u analogových kamer část obvodu následující po A/D převodnicích. |
| H.264/H.265 | Moderní kompresní algoritmy videa, nástupci formátů MPEG2/MPEG4, standardizovány pod ISO/IEC. |
| HD-CVI | Licencovaný standard analogového HD videa vyvinutý firmou Dahua. |
| HD-SDI | Digitální standard HD videa, původně určený pro TV studia. |
| HD-TVI | Otevřený standard analogového HD videa vyvinutý firmou Hikvision. |
| Kell faktor | Poměr mezi efektivním a reálným rozlišením snímacího prvku kamery. |
| LWPH/LHPW | Line Widths/Picture Height a Line Heights/Picture Width je hodnota udávající efektivní hodnotu horizontálního a vertikálního rozlišení snímače |

v jednotkách udávajících počet čar, které lze danou soustavou ve snímaném obraze rozlišit. U analogových systémů je označován jako TVL (TV lines).

| | |
|---------|---|
| MJPEG | Motion JPEG je kompresní algoritmus pro přenos videa využívající pro jednotlivé snímky JPEG komprese. |
| ONVIF | Organizace založená firmami Axis, Bosch a Sony pro definování komunikačních standardů bezpečnostních IP technologií. |
| PAL | Analogový interpolovaný televizní standard s frekvencí snímků 50Hz a počtem 576 televizních řádek. Využíván především v Evropě. |
| PoE | Power over Ethernet je systém umožňující napájení koncových zařízení přes přípojku počítačové sítě. |
| RAW | Souhrnné označení nezpracovaných dat snímače, určené k následnému zpracování. Hlavní charakteristikou je absence SW korekcí a komprese. |
| VRN | Vehicle Registration Number je anglická zkratka pro registrační značku vozidla. |
| VSS | Video Surveillance Systems jsou Dohledové videosystémy, dříve označované jako CCTV. |
| WAVELET | Matematická metoda analýzy obrazových dat určených pro následnou kompresi. Historicky jiný typ komprese pro MJPEG. |
| WDR | Wide Dynamic Range je označení kamer s rozšířeným dynamickým rozsahem snímače schopným zaznamenávat širší spektrum jasů a stínů současně. |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| Obr. 1: Testovací obrazec dle ISO 12233:2000..... | 15 |
| Obr. 2: Stanovení úrovní rozlišení dle výšky postavy v záběru | 17 |
| Obr. 3: Axis - stanovení stupně rozlišení dle známé velikosti objektu..... | 22 |
| Obr. 4: Axis - stanovení stupně rozlišení dle velikosti obličeje v záběru..... | 22 |
| Obr. 5: Testovací obrazec dle ISO 12233:2000 | 27 |
| Obr. 6: Upravená verze testovacího obrazce | 28 |
| Obr. 7: Instalace testovací sestavy | 28 |
| Obr. 8: Instalace testovací sestavy - půdorys..... | 29 |
| Obr. 9: Kalibrační značka pro horní hranu záběru kamery..... | 29 |
| Obr. 10: Kalibrační značka pro boční hranu záběru | 30 |
| Obr. 11: Ostřicí prvky v testovacím obrazci | 30 |
| Obr. 12: Sbíhavé linie pro určení vizuálního rozlišení | 32 |
| Obr. 13: Frekvenční rastr limitního rozlišení..... | 33 |
| Obr. 14: Hlavní menu programu ImageJ | 33 |
| Obr. 15: Linie označeného frekvenčního rastru..... | 34 |
| Obr. 16: Amplituda dynamického rozsahu – maximum..... | 34 |
| Obr. 17: Určení hodnoty limitního rozlišení..... | 35 |
| Obr. 18: Ukázka stanovení hodnot SFT/MTF v SW Imatest | 36 |
| Obr. 19: Zkušební terče pro provádění zkoušek úrovně Identifikace | 38 |
| Obr. 20: Příklad záznamu auditora | 41 |
| Obr. 21: Příklad záznamu pozorovatele na řídicím pracovišti..... | 41 |
| Obr. 22: Příklad záznamu auditu kamery | 42 |
| Obr. 23: Testovací obrazec v místě záběru..... | 43 |
| Obr. 24: Povolený rozsah úhlů postavení kamery a obrazce VdS..... | 44 |
| Obr. 25: Prostředí A - interier | 46 |
| Obr. 26: Prostředí B - exterieer | 47 |
| Obr. 27: Prostředí C - perimetr | 48 |
| Obr. 28: Teploty barev viditelného spektra | 51 |
| Obr. 29: Záběr kamery NBN-80052 při hladině osvětlení 0,1 lux | 53 |
| Obr. 30: Testovací sestava, naměřená hodnota intenzity osvětlení | 58 |
| Obr. 31: Referenční snímek pořízení fotoaparátem Canon G7X..... | 59 |
| Obr. 32: Detail frekvenčních rastrů 100-1000 LWPH..... | 59 |

| | |
|---|----|
| Obr. 33: Detail rastru vizuálního rozlišení..... | 59 |
| Obr. 34: ImageJ - analýza frekv. rastru 200-2000 LWPH..... | 60 |
| Obr. 35: Ukázka testovacího obrazce kamery HFW81230 | 61 |
| Obr. 36: Auditor při provádění zkoušky | 64 |
| Obr. 37: Ukázka měření pomocí přístroje CEM DT-1308 | 65 |
| Obr. 38: Srovnání výstupu kamer – Prostředí A..... | 66 |
| Obr. 39: Ukázka výstupu kamery DDX-5210, prostředí B | 67 |
| Obr. 40: Ukázka výstupu kamery NBN-80052, prostředí A | 67 |
| Obr. 41: Srovnání výstupu kamer – Prostředí B..... | 68 |
| Obr. 42: Srovnání výstupu kamer – Prostředí C, noc | 68 |
| Obr. 43: Ukázka výstupu kamery HFW82130, prostředí C | 69 |
| Obr. 44: Ukázka kamery HDBW2320 při zkoušce dle Přílohy C | 70 |
| Obr. 45: Obrazce kamer DDX-5210 a HFW82130 ve dne a v noci..... | 71 |
| Obr. 46: Srovnání IR LED kamer Dahua a Dincox..... | 74 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|---|----|
| Tabulka 1: Skladba norem řady ČSN EN 62676 | 13 |
| Tabulka 2: Úrovně rozlišení dle ČSN EN 62676-4 | 16 |
| Tabulka 3: Tabulka pro přepočítání rozlišení kamery a výšky postavy | 17 |
| Tabulka 4: Tabulka přepočítání rozlišení na hodnoty pixelů | 18 |
| Tabulka 5: Výpočet Kell faktoru pro různá rozlišení | 19 |
| Tabulka 6: Přepočítání efektivního rozlišení dle hodnot v článku 6.7..... | 20 |
| Tabulka 7: Axis - přepočítání rozlišení kamery a výšky postavy | 21 |
| Tabulka 8: Axis – efektivní rozlišení pro danou úroveň rozlišení..... | 21 |
| Tabulka 9: Použité metody testování | 26 |
| Tabulka 10: Příklad výstupu testování dle ISO 12233:2000 | 37 |
| Tabulka 11: Určení skóre pro určení shody | 40 |
| Tabulka 12: Tabulka s hodnocením výkonu kamer | 45 |
| Tabulka 13: Přehled typů testovaných IP kamer | 57 |
| Tabulka 14: Výsledek zkoušky maximální rozlišovací schopnosti | 62 |
| Tabulka 15: Poměr rozlišení snímače a změřeného rozlišení kamery..... | 63 |
| Tabulka 16: Hodnoty intenzity osvětlení jednotlivých prostředí | 65 |
| Tabulka 17: Stanovení výšky postavy pro jednotlivé modely kamer | 66 |
| Tabulka 18: Výsledek zkoušky dle Přílohy C normy | 71 |
| Tabulka 19: Porovnání citlivostí na světlo | 73 |

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Záznam auditora

Příloha 2: Záznam pozorovatele

Příloha 3: Záznam auditu kamer

PŘÍLOHA 1: ZÁZNAM AUDITORA

| Prostředí - vzdálenost | Denní doba | Intenzita osvětlení | kamera | Tvář 1 | Tvář 2 |
|------------------------|------------|---------------------|-----------|--------|--------|
| A – 10m | den | 180 lux | X1 | C1 | A3 |
| | | | X2 | B3 | A1 |
| | | | X3 - wide | C4 | A4 |
| | | | X3 - tele | B2 | A1 |
| | | | Y1 | C3 | A2 |
| | | | Y2 - wide | B3 | C2 |
| | | | Y2 - tele | A4 | C1 |
| | | | Y3 - wide | B2 | C3 |
| | | | Y3 - tele | A2 | C2 |
| | | | Z1 - wide | B1 | C3 |
| | | | Z1 - tele | A4 | B1 |
| | | | Z2 - wide | B2 | C3 |
| | | | Z2 - tele | A2 | C1 |
| | | | Z3 - wide | C4 | B1 |
| | Z3 - tele | A3 | C2 | | |
| | noc | 73 lux | X1 | B1 | A4 |
| | | | X2 | C2 | A4 |
| | | | X3 - wide | B1 | C4 |
| | | | X3 - tele | C3 | A1 |
| | | | Y1 | B3 | A2 |
| | | | Y2 - wide | A1 | C3 |
| | | | Y2 - tele | B4 | A1 |
| | | | Y3 - wide | C4 | A2 |
| | | | Z1 - wide | B2 | C4 |
| Z1 - tele | | | A1 | C2 | |

| Prostředí - vzdálenost | Denní doba | Intenzita osvětlení | č. kamery | Tvář 1 | Tvář 2 |
|------------------------|------------|------------------------|-----------|--------|--------|
| A – 10m | noc | 73 lux | Z2 - wide | B2 | C1 |
| | | | Z2 - tele | A3 | B2 |
| | | | Z3 - wide | A4 | C2 |
| | | | Z3 - tele | B4 | A2 |
| | | 0,2 lux | X1 | C1 | A3 |
| | | | X2 | B2 | C1 |
| | | | X3 - wide | B4 | A1 |
| | | | X3 - tele | C4 | A3 |
| | | | Y1 | B1 | A2 |
| | | | Y2 - wide | C4 | A2 |
| | | | Y2 - tele | B1 | C2 |
| | | | Y3 - wide | B1 | A2 |
| | | | Y3 - tele | C1 | A4 |
| | | | Z1 - wide | B2 | C1 |
| | | | Z1 - tele | A3 | B2 |
| | | | Z2 - wide | C2 | A1 |
| | | | Z2 - tele | B4 | C1 |
| | | | Z3 - wide | A3 | B2 |
| Z3 - tele | C2 | A4 | | | |
| B – 20m | den | 18x10 ³ lux | X1 | B1 | C1 |
| | | | X2 | A3 | B1 |
| | | | X3 - wide | C2 | A4 |
| | | | X3 - tele | B2 | C1 |
| | | | Y1 | C2 | A4 |
| | | | Y2 - wide | C3 | B1 |
| | | | Y2 - tele | A3 | B3 |
| | | | Y3 - wide | A5 | C1 |

| Prostředí - vzdálenost | Denní doba | Intenzita osvětlení | č. kamery | Tvář 1 | Tvář 2 |
|------------------------|------------|------------------------|-----------|--------|--------|
| B – 20m | den | 18x10 ³ lux | Z1 - wide | C1 | A3 |
| | | | Z1 - tele | A2 | B2 |
| | | | Z2 - wide | C4 | A1 |
| | | | Z2 - tele | B2 | C4 |
| | | | Z3 - wide | A3 | B3 |
| | | | Z3 - tele | A2 | B4 |
| | noc | 3 lux | X1 | A1 | C4 |
| | | | X2 | B2 | C1 |
| | | | X3 - wide | A3 | B1 |
| | | | X3 - tele | C2 | A3 |
| | | | Y1 | A3 | C1 |
| | | | Y2 - wide | B4 | A3 |
| | | | Y2 - tele | C3 | A1 |
| | | | Y3 - wide | B2 | C4 |
| | | | Y3 - tele | A3 | C1 |
| | | | Z1 - wide | C3 | B3 |
| | | | Z1 - tele | A1 | B2 |
| | | | Z2 - wide | B2 | C4 |
| | | | Z2 - tele | A3 | B1 |
| | | | Z3 - wide | C3 | B2 |
| Z3 - tele | A4 | C1 | | | |
| C – 40m | den | 22x10 ³ lux | X1 | B3 | C4 |
| | | | X2 | B2 | A3 |
| | | | X3 - wide | C1 | B2 |
| | | | X3 - tele | A3 | B3 |
| | | | Y1 | C4 | A2 |
| | | | Y2 - wide | B1 | C4 |

| Prostředí - vzdálenost | Denní doba | Intenzita osvětlení | č. kamery | Tvář 1 | Tvář 2 |
|------------------------|------------|------------------------|-----------|--------|--------|
| C – 40m | den | 22x10 ³ lux | Y2 - tele | A3 | B1 |
| | | | Y3 - wide | C4 | A2 |
| | | | Y3 - tele | B1 | C4 |
| | | | Z1 - wide | C3 | A1 |
| | | | Z1 - tele | B4 | C4 |
| | | | Z2 - wide | C1 | A3 |
| | | | Z2 - tele | B2 | C1 |
| | | | Z3 - wide | B4 | C1 |
| | | | Z3 - tele | A4 | C1 |
| | noc | 0,12 lux | X1 | B4 | C2 |
| | | | X2 | A3 | B1 |
| | | | X3 - wide | C4 | A2 |
| | | | X3 - tele | B1 | C2 |
| | | | Y1 | B3 | A4 |
| | | | Y2 - wide | C1 | B2 |
| | | | Y2 - tele | A3 | B1 |
| | | | Y3 - wide | C4 | A2 |
| | | | Y3 - tele | B2 | C4 |
| | | | Z1 - wide | C3 | A1 |
| | | | Z1 - tele | C3 | B2 |
| Z2 - wide | C1 | A4 | | | |
| Z2 - tele | C3 | B1 | | | |
| Z3 - wide | A4 | C2 | | | |
| Z3 - tele | B3 | A4 | | | |

PŘÍLOHA 2: ZÁZNAM OPERÁTORA VSS

| Prostředí - vzdálenost | Denní doba | Intenzita osvětlení | kamera | Tvář 1 | Tvář 2 |
|------------------------|------------|---------------------|-----------|--------|--------|
| A – 10m | den | 180 lux | X1 | C2 | A1 |
| | | | X2 | B2 | A1 |
| | | | X3 - wide | C2 | A3 |
| | | | X3 - tele | B2 | A2 |
| | | | Y1 | C3 | A4 |
| | | | Y2 - wide | B2 | C2 |
| | | | Y2 - tele | A4 | C1 |
| | | | Y3 - wide | B2 | C3 |
| | | | Y3 - tele | A2 | C2 |
| | | | Z1 - wide | B2 | C3 |
| | | | Z1 - tele | A4 | B1 |
| | | | Z2 - wide | B1 | C3 |
| | | | Z2 - tele | A2 | C1 |
| | | | Z3 - wide | C4 | B1 |
| | Z3 - tele | A3 | C2 | | |
| | noc | 73 lux | X1 | B2 | A3 |
| | | | X2 | C3 | A? |
| | | | X3 - wide | B1 | C2 |
| | | | X3 - tele | C3 | A1 |
| | | | Y1 | B3 | A3 |
| | | | Y2 - wide | A1 | C4 |
| | | | Y2 - tele | B4 | A1 |
| | | | Y3 - tele | C4 | A2 |
| | | | Z1 - wide | B2 | C3 |
| Z1 - tele | | | A1 | C2 | |

| Prostředí - vzdálenost | Denní doba | Intenzita osvětlení | č. kamery | Tvář 1 | Tvář 2 |
|------------------------|------------|------------------------|-----------|--------|--------|
| A – 10m | noc | 73 lux | Z2 - wide | B1 | C2 |
| | | | Z2 - tele | A3 | B2 |
| | | | Z3 - wide | A4 | C2 |
| | | | Z3 - tele | B4 | A2 |
| | | 0,2 lux | X1 | C? | B? |
| | | | X2 | A? | C? |
| | | | X3 - wide | B? | ?? |
| | | | X3 - tele | C? | ?? |
| | | | Y1 | B? | A? |
| | | | Y2 - wide | C4 | A3 |
| | | | Y2 - tele | B1 | C2 |
| | | | Y3 - wide | B1 | A2 |
| | | | Y3 - tele | C1 | A4 |
| | | | Z1 - wide | ?? | ?? |
| | | | Z1 - tele | ?? | ?? |
| | | | Z2 - wide | C? | ?? |
| | | | Z2 - tele | A? | C1 |
| | | | Z3 - wide | B? | A? |
| Z3 - tele | C? | A? | | | |
| B – 20m | den | 18x10 ³ lux | X1 | A? | C? |
| | | | X2 | A? | B? |
| | | | X3 - wide | C? | A? |
| | | | X3 - tele | B3 | C? |
| | | | Y1 | C? | A? |
| | | | Y2 - wide | C? | A? |
| | | | Y2 - tele | A3 | B1 |
| | | | Y3 - tele | A5 | C1 |

| Prostředí - vzdálenost | Denní doba | Intenzita osvětlení | č. kamery | Tvář 1 | Tvář 2 |
|------------------------|------------|------------------------|-----------|--------|--------|
| B – 20m | den | 18x10 ³ lux | Z1 - wide | C? | B? |
| | | | Z1 - tele | A? | B? |
| | | | Z2 - wide | C? | A? |
| | | | Z2 - tele | B3 | C4 |
| | | | Z3 - wide | A? | B? |
| | | | Z3 - tele | A2 | B4 |
| | noc | 3 lux | X1 | B? | C? |
| | | | X2 | A? | C? |
| | | | X3 - wide | B? | C? |
| | | | X3 - tele | C? | B? |
| | | | Y1 | B? | C? |
| | | | Y2 - wide | B? | A? |
| | | | Y2 - tele | C2 | A2 |
| | | | Y3 - wide | B? | C? |
| | | | Y3 - tele | A? | C1 |
| | | | Z1 - wide | ?? | ?? |
| | | | Z1 - tele | ?? | ?? |
| | | | Z2 - wide | ?? | C? |
| | | | Z2 - tele | A? | B? |
| | | | Z3 - wide | C? | B? |
| Z3 - tele | A4 | C1 | | | |
| C – 40m | den | 22x10 ³ lux | X1 | ?? | A? |
| | | | X2 | A? | B? |
| | | | X3 - wide | C? | A? |
| | | | X3 - tele | B? | A? |
| | | | Y1 | C? | ?? |
| | | | Y2 - wide | A? | C? |

| Prostředí - vzdálenost | Denní doba | Intenzita osvětlení | č. kamery | Tvář 1 | Tvář 2 |
|------------------------|------------|------------------------|-----------|--------|--------|
| C – 40m | den | 22x10 ³ lux | Y2 - tele | A? | B3 |
| | | | Y3 - wide | C? | A? |
| | | | Y3 - tele | B2 | C4 |
| | | | Z1 - wide | C? | B? |
| | | | Z1 - tele | B? | C? |
| | | | Z2 - wide | C? | B? |
| | | | Z2 - tele | B1 | C1 |
| | | | Z3 - wide | ?? | C? |
| | | | Z3 - tele | A2 | C1 |
| | noc | 0,12 lux | X1 | ?? | ?? |
| | | | X2 | ?? | ?? |
| | | | X3 - wide | ?? | ?? |
| | | | X3 - tele | A? | C? |
| | | | Y1 | ?? | ?? |
| | | | Y2 - wide | ?? | ?? |
| | | | Y2 - tele | A? | B? |
| | | | Y3 - wide | C? | B? |
| | | | Y3 - tele | B? | C? |
| | | | Z1 - wide | ?? | ?? |
| | | | Z1 - tele | ?? | ?? |
| Z2 - wide | C? | ?? | | | |
| Z2 - tele | C? | B? | | | |
| Z3 - wide | ?? | ?? | | | |
| Z3 - tele | ?? | ?? | | | |

PŘÍLOHA 3: ZÁZNAM AUDITU KAMER

| Pro- středí | Denní doba | Ka- mera | Skutečná | | Pozorovaná | | Skóre | | | Vyhovuje / nevyho- vuje |
|----------------|---------------|-------------|----------|--------|------------|--------|--------|--------|--------|----------------------------------|
| | | | Tvář 1 | Tvář 2 | Tvář 1 | Tvář 2 | Tvář 1 | Tvář 2 | Celkem | |
| A | den | X1 | C1 | A3 | C2 | A1 | 1 | 1 | 2 | opakovat |
| | | X2 | B3 | A1 | B2 | A1 | 1 | 3 | 4 | V |
| | | X3 w | C4 | A4 | C2 | A3 | 1 | 1 | 2 | opakovat |
| | | X3 t | B2 | A1 | B2 | A2 | 3 | 1 | 4 | V |
| | | Y1 | C3 | A2 | C3 | A4 | 3 | 1 | 4 | V |
| | | Y2 w | B3 | C2 | B2 | C2 | 3 | 3 | 6 | V |
| | | Y2 t | A4 | C1 | A4 | C1 | 3 | 3 | 6 | V |
| | | Y3 w | B2 | C3 | B2 | C3 | 3 | 3 | 6 | V |
| | | Y3 t | A2 | C2 | A2 | C2 | 3 | 3 | 6 | V |
| | | Z1 w | B1 | C3 | B2 | C3 | 1 | 3 | 4 | V |
| | | Z1 t | A4 | B1 | A4 | B1 | 3 | 3 | 6 | V |
| | | Z2 w | B2 | C3 | B1 | C3 | 1 | 3 | 4 | V |
| | | Z2 t | A2 | C1 | A2 | C1 | 3 | 3 | 6 | V |
| | | Z3 w | C4 | B1 | C4 | B1 | 3 | 3 | 6 | V |
| | Z3 t | A3 | C2 | A3 | C2 | 3 | 3 | 6 | V | |
| | noc 73 lux | X1 | B1 | A4 | B2 | A3 | 1 | 1 | 2 | opakovat |
| | | X2 | C2 | A4 | C3 | A? | 1 | 1 | 2 | opakovat |
| | | X3 w | B1 | C4 | B1 | C2 | 3 | 1 | 4 | V |
| | | X3 t | C3 | A1 | C3 | A1 | 3 | 3 | 6 | V |
| | | Y1 | B3 | A2 | B3 | A3 | 3 | 1 | 4 | V |
| | | Y2 w | A1 | C3 | A1 | C4 | 3 | 1 | 4 | V |
| | | Y2 t | B4 | A1 | B4 | A1 | 3 | 3 | 6 | V |
| | | Y3 t | C4 | A2 | C4 | A2 | 3 | 3 | 6 | V |
| | | Z1 w | B2 | C4 | B2 | C3 | 3 | 1 | 4 | V |
| Z1 t | | A1 | C2 | A1 | C2 | 3 | 3 | 6 | V | |

| Pro- středí | Denní doba | Ka- mera | Skutečná | | Pozorovaná | | Skóre | | | Vyhovuje / nevyho- vuje |
|----------------|-------------------|-------------|----------|--------|------------|--------|--------|--------|--------|----------------------------------|
| | | | Tvář 1 | Tvář 2 | Tvář 1 | Tvář 2 | Tvář 1 | Tvář 2 | Celkem | |
| A | noc 73 lux | Z2 w | B2 | C1 | B1 | C2 | 1 | 1 | 2 | opakovat |
| | | Z2 t | A3 | B2 | A3 | B2 | 3 | 3 | 6 | V |
| | | Z3 w | A4 | C2 | A4 | C2 | 3 | 3 | 6 | V |
| | | Z3 t | B4 | A2 | B4 | A2 | 3 | 3 | 6 | V |
| | noc 0,2 lux | X1 | C1 | A3 | C? | B? | 1 | 0 | 1 | N |
| | | X2 | B2 | C1 | A? | C? | 0 | 1 | 1 | N |
| | | X3 w | B4 | A1 | B? | ?? | 1 | 0 | 1 | N |
| | | X3 t | C4 | A3 | C? | ?? | 1 | 0 | 1 | N |
| | | Y1 | B1 | A2 | B? | A? | 1 | 1 | 2 | opakovat |
| | | Y2 w | C4 | A2 | C4 | A3 | 3 | 1 | 4 | V |
| | | Y2 t | B1 | C2 | B1 | C2 | 3 | 3 | 6 | V |
| | | Y3 w | B1 | A2 | B1 | A2 | 3 | 3 | 6 | V |
| | | Y3 t | C1 | A4 | C1 | A4 | 3 | 3 | 6 | V |
| | | Z1 w | B2 | C1 | ?? | ?? | 0 | 0 | 0 | N |
| | | Z1 t | A3 | B2 | ?? | ?? | 0 | 0 | 0 | N |
| | | Z2 w | C2 | A1 | C? | ?? | 1 | 0 | 1 | N |
| | | Z2 t | B4 | C1 | A? | C1 | 0 | 3 | 3 | opakovat |
| | | Z3 w | A3 | B2 | B? | A? | 0 | 0 | 0 | N |
| | | Z3 t | C2 | A4 | C? | A? | 1 | 1 | 2 | opakovat |
| | | B | den | X1 | B1 | C1 | A? | C? | 0 | 1 |
| X2 | A3 | | | B1 | A? | B? | 1 | 1 | 2 | opakovat |
| X3 w | C2 | | | A4 | C? | A? | 1 | 1 | 2 | opakovat |
| X3 t | B2 | | | C1 | B3 | C? | 1 | 1 | 2 | opakovat |
| Y1 | C2 | | | A4 | C? | A? | 1 | 1 | 2 | opakovat |
| Y2 w | C3 | | | B1 | C? | A? | 1 | 0 | 1 | N |
| Y2 t | A3 | | | B3 | A3 | B1 | 3 | 1 | 4 | V |
| Y3 t | A5 | | | C1 | A5 | C1 | 3 | 3 | 6 | V |

| Pro- středí | Denní doba | Ka- mera | Skutečná | | Pozorovaná | | Skóre | | | Vyhovuje / nevyho- vuje | |
|----------------|---------------|-------------|----------|--------|------------|--------|--------|--------|--------|----------------------------------|---|
| | | | Tvář 1 | Tvář 2 | Tvář 1 | Tvář 2 | Tvář 1 | Tvář 2 | Celkem | | |
| B | den | Z1 w | C1 | A3 | C? | B? | 1 | 0 | 1 | N | |
| | | Z1 t | A2 | B2 | A? | B? | 1 | 1 | 2 | opakovat | |
| | | Z2 w | C4 | A1 | C? | A? | 1 | 1 | 2 | opakovat | |
| | | Z2 t | B2 | C4 | B3 | C4 | 1 | 3 | 4 | V | |
| | | Z3 w | A3 | B3 | A? | B? | 1 | 1 | 2 | opakovat | |
| | | Z3 t | A2 | B4 | A2 | B4 | 3 | 3 | 6 | V | |
| | noc | X1 | A1 | C4 | B? | C? | 0 | 1 | 1 | N | |
| | | X2 | B2 | C1 | A? | C? | 0 | 1 | 1 | N | |
| | | X3 w | A3 | B1 | B? | C? | 0 | 0 | 0 | N | |
| | | X3 t | C2 | A3 | C? | B? | 1 | 0 | 1 | N | |
| | | Y1 | A3 | C1 | B? | C? | 0 | 1 | 1 | N | |
| | | Y2 w | B4 | A3 | B? | A? | 1 | 1 | 2 | opakovat | |
| | | Y2 t | C3 | A1 | C2 | A2 | 1 | 1 | 2 | opakovat | |
| | | Y3 w | B2 | C4 | B? | C? | 1 | 1 | 2 | opakovat | |
| | | Y3 t | A3 | C1 | A? | C1 | 1 | 3 | 4 | V | |
| | | Z1 w | C3 | B3 | ?? | ?? | 0 | 0 | 0 | N | |
| | | Z1 t | A1 | B2 | ?? | ?? | 0 | 0 | 0 | N | |
| | | Z2 w | B2 | C4 | ?? | C? | 0 | 1 | 1 | N | |
| | | Z2 t | A3 | B1 | A? | B? | 1 | 1 | 2 | opakovat | |
| | | Z3 w | C3 | B2 | C? | B? | 1 | 1 | 2 | opakovat | |
| | Z3 t | A4 | C1 | A4 | C1 | 3 | 3 | 6 | V | | |
| | C | den | X1 | B3 | C4 | ?? | A? | 0 | 0 | 0 | N |
| | | | X2 | B2 | A3 | A? | B? | 0 | 0 | 0 | N |
| | | | X3 w | C1 | B2 | C? | A? | 1 | 0 | 1 | N |
| | | | X3 t | A3 | B3 | B? | A? | 0 | 0 | 0 | N |
| | | | Y1 | C4 | A2 | C? | ?? | 1 | 0 | 1 | N |
| Y2 w | | | B1 | C4 | A? | C? | 0 | 1 | 1 | N | |

| Pro- středí | Denní doba | Ka- mera | Skutečná | | Pozorovaná | | Skóre | | | Vyhovuje / nevyho- vuje |
|----------------|---------------|-------------|----------|--------|------------|--------|--------|----------|--------|----------------------------------|
| | | | Tvář 1 | Tvář 2 | Tvář 1 | Tvář 2 | Tvář 1 | Tvář 2 | Celkem | |
| C | den | Y2 t | A3 | B1 | A? | B3 | 1 | 1 | 2 | opakovat |
| | | Y3 w | C4 | A2 | C? | A? | 1 | 1 | 2 | opakovat |
| | | Y3 t | B1 | C4 | B2 | C4 | 1 | 3 | 4 | V |
| | | Z1 w | C3 | A1 | C? | B? | 1 | 0 | 1 | N |
| | | Z1 t | B4 | C4 | B? | C? | 1 | 1 | 2 | opakovat |
| | | Z2 w | C1 | A3 | C? | B? | 1 | 0 | 1 | N |
| | | Z2 t | B2 | C1 | B1 | C1 | 1 | 3 | 4 | V |
| | | Z3 w | B4 | C1 | ?? | C? | 0 | 1 | 1 | N |
| | | Z3 t | A4 | C1 | A2 | C1 | 1 | 3 | 4 | V |
| | noc | X1 | B4 | C2 | ?? | ?? | 0 | 0 | 0 | N |
| | | X2 | A3 | B1 | ?? | ?? | 0 | 0 | 0 | N |
| | | X3 w | C4 | A2 | ?? | ?? | 0 | 0 | 0 | N |
| | | X3 t | B1 | C2 | A? | C? | 0 | 1 | 1 | N |
| | | Y1 | B3 | A4 | ?? | ?? | 0 | 0 | 0 | N |
| | | Y2 w | C1 | B2 | ?? | ?? | 0 | 0 | 0 | N |
| | | Y2 t | A3 | B1 | A? | B? | 1 | 1 | 2 | opakovat |
| | | Y3 w | C4 | A2 | C? | B? | 1 | 0 | 1 | N |
| | | Y3 t | B2 | C4 | B? | C? | 1 | 1 | 2 | opakovat |
| | | Z1 w | C3 | A1 | ?? | ?? | 0 | 0 | 0 | N |
| | | Z1 t | C3 | B2 | ?? | ?? | 0 | 0 | 0 | N |
| Z2 w | C1 | A4 | C? | ?? | 1 | 0 | 1 | N | | |
| Z2 t | C3 | B1 | C? | B? | 1 | 1 | 2 | opakovat | | |
| Z3 w | A4 | C2 | ?? | ?? | 0 | 0 | 0 | N | | |
| Z3 t | B3 | A4 | ?? | ?? | 0 | 0 | 0 | N | | |