Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Spolehlivost kamerových systémů pro čtení registračních značek vozidel

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Jan Hart, Ph.D.

Autor práce: Bc. Marek Šlégr

Praha 2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Marek Šlégr

Zemědělské inženýrství
Informační a řídicí technika v agropotravinářském komplexu

Název práce

Spolehlivost kamerových systémů pro čtení registračních značek vozidel

Název anglicky

Reliability of CCTV systems for vehicle registration plates

Cíle práce

Diplomová práce je tematicky zaměřena na problematiku moderních kamerových systémů pro rozpoznání registračních značek vozidel. Hlavním cílem je provést popis jednotlivých typů kamerových systémů s funkcí rozpoznání registračních značek vozidel a otestovat jejich spolehlivost.
Dílčí cíle diplomové práce jsou:
- vytvořit přehled řešené problematiky,
- definovat jednotlivé principy a základní funkce kamer pro rozpoznání registračních značek vozidel,
- provést základní měření spolehlivosti kamer pro rozpoznání registračních značek vozidel.

Metodika

Metodika řešené problematiky diplomové práce je založena na studiu a analýzách odborných informačních zdrojů. Praktická část práce je zaměřena na zhodnocení spolehlivosti kamerových systémů pro rozpoznání registračních značek vozidel a následného zpracování výsledných údajů. Na základě rozboru teoretických poznatků a výsledků praktické části práce budou formulovány závěry diplomové práce.

Doporučený rozsah práce

50 až 60 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

Klíčová slova

kamerový systém, spolehlivost rozpoznání, registrační značka vozidla

---

Doporučené zdroje informací

BARTÍK, V. – JANEČKOVÁ, E. *Kamerové systémy v praxi : právní režim z pohledu ochrany osobních údajů a ochrany osobnosti.* Praha: Linde, 2011. ISBN 978-80-7201-850-5.

HERWOOD, E.M.: Digital CCTV. Oxford: Butterworth-Heinemann Ltd, 2007. ISBN: 0750677457.

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

KRUEGLE, H.: CCTV Surveillance, Video Practices a Technology. Amsterdam: Elsevier Science & Technology. 2006. ISBN: 9780750677684.

LOVEČEK, T. – NAGY, P.: Kamerové bezpečnostné systémy. Žilina: EDIS-vydavateľstvo, 2008. ISBN: 978-80-8070-893-1.

Předběžný termín obhajoby

2019/2020 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Jan Hart, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 29. 1. 2018

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 1. 2018

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 13. 02. 2020

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: **„Spolehlivost kamerových systémů pro čtení registračních značek vozidel“** vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Praze dne: 31.3.2020 …….

podpis

Poděkování:

Děkuji tímto svému vedoucímu diplomové práce Ing. Janu Hartovi, Ph.D. za odborné vedení a věcné připomínky, které mi poskytoval při vypracování diplomové práce. Také bych rád poděkoval Ing. Martinu Simonovi za technickou i mentální podporu během studia na ČZU. Nemohu opomenout svoje rodiče a babičku, kterým ze srdce děkuji za to, že mě od narození vychovávali a jen díky jejich obětavosti a úsilí mohu psát tyto řádky.

Spolehlivost kamerových systémů pro čtení registračních značek vozidel

Abstrakt:

Diplomová práce popisuje spolehlivost kamerových systémů pro čtení registračních značek vozidel. Teoretická část práce obsahuje ucelený přehled základních typů kamerových systémů. Popisuje dílčí technické prvky kamerových systémů a rozděluje je na základě technologie. Teoretická část dále vysvětluje principy kamerových systémů pro rozpoznání poznávacích značek, jejich funkce, využití a legislativu stanovenou pro jejich používání. Praktická část diplomové práce je zaměřená na testování spolehlivosti vybraných kamerových systémů. Obsahuje popis jednotlivých zařízení použitých při testu a popis způsobů testování. Obsahuje záznamy hodnot měření úspěšnosti, rozpoznání registračních značek a maximální možnou délku, na kterou jsou systémy schopné registrační značku přečíst. Výsledky měření hodnotí spolehlivost testovaných kamerových systémů. Z naměřených výsledků je zřejmé, že kamerový systém nemusí dosahovat výrobcem uváděných parametrů spolehlivosti při praktickém použití. Při porovnání výsledků měření s ostatními testovanými systémy, vychází jako nejspolehlivější kamerový systém ten, který používá kameru DS-2CD7A26G0/P-IZS. Tento systém měl nejvyšší úspěšnost rozpoznání ve všech testech, a to 99,47 % při optimálních podmínkách. Při zakrytí části registrační značky dosáhl úspěšnosti rozpoznání 33,93 % a přečetl znaky na registrační značce z průměrné vzdálenosti 17,59 metrů. Na druhém místě skončil systém s kamerou DS-2CD4A26FWD-LZS/P a na třetím s kamerou DS-2CD4A26FWD-IZS/P.

Klíčová slova:
kamerový systém, spolehlivost rozpoznání, registrační značka vozidla

Reliability of CCTV systems for vehicle registration plates

Abstract:

This thesis describes the reliability of camera systems designed for vehicle license plate recognition. The theoretical section contains a comprehensive overview of such camera systems, describes specific technical elements and divides these systems on basis of technology used. The theoretical section further explains the principles of license plate recognition, its function, use and legislation laid down for its use. The practical section of the thesis is focused on reliability testing of selected camera systems. It contains a description of the individual devices used in the testing and a description of the testing methods. It contains records of success measurement values, license plate recognition and the maximum possible distance from which the systems are able to read the license plate. The measurement results evaluate the reliability of the tested camera systems. The results indicate that the camera system may not achieve the reliability parameters specified by the manufacturer in practice. Comparing the measurement results with other systems tested, the most reliable camera system is the one that uses the DS-2CD7A26G0/P-IZS camera. This system had the highest recognition success in all tests, 99.47 % under optimal conditions. With part of the license plate covered, the recognition success rate was 33.93 % and it could read the characters on the lic ense plate from an average distance of 17.59 meters. The system with the DS-2CD4A26FWD-LZS/P camera ranked second place and the third place went to the DS-2CD4A26FWD-IZS/P camera.

Key words:
automatic number-plate recognition, automated license-plate recognition, automatic vehicle identification, car plate recognition, license plate recognition, vehicle license plate recognition, number plate recognition

Obsah

1 Úvod **1**
2 Cíl práce **2**
3 Metodika práce **3**
4 Přehled řešené problematiky **5**
4.1 Legislativa **5**
4.2 Optické rozpoznávání znaků a strojové vidění **10**
4.3 Kamerový systém **11**
4.3.1 Analogové kamerové systémy 12
4.3.2 Digitální kamerové systémy 13
4.3.3 Hybridní kamerové systémy 14
4.4 Technické komponenty kamerových systémů **14**
4.4.1 Kamery 15
4.4.2 Záznamová zařízení 22
4.4.3 Zobrazovací zařízení 25
4.4.4 Datová media 26
4.4.5 Přenosová media 28
4.5 Využití kamerových systémů **32**
5 Vlastní zpracování **33**
5.1 Použité zařízení a softwarové vybavení **33**
5.1.1 Použitý software 35
5.2 Použité kamerové systémy **35**
5.2.1 Kamera číslo 101 35
5.2.2 Kamera číslo 102 36
5.2.3 Kamera číslo 103 37
5.3 Postup měření **38**
5.3.1 Základní konfigurace a aktivace 38
5.3.2 Pokročilá konfigurace 40
5.3.3 Podmínky měření 43
6 Výsledky a jejich zhodnocení **45**
7 Závěr **49**
8 Seznam použitých zdrojů **51**
9 Seznam zkratek, obrázků, tabulek, příloh **54**
9.1 Seznam zkratek **54**
9.2 Seznam obrázků **55**
9.3 Seznam tabulek **56**
9.4 Seznam příloh **56**

1 Úvod

Kamerové systémy se staly součástí našich životů. Jsou všude kolem nás, a přesto nejsou námi častokrát ani vnímány. Jejich přítomnost zaznamenáme pouze v okamžiku, kdy je z nějakého důvodu jejich činnost pro nás důležitá. Málokdo si dnes všímá kamer zavěšených například ve vestibulu metra, na náměstích, či rušných ulicích, kde slouží jako dohledová zařízení pro boj s kriminalitou a s kamerovým záznamem se pracuje ex-post.

Hlídání našich domovů nebo veřejného prostranství, však není jedinou možností pro využití kamerových systémů. Jejich použití je dnes velmi rozsáhlé, zvláště pro schopnosti, kterých mají moderní kamery více, než by si kdysi jejich vynálezce dovedl představit. Bez kamerových systémů, se dnes již neobjede žádný moderní průmyslový podnik, ve kterém slouží, převážně u automatizovaných linek, k mnoha rozličným účelům. Například 3D měření, počítání, třídění, určování polohy a dalším potřebným funkcím, které jsou závislé na tom, co daný průmyslový podnik potřebuje.

Poptávka po kamerových systémech neustále roste, a s ní i tlak na výrobce, kteří tak musí přicházet s neustále novými inovacemi, týkajícími se způsobu pořizování obrazu, jeho přenosu, kvality a délky záznamu a například i možností sledovat hlídané místo, z jakéhokoliv elektrického zařízení, připojeného k internetu.

Jedním z velmi důležitých míst našeho života, do kterého kamerové systémy pronikají stále více, je sledování provozu na pozemních komunikacích, kontroly dodržování rychlosti, sledování průjezdů na červenou na semaforech, a zvláště při měření rychlosti.

Rozšiřování kamerových systémů do našeho každodenního života ovšem nemá jen svoje kladné stránky. Je třeba si dát pozor, aby takto vytvořený kamerový systém, nemohl být třeba zneužit ke zcela jiným účelům, jako je například plošné sledování obyvatelstva. Existuje názor, že ten, kdo nic špatného nekoná, nemá se čeho bát, ovšem historie nás již poučila a my víme, že vše se může náhle změnit, jako například poměry v této zemi a takto vytvořený dohledový systém, se může stát silným prostředkem ke sledování běžného života lidí a stát se z dobře sloužícího pomocníka, zlým služebníkem. Z toho důvodu, by občané měli hlídat tendence, které jdou směrem k rozšiřování kamerových systémů, abychom se nestali dystopií, jak ji popsal autor románu se jménem „1984“, kde by nás kamery hlídaly na každém kroku a my bychom byli zcela bezbranní proti libovůli státního aparátu, který by o nás plně rozhodoval a sledoval každý náš krok.

2 Cíl práce

Diplomová práce je tematicky zaměřena na problematiku moderních kamerových systémů pro rozpoznání registračních značek vozidel. Hlavním cílem této diplomové práce je provést popis jednotlivých typů kamerových systémů, s funkcí rozpoznání registračních značek vozidel a otestovat jejich spolehlivost.

Dílčí cíle diplomové práce jsou:

- vytvořit přehled řešené problematiky,
- osvětlit legislativu, která omezuje a stanovuje mantinely, pro použití kamer k rozpoznání registračních značek vozidel,
- uvést základní principy, podle kterých pracují kamery, pro rozpoznání registračních značek vozidel,
- definovat základní rozdělení kamerových systémů,
- uvést a popsat jednotlivé technické prvky kamerových systémů,
- definovat jednotlivé zásady a základní funkce kamer, pro rozpoznání registračních značek vozidel,
- provést základní popis jednotlivých komponent, použitých v základním měření spolehlivosti kamer, pro rozpoznání registračních značek vozidel,
- provést základní měření spolehlivosti kamer, pro rozpoznání registračních značek vozidel.

3 Metodika práce

Metodika práce bude vytvořena ze studií a analýz relevantních odborných informačních zdrojů a z převzatých zkušeností, od osoby pracující v oboru. Získané teoretické poznatky budou následně zpracovány formou literární rešerše, ve které budou kapitoly logicky řazeny a přehledně zpracovány. Podle obsahu bude diplomová práce rozdělena do jednotlivých kapitol, podkapitol a doplněna obrázky, tabulkami a grafy. V diplomové práci bude popsán a vytvořen ucelený přehled problematiky spojené se spolehlivostí kamerových systémů, pro rozpoznání registračních značek vozidel. Nabyté vědomosti budou aplikovány do praxe a bude provedeno měření na opatřených zařízeních.

Teoretická část bude obsahovat vysvětlení základního principu, pro úspěšné čtení registračních značek vozidel, dále bude obsahovat legislativu, jejíž rámec definuje parametry znaků a tabulky, ze kterých se registrační značky skládají. Následně dojde k rozdělení kamerových systémů na základní typy, které budou popsány. Budou identifikovány a podrobeny analýze komponenty kamerových systémů, bez kterých není možné kamerový systém provozovat a na jejichž vlastnostech též závisí spolehlivost kamerového systému jako celku. Poslední kapitolou teoretické části bude vyjmenování některých činností, na které se mohou kamerové systémy, pro čtení registračních značek, aplikovat.

V praktické části diplomové práce bude proveden popis testovaných kamerových systémů a jejich komponent, ze kterých se kamerové systémy, pro rozpoznání registračních značek vozidel, skládají. Poté bude popsán postup měření a definovány typy testů, které mají zhodnotit spolehlivost zapůjčených kamerových systémů. Následně budou kamerové systémy konfigurovány a podrobeny měření z hlediska jejich spolehlivosti, při čtení registračních značek. Postup měření bude následující:

1. kamerové systémy budou naistalovány v prostorech umožňujících opakované měření jejich spolehlivosti,
2. kamerové systémy budou nakonfigurovány na co nejpodobnější nastavení, z důvodu objektivnosti při měření,
3. testovací automobil se bude přibližovat stanovenou rychlostí směrem ke kamerovým systémům, kolem kterých projede,
4. jakmile se toto stane, dojde k vyhodnocení naměřeného výsledku a záznamu potřebných údajů. V případě chybného rozpoznání registrační značky, bude hodnota měření pro

konkrétní kamerový systém označená odlišně, od ostatních výsledků. Každý typ testu bude mít vlastní tabulku s výsledky měření,

5. testovací automobil bude mít různé registrační značky, které se budou měnit po určitém počtu měření,
6. po absolvování všech měření, ve všech stanovených typech testů, dojde k vyhodnocení naměřených hodnot, pro jednotlivé testy.

Měření bude obsahovat 3 typy testů. Testovat se budou kamerové systémy za optimálních podmínek. Následně se budou kamerové systémy testovat, při rozpoznávání do poloviny zakryté registrační značky. Poslední test bude měřit maximální vzdálenost, od které jsou kamerové systémy schopny, rozpoznat registrační značku, na testovaném vozidle. Měření proběhne při použití jednoho motorového vozidla, a s co největším počtem registračních značek.

Výsledné naměřené hodnoty, budou zpracovány do přehledných tabulek. Při testování za optimálních podmínek, se bude zaznamenávat čas rozeznání registrační značky pro jednotlivé kamerové systémy, úspěšné a neúspěšné rozpoznání registrační značky daným kamerovým systémem. Při testu se zakrytou registrační značkou bude zaznamenám počet úspěšných, částečně úspěšných a neúspěšných rozpoznání. Z těchto hodnot, bude následně vypočítána pravděpodobnost nerozpoznání, která je reprezentativní pro spolehlivost kamerových systémů. Pro test zabývající se měřením maximální vzdálenosti, bude zaznamenána maximální vzdálenost, od které jsou systémy schopny registrační značky přečíst, a pro které je hodnota důležitým dílčím prvkem, pro jejich spolehlivost.

Při měření za optimálních podmínek, bude tvořen záznam časových hodnot, které budou sloužit pro určení kamerového systému, s nejrychlejším rozpoznáním registrační značky. Ze všech zaznamenaných hodnot, bude pro vyšší objektivnost vypočítána průměrná hodnota.

Na základě výsledků, které budou plynout z výstupu měření, budou stanoveny závěry, zda výrobce udává spolehlivost kamerových systémů po pravdě, jak zakrývání registrační značky ovlivňuje spolehlivost rozpoznávacích schopností kamerových systémů a jaká je skutečná maximální vzdálenost, na kterou kamerové systémy úspěšně rozpoznají registrační značky.

4 Přehled řešené problematiky

Kamerové systémy mají v dnešní moderní době rozsáhlé možnosti k jejich využití. Slouží jako část zařízení, nejen pro sledování určitého prostoru v rámci zabezpečení, ale dají se i použít ke snímání pohybujících se objektů. Zároveň s tím, jsou schopné měřit rychlost, zjišťovat váhu a identifikovat ve sledovaném místě vozidla, při vjezdu a výjezdu, z hlídaného objektu. Pořízené záznamy z kamerových systémů musí však být používány v rámci legislativy, podle platného a zákona a vyhlášky.

Seznam jednotlivých podkapitol, obsahující podmínky, technologii a další informace týkající se kamerových systémů, využívaných k rozpoznávání registračních značek:

- Legislativa
- Optické rozpoznávání znaků a strojové vidění
- Způsob přenosu signálu z kamer a z toho vycházející typ kamerového systému
- Použité technické komponenty kamerových systémů

4.1 Legislativa

Hlavním legislativním dokumentem v oblasti registračních značek v České republice je Ministerstvem dopravy vydaná vyhláška č. 343/2014 Sb. ze dne 19. prosince 2014, o registraci vozidel, ve znění vyhlášek č. 399/2015 Sb., č. 10/2017 Sb., č. 86/2017 Sb., č. 158/2017 Sb. a č. 72/2019 Sb. (dále jen vyhláška) upravující:

a) způsob vedení registru silničních vozidel,
b) způsob zápisu údajů do registru silničních vozidel a jejich rozsah a obsah,
c) vzory tiskopisů používaných pro vedení registru silničních vozidel,
d) údaje zapisované do dokladů k silničnímu vozidlu a způsob jejich zápisu,
e) registrační značky, jejich formu, obsah a způsoby umístění na silničním vozidle a zvláštním vozidle.

Registrační značkou se rozumí soubor po sobě jdoucích seřazených znaků, uspořádaných do jednoho nebo dvou řádků, jednotlivé znaky mezi sebou nemají interpunkční znaménko, kromě výjimky uvedené v ustanovení § 27 vyhlášky. V případě dvouřádkového uspořádání, mohou být na prvním řádku maximálně tři znaky a na druhém pět znaků. Registrační značka je tvořena nejméně pěti a maximálně osmi velkými písmeny latinské abecedy a arabskými číslicemi. [1]

Pro znaky zastoupené velkými písmeny latinské abecedy, jsou stanoveny k použití následující písmena: A, B, C, D, E, F, H, I, J, K, L, M, N, P, R, S, T, U, V, X, Y, Z. Nelze použít následující latinská písmena: G, O, Q, W. [1]

Pro znaky zastoupené arabskými číslicemi, se mohou použít číslice: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0. Pro registrační značku na přání, se mohou písmena a číslice používat libovolně. Vyobrazení povolených alfanumerických znaků viz Obr. 1. [1]

Obr. 1: Alfanumerické znaky

Zdroj: Příloha č. 16 k vyhlášce č. 343/2014 Sb.

Podle § 23 vyhlášky, se registrační značky člení na:

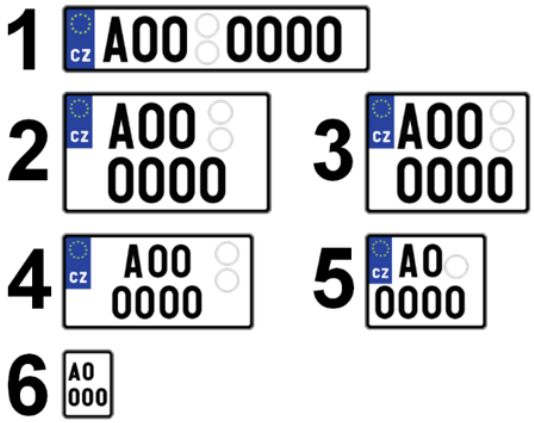
a) standardní
b) na přání pro všechna silniční motorová vozidla a přípojná vozidla,
c) registrační značky pro elektrická vozidla,
d) zvláštní,
e) k umístění na nosné zařízení.

Vyhláška stanovuje i kombinaci použitých písmen a číslic a to tak, že: na registrační značce musí být nejméně jedno písmeno a nejméně jedna číslice. V případě značení vozidel, které používají jako palivo vodík, elektrickou energii, nebo mají takzvaný hybridní pohon, a v posledním případě nepřesáhnou jejich emise CO_2 50 g/km, začíná registrační značka, na základě žádosti vlastníka/provozovatele, nebo při registraci vozidla, dvojicí písmen vyobrazených na registrační značce „EL“, následovaná kombinací velkých písmen latinské abecedy a arabských číslic. Toto označení nemusí mít všechna výše jmenovaná vozidla, jelikož § 25a vyhlášky, který tuto klauzuli ve vyhlášce stanovil, byl do vyhlášky přidán až novelou č. 72/2019 Sb., a to se již na českých silnicích tato vozidla pohybovala. [1]

Jednotlivé znaky se lisují na zaoblené tabulky, které mají tvar obdélníku se zaoblenými rohy. Tabulky musí být reflexního provedení a jsou vyráběny ze slitin lehkých kovů. Tabulky mají různé rozměry podle typu techniky, na kterou jsou určeny. Nejběžnější rozměr tabulky, který se používá pro standardní registrační značky je 520 × 110 mm, další rozměry jsou uvedeny na Obr. 2. [1]

Obr. 2: Registrační značky – rozměry

č.	Rozměry: [šířka × výška]
1	520 × 110 mm
2	340 × 200 mm
3	280 × 200 mm
4	320 × 160 mm
5	200 × 160 mm
6	80 × 110 mm



Zdroj: Příloha č. 26 k vyhlášce č. 343/2014 Sb.

Nicméně existuje i výjimka, která se uplatňuje pro zvláštní registrační značku, která slouží pro jízdu z místa prodeje, do místa registrace, kde má být použit jako podklad tvrdý papír, zelené barvy, na kterém je černými znaky zobrazena registrační značka vozidla a další nezbytné informace stanovené § 29 vyhlášky, viz Obr. 3. [1]

Obr. 3: Registrační značka pro jízdu z místa prodeje do místa registrace

Zdroj: Příloha č. 26 k vyhlášce č. 343/2014 Sb.

Pro lepší identifikaci jsou tabulky registrační značky rozlišeny barevným provedením.

Rozdělení tabulek registračních značek je následující:

a) **Bílý podklad a černé znaky** – nejběžnější označení pro silniční motorová vozidla a přípojná vozidla, registrační značky jsou zobrazeny na Obr. 5.

b) **Bílý podklad a modré znaky** – označení motorových vozidel, jejichž vlastník nebo provozovatel je osoba diplomatických nebo konzulárních výsad, dále jsou značky děleny podle vztahu těchto osob k ambasádám, značky jsou zobrazeny na Obr. 5.

c) **Bílý podklad a zelené znaky** – označení historických vozidel, označení manipulačního a zkušebního provozu, registrační značky jsou zobrazeny na Obr. 5.

d) **Žlutý podklad a černé znaky** – označení traktorů a samojízdných pracovních strojů.

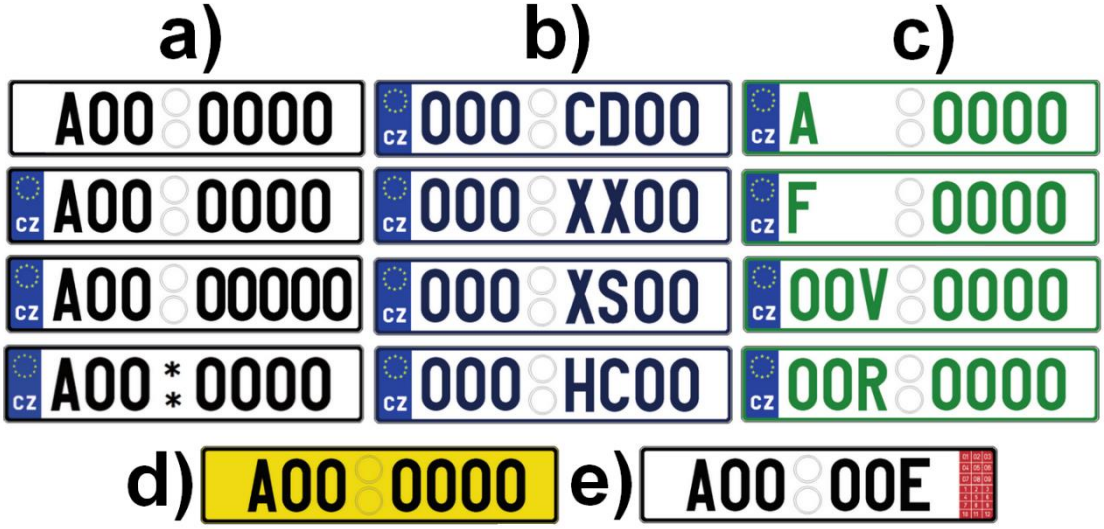
Registrační značky vydané po vstupu do Evropské unie, 1. května 2014, s barevným provedením a), b) a c) viz Obr. 5, mají navíc v levé části tabulky modrý pruh se znakem EU a značkou České republiky (ČR) viz Obr. 4. [1]

Obr. 4: Pruh se znakem Evropské Unie

Zdroj: Příloha č. 16 k vyhlášce č. 343/2014 Sb.

Barevné provedení a) může být ještě na pravé straně doplněné červeným polem, viz Obr. 5, značka e), ve kterém je zaznamenána doba platnosti registrační značky. Takováto registrační značka slouží pro vývoz automobilu do cizího státu a její provedení je na Obr. 5. [1]

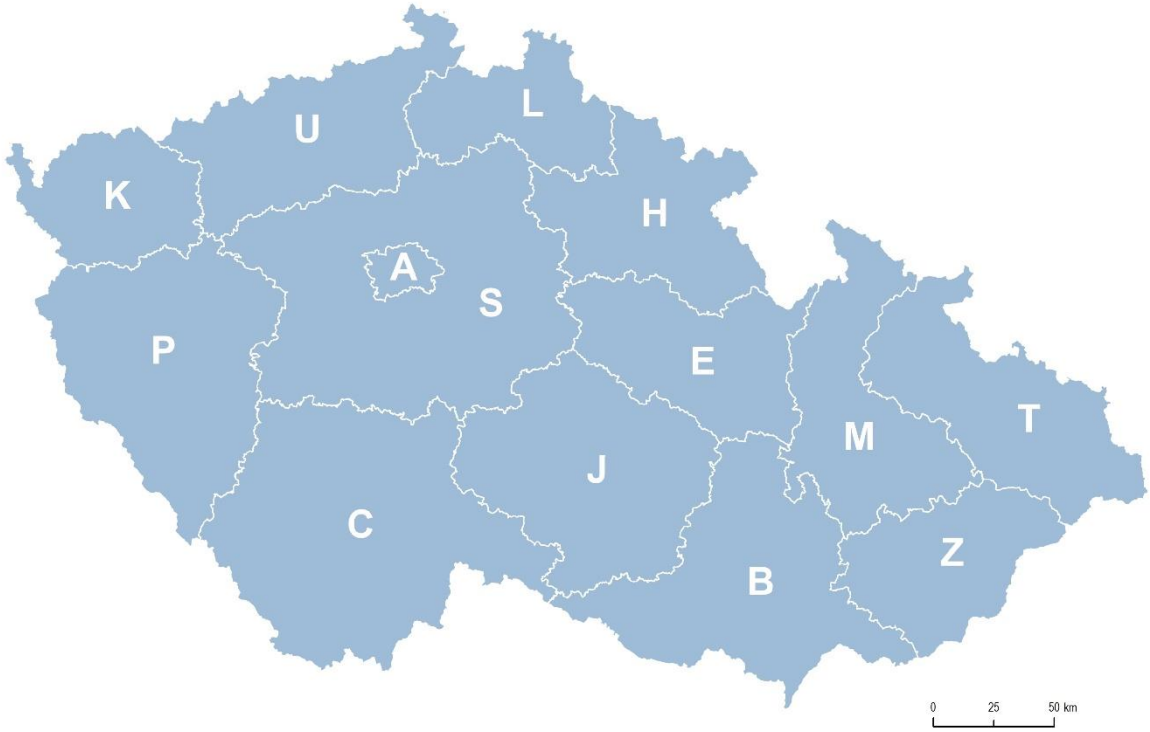
Obr. 5: Typy registračních značek



Zdroj: vlastní

Výrobu tabulek s registrační značkou zabezpečuje Ministerstvo dopravy, které je následně distribuuje do obcí s rozšířenou působností (ORP). V případě, že je na silničním motorovém vozidle umístěna standardní registrační značka, lze identifikovat kraj, ve kterém došlo k první registraci vozidla. Tento identifikátor je vždy jako druhý znak na registrační značce. Přiřazené kódy/písmena pro příslušné kraje jsou zobrazeny na Obr. 6. [1] [2]

Obr. 6: Mapa ČR rozdělená podle krajů



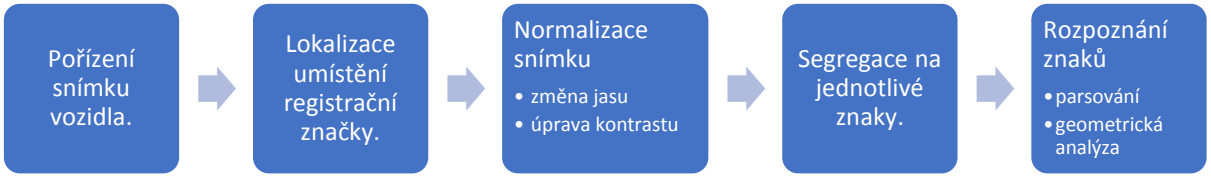
A – Hlavní město Praha
B – Jihomoravský kraj
C – Jihočeský kraj
E – Pardubický kraj
H – Královéhradecký kraj
J – Kraj Vysočina
K – Karlovarský kraj
L– Liberecký kraj
M – Olomoucký kraj
P – Plzeňský kraj
S – Středočeský kraj
T – Moravskoslezský kraj
U – Ústecký kraj
Z – Zlínský kraj

Zdroj: vlastní

4.2 Optické rozpoznávání znaků a strojové vidění

Kamerové systémy, pro rozpoznání jednotlivých znaků na registračních značkách, využívají optické rozpoznávání znaků (OCR). Technologie OCR obecně slouží k rozpoznávání tištěného nebo jinak vyobrazeného řetězce různých znaků a převádí jej do digitální podoby, podle předem stanoveného algoritmu, viz diagram zobrazený na Obr. 7. Modernější kamerové systémy, pro rozpoznávání registračních značek vozidel, ovšem nepoužívají pouze tuto technologii, ale z důvodu zvýšení spolehlivosti kamerového systému, pracují i se strojovým viděním, bez kterého by mohly jako motorové vozidlo identifikovat i chodce s připevněnou registrační značkou na hrudi. [3] [4]

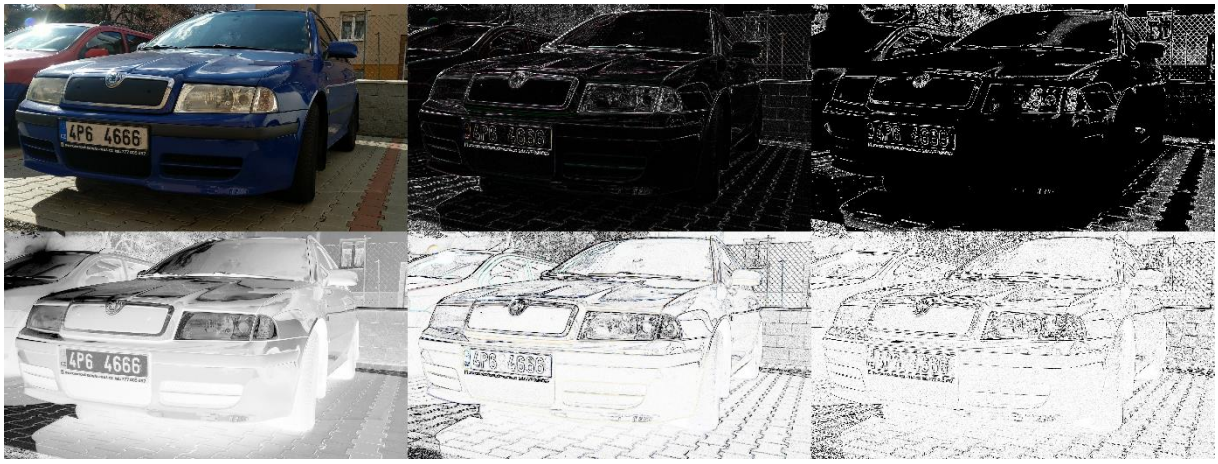
Obr. 7: Zjednodušené schéma algoritmu



Zdroj: vlastní

Strojové vidění nebo také počítačové vidění se používá pro zpracování obrazových informací snímaného objektu a jejich následnou interpretaci, za použití určitého algoritmu s využitím počítačové techniky. Výsledek algoritmu, viz Obr. 8, pak slouží jako vstupní informace pro informační systém, který pak na jeho základě a na základě přečtené registrační značky motorového vozidla může povolit nebo zakázat vjezd vozidlu do areálu, nebo spustit jiný předem definovaný proces. S pojmem strojové vidění se můžeme setkat i v průmyslovém odvětví, kde slouží tyto kamery pro kontrolu kvality výrobků, počítání kusů, stanovení polohy předmětu apod. [3] [4]

Obr. 8: Proces úpravy pořízeného snímku pro identifikaci tabulky registrační značky

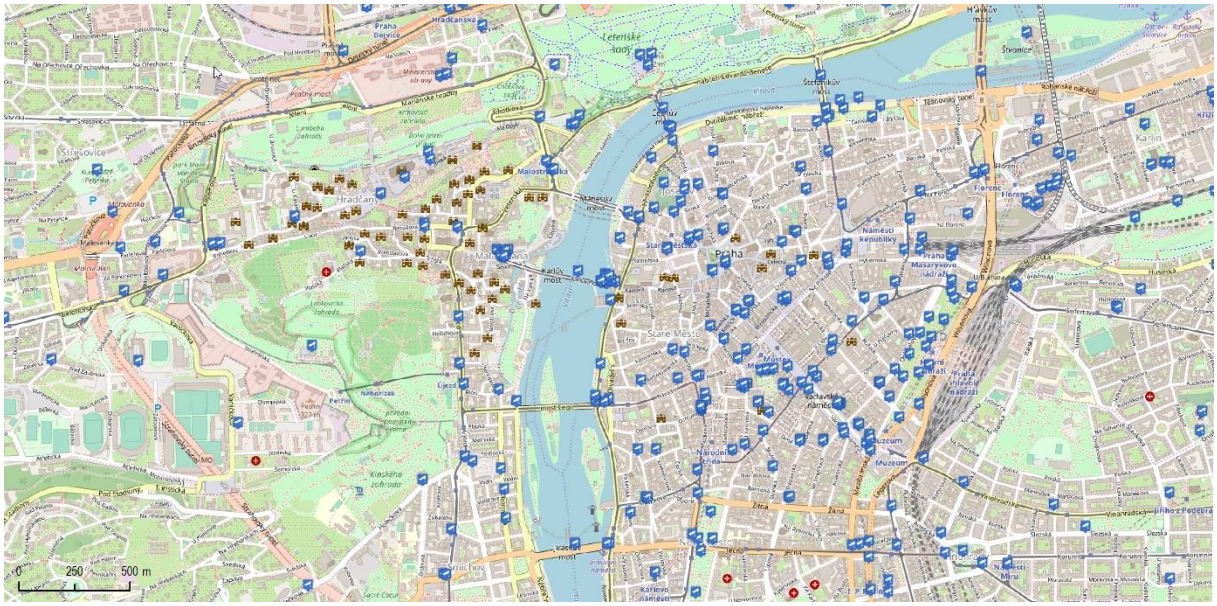


Zdroj: vlastní

4.3 Kamerový systém

Kamerový systém, v angličtině označován jako Closed-circuit television (CCTV), nebo také Video Surveillance Systems (VSS), je systém, který má za úkol sledovat určený prostor podle jednoznačně specifikovaného účelu. Takovým účelem může být případné střežení majetku vevnitř perimetru (elektrárny, armádní sklady, soukromé areály), nebo monitorování obyvatelstva pohybujícího se ve veřejném prostoru (ulice, veřejné parky, parkoviště, stanice metra), viz Obr. 9, tak i sledování silničního provozu na pozemních komunikacích. Z výše uvedených důvodů a za účelem co nejvyšší spolehlivosti, musí kamerové systémy odolávat vlivům, které na ně působí z okolního prostředí za daných podmínek. [5] [6] [7] [8] [9]

Obr. 9: Mapa umístěných kamer v Praze



Zdroj: upraveno z http://www.mapakamer.cz

Kamerové systémy se skládají z:

- Kamer
- Záznamových zařízení
- Zobrazovacích zařízení
- Datových medií
- Přenosových medií

Kamerové systémy můžeme rozdělit podle způsobu přenosu signálu na tři základní typy:

- Analogové kamerové systémy
- Digitální kamerové systémy
- Hybridní kamerové systémy

Výše jmenované typy kamerových systémů, musí být složeny s navzájem kompatibilních komponent, protože jedině tak, je možné zajistit bezproblémovou funkčnost celého systému. [7] [6] [10] [8]

4.3.1 Analogové kamerové systémy

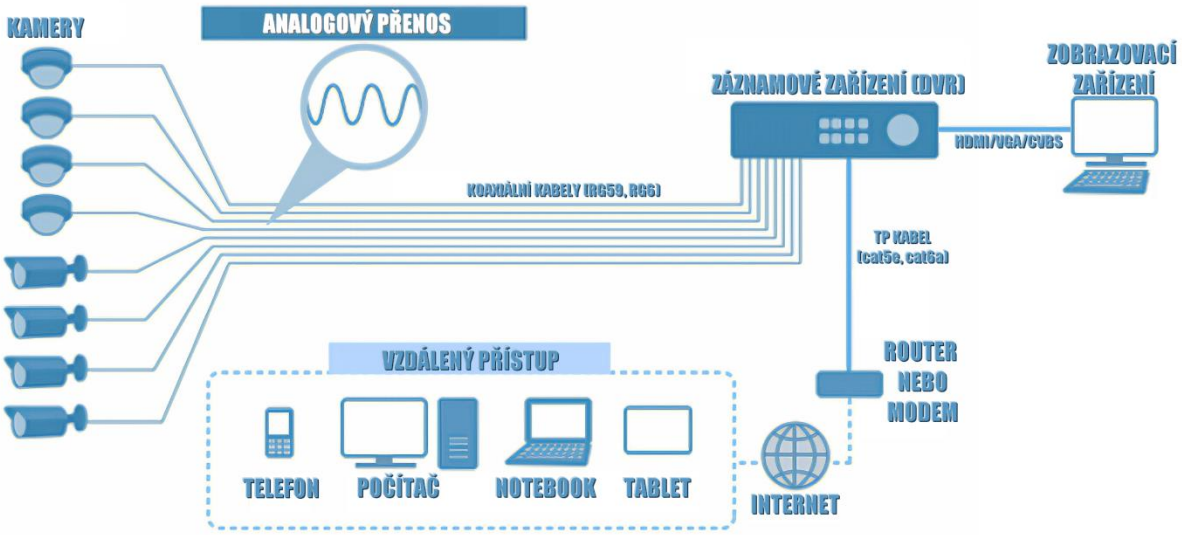
Analogový kamerový systém je nejstarším typem kamerového systému, při jehož zrodu stál Walter Bruch, který vymyslel i kódování signálu PAL – phase alternating line. Analogový kamerový systém byl již použit za druhé světové války, pro živé sledování odpalování balistických řízených raket Vergeltungswaffe 2 (V-2), z testovacího odpaliště v Peenemünde. Pro přenos signálu se zpravidla používají koaxiální kabely zakončené BNC konektory, nebo optické kabely, ale je možné se setkat i s přenosem analogového signálu prostřednictvím stíněné/nestíněné kroucené dvojlinky. [11] [12] [13] [10]

I přes dlouhou historii mají v dnešní době analogové kamerové systémy co nabídnout a stále se hojně využívají, zejména kvůli jejich nižší pořizovací ceně, jednoduché a rychlé montáži, menším provozním nákladům, velkou vzdáleností, na kterou je možné přenášet signál bez zesilovače, (přibližně 500 metrů) a minimální odezvou mezi zobrazeným a snímaným obrazem. Slabinou analogových systémů je: nižší rozlišení, oproti digitálnímu kamerovému systému, neschopnost ovládat jednotlivé kamery na dálku, a z toho plynoucí menší počet chytrých (SMART) funkcí. Schéma Analogového kamerového systému viz Obr. 10. [11] [12] [13] [14]

Analogové kamerové systémy se dělí podle typu analogového přenosu a jejich výrobce na:

a) Analog High Definition (AHD) – vyvinutá firmou Nextchip, rozlišení viz
b) High Definition Composite Video Interface (HD-CVI) – vyvinutá firmou Dahua
c) HD Transport Video Interface (HD-TVI) – vyvinutá firmou Techpoint spolu s Hikvision
d) Turbo High Definition – technologický nástupce z HD-TVI vyvinutá firmou Hikvision [15] [16] [17]

Obr. 10: Schéma Analogového kamerového systému

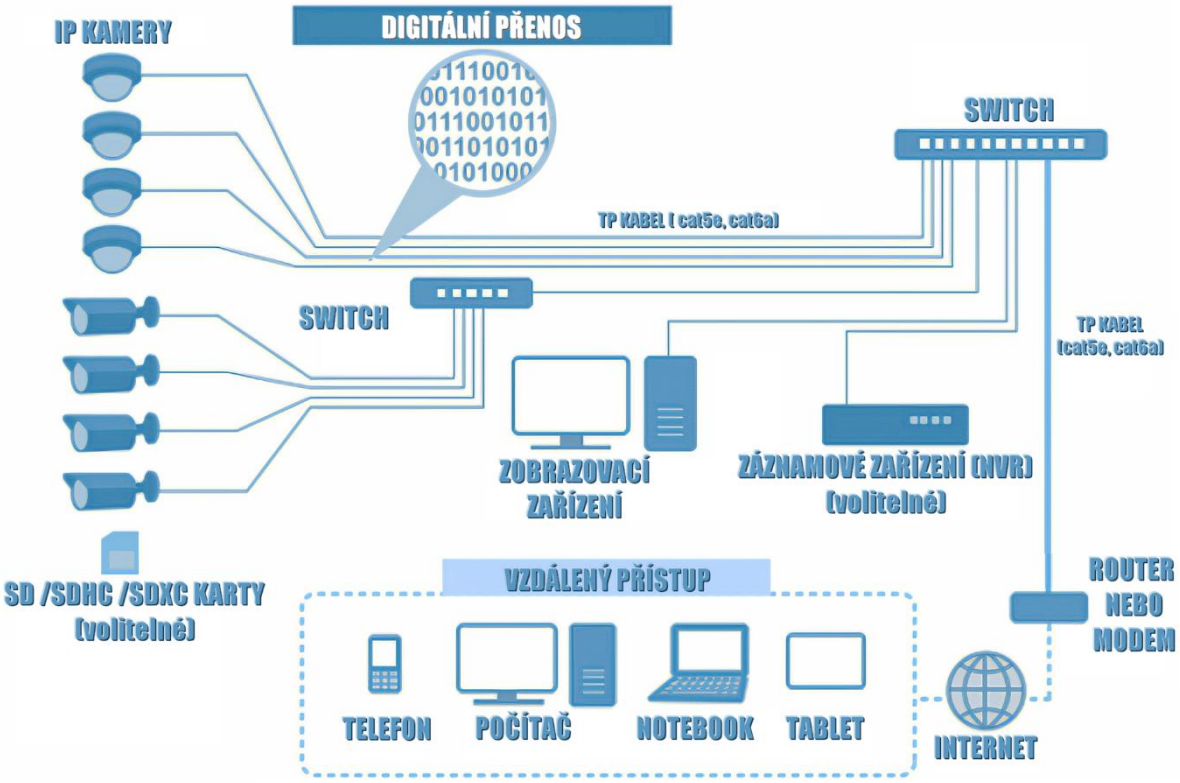


Zdroj: upraveno z https://www.aetherica.com/

4.3.2 Digitální kamerové systémy

Digitální kamerový systém, též označovaný jako IP kamerový systém, je nejmodernější a v současnosti nejvíce rozvíjený typ kamerového systému na trhu. Hlavní rozdíl oproti analogovému kamerovému systému je v přenosu signálu, který jak už název napovídá, se v tomto případě skládá z jedniček a nul. Další významný rozdíl je v technickém provedení zapojení dílčích zařízení systému, které se zapojují do Ethernetové sítě. Jako prostředek pro přenos dat, pak slouží metalické a optické rozvody, které se zapojují do switchů a následně do záznamového zařízení. Lze použít i bezdrátové předání dat prostřednictvím technologie Wi-Fi. Možné schéma zapojení a digitálního přenosu obrazu viz Obr. 11. [12] [14] [10] [18]

Obr. 11: Schéma Digitálního kamerového systému



Zdroj: upraveno z https://www.aetherica.com/

Výhody, které přináší digitální kamerové systémy, oproti analogovým jsou: možnost vzdáleně ovládat jednotlivé kamery, a s tím spojené používání inteligentních funkcí kamery, lepší kvalita obrazu (vyšší maximální rozlišení kamer), plynulejší pohyb obrazu (vyšší počet FPS). Vysoká technologická úroveň sebou ovšem nese i řadu obtíží, které jsou s ní pro digitální kamerové systémy spojené. Jedná se především o vyšší pořizovací cenu, která je spojená s náročnější instalací a konfigurací. Dále pak vyšší výskyt chyb, s větší prodlevou mezi snímaným a zobrazeným obrazem. [6] [7] [8] [10] [19]

4.3.3 Hybridní kamerové systémy

Hybridní kamerový systém spojuje analogový a digitální kamerový dohromady. Nejčastěji se využívá při rozšíření, nebo vylepšení stávajícího kamerového systému. Realizovat hybridní kamerový systém je možné více způsoby. První způsob je použití hybridního video rekordéru, který má na zadní straně vyvedené vstupy pro BNC konektory v počtu dle vybraného modelu pro příslušné analogové kamery a současně umožňuje připojit i síťové kamery pomocí jejich IP adresy. Analogové vstupy je možné v nastavení hybridního video rekordéru vypnout a zvýšit tak maximální možný počet připojených IP kamer. Další možností je realizace hybridního kamerového systému pomocí Network video server (IP video server) Obr. 12, do kterého je možné připojit libovolnou analogovou kameru přes BNC konektor. Network video server následně prostřednictvím A/D převodníku změní analogový signál na digitální, přiřadí ke kameře IP adresu a kameru je pak možné připojit do běžného Network Video Recorderu (NVR). [6] [7] [8] [10]

Důvodem pro volbu hybridního kamerového systému je jeho nižší pořizovací cena, která je zapříčiněna možností ponechání stávajících prostředků pro přenos dat – koaxiální rozvody k jednotlivým zařízením. Dále kombinování výhod jak z digitálního, tak analogového kamerového systému. [6] [7] [8] [10]

Obr. 12: Network video servery

Zdroj: upraveno z http://www.hikvisioneurope.com/portal

4.4 Technické komponenty kamerových systémů

Každý, z výše uvedených kamerových systémů, se skládá z různého počtu analogových nebo digitálních kamer, zobrazovacích zařízení, úložných medií, záznamových zařízení a prostředků zabezpečujících přenos dat. Všechny tyto komponenty jsou popsány na následujících stránkách. [6] [7] [8] [11] [12] [13] [10]

4.4.1 Kamery

Kamery na Obr. 13 jsou zařízení sloužící k zachycení pohybujícího se obrazu. Jedná se o jedno z nejdůležitějších zařízení kamerových systémů, které jako jediný prvek ze systému, může vidět pozorovaná osoba v hlídaném prostoru. Kamery se dělí zpravidla podle způsobu zpracování obrazu, nebo dle konstrukčního provedení a místa použití. [10] [8] [12] [19]

Podle místa použití se kamery dělí na venkovní, nebo vnitřní kamery. Oba typy kamer musí odolávat vlivům, na ně působícím, z okolního prostředí. Tuto odolnost u kamer a jiných elektrických zařízení značí parametr stupně krytí, který je definován jako odolnost elektrických zařízení, proti vniknutí kapalin a cizích těles. Značí se zkratkou IP a dvěma číslicemi. První číslice IP 6x značí odolnost vůči vniknutí cizích předmětů a druhé číslice IP x5 odolnost vůči vniknutí kapaliny. S narůstající hodnotou čísel roste i odolnost elektrického zařízení. Kamery mohou mít vestavěný, nebo externě připojený mikrofon pro záznam zvuku. [10] [8] [12] [19]

Obr. 13: Vnitřní a venkovní kamery

Zdroj: upraveno z https://www.pixabay.com/

Kamery pro vnitřní použití nejsou konstrukčně řešeny tak, aby odolávaly nepříznivému počasí, a proto, nemají tak vysoký stupeň krytí (IP), jako kamery venkovní viz Obr. 13. Většina odběratelů u nich preferuje moderní design, malou velikost, a pokud možno různorodé barevné provedení. Oproti tomu venkovní kamery jsou robustní a mají zesílené konstrukční provedení. Některé modely jsou takzvaně „antivandal“ a mají odolávat případným, na ně kladeným fyzickým útokům. Kromě toho, musí být také venkovní kamery schopny odolávat zhoršeným klimatickým vlivům z jejich okolního prostředí, jako je: nízká a vysoká teplota, snížená viditelnost, změny světelných podmínek. [10] [8] [12] [19]

Základní parametry kamer:

- Rozlišení – udávané v jednotkách Mpx (Mega pixel) nebo také v počtu sloupců × počet řádků, stanovuje schopnost snímacího čipu snímat pozorovaný prostor. Čím je rozlišení vyšší, tím je větší kvalita obrazu, jeho ostrost a jednotlivé detaily. [8] [10]
- Ohnisková vzdálenost – udávaná v milimetrech, je vzdálenost čočky od ohniska. Čím je ohnisková vzdálenost nižší, tím širší je zorný úhel kamery. [8] [10]
- Snímková frekvence – udávaná v počtech snímků za vteřinu, vyjadřuje maximální počet snímků za vteřinu, které je kamera schopna zpracovat. Tento parametr je velmi důležitý u kamer pro čtení registračních značek, při pohybu motorového vozidla. [8] [10]
- Světelná citlivost – udávaná v jednotkách lux, je podílem světelného toku [lumen] a plochy [m^2]. Čím nižší je tato hodnota, tím detailnější obraz je kamera schopna přenést za snížených světelných podmínek. [8] [10]

Podle zpracování obrazu dělíme kamery na:

- Analogové (AHD, Turbo HD, HD-CVI, HD-TVI)
- Digitální/IP kamery

4.4.1.1 Analogové kamery

Analogové kamery jsou nejstarším typem kamer. Jejich první použití se datuje do druhé poloviny dvacátého století. Analogové kamery přenášejí analogový signál, který je následně zpracován až v záznamovém zařízení. Analogový signál je bezztrátový a díky tomu nedochází ke zpoždění obrazu. [7] [6] [8] [10] [5]

Jednotlivá rozlišení a formáty pro analogovou kameru jsou v Tabulka 1. Achillovou patou analogových kamer, bylo dlouhou dobu malé rozlišení přenášeného obrazu, které ale moderní analogové kamery nesoucí označení AHD, Turbo HD, HD-CVI, HD-TVI nemají, a dokážou tak už maximálním možným rozlišením konkurovat i IP kamerám. [7] [6] [8] [10] [5]

Obr. 14: Analogové kamery v různých provedeních

Zdroj: upraveno z http://www.hikvisioneurope.com/portal

4.4.1.2 Digitální (IP) kamery

Digitální kamery označované i jako IP kamery, jsou druhou vývojovou větví bezpečnostních kamer. Zpracování signálu oproti analogovým kamerám probíhá v jednotlivých digitálních kamerách, kde je signál po komprimaci do různých digitálních formátů: M-JPEG, MPEG-4 a H.264/H.264+/H.265/H.265+, odeslán pomocí paketů přes drátové nebo bezdrátové prostředky do záznamové/zobrazovací techniky. Na trhu jsou k dispozici již digitální kamery s rozlišením až 8160 x 3616 (8K) a výše. Jimi pořízené snímky se vyznačují vysokými detaily. Takto velké rozlišení má ovšem vysoké požadavky na propustnost sítě a výkonnost záznamového zařízení, takže je třeba při použití většího počtu takovýchto kamer zvolit odpovídající technické prostředky. Na Obr. 15 jsou zobrazeny digitální, bezpečnostní kamery v různých provedeních. [7] [6] [8] [10] [5] [18] [20]

Obr. 15: Digitální kamery v různých provedeních

Zdroj: upraveno z http://www.hikvisioneurope.com/portal

K digitálním kamerám je možné se připojit napřímo, vzdáleně, bez nutnosti napojení skrz záznamové zařízení. To a další množství analytických a inteligentních funkcí s možností napojení k PIR detektorům, stroboskopům a s velkým výběrem použitelných typů přenosových prostředků (Wi-Fi, metalika a optika), dělá z IP kamer univerzální zařízení pro použití při realizaci velkého spektra zakázek a předurčuje je k nejpoužívanějšímu typu kamerového systému. Různá standardní rozlišení používaná analogovými a digitálními kamerami jsou rozepsaná v Tabulce 1. Modrou barvou jsou vyznačena rozlišení, které mají analogové kamery, žlutá barva je přidělena rozlišení u digitálních kamer a společné rozlišení pro obě technologie je ve středu tabulky značené zeleně. [7] [6] [8] [10] [5] [18]

Tabulka 1: Rozlišení kamer

	Značení:			Poměr stran:	Rozlišení:	Počet pixelů:	
Analogové kamery	CIF			4:3	352 × 288	0,1 Mpx	
	D1 (4:2:2) / 4CIF			4:3	720 × 576	0,4 Mpx	
	CVBS / 960H			16:9	960 × 576	0,5 Mpx	
	HD-TVI / HD	HD-TVI / Turbo HD 1.0-5.0	HD-CVI	16:9	1280 × 720	1,0 Mpx	Digitální (IP) kamery
	1080N / HD			4:3	1080 × 960	1,1 Mpx	
	960P / HD			16:9	1280 × 960	1,3 Mpx	
	1080P / Full HD		AHD	16:9	1920 × 1080	2,0 Mpx	
	QXGA			4:3	2048 × 1536	3,0 Mpx	
	WQHD			16:9	2688 × 1520	4,0 Mpx	
	QSXGA			5:4	2592 × 1944	5,0 Mpx	
	2K			3:2	3008 × 2000	6,0 Mpx	
	QFHD			16:9	3840 × 2160	8,0 Mpx	
	4K / UHD			256:135	4096 × 2160	9,0 Mpx	
	4K / UHD			3:2	4290 × 2800	12 Mpx	
	5K / UHD			3:2	5472 × 3648	20 Mpx	
	8K / UHD			2,66:1	8208 × 3072	24 Mpx	
	8K / UHD			3:2	8160 × 3616	32 Mpx	
	Poslední řádek není konečný technologický vývoj IP kamer.						

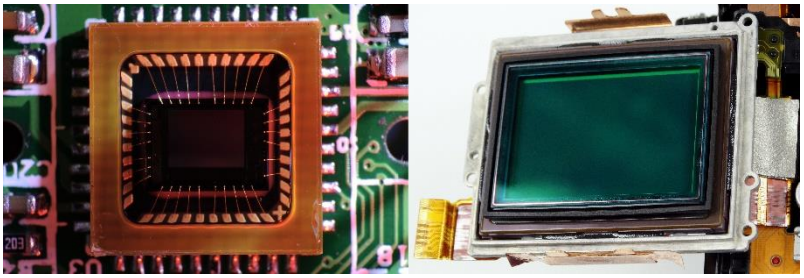
Zdroj: vlastní

Digitální kamera se skládá z velkého množství součástek. Mezi hlavní součástky patří:

- OBJEKTIV – tvoří jej čočka nebo soustava čoček, které mají za úkol opticky měnit obraz. Existují dva typy objektivů:
    1. Monofokální – má pevně danou ohniskovou vzdálenost.
    2. Varifokální – má variabilní ohniskovou vzdálenost.
        a. Manuální – ohnisková vzdálenost je ovládaná manuálně.
        b. Motorický – ohnisková vzdálenost je ovládána krokovým motorem.

- OBRAZOVÝ SNÍMAČ – je polovodičová součástka. Slouží k převodu světla viz Obr. 17, které prochází objektivem kamery, na elektrický signál. Typy snímačů v IP kamerách jsou: CCD (Charged Coupled Device) a CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor), který je nejrozšířenější. Snímače jsou na Obr. 16. [18] [12] [10]

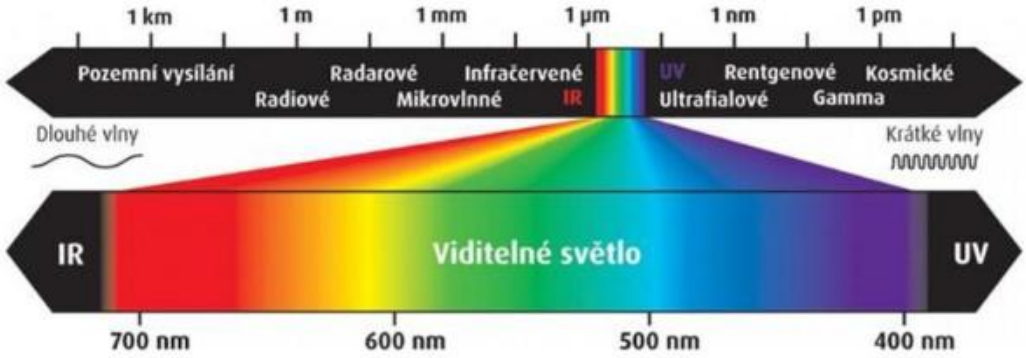
Obr. 16: CCD a CMOS snímač



Zdroj: upraveno z wikipedia a www.pixabay.com

- PROCESOR A PAMĚŤ – procesor se využívá pro zpracování obrazu, kompresi obrazu a pro početní úlohy ve video-analýzách. Paměť slouží k ukládání firmwaru kamery, který je možné v případě poruchy nebo aktualizace přehrát. [18] [12] [10]
- VÝSTUPNÍ KONEKTORY – slouží pro zprostředkování datového přenosu s metalickou, nebo optickou linkou. [18] [12] [10]
- PŘÍSVITOVÉ ZAŘÍZENÍ – je součástí kamery pro zvýšení kvality obrazu za zhoršené viditelnosti. K přísvitu se používají LED diody nebo laser. Přísvit produkuje infračervené světlo (IR) Obr. 17, o vlnové délce 850-940 nm. Při aktivním přísvitu je obraz z kamery černobílý. Dosah má v řádu desítek metrů. [18] [12] [10]

Obr. 17: Spektrum elektromagnetického záření (Maxwellova duha)



Zdroj: prezentace z Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

4.4.1.3 Napájení kamer

Napájení kamer je možné řešit u každé kamery individuálně, připojením kamery pomocí adaptéru, který se dále připojí k elektrické síti. Pro usnadnění a zrychlení montáže je k dispozici pro analogové kamery technologie Power over Coax (PoC) a pro digitální (IP) kamery Power over Ethernet (PoE). Technologie PoC umožňuje napájet bezpečnostní kamery po stejném koaxiálním kabelu, jakým je přenášen i analogový signál do záznamového zařízení. Druhá technologie PoE umožňuje to samé jako předchozí, s tím rozdílem, že jako vodič slouží UTP/STP kabel. Oba technologické celky vyžadují použití takového elektrického zařízení, které PoC, nebo PoE podporuje. V takovém případě, by měl být vždy uveden v katalogovém listu ke konkrétnímu zařízení maximální počet jeho portů, maximální výkon pro jednotlivé porty a celkový elektrický výkon, který je záznamové zařízení nebo switch schopný kamerám dodávat, aniž by došlo k jejich poškození, nebo poklesu vyžadovaného napětí. [6] [7] [8] [10]

4.4.1.4 Podle konstrukčního provedení

Jednotlivá konstrukční provedení viz Obr. 18 a Obr. 19, se mezi sebou odlišují zejména v odolnosti vůči negativním vlivům z bezprostředního okolí, dále možnostmi uchycení kamer a jejich polohovatelností. [6] [7] [8] [10] [21]

- Provedení BOX – tělo kamery má tvar hranolu. Jedná se o nejjednodušší a nejstarší provedení. Neobsahuje objektiv ani držák. Běžně se kamera používá uvnitř budov, z důvodu minimální odolnosti vůči nepříznivým okolním vlivům. V případě umístění kamery ve venkovním prostředí, je nezbytně nutné přidělat ke kameře ochranný kryt, jinak hrozí její poškození. Vzhledem k výše jmenovaným nevýhodám, se toto provedení přestává používat.

- Provedení micro/mini DOME – kryt kamery má kopulovitý tvar. Nejčastější použití kamery je ve vnitřních prostorách, kde se umisťuje na strop nebo stěnu. Díky svému tvaru kamera nenarušuje, oproti ostatním typům, tolik prostředí, kde je nainstalovaná. Objektiv kamery chrání tvrzené plexisklo, díky kterému není z dálky patrné, jakým směrem je kamera natočena. Vzhledem k tomu, je účinnost přísvitu kamery jen do 20-35 metrů. Stupeň krytí je IP 66 nebo IP 67 a kamera odolává i slabším fyzickým útokům. V případě, že má toto provedení přívlastek „SPEED“, je kamera otočná a otáčení je ovládané vzdáleně. [12] [8]

- Provedení micro/mini BULLET – tělo kamery tvoří válec. Kamery v tomto provedení se používají ve venkovním prostředí a zpravidla se umisťují na rohy budov, stěny apod. Stupeň krytí je IP 66, IP 67 a může být i IP 68. Kamery mohou mít sluneční clonu v provedení pevném nebo variabilním. Vzdálenost přísvitu je v desítkách metrů. [12] [8] [7] [21]

- Provedení TURRET – kryt kamery má kopulovitý tvar. Tento typ kamer částečně kombinuje provedení Dome a provedení Bullet. Díky tomu je tento typ kamer universálnější, než předchozí kamery a častěji používaný. Kamera nedisponuje sluneční clonou, objektiv není nijak chráněn. Kamera může být nainstalována uvnitř budov, nebo do venkovního prostředí. Vzdálenost přísvitu je vyšší, než u Dome, ale nižší než u Bullet.

Obr. 18: Bezpečnostní kamery provedeni BOX, DOME, BULLET, TURRET

Zdroj: upraveno z http://www.hikvisioneurope.com/portal

- Provedení CUBE – tělo kamery může mít tvar hranolu, „vejce“. Kamery v tomto provedení jsou určeny k použití pouze ve vnitřních prostorách. Vzhledem k tomu, má většina těchto kamer vstup na různé typy SD karet a mohou mít v sobě zabudované i Wi-Fi rozhraní. Montáž kamer je jednoduchá a tento typ kamer se hodí do rodinných domů a nebytových prostor. Stupeň krytí je nižší, než u ostatních kamer. Dosah přísvitu je v jednotkách metrů. [12] [8] [7] [21]

- Provedení PAN-TILT-ZOOM (PTZ) – je typ zabezpečovacích kamer, který má otočný mechanismus. Ovládaní otáčení je možné vzdáleně joystickem nebo za použití webové aplikace. Kamera se může otáčet ve vertikální i horizontální ose a běžně má optický a digitální zoom. Tyto kamery mají řadu SMART funkcí, mezi kterými je funkce „Preset Views“. Tato funkce umožnuje rychlé zamíření, popřípadě zazoomování kamery na předem nastavené sledované lokality, mezi kterými obsluha kamerového systému může svobodně vybírat. Nicméně je kamera schopna toto činit v nastavených intervalech sama. Toto provedení se nejčastěji připevňuje na sloupy ve veřejném prostoru (veřejné parky, parkoviště, letiště, obchodní centra), kde je nutný velký záběr kamery. [12] [8] [7] [21]

- Provedení SPECIÁLNÍ – kromě typů výše uvedených standardních provedení, je na trhu nepřeberné množství speciálních, které jsou vyrobené pro konkrétní účely a není možné je všeobecně zařadit. Jedná se o: skryté kamery, maskované kamery, kamery vestavěné do jiných elektrických zařízení, kamery do prostředí, které obsahují nebo mohou obsahovat výbušné, hořlavé plyny, prach nebo výpary. Poslední jmenovaný typ kamer musí mít atestaci (Evropu ATEX, mezinárodní IECEx). [12] [8] [7] [21]

Obr. 19: Bezpečnostní kamery provedeni CUBE, PTZ, SPECIÁLNÍ

Zdroj: upraveno z http://www.hikvisioneurope.com/portal

4.4.2 Záznamová zařízení

Záznamová zařízení slouží k ukládání, zpracování a analyzování nahraných video záznamů z bezpečnostních kamer. Záznamová zařízení se rozdělují podle toho, do jakého kamerového systému (analogový, digitální, hybridní) je můžeme nainstalovat. Na trhu jsou dva základní typy záznamových zařízení. [8] [10] [12] [21]

- Network video recorder (NVR)
- Digital video recorder (DVR)

Záznamová zařízení značená „DVR“, lze ve většině případů používat pouze v analogových kamerových systémech spolu s analogovými kamerami. V případě, že je v katalogovém listu u záznamového zařízení uvedený i parametr „IP video input“, tak je možné k tomuto konkrétnímu zařízení připojit i IP kameru. Počet IP kamer, které je možné takto připojit je stanoven číslem hned za výše jmenovaným parametrem v katalogovém listu. [8] [10] [12] [21]

Naproti tomu záznamová zařízení, která jsou označená „NVR“ je možné používat pouze v digitálních kamerových systémech společně s IP kamerami. Ovládat záznamová zařízení lze lokálně tlačítky, která jsou umístěna na jejich přední straně, nebo prostřednictvím připojeného monitoru s připojenou myší a klávesnicí, případně vzdáleně přes webové rozhraní. [8] [10] [12]

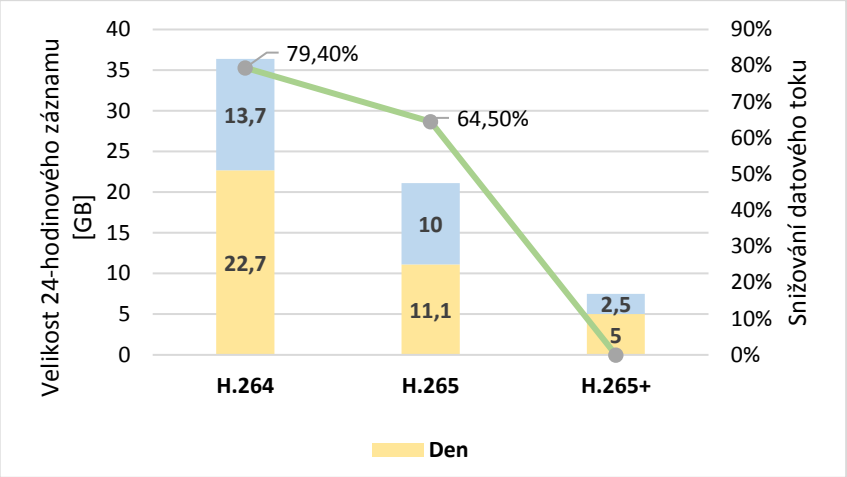
Napájení záznamových zařízení je realizované pouze přes existující elektrické rozvody. Záznamová zařízení nemají záložní zdroj elektrické energie a ani nejsou konstrukčně řešeny tak, aby obsahovaly redundantní vstup pro jejich napájení elektrickou energií. Z těchto důvodů je nutné pro jejich kontinuální provoz zajistit záložní zdroj nepřerušovaného napájení (UPS – Uninterruptible Power Supply). Minimální doba zálohování při výpadku napájecího napětí je různá podle typu střeženého objektu, podle normy ČSN EN 50131-1 ED.2. [8] [10]

Parametry, kterými se mezi sebou záznamová zařízení liší, jsou: maximální počet připojitelných kamer, způsob jejich připojení a napájení, maximální délka nahraného záznamu, typem jeho zálohování, vzhledem uživatelského prostředí, počtem a typem vstupů a výstupů, počtem SMART/analytických funkcí. [8] [10] [12] [21]

Počet připojitelných kamer se pohybuje u DVR zařízení v desítkách a u NVR ve stovkách. Délku nahraného záznamu ovlivňuje především kapacita datového média, maximální počet slotů, které jsou v zařízení k dispozici pro datová média, typ diskového pole (RAID), kvalita nahraného záznamu a v neposlední řadě podporovaný kompresní formát. [8] [10] [12] [21]

Současná záznamová zařízení podporují následující formáty: H.265+/H.265/H.264+/H.264, MPEG4, MJPEG. Nejpoužívanější formáty jsou: H.264 a H.265 Nejnovějším formátem je H.265+, jedná se o upravený formát z H.265, který firma Hikvision představila v roce 2017 a podařilo se jí ještě více snížit velikost natočených záznamů viz Obr. 20, na kterém je graf, kde je porovnán se staršími kompresními formáty, za stejných výchozích podmínek. [22]

Obr. 20: Srovnání velikosti záznamů mezi formáty H.264, H.265, H.265+



Zdroj: upraveno z http://www.hikvisioneurope.com

Způsob zálohování nejvíce závisí na použité technice. Zálohovat se může celý obsah ze záznamového zařízení na jiné zařízení, připojené přes TCP/IP, nebo v případě, že je možné do záznamového zařízení vložit dva a více disků, můžeme vytvořit vícenásobné diskové pole (RAID). Raid umožňuje redundantní zápis dat na dva a více disků, podle námi zvoleného typu raidu. Nejtypičtější typem je raid1 následovaný raidem50 a raidem60. V případě zvoleného raidu50 je minimální požadovaný počet disků šest a v raidu6 dvanáct. [6] [7] [8]

Vzhled uživatelského prostředí z anglického slova Graphic User interface (GUI), závisí pouze na výrobci daného zařízení a koncový uživatel nemá velkou možnost výběru. Kvalitní GUI by mělo mít panel s nastavením záznamového zařízení, uvedený text s informací o nainstalovaném firmwaru, tlačítko pro možnost resetovat zařízení do továrního nastavení, konfiguraci správy přístupů k záznamovému zařízení a možnost ovládat jednotlivé kamery. [6] [7] [8]

Vstupy/výstupy slouží pro připojení záznamového zařízení k ostatním prvkům kamerového systému. Každý vstup/výstup má rozdílnou funkci, která je daná výrobcem. Pro výstupní přenos obrazu se používá VGA nebo HDMI. Pro vstup od kamer u DVR, je použit cinch (konektor RCA) a pro přenos obrazu u NVR, je vstupem kamer konektor RJ-45. Další volitelné vstupy/výstupy jsou RS-485, RS-232, eSATA, USB. SMART/analytické funkce jsou již nástavbou, kterou mají pouze dražší modely. [6] [7] [8]

4.4.2.1 Digital video recorder – DVR

První a nejstarší typ záznamového zařízení. Na Obr. 21 je zobrazená přední a zadní strana záznamového zařízení. Hlavní rozdíl oproti NVR je ten, že pořízený záznam je komprimován teprve v záznamovém zařízení, zatímco do NVR již proudí data komprimovaná, protože se tak děje již v jednotlivých IP kamerách. Z výše napsaného plyne další výhoda DVR, a tou je nižší pořizovací cena analogových kamer. Avšak v případě, že uživatel chce pro přenos dat z kamer do záznamového zařízení použít bezdrátovou komunikaci, nemůže použít DVR a jako jediná volba mu zbývá NVR. [8] [10] [6]

Obr. 21: Digital video recorder – DVR

Zdroj: upraveno z http://www.hikvisioneurope.com

4.4.2.2 Network Video recorder – NVR

NVR je moderní záznamové zařízení, viz Obr. 22, které nekomprimuje pořízený záznam z bezpečnostních kamer. O převod záznamu, do kompresního formátu, se starají samotné IP kamery. NVR umožnuje nahrávání zvuku spolu s obrazem od jednotlivých IP kamer a pro přenos dat, je možné u některých typů použít i bezdrátovou síť. NVR záznamové zařízení mají na rozdíl od DVR pokročilejší možnosti konfigurace a obsahují větší výběr inteligentních funkcí. Využívají se pro rozsáhlé instalace, kde jsou požadavky ze strany zadavatele na instalaci více bezpečnostních kamer (50+). NVR je tak jedinou možností, vzhledem k omezením, které mají analogová záznamová zařízení (DVR). [8] [10] [6]

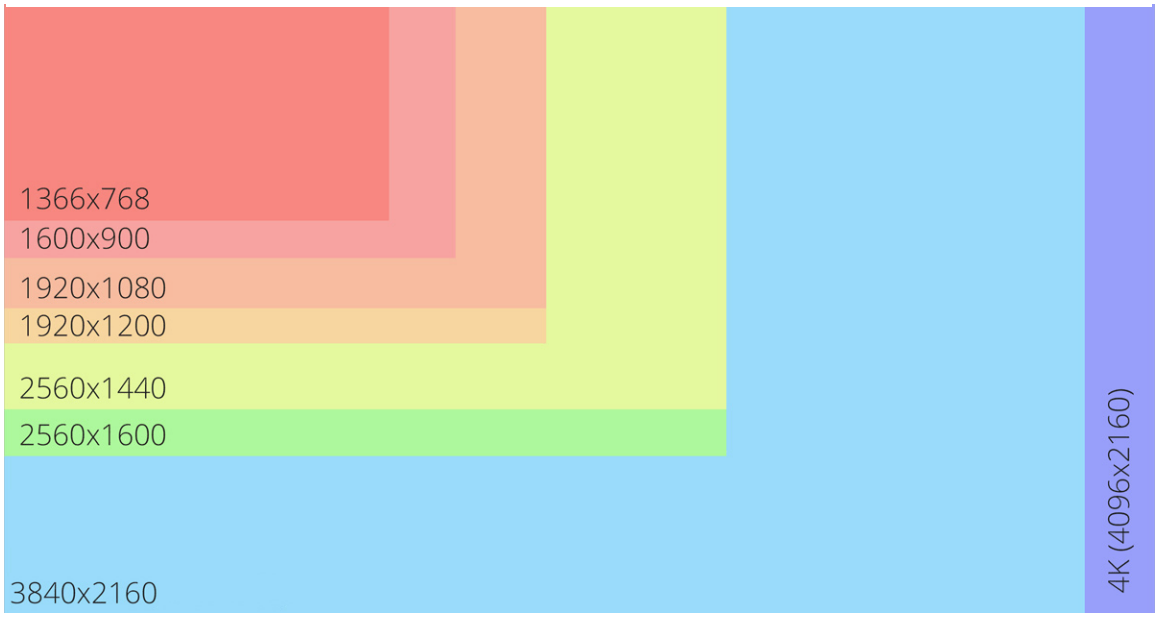
Obr. 22: Network video recorder – NVR

Zdroj: upraveno z http://www.hikvisioneurope.com

4.4.3 Zobrazovací zařízení

Do zobrazovacích zařízení patří monitory, televize a displeje o různých velikostech a další elektrická zařízení, která nám umožnují zobrazit obraz. Bez kvalitních zobrazovacích zařízení ztrácí smysl používat moderní 4 Mpx a vyšší kamery, protože malé detaily zachycené kamerou nebudou na zobrazovacím zařízení vidět a ztratí se. Z toho důvodu, by se neměl výběr těchto zařízení zanedbávat. Základní parametry jsou: velikost zobrazovací plochy, která je udávaná většinou v palcích, technologie displeje (TN, IPS, PLS, VA, OLED) a maximální možné rozlišení. Rozdíly ve velikosti obrazu, při různých rozlišeních, jsou zřetelně vidět na Obr. 23.

Obr. 23: Nejběžnější rozlišení zobrazovacích zařízení



Zdroj: vlastní

Zbývající, neméně důležité parametry jsou: statický kontrast, který udává poměr mezi bílou a černou. Pozorovací úhel, který udává maximální úhel, ze kterého je možné dívat se na monitor bez toho, že by došlo pro obsluhu ke změně barev nebo kontrastu. Pro rozsáhlé monitorovací centra a pulty centralizované ochrany (PCO), se můžeme setkat s použitím více sdružených monitorů vedle sebe. V takovém případě, se jedná o takzvaný „video wall“, který obhospodařuje „video wall řadič“. Tento systém výrazně zlepšuje přehled o aktuálním stavu nebo nenadálé situaci u dohledové služby v monitorovacím centrum a PCO, ale jeho pořizovací náklady jsou poměrně vysoké. [11] [23]

4.4.4 Datová media

Mezi datová média patří pevné disky (HDD), různá paměťová média založená na technologii flash, pásková média a optické disky. U kamerových systémů se převážně používají HDD disky, Secure Digital (SD) karty a začínají se i prosazovat Solid-state drive (SSD). Důležité parametry datových médií jsou: [20] [10]

- Kapacita – značená v gigabytech [GB], terabytech [TB], čím vyšší kapacita tím lepší.
- Rychlost čtení, rychlost zápisu – značené v MB/s, čím vyšší rychlost čtení tím lepší.
- Životnost/spolehlivost – pro pevné disky parametr Annualized failure rate (AFR), pro SSD disky Terabytes Written (TBW). [24]

4.4.4.1 Pevné disky (HDD)

jsou elektromechanická zařízení, sloužící k záznamu a čtení informací. Na trhu je představila firma IBM již roku 1956. Od této doby prošly disky dlouhým vývojem, díky kterému neustále vzrůstala jejich kapacita, rychlost čtení, zápisu a spolehlivost. Do záznamových zařízení se používají nejčastěji dvou a čtyř terabytové disky, ale můžeme se setkat i s šesti, osmy a deseti terabytovými. Jejich hlavní výhodou je nízká cena k jednomu Gigabytu. Nevýhodou jsou: malá rychlost čtení/zápis, nižší životnost, která je daná tím, že pevné disky obsahují pohybující se mechanické části (rotující plotna a pohybující se čtecí hlava disku) a další nevýhodou je vyšší spotřeba elektrické energie. Na Obr. 24 je rozebraný pevný disk, který má odhalené plotny, připevněné na vřeteni motoru a kyvné rameno se čtecí/zápisovou hlavou. [20] [10]

4.4.4.2 Solid-state disky (SSD)

Jsou alternativou k pevným diskům. Skládají se z různého počtu paměťových flash čipů, viz Obr. 24. SSD disky se dělí podle technologie ukládání dat na: SLC, MLC, TLC, QLC, které se mezi sebou liší podle maximálního počtu uložených bitů do jedné paměťové buňky. Z toho se poté odvozuje pořizovací cena, rychlost čtení/zápisu a životnosti disku. [20] [10] [24] [25]

Obr. 24: Rozebraný pevný disk a rozebrané SSD

Zdroj: upraveno z https://pixabay.com/

Na rozdíl od pevných disků postrádají jakékoliv pohybující se mechanické části a díky tomu mají vyšší životnost. Rychlost čtení a zápisu je 4 až 5,5 krát, vyšší než u pevných disků. Jsou odolnější vůči vysokým teplotám, vibracím a otřesům. Mají přibližně 2,5 krát menší spotřebu elektrické energie. [20] [10] [24]

4.4.4.3 Secure Digital (SD) karty

Secure Digital (SD) karty se skládají jako SSD disky z různého počtu paměťových flash čipů. Pro komunikaci se čtecím zařízením používají Serial Peripheral Interface (SPI) sběrnici, která kartám umožnuje komunikovat ve full-duplex modu. Z boku SD karty v provedení „standard“ je umístěný mechanický přepínač, který v pozici „lock“ umožnuje zařízením přistupovat k médiu pouze v režimu „read-only“ a zabránit tak nechtěnému přepsání dat uložených na kartě. Používají se jako paměťová media v mobilních telefonech, fotoaparátech a tabletech nebo jako vestavěná paměť v tištěných spojích. [10] [5] [26]

Obr. 25: SD karty

Zdroj: upraveno z https://pixabay.com/

SD karty se rozdělují podle rozměrů na tři typy: microSD, miniSD a standardSD. Pro lepší kompatibilitu, mezi jednotlivými provedeními, jsou na trhu adaptéry, které umožnují připojit microSD kartu do slotu pro SD kartu. SD karty se dělí i podle velikosti paměti, viz Tabulka 2. Dále se dělí podle rychlosti čtení na standard, High-speed, UHS-I, UHS-II, UHS-III a Express. Do jednotlivých digitálních kamer se nejčastěji používá varianta microSD karty, typu SDHC nebo SDXC o rychlosti zápisu do 25 MB/s, který stačí až do 4K rozlišení. [5] [26]

Tabulka 2: Rozdělení SD karet podle kapacity

Název:	Kapacita paměti: [GB]
SDSC	0,001-2 GB
SDHC	2-32 GB
SDXC	32-2000 GB
SDUC	2000-128 000 GB

Zdroj: https://www.sdcard.org/developers/overview/capacity/index.html

4.4.5 Přenosová media

Přenosové medium má stejnou funkci jako oběhová soustava v těle živočichů. Tedy transport požadovaných prostředků z počátečního, do cílového místa. Počátečním místem jsou v případě kamerových systémů kamery a cílové místo je záznamové a zobrazovací zařízení. Bez kvalitních prostředků pro přenos dat, nelze vybudovat a provozovat spolehlivý kamerový systém. [6] [13] [8] [10]

Kvalita přenosových prostředků je závislá na těchto parametrech:

- Šířka pásma – je rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší frekvencí přenášeného signálu.
- Přenosová rychlost – udává objem dat v Kbit, Mbit a Gbit, které je schopné přenést medium za jednu sekundu. Pozor na převod bit ≠ byte (bajt).
- Útlum – značí míru zeslabení signálu při průchodu kabelem. Uvádí v dB (decibely). Velikost útlumu je přímo úměrná s délkou kabelu. Čím delší je kabel, tím větší je útlum.
- Maximální vzdálenost spoje bez zesilovacích prostředků

Přenosová média můžeme dělit na:

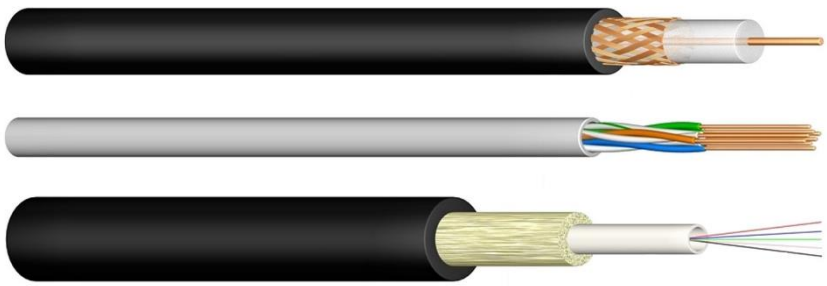
- drátové – signál je přenášen drátem
- bezdrátové – signál je přenášen vzduchem

4.4.5.1 Drátové

Drátová přenosová media viz Obr. 26 můžeme rozdělit podle způsobu přenosu informace na:

- Metalická
    - Koaxiální kabel
    - Kroucená dvojlinka
- Optický kabel

Obr. 26: Koaxiální kabel, Kroucená dvojlinka, Optický kabel

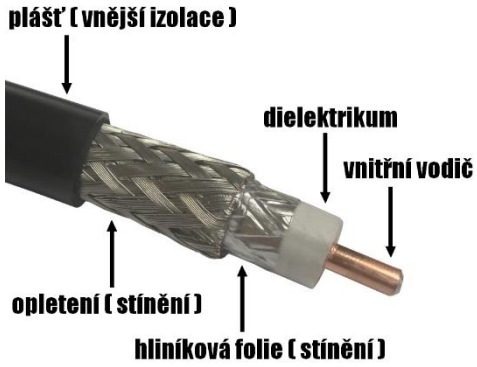


Zdroj: upraveno z http://www.allkabel.eu/

4.4.5.1.1 Koaxiální kabel

Koaxiální kabel tvoří vnější a vnitřní vodič s izolační vrstvou. Vnitřní vodič je ve většině případů měděný, jedno-žílový a slouží pro přenos signálu, který je u koaxiálního kabelu asymetrický. Vnější vodič slouží jako stínění. Je vyroben z měděné, nebo hliníkové folie, popřípadě z vodivého měděného opletení. Vodiče jsou od sebe odděleny izolační vrstvou, která je vyrobena z plného polyetylénu (značení PE) nebo z pěnového polyetylénu (značení PEE/FPE). Následně je celý kabel zaizolován. Popsaný koaxiální kabel je na Obr. 27. Existuje nepřeberné množství koaxiálních kabelů. Některé typy koaxiálního kabelu podle normy MIL-C-17 jsou následující: RG-6/U, RG-11/U, RG-62 A/U, RG-58 C/U, RG-59 B/U. [11] [6]

Obr. 27: Koaxiální kabel



Zdroj: upraveno z http://www.allkabel.eu/

Koaxiální kabel se používá v analogových kamerových systémech, pro připojení analogových kamer k záznamovému zařízení DVR. Koaxiální kabel se vyznačuje vyšší odolností proti elektromagnetickému rušení. [11] [6]

4.4.5.1.2 Kroucená dvojlinka

Kroucená dvojlinka – Twisted Pair (TP), je symetrický, metalický kabel, sloužící pro přenos dat a napájení koncových zařízení. Kroucená dvojlinka se skládá z osmi různobarevných vodičů, které jsou rozděleny do čtyř párů vodičů, kde každý pár vodičů je po celé délce zkroucen. Signál se přenáší jako rozdíl potenciálů obou vodičů. Zkroucení vodičů v páru mezi sebou snižuje přeslechy, zvyšuje odolnost spoje vůči zarušení od okolního prostředí (elektromagnetického záření z elektrických rozvodů) a zvyšuje tak spolehlivost systému. [10]

Kroucená dvojlinka se dělí do kategorií podle normy ISO/IEC 11801 nebo sbírkou standardů ANSI/TIA/EIA-568-B, které určují minimální šířku pásma signálu, jeho útlum a přeslechy. Čím vyšší je kategorie kabelu, tím vyšší je maximální přenosová rychlost, kterou kabel umožňuje používat viz Tabulka 3. [8] [12]

Tabulka 3: Kategorie kroucené dvojlinky

Značení:	Šířka pásma:	Přenosová rychlost:	Typ konektoru:
Cat.5e (Class D)	100 MHz	100 Mb/s | 1 000 Mb/s	RJ-45 (8P8C)
Cat.6 (Class E)	250 MHz	10 000 Mb/s	RJ-45 (8P8C)
Cat.6a (Class EA)	500 MHz	10 000 Mb/s	RJ-45 (8P8C)
Cat.7 (Class F)	600 MHz	10 000 Mb/s	GG45 / TERA / ARJ45
Cat.8.1 (Class I)	2 000 MHz	25 000 Mb/s	RJ-45
Cat.8.2 (Class II)	2 000 MHz	40 000 Mb/s	RJ-45

Zdroj: Norma ISO/IEC 11801

Kroucená dvojlinka se vyrábí v mnoha variantách, které se mezi sebou liší barvou, typem vodiče a konstrukcí provedeného stínění. [11] [12]

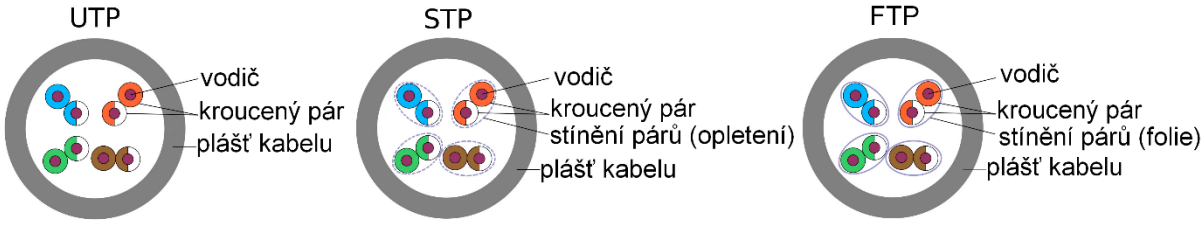
Rozdělení kroucené dvojlinky podle provedení vodiče:

- Provedení drát – každý vodič v kabelu tvoří jeden měděný drát. Používá se při instalaci do pevných spojů (datové rozvody v budovách).
- Provedení lanko/licna – každý vodič v kabelu je spleten z mnoha tenkých drátků. Slouží k propojení koncových zařízení s aktivními síťovými prvky na krátkou vzdálenost.

Rozdělení kroucené dvojlinky podle stínění jednotlivých párů:

- Unshielded Twisted pair (UTP) – běžný a nejčastěji používaná varianta, vhodná na použití do oblastí bez velkého zarušení,
- Shielded/Screened Twisted pair (STP) – zkroucené páry jsou od sebe stíněny opletením,
- Folied Twisted Pair (FTP) – zkroucené páry jsou od sebe stíněny metalickou folií,

Obr. 28: Kroucená dvojlinka rozdělená podle stínění



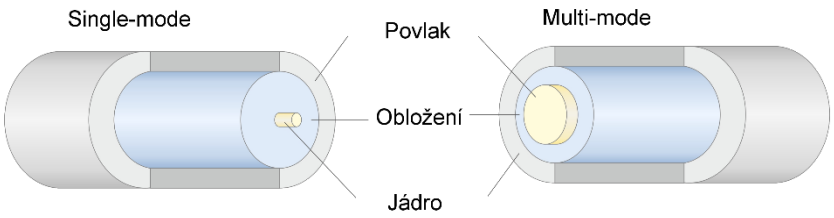
Zdroj: upraveno z https://www.marksei.com/

Celý TP kabel je vyráběn ve variantě, kde jsou všechny páry dohromady zabaleny do opletení (S) nebo metalické fólie (F). V takovém případě je kabel, dále značen jako: U/UTP, U/FTP, S/UTP, S/FTP, F/FTP, kdy je před lomítkem označeno provedení stínění celého kabelu, a za lomítkem je označeno stínění jednotlivých párů. [11] [12]

4.4.5.1.3 Optický kabel

Optický kabel (Optical Fiber Cable) tvoří jedno nebo více optických vláken, která slouží k přenosu světla, nebo infračerveného záření ve směru své podélné osy od zdroje k cíli, při nejnižší možné ztrátě. Běžné přenosové rychlosti jsou 10 nebo 40 Gbit/s. Optické vlákno je složeno z jádra, obložení a povlaku viz Obr. 29. [11] [12] [27]

Obr. 29: Optická vlákna



Zdroj: upraveno z https://www.fionec.com/

Jádro je nejčastěji vyráběno z polymetylmetakrylátu (PMMA), nebo ze směsi křemenného a germaniového skla a jeho tloušťka je 9, 50 nebo 62,5 µm. Obložení je vyrobeno z materiálu, který má nižší index lomu než jádro, a díky tomu tak dochází k lomu světla (Snellův zákon), které je takto vedeno vláknem. Povlak slouží jako ochranný obal vlákna a zvyšuje tak jeho odolnost proti mechanickému poškození. [11] [12] [27]

Optické kabely se dělí podle množství šířených vidů (paprsek světla) na:

- Jednovidové – Single-mode Optical Fiber (SMF) – používá se na velké vzdálenosti, zdrojem světla je laser
- Vícevidové – Multi-mode Optical Fiber (MMF) – nižší přenosová vzdálenost než u SMF, zdroj světla LED, laserové diody, dělí se na:
    - SI – step index (skokový index lomu) – se skokovým indexem lomu, pro kratší vzdálenosti, vyšší zkreslení oproti GI
    - GI – gradientní index – s plynulou změnou indexu lomu

4.4.5.2 Bezdrátové (Wi-Fi)

Pro bezdrátový přenos dat se u kamerových systémů nejčastěji používá technologie Wireless LAN (Wi-Fi), která využívá bezlicenční frekvenční pásmo. Wi-Fi upravuje a definuje rodina standardů IEEE 802.11, které se od roku 1997 neustále vyvíjejí. Díky tomu přenosová rychlost Wi-Fi sítí neustále roste. Wi-Fi používá nelicencované frekvenční pásmo 2,4 GHz a 5 GHz. Výhodou bezdrátového přenosu je možnost instalace bezpečnostních kamer na místa, ke kterým nevede kabeláž, nebo jsou jinak těžko přístupná. Naopak jednou z nevýhod tohoto způsobu přenosu dat, je nižší spolehlivost oproti drátovým přenosovým mediím, kterou způsobuje

přítomnost jiných Wi-Fi sítí a elektrických zařízení v okolí a druhou je nutnost přímé viditelnosti mezi vysílačem a přijímačem pro velké vzdálenosti. [28] [10]

4.5 Využití kamerových systémů

Kamerové systémy, se schopností na krátkou i delší vzdálenost rozpoznávat registrační značky motorových vozidel, a tím umožnit jejich identifikaci, mají veliké spektrum využití, jako je v současné době, kdy neustále přibývá na našich silnicích využívaných vozidel například:

- měření aktuální hustoty dopravy,
- sbírání vstupních dat pro predikce hustoty dopravy,
- počítání projíždějících aut,
- hledání konkrétních vozidel (identifikace aut),
- identifikace řidiče podle zaznamenané registrační značky,
- jako prvek systému pro kontrolní vážení na silnicích a dálnicích,
- měření rychlosti, úsekové měření rychlosti,
- mýtné brány,
- kontrola oprávnění k parkování v určité oblasti,
- kontrola platnosti povinného ručení,
- kontrola platnosti technické kontroly vozidla (STK),
- kontrola zaplaceného dálničního poplatku,
- kontrola aut vjíždějících do nízko emisních zón,
- rozpoznání registračních značek pro bezobslužný vjezd/výjezd z areálu,
- vyhodnocení využití vozidel a obsazenosti parkovišť,
- evidenci vjezdu a výjezdu vozidel do areálů,
- měření teploty osob.

Existuje mnoho dalších příkladů, kde je možné kamery použít, výše uvedené příklady jsou pouze špičkou ledovce.

5 Vlastní zpracování

Vlastní realizace testů, byla provedena na vícero kamerách a dalších zařízení. Měření, pro jednotlivé typy testů, bylo nezbytné provádět za pomoci motorového vozidla, na kterém byly upevněny testovací registrační značky. Z toho důvodu, bylo nutné najít takové vhodné místo, na kterém by bylo možné provádět měření za maximální bezpečnosti osob přítomných u testů, i případně osob, které by mohly během testování vstoupit do prostoru, kde byly testy prováděny. Dalšími důležitými požadavky na místo pro testovací činnost, byla dostupnost připojení k elektrické síti, minimálně 50 metrů dlouhá rovná plocha, bez bariér a jiných překážek, které by narušovaly výhled kamerových systémů na vozidlo a bylo by po ní možné se opakovaně a nepřerušovaně, pohybovat motorovým vozidlem, směrem ke kamerám a zpět do výchozí pozice. Kromě toho byla minimální délka testovací plochy limitovaná testem, při kterém se měřila maximální vzdálenost, na kterou kamerové systémy úspěšně rozpoznají registrační značku na vozidle.

5.1 Použité zařízení a softwarové vybavení

Při testování celkové spolehlivosti všech použitých kamerových systémů, pro rozpoznání registračních značek vozidel, bylo použito 7 registračních značek, viz obrázek Obr. 30, na kterých byly zastoupeny všechny arabské číslice: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 a osm z dvaceti dvou písmen latinské abecedy: A, C, F, M, N, K, S, P.

Celkem tedy bylo použito a zastoupeno 56,25 procent znaků, které připouští a umožnuje, v současné době platná vyhláška č. 343/2014 Sb., umístit na registrační značku.

Obr. 30: Registrační značky

Zdroj: vlastní

Testovací vozidlo tovární značky: DACIA, model: Duster, rok výroby: 2013, celkový objem motoru: 1,6 litrů, počet ventilů: 16, výkon: 77 kW, v barvě šedá oliva.

Přenosný osobní počítač značky: LENOVO, model: G580 ve specifikaci:

- Čipset základní desky: Intel HM76
- Procesor: Intel Core i5-3210M
- Operační paměť: SO-DIMM, DDR3 SDRAM, 4 GB
- Grafická karta:
    - Nvidia GeForce GT 635M (GF108M)
    - Intel HD Graphics 4000 (Ivy Bridge GT2)
- Pevný disk: OCZ-VERTEX 3
- Síťová karta: Qualcomm/Atheros AR8162
- Operační systém: Microsoft Windows 7 Professional (x64), SP 1, Build: 7601

Záznamové zařízení: Hikvision DS-7604NI-K1(B) Obr. 31, které umožňuje připojit maximálně čtyři digitální kamery s rozlišením do 8 Mpx, maximální šířka příchozího přenosu je 40 Mb/s a výstupního přenosu 80 Mb/s. Záznamové zařízení podporuje kompresi obrazu ve formátech: H.265, H.265+, H.264, H.264+, MPEG4. Je možné do něj připojit jeden pevný disk do maximální velikosti 6 TB, který se umístí dovnitř zařízení. Vstupy na zadní straně záznamového zařízení jsou: 1x HDMI, 1x VGA, 2x Audio I/O, 1x RJ45 (1000 Mb/s), 1x USB 2.0. Rozměry záznamového zařízení jsou: 315 × 240 × 48 mm a váha okolo 1000 g.

Obr. 31: Záznamové zařízení Hikvision DS-7604NI-K1(B)

Zdroj: http://www.hikvisioneurope.com/portal

Datovým mediem v záznamovém zařízení byl pevný disk o specifikaci:

- Výrobce: SEAGATE Technology LLC
- Model: ST500DM002
- Typ: 3,5″ HDD
- Kapacita: 500 GB
- Rychlost: 7200 ot/min

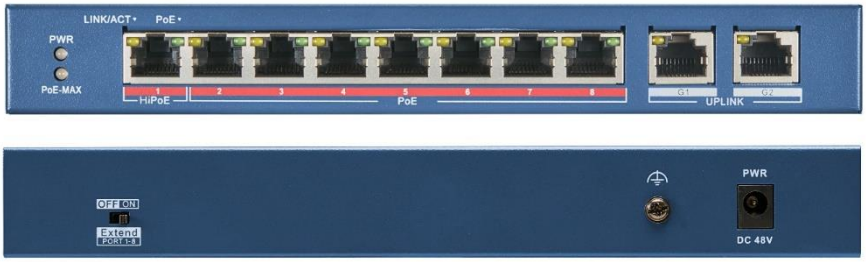
K propojení kamer, záznamového zařízení a notebooku s přepínačem byla použita 10 metrů dlouhá kroucená dvojlinka v provedení patch, kategorie 5e, s UTP stíněním.

Přepínač použitý při testování byl L2 neřízený PoE switch od firmy Hikvision. Jedná se o model DS-3E0310HP-E, Obr. 32, který zároveň i napájel testované kamery. Switch má na svojí zadní straně umístěný přepínač sloužící k volbě mezi standardním režimem, nebo takzvaným „extended“ režimem, který umožnuje napájet připojená zařízení až do vzdálenosti 250 metrů.

Specifikace switche je následující:

- Počet portů: 10 (1x Hi-PoE, 7x PoE port, 2x Uplink port)
- Přenosová rychlost: 8x 100 Mb/s, 2x 1000 Mb/s
- PoE příkon na jeden port: 1x 60 W (Hi-Poe), 7x 30 W
- Celkový maximální PoE příkon na switch: 110 W
- Přepínací kapacita: 5,6 Gb/s

Obr. 32: Switch DS-3E0310HP-E



Zdroj: http://www.hikvisioneurope.com/portal

5.1.1 Použitý software

Pro vyhledání, aktivaci a základní konfiguraci kamer a záznamového zařízení, byla použita aplikace Search Active Devices Protocol (SADP), ve verzi: 3.0.2.4 build: 20191227. Pro přístup, nastavení kamer a záznamového zařízení je možné použít pouze Internet Explorer (IE), který byl použit ve verzi 11.356.18362.0. Pro vyhodnocení a zápis naměřených hodnot byl použit Microsoft Excel pro Office 365, 64bitová verze, build: 16.0.12527.20242.

5.2 Použité kamerové systémy

Na testování spolehlivosti kamerových systémů byly opatřeny tři různé kamery, které se zvláště odlišují svými provozními vlastnostmi, dále rokem výroby a momentální pořizovací cenou. Všechny kamery použité k testování jsou běžně dostupné na tuzemském trhu v České republice a byly zapůjčeny od firmy Alarm Absolon, spol. s.r.o. se sídlem v Praze.

5.2.1 Kamera číslo 101

Pod označením kamera číslo 101, se nalézá kamera DS-2CD7A26G0/P-IZS, od čínského výrobce Hikvision. Jedná se o 2 megapixelovou venkovní IP kameru, v provedení bullet.

Stupeň krytí kamery je IP 67 a její stupeň ochrany, proti mechanickému poškození, je IK 10. Kamera má varifokální objektiv, s ohniskovou vzdáleností 2,8-12 mm, díky kterému má maximální šířku záběru od 103,3 stupňů do 38,6 stupňů. V kameře je 1/1,8 palcový CMOS obrazový snímač s ultra vysokou citlivostí 0,002 Lux.

Kamera podporuje kompresi obrazu ve formátech: H.265, H.265+, H.264, H.264+ a dále umí zachytit až 60 snímků za vteřinu, při full HD rozlišení. Také disponuje důležitou funkcí proti náhlému oslnění 140 dB WDR (Wide Dynamic Range) a 3D DNR, což je digitální redukce obrazového šumu. Infračervený (IR) přísvit dosahuje možné vzdálenosti, až do celých 50 metrů. Kameru je možné resetovat do továrního nastavení stlačením tlačítka, které je umístěné na spodní straně kamery dole pod krytem. Vedle zmíněného tlačítka pro resetování, se nalézá také slot pro připojení micro SD karty, až do kapacity 256 GB. Výstupy popisované kamery jsou: 1x RJ45 (max 1000 Mb/s), 1x RS-485, 2x audio channel I/O, 1x video analogový výstup a alarm výstup, 1x připojení na diagnostiku.

Napájení kamery je možné pomocí 12 V DC adaptéru nebo přes PoE. Kamera váží přibližně 2500 gramů. Provozní teplota, ve které kamera funguje, je od výrobce uvedena, v rozmezí od -30 °C až do +60 °C.

5.2.2 Kamera číslo 102

Kamerou číslo 102, je označená kamera DS-2CD4A26FWD-LZS/P, od výrobce Hikvision. Jedná se o 2 megapixelovou venkovní IP kameru v provedení bullet. Stupeň krytí kamery je IP 66 a stupeň ochrany proti mechanickému poškození není certifikován. Kamera má varifokální objektiv s ohniskovou vzdáleností 2,8-12 mm, díky kterému má šířku záběru od 92 stupňů do 32 stupňů. V kameře je 1/1,8 palcový CMOS obrazový snímač s ultra vysokou citlivostí 0,002 Lux.

Kamera podporuje kompresi obrazu ve formátech: H.264, MPEG4, dále umí zachytit až 60 snímků za vteřinu při full HD rozlišení. Funkce proti oslnění má oproti kameře 101 pouze 120 dB WDR. Kamera má také funkci 3D DNR. Infračervený přísvit je nahrazen White-Light technologií, která má podle katalogového listu dosah do 50 metrů. Tuto kameru je možné také resetovat do továrního nastavení tlačítkem umístěným na spodní straně kamery, pod přišroubovaným krytem. Vedle tlačítka pro resetování se nalézá také slot pro připojení micro SD karty až do kapacity 128 GB. Výstupy kamery jsou: 1x RJ45 (max 100 Mb/s), 2x audio channel I/O, 1x video analogový výstup (BNC) a alarm výstup. Napájení kamery je možné

pomocí 12 V DC adaptéru nebo prostřednictvím UTP kabelu přes PoE switch. Hmotnost kamery je okolo 2000 gramů. Provozní teplota kamery je od -30 °C do +60 °C.

5.2.3 Kamera číslo 103

Poslední testovanou kamerou, je kamera DS-2CD4A26FWD-IZS/P, od výrobce Hikvision. Jedná se o 2 megapixelovou venkovní IP kameru v provedení bullet. Stupeň krytí kamery je IP 67, stupeň ochrany proti mechanickému poškození není certifikován. Kamera má varifokální objektiv s ohniskovou vzdáleností 2,8-12 mm. Šířka záběru kamery je oproti kameře 101 nižší, a to od 92 stupňů do 32 stupňů, podle nastavené ohniskové vzdálenosti. V kameře je 1/1,8 palcový CMOS obrazový snímač s ultra vysokou citlivostí 0,0027 Lux.

Kamera podporuje kompresi obrazu v základních formátech: H.264, MPEG4. Maximální počet snímků za sekundu, při full HD rozlišení, je šedesát. Také disponuje funkcí proti oslnění 120 dB WDR a 3D DNR. Infračervený přísvit dosahuje vzdálenosti až do 50 metrů. Kameru je možné jako ostatní testované kamery, resetovat do továrního nastavení tlačítkem umístěným na spodní straně kamery pod krytem, vedle kterého je opět umístěn slot pro připojení micro SD karty s maximální možnou kapacitou 128 GB. Výstupy kamery jsou: 1x RJ45 (max 100 Mb/s), 2x audio channel I/O, 1x video analogový výstup.

Napájení kamery je zajištěno opět pomocí 12V DC nebo přes PoE switch. Hmotnost kamery činní 2075 gramů. Provozní teplota kamery je od -30 °C až do +60 °C. Na Obr. 33 jsou vyfocené testované kamery, položené vedle sebe. První zleva je kamera číslo 103, prostřední kamera má přidělené číslo 101 a kamera umístěná vpravo je označená číslem 102.

Obr. 33: Testované kamery

Zdroj: vlastní

5.3 Postup měření

Prvním krokem byla kontrola funkčnosti zapůjčených zařízení. Ta spočívala v jejich vizuální prohlídce, po které následovala kontrola zařízení při jeho zapojení do elektrické sítě. Následně byl Switch DS-3E0310HP-E přepnut z výchozího extended režimu do standardního režimu a do záznamového zařízení byl vložený a připojený pevný disk Seagate ST500DM002.

Dalším krokem bylo zajištění přenosu dat mezi notebookem, záznamovým zařízením a kamerami, které bylo provedeno pomocí kabelu ke switchi. Jako kabel byla použitá nestíněná kroucená dvojlinka zakončená RJ-45 konektory. Vodiče byly zapojené podle standardu T568B a přenosová rychlost ke každému zařízení byla 100 Mb/s (100BASE-TX).

Záznamové zařízení, notebook a switch byl napájen z místní elektrické sítě 230 V a kamery byly napájeny ze switche přes kroucenou dvojlinkou, která byla společná i pro přenos dat. Kamery byly umístěny na podstavci 57,5 cm nad zemí. Plocha před kamerami byla rozdělena na pásma, která ohraničovala páska po sedmi metrech, až do vzdálenosti 49 metrů.

5.3.1 Základní konfigurace a aktivace

Po zapojení všech zařízení a před samotnou konfigurací je nutné aktivovat kamery a záznamové zařízení. K tomu bylo nejdříve zapotřebí nastavit síťový adaptér v notebooku.

Pro komunikaci byl použitý Internet Protocol version 4 (TCP/IPv4). Novější protokol TCP/IPv6 byl pro jistotu vypnut.

Rozsah IP adres, který byl použit byl: 192.168.0.0-192.168.255.255. Nastavení síťového adaptéru v notebooku (NB) je podrobně popsáno v Tabulce 4.

Tabulka 4: Nastavení síťového adaptéru v NB

Položka:	**Hodnota:**
Fyzická adresa (MAC):	20:89:84:21:C8:DE
IP adresa notebooku:	192.168.1.10
Maska podsítě:	255.255.255.0
Výchozí brána (Gateway):	192.168.1.1
Adresy DNS serverů:	nevyplněné

K vyhledání a následné aktivaci kamer a záznamového zařízení, poskytuje firma Hikvision nástroj SADP, který bylo potřeba nainstalovat. Po jeho spuštění je nutné přes tlačítko „refresh“ spustit prohledávání místní sítě, jejíž rozsah je přebrán z rozsahu, ve kterém je nastaven notebook. V případě, že je vše dobře připojeno a nastaveno, aplikace zobrazí celkový počet zařízení od výrobce Hikvision a ostatní aktivní prvky v síti ignoruje. K zařízením přiřadí

identifikační čísla (ID), vypíše jejich název a status, který je při prvním zapojení pro všechna zařízení „Inactive“. Dále aplikace vypíše výrobcem přiřazené IPv4 adresy pro jednotlivá zařízení. Hikvision používá pro všechna svoje zařízení IPv4 adresu 192.168.1.64 na portu 8000, verze firmwéru a jejich fyzické adresy. Viz Obr. 34.

Obr. 34: Výpis z SADP aplikace
Zdroj: vlastní

Nyní bylo nutné vybrat jednotlivá zařízení, nastavit pro ně admin heslo, které se muselo skládat

z malých a velkých písmen, číslic a znaků a po kliknutí na tlačítko „Activate“, došlo k jejich aktivaci a k uvolnění zamknuté základní konfigurace, která se skládá z: IPv4 a IPv6 adres, portu, maska podsítě, výchozí IPv4 a IPv6 brány a čísla HTTP portu, který má nastavenou běžnou výchozí hodnotu 80.

Po vybrání konkrétního zařízení byla změněna pouze jeho IPv4 adresa. Seznam přiřazených adres k testovaným kamerám a k záznamovému zařízení je napsán v Tabulce 5.

IPv6 adresy a IPv6 brána byly ponechány nevyplněné. Pro uložení nastavené základní konfigurace a pro uložení všech případných následujících modifikací, je nutné, vždy zadat správně námi vytvořené admin heslo, bez kterého není možné základní konfiguraci měnit.

Tabulka 5: Seznam zařízení a jejich IPv4 adresy

Název zařízení:	**Typ:**	**IPv4 adresa:**
DS-7604NI-K1(B)	záznamové zařízení	192.168.1.200
DS-2CD7A26G0/P-IZS	kamera	192.168.1.101
DS-2CD4A26FWD-LZS/P	kamera	192.168.1.102
DS-2CD4A26FWD-IZS/P	kamera	192.168.1.103

5.3.2 Pokročilá konfigurace

Pokročilá konfigurace kamerového systému se provádí přes webové rozhraní, které je dostupné přes webový prohlížeč. Při testování kamer byl použitý Internet Explorer, z toho důvodu, že výrobce kamer podporuje pouze tento a v jiných webových prohlížečích jako je Firefox, nebo webové prohlížeče založené na open source projektu Chromium (Microsoft Edge, Opera, Brave a spousty dalších), nefungují dílčí funkce kamer a jednotlivé parametry v menu nastavení vykazují chyby.

Vzhledem k doporučení od výrobce testovaných zařízení a pro bezproblémovou funkčnost byl webový prohlížeč Internet Explorer spuštěn pouze s právy správce zařízení (Spustit jako správce). Po spuštění Internet Exploreru v něm byly otevřeny 4 záložky pro jednotlivé kamery a záznamové zařízení. V každé záložce byla zadána IPv4 adresa přidělená konkrétnímu zařízení viz Tabulka 5. Poté bylo nutné, se ke každé kameře a k záznamovému zařízení autentizovat. K tomuto účelu bylo použito výchozí přihlašovací jméno a heslo, které bylo k jednotlivým zařízením vytvořeno.

Po úspěšném přihlášení bylo nezbytné doinstalovat do webového prohlížeče plug-iny, dodané od výrobce kamer, bez kterých nebylo povoleno zařízení dále konfigurovat. Poté bylo potřeba restartovat IE aby se nainstalované webové plug-iny spustily a znova se přihlásit k jednotlivým zařízením.

Konfigurace kamer a záznamového zařízení je rozdělená na:

- Konfiguraci kamer
- Konfiguraci záznamového zařízení

5.3.2.1 Konfigurace kamer

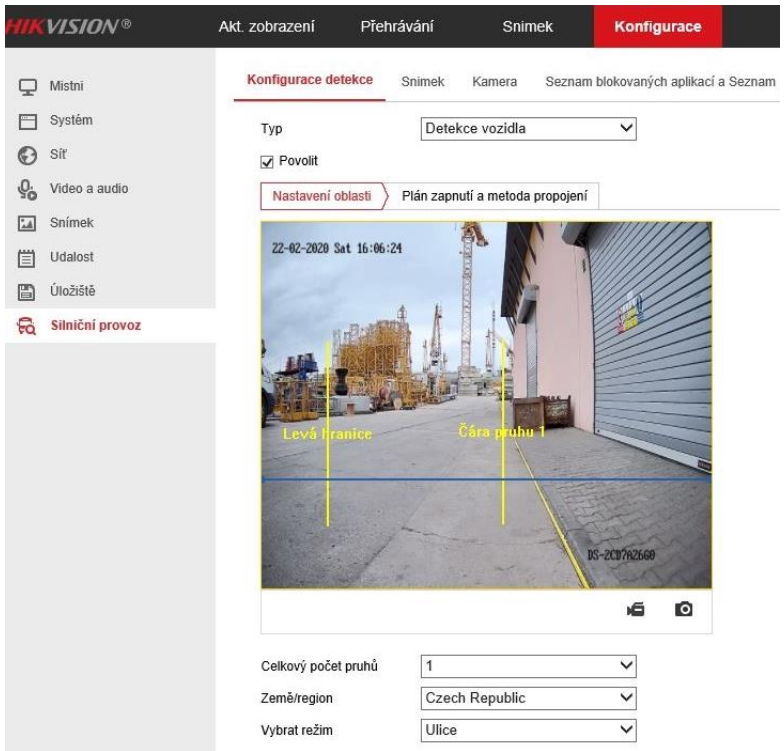
Konfigurovatelné parametry v nastavení kamer byly z důvodu objektivního porovnání a pro maximální možnou míru přesnosti při testování nakonfigurovány na stejné hodnoty. Do každé kamery byla vložena microSDXC karta o kapacitě 64 GB, která sloužila k dodatečnému ukládání pořízených fotografií registračních značek a záznamu sledovaného místa. V menu „Konfigurace“, záložka „Systémové nastavení“, bylo u všech kamer změněno výchozí časové pásmo na UTC+1, SEČ (Středoevropský čas), CET (Central European Time). Každá kamera měla od výrobce jinak nastavený aktuální čas, z toho důvodu byl aktuální čas v kamerách sesynchronizován s časem v pracovní stanici, ze které se ke kamerám vzdáleně přistupovalo. V záložce „Video a Audio“ byly pro všechny kamery nastavené parametry viz Tabulka 6.

Tabulka 6: Parametry kamer

Parametr:	**Hodnota:**
Rozlišení:	1920 × 1080
Počet snímků:	25
Komprese videa:	H.264
Maximální datový tok:	4096
Kvalita videa:	nejvyšší
Typ datového toku:	variabilní
Profil:	hlavní profil
Interval snímků:	50
SVC:	vypnout
Vyhlazení:	50

V menu s názvem „Silniční provoz“ viz Obr. 35, byl zvolen typ měření: „Detekce vozidla“ a pro jeho spuštění bylo zaškrtnout, jeho povolení. V položce „Plán zapnutí a metoda propojení“, bylo nastaveno nahrávání na paměťovou kartu v jednotlivých kamerách pro oba směry a nastavená doba, po kterou je režim spuštěn. V menu s názvem „Snímek“, byly nakonfigurovány jednotlivé parametry viz Tabulka 7. U kamery č. 101 a č. 103 bylo zapnuto WDR a u kamery č. 102 byl zapnut přísvit pomocí technologie „White Color“.

Obr. 35: Webové rozhraní kamer



Zdroj: vlastní

Tabulka 7: Nastavené hodnoty v menu Snímek

Menu:	Položka:	Parametr:	Hodnota:
Snímek	**Úprava obrazu**	Jas:	50
		Kontrast:	50
		Sytost:	50
		Ostrost:	50
	Nastavení OSD	Název kamery	Název modelu
		Formát času:	24 hodin
		Formát data:	DD-MM-RRRR
	Nastavení expozice	Režim expozice:	Manuální
		Čas expozice:	1/1000
		Zisk:	20
	Ostření	Režim ostření:	Auto
	Přepnutí den/noc	Přepnutí den/noc:	Spouštění videem
		Citlivost:	4
		Čas filtrování:	5
		Int. doplň. sw:	Zapnut
		Režim:	Auto

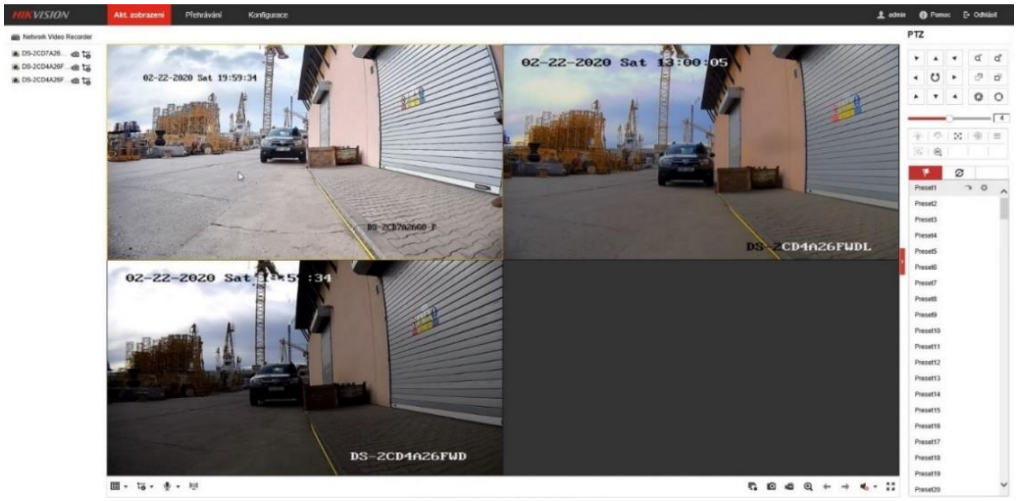
Předposlední konfigurace, kterou bylo třeba ve všech testovaných kamerách udělat, je zapnutí detekce pohybu a vytyčení oblasti, ve které budou kamery pohyb detekovat. Poté už jen stačilo v menu „Silniční provoz“, nastavit zemi na Českou republiku, vybrat režim: „ulice“, nastavit celkový počet pruhů na jeden a kvalitu snímků na hodnotu sto.

5.3.2.2 Konfigurace záznamového zařízení

Do záznamového zařízení bylo nutné připojit kamery. Toho se docílilo v menu „Systém“, pod položkou „Správa kamer“, kde bylo potřeba přidat testované kamery. Pro přidání kamer, je nutné zadat jejich IPv4 adresu, vybrat protokol, pod kterým budou se záznamovým zařízením komunikovat, vepsat vytvořené přihlašovací údaje (jméno a heslo) a nastavit protokol přenosu.

Jakmile byly kamery úspěšně přidány, bylo nutné naformátovat pevný disk, aby došlo k jeho inicializaci a bylo možné na něj obrazové záznamy a jednotlivé snímky ukládat. To bylo nastaveno v menu „Úložiště“, po kliknutí na tlačítko „Naformátuj“. Posledním krokem, bylo ozkoušení funkčního připojení digitálních kamer, které bylo provedeno přes menu „Akt. zobrazení“, kde při správné konfiguraci musí být tři ze čtyř obrazovek online viz Obr. 36.

Obr. 36: Rozhraní záznamového zařízení



Zdroj: vlastní

5.3.3 Podmínky měření

Měření probíhalo na jednom testovacím vozidle (osobní automobil), na kterém bylo v průběhu měření měněno celkem 7 různých značek. Z důvodu co nejpřesnějšího měření, bylo nutné zajistit pro všechny testované kamerové systémy, maximálně identické podmínky. Vzhledem k časové náročnosti měření, vysokým požadavkům na místo měření a omezenému času měření (kamery byly zapůjčeny na omezenou dobu), bylo měření provedeno celkem 255 krát. V celkovém počtu měření, nejsou započítány měření, které byly provedeny, z důvodu konfigurace kamerových systémů. Teplota ve dnech měření byla 12 a 7 stupňů. Měření probíhalo od 11 hodiny přes pravé poledne, do 18 hodiny večerní. Po celou dobu měření byla oblačnost ve fázi jasna až polojasna. Teplota se pohybovala přibližně kolem 12 stupňů dne 22. února a 7 stupňů dne 3. března.

Časové záznamy byly zaznamenány ručně do tabulky v programu excel. Měření se zakládalo na testování kamerových systémů, při čtení registračních značek na třech typech testů, které byly rozděleny na:

- Spolehlivost systému při čtení RZ v optimálních podmínkách
- Spolehlivost systému při čtení RZ v případě, že je část značky nečitelná
- Spolehlivost systému při čtení RZ na velkou vzdálenost

5.3.3.1 Spolehlivost systému při čtení RZ – optimální podmínky

Tento test měl za úkol vyhodnotit spolehlivost testovaných kamerových systémů, pro čtení registračních značek vozidel, za optimálních podmínek provozu. Měření probíhalo tak, že testovací vozidlo se ze vzdálenosti 50 metrů rozjelo směrem k testovaným kamerám, které minulo a poté bylo zastaveno. Rychlost vozidla byla pro jednotlivé průjezdy různá. Pohybovala se v intervalu od 15 km/h do 25 km/h. Po každém průjezdu byla vykonána kontrola měření, která spočívala v kontrole zaznamenaných snímků z testovaných kamer, kde bylo zjišťováno, zda kamery registrační značky rozpoznaly nebo nerozpoznaly a v jakém čase. Po několika měřeních došlo k výměně registrační značky, za další registrační značku, ze sedmi testovaných registračních značek. Celkem tímto postupem bylo naměřeno 187 hodnot. Ohnisková vzdálenost kamer při měřeních byla nastavena na 2,8 mm.

5.3.3.2 Spolehlivost systému při čtení RZ – část registrační značky zakrytá

Tímto testem se měřila spolehlivost testovaných kamerových systémů, pro čtení registračních značek vozidel, při zakrytí poloviny testovaných registračních značek viz Obr. 37. Postup měření byl shodný jako v předchozím testu, s tím rozdílem, že každá registrační značka byla použita při osmi měřeních. Nastavená ohnisková vzdálenost kamer, při všech měřeních, byla 2,8 mm. Celkem bylo provedeno 56 měření.

Obr. 37: Zakrytá registrační značka

Zdroj: vlastní

5.3.3.3 Spolehlivost systému při čtení RZ – velká vzdálenost

Poslední test měřil spolehlivost kamerového systému, při rozpoznání registrační značky na velkou vzdálenost. Ohnisková vzdálenost kamer při testech byla nastavena na maximální hodnotu 12 mm. Z důvodu vysoké časové náročnosti tohoto testování, bylo celkem provedeno 12 měření, kde byla použita každá registrační značka dvakrát. Postup měření začínal tak, že testovací vozidlo se ze vzdálenosti 49 metrů, rozjelo rychlostí 5 km/h, směrem k testovaným kamerám, se zcela zakrytou registrační značkou. Po ujetí sedmi metrů bylo vozidlo zastaveno a došlo k odkrytí registrační značky. V případě, že některá z kamer registrační značku

rozpoznala, byla registrační značka znovu zakryta a testovací vozidlo zacouvalo o jeden metr dozadu, kde došlo k opětovnému odhalení registrační značky, a to se opakovalo do okamžiku kdy kamera značku již nerozpoznala. Poté pro zvýšení přesnosti na desítky centimetrů, bylo auto pomalu tlačeno.

6 Výsledky a jejich zhodnocení

Naměřené výsledky z testování byly zpracovány a vyhodnoceny. Pro rozpoznávání registračních značek jsou zvláště důležité výsledky ze tří typů testů bezpečnostních kamer. Jedná se o spolehlivost kamerových systémů, v rozpoznávání registrační značky za optimálních podmínek, dále spolehlivost kamerových systémů, se zakrytou polovinou registrační značky a při maximální vzdálenosti, kdy jsou kamerové systémy schopné registrační značku rozpoznat, při nastavené nejvyšší ohniskové vzdálenosti.

Během měření spolehlivosti za optimálních podmínek, bylo zjištěno, že nejvyšší pravděpodobností rozpoznání disponuje kamerový systém DS-2CD7A26G0/P-IZS (101), který měl úspěšnost rozpoznání registrační značky 99,47 procent a pravděpodobnost neúspěšného měření necelé půl procento. Vzhledem k tomu, že se jednalo o systém s nejdražší testovanou kamerou, předpokládalo se od začátku testů, že bude nejspolehlivější. Tento předpoklad byl testováním potvrzen. Nicméně na rozdíl od ostatních testovaných kamerových systémů, byla tato kamera, z testovaných kamer nejpomalejší. Rozdíl mezi ní a systémem s nejrychlejší kamerou, byl výrazný, a to v průměru dvě sekundy na jedno měření, viz Tabulka 8. Konfigurace kamery také nebyla úplně bezproblémová, webové rozhraní kamery často vypadávalo, anebo kamera přestala reagovat.

Tabulka 8: Spolehlivost systému při čtení RZ – optimální podmínky

Optimální podmínky	**Kamery**		
	101	**102**	**103**
Počet měření: [č.]	187	187	187
Úspěšné rozpoznání RZ: [č.]	186	183	181
Neúspěšné rozpoznání RZ: [č.]	1	4	6
Pravděpodobnost úspěšného rozpoznání: [%]	99,47 %	97,86 %	96,79 %
Pravděpodobnost neúspěšného rozpoznání: [%]	0,53 %	2,14 %	3,21 %
Průměr času rozdílu v čase od nejrychlejší kamery: [s]	2,0909 s	0,7594 s	0,5348 s

Druhý kamerový systém DS-2CD4A26FWD-LZS/P (102), byl v úspěšnosti rozpoznání registračních značek, za optimálních podmínek, o 1,61 procenta horší, než předchozí systém a nerozpoznal registrační značku, ve čtyřech měřeních. I přesto, pravděpodobnost úspěšného rozpoznání registrační značky, činila 97,86 procent. Neúspěšné rozpoznání bylo naměřeno

ve 2,14 procentech měření a je tak možné kameru hodnotit jako spolehlivou. Průměrný čas rozdílu v čase, k rozpoznání registrační značky, od nejrychlejšího kamerového systému, byl pouhé 0,76 sekundy. Takže tento kamerový systém spolu s kamerou 103, byl rychlejší, oproti kamerovému systému 101, o dvě sekundy. Na základě výše naměřených výsledků, se kamerový systém zařadil do pomyslného středu, kde byl méně spolehlivý, oproti kamerovému systému 101, ale vykazoval vyšší spolehlivost, než kamerový systém 103. Při konfiguraci systému, až na drobné problémy, nedocházelo k žádným větším potížím.

Poslední testovaný kamerový systém je DS-2CD4A26FWD-IZS/P (103). Tento systém měl nejhorší úspěšnost rozpoznání, a to pouze 96,79 procent. Kamerový systém nebyl schopen rozpoznat šestkrát registrační značku, a ani zaznamenat projíždějící testovací vozidlo. Na druhou stranu byl tento systém opakovaně nejrychlejší a jen zaostával, za ostatními testovanými systémy, v úspešnosti rozpoznávání. Z toho důvodu, má průměrný čas rozdílu oproti nejrychlejšímu systému, pouhou půl sekundu. Konfigurace kamerového systému byla téměř bezproblémová, vyjma jeho aktivace a překladu webového rozhraní. Při aktivaci nešlo vytvořit přihlašovací heslo. Vyskakující dialogové okno vypisovalo nesmyslnou chybu a v obecném návodu FAQ, nebyla o tomto problému zmínka. Řešením bylo zjednodušení obtížnosti hesla, kdy byly použity pouze alfanumerické znaky, a to do maximální délky 7 znaků. Více znaků nebylo možné zadat, z toho důvodu, že neustále vyskakovalo chybové dialogové okno. Proto se kamerový systém 103, v otázkách bezpečnosti, jeví jako nevyhovující. S přihlédnutím k vyhlášce č. 82/2018 Sb., § 19, by měla být délka hesla alespoň 17 znaků. Problém překladu webového rozhraní se týkal jeho nejednoznačnosti a nepřesnosti. Překlad byl bohužel udělán strojově, bez provedení opravných korektur a jednotlivé položky v menu a v dílčích nastaveních, tak byly přeloženy doslova, bez vztahu k překládanému textu. Bohužel výrobce kamerového systému neumožnuje jakoukoliv změnu jazyka webového rozhraní.

V druhém testu byla úspěšnost kamerových systémů, při rozpoznání testovaných registračních značek, o poznání horší. Nejvyšší úspěšnost rozpoznání měl systém DS-2CD7A26G0/P-IZS (101), a to skoro 34 procent. Kamerový systém dokázal částečně rozpoznat některé znaky na registračních značkách, ve dvaceti čtyřech případech. Oproti ostatním systémům dokázal systém 101 ve většině měření, tj. 76,79 procent, nějakým způsobem registrační značku rozpoznat. Vzhledem k rozsahu zakrytí RZ, kde byla pro část měření zakrytá dolní polovina RZ a následně horní polovina RZ, se jedná o velmi dobré výsledky, viz Tabulka 9.

Tabulka 9: Spolehlivost systému při čtení RZ – část registrační značky zakrytá

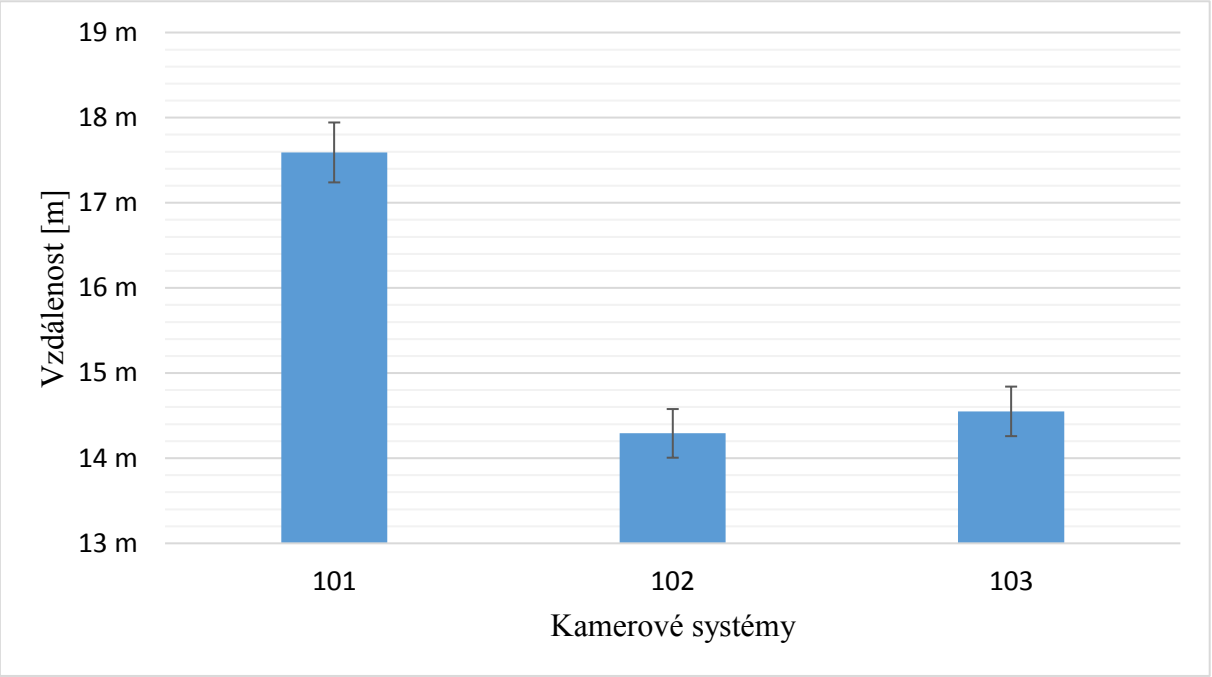
Část registrační značky zakrytá	Kamery		
	101	102	103
Počet měření: [č.]	56	56	56
Úspěšné rozpoznání RZ: [č.]	19	3	1
Částečných rozpoznání RZ: [č.]	24	10	4
Neúspěšné nerozpoznání RZ: [č.]	13	43	51
Pravděpodobnost úspěšného rozpoznání: [%]	33,93 %	5,36 %	1,79 %
Pravděpodobnost částečného rozpoznání: [%]	42,86 %	17,86 %	7,14 %
Pravděpodobnost úspěšného nebo částečného rozpoznání: [%]	76,79 %	23,21 %	8,93 %
Pravděpodobnost nerozpoznání: [%]	23,21 %	76,79 %	91,07 %

Další testovaný kamerový systém DS-2CD4A26FWD-LZS/P (102), v měření nerozpoznal, většinu registračních značek. Za prvním kamerovým systémem zaostával ve všech měřených aspektech, viz Tabulka 9. Systém dokázal úspěšně rozpoznat registrační značku pouze ve třech případech a částečně ji rozpoznal pouze v deseti. Pravděpodobnost nerozpoznání činila téměř 80 procent případů.

Posledním a zároveň nejhorším kamerovým systémem, při tomto typu testu, je systém DS-2CD4A26FWD-IZS/P (103), který v testování úplně selhal, viz Tabulka 9. Úspěšně rozpoznal registrační značku jenom v jednom případě a částečně ji rozpoznal, jen ve čtyřech případech. Vzhledem k tomu, že v předchozím testu systém dosahoval velmi dobrých výsledků, byl tento výsledek neočekávaný, i když se jednalo o nejlevnější testovaný kamerový systém.

Třetí test měřil maximální vzdálenost, na kterou byly kamerové systémy schopny registrační značku přečíst. Nejdelší naměřená vzdálenost činila 17,8 metrů a opakovaně byla naměřena systémem DS-2CD7A26G0/P-IZS (101). Jedná se zároveň o nejlepší výsledek, který ostatní testované systémy, nebyly schopné dosáhnout. Průměrnou vzdálenost, na kterou systém 101 četl registrační značky byl 17,59 metrů. Druhý kamerový systém 102 a třetí systém 103 přečetly registrační značky na totožnou vzdálenost. Pro systém 102 to je průměrně 14,29 metrů a třetí systém 103. přečetl registrační značku na průměrnou vzdálenost 14,55 metrů. Při hodnocení naměřených výsledků byla do grafu Obr. 38 zanesena i střední odchylka měření.

Obr. 38: Spolehlivost systému při čtení RZ na velkou vzdálenost



Kompletní výsledky měření ze všech tří typů testů, pro všechny měřené kamerové systémy, jsou v přílohách 1. až 3.

7 Závěr

Výsledky z praktické části diplomové práce, odpovídají jejímu hlavnímu cíli, kterým bylo testování spolehlivosti kamerových systémů, určených k rozpoznávání registračních značek vozidel. Byl vytvořen přehled základního rozdělení kamerových systémů, popis jejich hlavních komponent a rozebrána legislativa, která stanovuje užití registračních značek na motorových vozidlech. Díky tomuto základu mohl být splněn hlavní cil práce, a tím bylo otestování spolehlivosti kamerových systémů

Z provedených testů jasně vychází, že nejspolehlivějším kamerovým systémem je systém s kamerou DS-2CD7A26G0/P-IZS, poté následuje systém s DS-2CD4A26FWD-LZS/P a systém s kamerou DS-2CD4A26FWD-IZS/P.

Nejvyšší spolehlivosti dosahovaly kamerové systémy při testování za optimálních podmínek. V tomto případě, byl nejspolehlivější kamerový systém, při kterém byla použita kamera DS-2CD7A26G0/P-IZS. Pravděpodobnost úspěšného rozpoznání registrační značky byla u tohoto kamerového systému, při 99,47 procentech měření. Výrobce kamery uvádí v katalogovém listu úspěšnost vyšší, než 96 procent, při rozpoznání registrační značky na jedoucím motorovém vozidle. Chybovost kamerového systému byla pouze 0,53 procenta a jednalo se tak, o téměř neomylný kamerový systém, jehož jedinou nevýhodou byla jeho pomalost. Systém zaostával, za nejrychlejším kamerovým systémem, přibližně o 2 sekundy.

Kamerový systém s kamerou DS-2CD4A26FWD-LZS/P, dosáhl úspěšnosti rozpoznání registrační značky, 97,86 procent. Tento systém během měření zaostával, za nejrychlejším kamerovým systémem, v průměru o pouhé 0,76 sekundy. Poslední kamerový systém DS-2CD4A26FWD-IZS/P, dosáhl úspěšnosti při rozpoznání RZ, 96,79 procenta, s pravděpodobností neúspěchu ve 3,21 procentech případů, ale zároveň byl kamerovým systémem, který nejrychleji rozpoznal registrační značku vozidla.

Při testu, kdy byla během měření do poloviny zakrytá registrační značka, došlo k velikému snížení spolehlivosti kamerových systémů, oproti testování probíhajícímu za optimálních podmínek.

Pravděpodobnost neúspěšného rozpoznání registrační značky, u DS-2CD7A26G0/P-IZS, vzrostla na 23,21 procent, u kamerového systému s kamerou DS-2CD4A26FWD-LZS/P na 76,79 procent a u posledního kamerového systému DS-2CD4A26FWD-IZS/P dosáhla pravděpodobnost neúspěchu 91,07 procent.

Z výše uvedených výsledků je patrné, že až na první kamerový systém, nelze ostatní systémy používat na rozpoznávání registračních značek v místech, kde dochází k častému zašpinění registrační značky.

Posledním testem byla měřena maximální vzdálenost, na kterou jsou kamerové systémy schopny správně přečíst registrační značky motorových vozidel. Kamerový systém DS-2CD7A26G0/P-IZS u tohoto testu dosáhl úspěšného výsledku, při průměrné vzdálenosti 17,6 metrů. Ostatní kamerové systémy dovedly správně přečíst registrační značku při přiblížení na vzdálenost necelých 15 metrů.

Kamerový systém s kamerou DS-2CD4A26FWD-LZS/P rozpoznal registrační značku průměrně ve vzdálenosti 14,3 metry a kamerový systém DS-2CD4A26FWD-IZS/P byl úspěšný, v rozpoznání údajů na registrační značce, při vzdálenosti 14,55 metrů.

Ze všech naměřených a zpracovaných hodnot získaných testováním, jasně vyplývá, že zakrytí registrační značky do poloviny plochy tabulky, negativně ovlivňuje spolehlivost čtení registrační značky a zabraňuje tak úspěšné identifikaci motorového vozidla. Za optimálních podmínek jsou testované kamerové systémy dostatečně spolehlivé, při případném použití v praxi. Katalogové listy dodávané výrobci neuvádějí spolehlivost kamerových systémů při zakrytí části plochy registrační značky a jimi uváděná úspěšnost rozpoznávání je uvedena s velkým rozptylem.

Vzhledem k narůstajícím možnostem použití kamerových systémů a přidávání nových funkcí, lze doporučit jejich využití v jakémkoli odvětví lidské činnosti, pokud ovšem budou všechny jejich schopnosti použity tak, aby nedošlo k jejich zneužití.

8 Seznam použitých zdrojů

[1] *Vyhláška o registraci vozidel*. In: . Česká republika: Tiskárna Ministerstva vnitra, 2014, ročník 2014, číslo 343. Dostupné z: http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=z&id=27609

[2] *Kódy krajů - registrační značky* [online]. Česká republika: Ministerstvo dopravy, b.r. [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: https://www.mdcr.cz/Dokumenty/Silnicni-doprava/Registrace-vozidel/Kody-kraju-registracni-znacky

[3] DESHPANDE, Shashank, Wiktor MURON a Yang CAI. Vehicle Classification. *Computer Vision and Imaging in Intelligent Transportation Systems* [online]. Chichester, UK, 2017, , 47-79 [cit. 2020-02-15]. DOI: 10.1002/9781118971666.ch3. ISBN 9781118971666. Dostupné z: http://doi.wiley.com/10.1002/9781118971666.ch3

[4] HOTAŘ, Vlastimil. *Úvod do problematiky strojového vidění*. Vydání 1. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2015. ISBN 978-80-7494-202-0.

[5] QADRI, Muhammad a Muhammad ASIF. Automatic Number Plate Recognition System for Vehicle Identification Using Optical Character Recognition. *2009 International Conference on Education Technology and Computer* [online]. IEEE, 2009, , 335-338 [cit. 2020-01-10]. DOI: 10.1109/ICETC.2009.54. ISBN 978-0-7695-3609-5. Dostupné z: http://ieeexplore.ieee.org/document/5169511/

[6] KRUEGLE, Herman. *CCTV Surveillance, Video Practices a Technology*. Velká Británie: Elsevier Science & Technology, 2006. ISBN 9780750677684.

[7] HARWOOD, Emily. *Digital CCTV: A Security Professional's Guide*. 2007. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2007. ISBN 978-0750677455.

[8] LOVEČEK, Tomáš a Peter NAGY. *Kamerové bezpečnostné systémy*. 2008. Žilinská univerzita: EDIS, 2008. ISBN 9788080708931.

[9] KONÍČEK, Tomáš. *Operátor městských kamerových systémů*. Vyd. 1. Praha: Armex, 2005. ISBN 80-86795-18-7.

[10] JANEČKOVÁ, Eva a Václav BARTÍK. *Kamerové systémy v praxi: právní režim z pohledu ochrany osobních údajů a ochrany osobnosti*. Praha: Linde, 2011. Praktická právnická příručka. ISBN 978-80-7201-850-5.

[11] UHLÁŘ, Jan. *Technická ochrana objektů*. 2. vyd. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2009. ISBN 978-80-7251-313-0.

[12] UHLÁŘ, Jan. *Technická ochrana objektů*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství PA ČR, 2004. ISBN 80-7251-172-6.

[13] UHLÁŘ, Jan. *Technická ochrana objektů*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství PA ČR, 2006. ISBN 80-7251-235-8.

[14] SCIBERRAS, Ricardo a Frankie INGUANEZ. Road traffic flow estimation via public IP cameras. *2018 IEEE 8th International Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin)* [online]. IEEE, 2018, , 1-5 [cit. 2020-04-02]. DOI: 10.1109/ICCE-Berlin.2018.8576229. ISBN 978-1-5386-6095-9. Dostupné z: https://ieeexplore.ieee.org/document/8576229/

[15] *HD over Coax – HDCVI Technology* [online]. Čína: Zhejiang Dahua Technology Co., Ltd., b.r. [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: https://us.dahuasecurity.com/product-technologies/hdcvi-technology/

[16] *Turbo HD Cameras* [online]. Čína: Hikvision, b.r. [cit. 2020-03-21]. Dostupné z: https://www.hikvision.com/en/products/Turbo-HD-Products/Turbo-HD-Cameras/

[17] *High efficiency Image Transmission Technology* [online]. South Korea: NEXTCHIP Co,Ltd, b.r. [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: https://us.dahuasecurity.com/product-technologies/hdcvi-technology/

[18] V čem se liší IP a AHD kamery?. *Secutek.cz* [online]. 2018 [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: https://secutek.cz/blog/53/v-cem-se-lisi-ip-a-ahd-kamery-.html

[19] KŘEČEK, Stanislav. *Příručka zabezpečovací techniky*. 3. aktualiz. vyd. Blatná: Blatenská tiskárna, 2006. ISBN 80-902938-2-4.

[20] ŠEVČÍK, Jiří. Princip činnosti, typy a komunikační rozhraní IP kamer. *Tzbinfo* [online]. Česká Republika: tzbinfo [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: https://elektro.tzb-info.cz/10480-princip-cinnosti-typy-a-komunikacni-rozhrani-ip-kamer

[21] *Hikvision portal* [online]. Čína: Hikvision, 2020 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: http://www.hikvisioneurope.com/portal/

[22] *H.265+ More Colorful, More Efficient* [online]. 2018 [cit. 2020-02-18]. Dostupné z: https://content.hikvision.com/en/core-technology/h.265-plus

[23] *Elektrotechnické a telekomunikační instalace: komplexní zpracování problematiky elektrotechnických a telekomunikačních instalací v budovách : elektronická příručka*. 2007. Praha: Dashöfer, 2010. ISBN 1804-5243.

[24] SCHROEDER, Bianca a Garth A. GIBSON. *Disk failures in the real world: What does an MTTF of 1,000,000 hours mean to you?*. Pittsburgh, 2006. Carnegie Mellon University.

[25] XIAOSHAN, Yang, Zhu LIGU a Zhang QICONG. Research on endurance evaluation for NAND flash-based solid state drive. *2017 IEEE/ACIS 16th International Conference on Computer and Information Science (ICIS)* [online]. IEEE, 2017, , 523-526 [cit. 2020-04-02]. DOI: 10.1109/ICIS.2017.7960047. ISBN 978-1-5090-5507-4. Dostupné z: http://ieeexplore.ieee.org/document/7960047/

[26] KOLÁČEK, Michal. Standardy paměťových karet. *Svět Hardware* [online]. Česká Republika, 2008 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: https://www.svethardware.cz/standardy-pametovych-karet/23847

[27] *Vláknová optika, zdroje a detektory záření, optický přenosový systém* [online]. Olomoucký kraj, b.r. [cit. 2020-02-25]. Dostupné z: https://eluc.kr-olomoucky.cz/

[28] *Historie Wi-Fi: od FHSS k bezdrátu* [online]. Česká republika: Svět Hardware, 2009 [cit. 2020-01-5]. Dostupné z: https://www.svethardware.cz/historie-wi-fi-od-fhss-k-bezdratu/27860

9 Seznam zkratek, obrázků, tabulek, příloh

9.1 Seznam zkratek

BNC – Bayonet Neill Concelman
CCD – Charged Coupled Device
CCTV – Closed-Circuit TeleVision
CIF – Common Intermediate Format
CMOS – Complementary Metal Oxide Semiconductor
CVBS – Composite Video Baseband Signal
ČR – Česká republika
DNS – Domain Name System (systém doménových jmen)
DVR – Digital Video Recorder
FPS – Frames Per Second (snímková frekvence)
HDD – Hard Disk Drive (pevný disk)
HDMI – High-Definition Multimedia Interface
HTTP – Hypertext Transfer Protocol
IP – Internet Protocol
IPS – In-Plane Switching
IR – InfraRed (infračervené světlo)
LED – Light-Emitting Diode (elektroluminiscenční dioda)
MAC – Media Access Control (fyzická adres)
MLC – Multi Level Cell
NB – NoteBook
NVR – Network Video Recorder
OCR – Optical Character Recognition (optické rozpoznávání znaků)
OLED – Organic Light-Emitting Diode
ORP – Obec s Rozšířenou Působností
PAL – Phase Alternating Line
PCO – Pult Centralizované Ochrany
PIR – Passive InfraRed sensor (pasivní infračervené čidlo)
PLS – Plane-to-Line Switching
PoC – Power over Coaxial
PoE – Power over Ethernet
RAID – Redundant Array of Independent Disks (vícenásobné diskové pole)
RZ – Registrační Značka
SD – Secure Digital
SLC – Single Level Cell
SPI – Serial Peripheral Interface (sériové periferní rozhraní)
SSD – Solid-State Drive (polovodičový disk)
TCP – Transmission Control Protocol
TLC – Triple Level Cell
TN – Twisted Nematic
UPS – Uninterruptible Power Supply/Source (zdroj nepřerušovaného napájení)
USB – Universal Serial Bus (univerzální sériová sběrnice)
VA – Vertical alignment
VSS – Video Surveillance Systems (kamerové systémy)
Wi-Fi – bezdrátová síť

9.2 Seznam obrázků

Obr. 1: Alfanumerické znaky 6
Obr. 2: Registrační značky – rozměry 7
Obr. 3: Registrační značka pro jízdu z místa prodeje do místa registrace 7
Obr. 4: Pruh se znakem Evropské Unie 8
Obr. 5: Typy registračních značek 8
Obr. 6: Mapa ČR rozdělená podle krajů 9
Obr. 7: Zjednodušené schéma algoritmu 10
Obr. 8: Proces úpravy pořízeného snímku pro identifikaci tabulky registrační značky 10
Obr. 9: Mapa umístěných kamer v Praze 11
Obr. 10: Schéma Analogového kamerového systému 12
Obr. 11: Schéma Digitálního kamerového systému 13
Obr. 12: Network video servery 14
Obr. 13: Vnitřní a venkovní kamery 15
Obr. 14: Analogové kamery v různých provedeních 16
Obr. 15: Digitální kamery v různých provedeních 17
Obr. 16: CCD a CMOS snímač 18
Obr. 17: Spektrum elektromagnetického záření (Maxwellova duha) 19
Obr. 18: Bezpečnostní kamery provedeni BOX, DOME, BULLET, TURRET 20
Obr. 19: Bezpečnostní kamery provedeni CUBE, PTZ, SPECIÁLNÍ 21
Obr. 20: Srovnání velikosti záznamů mezi formáty H.264, H.265, H.265+ 23
Obr. 21: Digital video recorder – DVR 24
Obr. 22: Network video recorder – NVR 24
Obr. 23: Nejběžnější rozlišení zobrazovacích zařízení 25
Obr. 24: Rozebraný pevný disk a rozebrané SSD 26
Obr. 25: SD karty 27
Obr. 26: Koaxiální kabel, Kroucená dvojlinka, Optický kabel 28
Obr. 27: Koaxiální kabel 29
Obr. 28: Kroucená dvojlinka rozdělená podle stínění 30
Obr. 29: Optická vlákna 31
Obr. 30: Registrační značky 33
Obr. 31: Záznamové zařízení Hikvision DS-7604NI-K1(B) 34
Obr. 32: Switch DS-3E0310HP-E 35

Obr. 33: Testované kamery 37
Obr. 34: Výpis z SADP aplikace 39
Obr. 35: Webové rozhraní kamer 41
Obr. 36: Rozhraní záznamového zařízení 43
Obr. 37: Zakrytá registrační značka 44
Obr. 38: Spolehlivost systému při čtení RZ na velkou vzdálenost 48

9.3 Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozlišení kamer 18
Tabulka 2: Rozdělení SD karet podle kapacity 27
Tabulka 3: Kategorie kroucené dvojlinky 30
Tabulka 4: Nastavení síťového adaptéru v NB 38
Tabulka 5: Seznam zařízení a jejich IPv4 adresy 39
Tabulka 6: Parametry kamer 41
Tabulka 7: Nastavené hodnoty v menu Snímek 42
Tabulka 8: Spolehlivost systému při čtení RZ – optimální podmínky 45
Tabulka 9: Spolehlivost systému při čtení RZ – část registrační značky zakrytá 47
Tabulka 10: Výsledky měření I. – optimální podmínky I
Tabulka 11: Výsledky měření II. – optimální podmínky III
Tabulka 12: Výsledky měření – částečně zakrytá RZ VI
Tabulka 13: Výsledky měření (č. 1-4) – maximální vzdálenost rozpoznání VIII
Tabulka 14: Výsledky měření (č. 5-8) – maximální vzdálenost rozpoznání IX
Tabulka 15: Výsledky měření (č. 9-12) – maximální vzdálenost rozpoznání X

9.4 Seznam příloh

Příloha 1.

Výsledky měření I. a II. – optimální podmínky I

Příloha 2.

Výsledky měření – částečně zakrytá RZ VI

Příloha 3.

Výsledky měření – maximální vzdálenost rozpoznání VIII

Příloha 1: Výsledky měření I. a II. – optimální podmínky

Tabulka 10: Výsledky měření I. – optimální podmínky

č. měření:	RZ	101	102	103
1	2SP3557	12:09:25	12:09:19	12:09:21
2	2SP3557	12:25:26	12:25:28	12:25:27
3	2SP3557	12:27:30	12:25:29	12:27:30
4	2SP3557	12:41:02	12:41:01	12:41:00
5	2SP3557	12:43:14	12:42:13	12:43:12
6	2SP3557	12:43:57	12:43:54	12:43:56
7	2SP3557	13:07:51	13:07:48	13:07:49
8	2SP3557	13:09:08	13:09:13	13:09:17
9	2SP3557	13:10:49	13:10:46	13:10:43
10	2SP3557	13:16:48	13:16:48	13:16:47
11	2SP3557	13:21:00	13:21:01	13:20:59
12	2SP3557	13:23:21	13:23:17	13:23:19
13	2SP3557	13:25:14	13:25:12	13:25:12
14	2SP3557	13:28:44	13:28:43	13:28:45
15	2SP3557	13:30:10	13:30:09	13:30:08
16	2SP3557	13:31:02	13:30:57	13:30:58
17	2SP3557	13:35:26	13:35:25	13:35:25
18	2SP3557	13:36:15	13:36:12	13:36:14
19	2SP3557	13:39:28	13:39:27	13:39:26
20	2SP3557	13:40:13	13:40:11	13:40:12
21	2SP3557	13:42:48	13:42:47	13:42:47
22	2SP3557	13:45:29	13:45:27	13:45:27
23	2SP3557	13:46:44	13:46:42	13:46:42
24	2SP3557	13:50:01	13:49:59	13:49:59
25	2SP3557	13:52:09	13:52:08	13:52:08
26	4AM5285	13:55:41	13:55:39	13:55:39
27	4AM5285	13:57:01	13:56:57	13:57:00
28	4AM5285	13:59:15	13:59:13	13:59:12
29	4AM5285	14:01:04	14:01:04	14:01:04
30	4AM5285	14:03:17	14:03:16	14:03:15
31	4AM5285	14:04:53	14:04:51	14:04:53
32	4AM5285	14:07:17	14:07:17	14:07:15
33	4AM5285	14:08:46	14:08:42	14:08:45
34	4AM5285	14:11:45	14:11:43	14:11:44
35	4AM5285	14:13:54	14:13:51	14:13:53
36	4AM5285	14:19:22	14:19:21	14:19:20
37	4AM5285	14:21:23	14:21:22	14:21:24
38	4AM5285	14:24:36	14:24:35	14:24:34
39	4AM5285	14:26:56		14:26:55
40	4AM5285	14:32:34	14:32:33	14:32:33
41	4AM5285	14:34:41	14:34:37	14:34:40
42	5A88384	14:42:16	14:42:15	14:42:14

43	5A88384	14:45:23	14:45:22	14:45:20
44	5A88384	14:51:27	14:51:26	14:51:24
45	5A88384	14:53:42	14:53:39	14:53:41
46	5A88384	14:56:31	14:56:30	14:56:29
47	5A88384	15:00:26	15:00:24	15:00:25
48	5A88384	15:05:29	15:05:27	15:05:26
49	5A88384	15:07:17	15:07:15	15:07:16
50	5A88384	15:10:01	15:09:59	15:09:58
51	5A88384	15:14:44	15:14:42	15:14:40
52	5A88384	15:17:28	15:17:28	15:17:28
53	5A88384	15:21:03	15:21:01	15:21:00
54	5A88384	15:23:29	15:23:28	15:23:27
55	5A88384	15:26:19	15:26:19	15:26:17
56	5A88384	15:27:47	15:27:45	15:27:46
57	5A88384	15:31:56	15:31:55	15:31:53
58	6AF2354	15:34:08	15:34:06	15:34:10
59	6AF2354	15:36:26	15:36:25	15:36:24
60	6AF2354	15:38:21	15:38:19	15:38:22
61	6AF2354	15:47:17	15:47:16	15:47:15
62	6AF2354	15:49:00	15:48:59	15:49:00
63	6AF2354	15:50:26	15:50:26	
64	6AF2354	15:52:08	15:52:04	15:52:06
65	6AF2354	15:55:54	15:55:54	15:55:52
66	6AF2354	15:58:40	15:58:38	15:58:39
67	6AF2354	15:59:59	15:59:59	15:59:58
68	6AF2354	16:02:18	16:02:16	
69	6AF2354	16:04:57	16:04:58	16:04:56
70	6AF2354	16:06:06	16:06:05	16:06:06
71	6AF2354	16:07:16	16:07:15	16:07:14
72	6AF2354	16:11:55	16:11:53	16:11:55
73	6AF2354	16:12:42	16:12:41	16:12:39
74	2AC1020	16:15:36	16:15:37	16:15:36
75	2AC1020	16:18:32	16:18:32	16:18:33
76	2AC1020	16:30:33	16:30:33	16:30:32
77	2AC1020	16:33:47	16:33:45	16:33:46
78	2AC1020	16:35:34	16:35:34	16:35:33
79	2AC1020	16:40:27	16:40:26	16:40:25
80	2AC1020	16:49:52	16:49:51	16:49:50
81	2AC1020	16:52:23	16:52:22	16:52:22
82	2AC1020	17:06:15	17:06:10	17:06:13
83	2AC1020	17:10:23	17:10:21	17:10:20
84	2AC1020	17:12:16	17:12:15	17:12:15
85	2AC1020	17:15:14	17:15:13	17:15:11
86	2AC1020	17:17:33	17:17:31	17:17:31
87	2AC1020	17:18:59	17:18:58	17:18:58
88	2AC1020	17:23:51	17:23:50	17:23:49

89	2AC1020	17:25:54	17:25:53	17:25:53
90	7AN8740	17:32:19	17:32:18	17:32:16
91	7AN8740	17:34:36		17:34:34
92	7AN8740	17:38:08	17:38:07	17:38:07
93	7AN8740	17:40:46		
94	7AN8740	17:43:34	17:43:33	17:43:33
95	7AN8740	17:44:52	17:44:50	17:44:51
96	7AN8740	17:49:01	17:49:01	17:49:01
97	7AN8740	17:51:32	17:51:31	17:51:29
98	7AN8740	17:53:06	17:53:06	17:53:05
99	7AN8740	17:54:10	17:54:08	
100	7AN8740	17:56:02	17:56:00	17:55:59
101	7AN8740	17:59:21	17:59:23	17:59:22
102	7AN8740	18:01:34	18:01:32	18:01:35
103	7AN8740	18:03:45	18:03:42	18:03:41
104	7AN8740	18:05:11	18:05:11	18:05:09
105	7AN8740	18:10:35	18:10:33	18:10:32

Poznámka: žluté pole – kamerový systém nerozpoznal registrační značku.

Tabulka 11: Výsledky měření II. – optimální podmínky

č. měření:	RZ	101	102	103
106	2SP3557	11:33:27	11:33:27	11:33:26
107	2SP3557	11:34:36	11:34:32	11:34:32
108	2SP3557	11:35:59	11:35:56	11:35:56
109	2SP3557	11:40:08	11:40:06	11:40:07
110	2SP3557	11:41:15	11:41:14	11:41:14
111	2SP3557	11:43:33	11:43:32	
112	2SP3557	11:44:17	11:44:16	11:44:16
113	2SP3557	11:45:58	11:45:57	11:45:54
114	2SP3557	11:51:11	11:51:10	11:51:10
115	2SP3557	11:52:39	11:52:37	11:52:38
116	2SP3557	11:54:16	11:54:16	11:54:15
117	2SP3557	11:55:43	11:55:41	11:55:40
118	2AC1020	11:57:24	11:57:23	11:57:22
119	2AC1020	12:01:37	12:01:35	12:01:35
120	2AC1020	12:03:47	12:03:47	12:03:46
121	2AC1020	12:05:01	12:04:58	12:04:58
122	2AC1020	12:06:40	12:06:39	12:06:39
123	2AC1020	12:08:23	12:08:23	12:08:22
124	2AC1020	12:09:32	12:09:31	12:09:30
125	2AC1020	12:11:26	12:11:25	12:11:23
126	3AK3270	12:59:58	12:59:56	12:59:56
127	3AK3270	13:01:26	13:01:25	
128	3AK3270	13:04:37	13:04:36	13:04:33
129	3AK3270	13:06:07	13:06:07	13:06:07
130	3AK3270	13:07:32	13:07:31	13:07:31
131	3AK3270	13:09:44	13:09:43	13:09:42

132	3AK3270	13:11:12	13:11:11	13:11:09
133	3AK3270	13:13:58	13:13:57	13:13:56
134	3AK3270	13:15:22	13:15:22	13:15:19
135	7AN8740	13:34:19	13:34:17	13:34:15
136	7AN8740	13:35:57	13:35:55	13:35:55
137	6AF2354	13:39:35	13:39:35	13:39:33
138	6AF2354	13:41:11	13:41:11	13:41:09
139	6AF2354	13:42:30	13:42:29	13:42:28
140	6AF2354	13:43:49	13:43:47	13:43:50
141	6AF2354	13:44:58	13:44:56	13:44:55
142	6AF2354	13:47:13	13:47:13	13:47:12
143	6AF2354	13:48:54	13:48:53	13:48:52
144	6AF2354	13:50:38	13:50:36	13:50:36
145	4AM5285	14:01:15	14:01:13	14:01:13
146	4AM5893	14:03:46	14:03:41	14:03:41
147	4AM5893	14:04:46	14:04:45	14:04:45
148	4AM5285	14:06:41	14:06:42	14:06:43
149	4AM5285	14:09:51	14:09:49	14:09:49
150	4AM5285	14:19:20	14:19:17	14:19:18
151	4AM5893	14:34:12	14:34:11	14:34:13
152	4AM5893	14:39:04	14:39:04	14:39:03
153	4AM5893	14:42:25	14:42:23	14:42:25
154	4AM5893		14:43:42	14:43:41
155	4AM5893	14:46:20	14:46:20	14:46:18
156	4AM5893	14:48:11	14:48:09	14:48:11
157	4AM5893	14:48:59	14:48:58	14:48:57
158	4AM5893	14:50:23		14:50:20
159	4AM5893	14:50:42	14:50:41	14:50:40
160	4AM5893	14:51:49	14:51:48	14:51:47
161	4AM5893	14:57:41	14:57:39	14:57:38
162	4AM5893	14:58:02	14:58:00	14:58:02
163	4AM5893	14:58:20	14:58:19	14:58:18
164	4AM5893	14:59:32	14:59:29	14:59:27
165	4AM5893	15:00:49	15:00:48	15:00:46
166	4AM5893	15:02:02	15:02:00	15:02:00
167	4AM5893	15:04:12	15:04:12	15:04:10
168	4AM5893	15:05:37	15:05:36	15:05:36
169	4AM5893	15:07:35	15:07:35	15:07:35
170	4AM5285	15:16:27	15:16:23	15:16:25
171	4AM5285	15:17:45	15:17:43	15:17:48
172	4AM5285	15:18:10	15:18:09	15:18:08
173	4AM5285	15:20:01	15:19:59	15:19:58
174	2SP3557	15:21:16	15:21:15	15:21:14
175	2SP3557	15:22:36	15:22:35	15:22:34
176	4AM5285	15:25:39	15:25:39	15:25:36
177	4AM5893	15:27:18	15:27:17	15:27:16

178	6AF2354	15:28:50	15:28:47	15:28:47
179	2AC1020	15:30:27	15:30:26	15:30:25
180	7AN8740	15:33:05	15:33:02	15:33:02
181	3AK3270	15:34:32	15:34:31	15:34:30
182	2SP3557	15:36:21	15:36:18	15:36:18
183	4AM5285	15:37:40	15:37:41	15:37:45
184	4AM5893	15:39:02	15:39:03	15:39:01
185	6AF2354	15:40:28	15:40:27	15:40:26
186	2AC1020	15:41:44	15:41:45	15:41:42
187	7AN8740	15:42:58	15:42:57	15:42:56

Poznámka: žluté pole – kamerový systém nerozpoznal registrační značku.

Příloha 2: Výsledky měření – částečně zakrytá RZ

Tabulka 12: Výsledky měření – částečně zakrytá RZ

č. měření:	RZ	101	102	103
1	2AC1020	2AC1020	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
2	2AC1020	2AC1020	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
3	2AC1020	2AC1020	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
4	2AC1020	2AC1020	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
5	2AC1020	2AC1020	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
6	2AC1020	2AC1020	24C120	NEROZPOZNÁ
7	2AC1020	2AC1020	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
8	2AC1020	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
9	2SP3557	2CD2557	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
10	2SP3557	NEROZPOZNÁ	2557	NEROZPOZNÁ
11	2SP3557	2SP3557	2SP3557	NEROZPOZNÁ
12	2SP3557	2SP3557	2SP3557	NEROZPOZNÁ
13	2SP3557	2SP3557	NEROZPOZNÁ	2SP3557
14	2SP3557	2SP3557	25P2557	NEROZPOZNÁ
15	2SP3557	2SP3557	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
16	2SP3557	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
17	3AK3270	2AV2270	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
18	3AK3270	2AK3370	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
19	3AK3270	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
20	3AK3270	2AK3370	2AK3370	NEROZPOZNÁ
21	3AK3270	2AK3370	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
22	3AK3270	3AK3270	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
23	3AK3270	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
24	3AK3270	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
25	4AM5285	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
26	4AM5285	IAM5305	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
27	4AM5285	IAM5803	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
28	4AM5285	4AM5285	4AM5285	NEROZPOZNÁ
29	4AM5285	IAM5305	IAM5305	IAM5305
30	4AM5285	IAM5803	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
31	4AM5285	4AM5285	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
32	4AM5285	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
33	4AM5893	IAM5803	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
34	4AM5893	IAM5903	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
35	4AM5893	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
36	4AM5893	4AM5893	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
37	4AM5893	4AM5893	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
38	4AM5893	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
39	4AM5893	1AM5093	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
40	4AM5893	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ	1AM5093
41	6AF2354	SAF2354	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
42	6AF2354	64F235A	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ

43	6AF2354	64E235A	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
44	6AF2354	6AE2354	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
45	6AF2354	SAF2354	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
46	6AF2354	NEROZPOZNÁ	4F2354	NEROZPOZNÁ
47	6AF2354	6AF2354	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
48	6AF2354	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
49	7AN8740	7AU9740	A070	NEROZPOZNÁ
50	7AN8740	7AU8740	A070	NEROZPOZNÁ
51	7AN8740	7AU97A0	NEROZPOZNÁ	7AN87A0
52	7AN8740	7AU8740	7AU9740	74N07A0
53	7AN8740	7AU8740	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
54	7AN8740	74U97A0	7AN87A0	NEROZPOZNÁ
55	7AN8740	74U97A0	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ
56	7AN8740	7AU9740	NEROZPOZNÁ	NEROZPOZNÁ

ROZPOZNALO
ČÁSTEČNĚ
NEROZPOZNÁ

Příloha 3: Výsledky měření – maximální vzdálenost rozpoznání

Tabulka 13: Výsledky měření (č. 1-4) – maximální vzdálenost rozpoznání

Registrační značka: 2SP3557 Ohnisková vzdálenost: 12 mm	I. Měření			II. Měření		
	vzdálenost:	101	102	103	vzdálenost:	101	102	103
	49 m				49 m			
	42 m				42 m			
	35 m				35 m			
	28 m				28 m			
	21 m				21 m			
	20 m				20 m			
	19 m				19 m			
	18 m				18 m			
	17 m	17,4 m			17 m	17,8 m		
	16 m				16 m			
	15 m				15 m			
	14 m		14,5 m	14,8 m	14 m		14,3 m	14,7 m
	7 m				7 m			
	0 m				0 m			

Registrační značka: 5A88384 Ohnisková vzdálenost: 12 mm	III. Měření			IV. Měření		
	vzdálenost:	101	102	103	vzdálenost:	101	102	103
	49 m				49 m			
	42 m				42 m			
	35 m				35 m			
	28 m				28 m			
	21 m				21 m			
	20 m				20 m			
	19 m				19 m			
	18 m				18 m			
	17 m	17,6 m			17 m	17,5 m		
	16 m				16 m			
	15 m				15 m			
	14 m		14,2 m	14,4 m	14 m		14,1 m	14,6 m
	7 m				7 m			
	0 m				0 m			

Tabulka 14: Výsledky měření (č. 5-8) – maximální vzdálenost rozpoznání

		V. Měření				VI. Měření		
Registrační značka: 6AF2354 Ohnisková vzdálenost: 12 mm	vzdálenost:	101	102	103	vzdálenost:	101	102	103
	49 m				49 m			
	42 m				42 m			
	35 m				35 m			
	28 m				28 m			
	21 m				21 m			
	20 m				20 m			
	19 m				19 m			
	18 m				18 m			
	17 m	17,5 m			17 m	17,6 m		
	16 m				16 m			
	15 m				15 m			
	14 m		14,2 m	14,8 m	14 m		14,1 m	14,5 m
	7 m				7 m			
	0 m				0 m			

		VII. Měření				VIII. Měření		
Registrační značka: 4AM5285 Ohnisková vzdálenost: 12 mm	vzdálenost:	101	102	103	vzdálenost:	101	102	103
	49 m				49 m			
	42 m				42 m			
	35 m				35 m			
	28 m				28 m			
	21 m				21 m			
	20 m				20 m			
	19 m				19 m			
	18 m				18 m			
	17 m	17,5 m			17 m	17,8 m		
	16 m				16 m			
	15 m				15 m			
	14 m		14,5 m	14,7 m	14 m		14,3 m	14,5 m
	7 m				7 m			
	0 m				0 m			

Tabulka 15: Výsledky měření (č. 9-12) – maximální vzdálenost rozpoznání

Registrační značka: 2AC1020 Ohnisková vzdálenost: 12 mm	IX. Měření			X. Měření		
	vzdálenost:	101	102	103	vzdálenost:	101	102	103
	49 m				49 m			
	42 m				42 m			
	35 m				35 m			
	28 m				28 m			
	21 m				21 m			
	20 m				20 m			
	19 m				19 m			
	18 m				18 m			
	17 m	17,7 m			17 m	17,8 m		
	16 m				16 m			
	15 m				15 m			
	14 m		14,4 m	14,3 m	14 m		14,1 m	14,3 m
	7 m				7 m			
	0 m				0 m			

Registrační značka: 7AN8740 Ohnisková vzdálenost: 12 mm	XI. Měření			XII. Měření		
	vzdálenost:	101	102	103	vzdálenost:	101	102	103
	49 m				49 m			
	42 m				42 m			
	35 m				35 m			
	28 m				28 m			
	21 m				21 m			
	20 m				20 m			
	19 m				19 m			
	18 m				18 m			
	17 m	17,5 m			17 m	17,4 m		
	16 m				16 m			
	15 m				15 m			
	14 m		14,2 m	14,4 m	14 m		14,6 m	14,6 m
	7 m				7 m			
	0 m				0 m			

Poznámka: k tabulkám č. 14-16: červeně je vyznačena vzdálenost, na kterou kamerové systémy nerozpoznaly registrační značku. Žlutě je vyznačená hraniční vzdálenost, do které kamerové systémy rozpoznaly registrační značku a zeleně vzdálenost, po kterou kamerové systémy rozpoznaly registrační značku bez problému.