

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA DOPRAVNÍ**



Tomáš Blodek

**Měřicí technika pro provádění noční bezpečnostní  
inspekce PK**

Bakalářská práce

**2021**



**K622..... Ústav soudního znalectví v dopravě**

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

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Tomáš Blodek**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**B 3710 – DOS – Dopravní systémy a technika**

Název tématu (česky): **Měřicí technika pro provádění noční bezpečnostní inspekce PK**

Název tématu (anglicky): Measurement Instruments for the Night Road Safety Inspection

**Zásady pro vypracování**

Při zpracování bakalářské práce se řiďte následujícími pokyny:

- Rešerše měřicí techniky pro sběr dopravně-inženýrských dat
- Stanovení způsobu provádění noční BI PK formou průjezdu inspekčního vozidla
- Definování parametrů ovlivňující nastavení použitých záznamových zařízení
- Vyhodnocení naměřených dat na vybraných úsecích pozemních komunikacích



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Metodika provádění bezpečnostní inspekce pozemních komunikací, Brno, CDV, v.v.i., 2013  
Noční bezpečnostní inspekce pozemních komunikací - metodika provádění, Ostrava, VŠB - TUO, 2020  
ŠACHL, J. a kol.: Analýza nehod v silničním provozu 2, Praha, ČVUT, 2010

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Bc. Karel Kocián, Ph.D.**  
**Ing. Pavel Vrtal**

Datum zadání bakalářské práce: **7. října 2020**  
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce: **9. srpna 2021**  
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia  
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

  
doc. Ing. Tomáš Mičunek, Ph.D.  
vedoucí  
Ústavu soudního znalectví v dopravě



  
doc. Ing. Pavel Hrubeš, Ph.D.  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

  
Tomáš Blodek  
jméno a podpis studenta

V Praze dne ..... 7. října 2020

## **Poděkování**

V první řadě bych rád poděkoval vedoucím mé bakalářské práce Ing. Bc. Karlovi Kociánovi, Ph.D. a Ing. Pavlovi Vrtalovi za ochotu při konzultacích a za jejich odborné rady a připomínky. Rovněž bych chtěl poděkovat Ústavu soudního znalectví v dopravě Fakulty dopravní ČVUT za zapůjčení měřicí techniky a jejího příslušenství. V neposlední řadě si zaslouží poděkování i moje rodina a zejména pak rodiče za neustávající finanční i psychickou podporu během celého studia.

## **Prohlášení**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr bakalářského studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně, a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne

.....

Podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Měřicí technika pro provádění noční bezpečnostní inspekce PK

Bakalářská práce

2021

Tomáš Blodek

**Klíčová slova:**

bezpečnostní inspekce, noční bezpečnostní inspekce, fotografie, videozáznam, měřicí technika

**ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá problematikou noční bezpečnostní inspekce na pozemních komunikacích. Teoretická část definuje bezpečnostní inspekci na pozemních komunikacích, pojednává o rozdílech mezi noční a denní inspekcí a rovněž o způsobu jejího provádění. V praktické části bylo provedeno vyhodnocování různých typů kamer s rozdílným nastavením pro nahrávání nočních videozáznamů. Závěr práce tvoří vyhodnocení získaných videozáznamů a návrh optimálního způsobu sběru dat při provádění noční bezpečnostní inspekce pozemních komunikací formou průjezdu inspekčního vozidla.

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

Faculty of Transportation Sciences

Measurement instruments for the night road safety inspection

Bachelor's thesis

2021

Tomáš Blodek

**Keywords:**

road safety inspection, night road safety inspection, photography, video recording, measurement technique

**ABSTRACT**

The Bachelor's thesis deals with image acquisition requirements and settings for the purposes of night road safety inspections. The theoretical section presents the road safety inspection, discusses the differences between night and day inspection limits together with its practical implementation. In the practical part, an evaluation is presented for different types of cameras with different settings for recording night-time video footage. Lastly, the assessment of the obtained video recordings is performed together with the proposal of the optimal method for data collection during the drive-through night road safety inspection.

# Obsah

1. Seznam použitých zkratek .....	7
2. Úvod .....	8
3. Bezpečnost na pozemních komunikacích .....	10
3.1 Reaktivní nástroje .....	11
3.2 Proaktivní nástroje .....	12
4. Bezpečnostní inspekce pozemních komunikací .....	12
4.1 Druhy bezpečnostní inspekce .....	13
4.1.1 CEBASS .....	14
5. Noční bezpečnostní inspekce pozemních komunikací .....	17
5.1 Čas kdy lze provádět noční BI .....	18
5.1.1 Soumraky a rozbřesky .....	18
5.2 Způsoby provádění noční BI .....	21
5.3 Identifikace rizik, návrhy opatření, zpráva o provedení noční BI .....	22
6. Měřicí technika .....	23
6.1 Parametry záznamových zařízení .....	23
6.1.1 Světelnost objektivu, clona, ISO, expoziční čas .....	23
6.1.2 Vyvážení bílé .....	26
6.1.3 Rozlišení .....	27
6.1.4 Snímková frekvence .....	28
6.2 Fotoaparát a jeho parametry .....	29
6.2.1 Postup a nastavení při tvorbě fotodokumentace pro kalibraci záznamových zařízení 30	
6.3 Záznamová zařízení a jejich parametry .....	32
6.3.1 GoPro HERO09 Black .....	33
6.3.2 Insta360 ONE R .....	33
6.3.3 DOD LS470W+ .....	34
6.3.4 DOD IS420W .....	35
6.3.5 Panasonic HC-W580 .....	36

7.	Lokalita pro provedení měření .....	37
7.1	Varianty lokalit .....	37
7.1.1	Varianta A – Severozápad města Kladno .....	37
7.1.2	Varianta B – okruh Horoměřice-Nebušice .....	38
7.1.3	Varianta C – malý okruh Kladno .....	39
7.1.4	Varianta D – okruh Buštěhrad-Kladno .....	39
7.2	Porovnání variant .....	40
7.3	Specifikace vítězné lokality .....	42
7.4	Místa pro referenční fotografii .....	42
8.	Vyhodnocení.....	44
8.1	Vyhodnocení referenčních fotografií .....	44
8.2	Volba nejlepší techniky pro noční BI PK formou průjezdu inspekčního vozidla .....	45
9.	Závěr .....	49
10.	Zdroje .....	51
11.	Seznam obrázků.....	55
12.	Seznam tabulek.....	56
13.	Seznam příloh .....	57



## 1. Seznam použitých zkratek

BI	Bezpečnostní inspekce
PK	Pozemní komunikace
SDZ	Svislé dopravní značení
VDZ	Vodorovné dopravní značení
DZ	Dopravní zařízení
CEBASS	Centrální evidence bezpečnostních analýz silniční sítě
VO	Veřejné osvětlení
OK	Okružní křižovatka
EV	Exposure value = expoziční hodnota
WB	White balance = vyvážení bílé
Mpx	Megapixel
fps	Frames per second = snímky za vteřinu

## 2. Úvod

Bezpečnost na českých pozemních komunikacích je bohužel stále aktuálním tématem a velkým problémem. Neexistuje pomalu den, aby nevyhasl při dopravní nehodě lidský život. V roce 2019 v průměru za jeden den zemřelo na českých silnicích 1,5 osoby [9]. Vzhledem k tomuto alarmujícímu číslu je velká snaha o co největší snížení počtu vážných dopravních nehod. Česká republika přijala program VIZE NULA [12], který má za cíl zcela eliminovat úmrtí a vážná zranění plynoucí z dopravních nehod.

Na vzniku dopravních nehod se podílí celá řada faktorů. Za hlavní 3 faktory lze označit lidské chování, stav pozemní komunikace a technický stav vozidla a jeho vybavenost. Tato bakalářská práce pojednává zejména o bezpečnosti pozemních komunikací, zda splňují 2 základní principy. Komunikace by totiž měla být samovysvětlující a odpouštějící. Samovysvětlující komunikace má za cíl připravit řidiče na to, co mají při jízdě očekávat. Odpouštějící komunikace snižuje následky náhlého vybočení z komunikace. Jedním z hlavních nástrojů k docílení těchto pojmů na již vzniklých komunikacích je Bezpečnostní inspekce na pozemních komunikacích (dále jen „BI“ nebo „BI PK“). Pomocí BI PK je možné nalézt potenciálně nebezpečné prvky na komunikaci. Tyto prvky jsou označovány jako dopravně-bezpečnostní deficity. V případě eliminace těchto deficitů lze zabránit potenciálně vzniklé dopravní nehodě nebo alespoň minimalizovat škody, které by tato nehoda způsobila.

Tato bakalářská práce pojednává o způsobu provádění noční BI PK. Snahou je eliminace deficitů, které jsou patrné za snížené viditelnosti, nebo se za snížené viditelnosti zvyšuje jejich rizikovitost. Konkrétním cílem této bakalářské práce je provedení měření, která mají vyhodnotit jaká záznamová zařízení s konkrétním nastavením budou pro účely noční BI PK nejvhodnější. Pro lokální noční inspekce je již stanovená přesná metodika sběru dat, avšak pro noční BI PK formou průjezdu inspekčního vozidla nikoli. Práce bude vycházet z poznatků již vytvořené metodiky, avšak hlavním zdrojem dat bude vlastní měření. Měření bude založeno na rešerši parametrů ovlivňující videozáznam, zejména pak noční videozáznam.

V první fázi bude klíčové určit potenciálně nejvhodnější zařízení pro sběr videodokumentace. Pro možné vyvození závěrů o kvalitě jednotlivých zařízení a jejich parametrů je nutné pořízení referenčních fotografií. Před samotným pořízením referenční fotodokumentace je nutná volba trasy, která bude zaznamenávána. Trasa bude zvolena na základě mnoha požadavků: světelné podmínky na trase, směrové vedení, přechody pro chodce, kvalita vodorovného dopravního značení (dále jen „VDZ“) a mnoho dalšího. Referenční fotografie budou pořízeny v místech s odlišnými světelnými podmínkami na předem určených místech trasy. Cílem fotodokumentace je zachycení scény tak, jak ji vidí lidské oko. Fotografie by měly reflektovat pohled řidiče na komunikaci a její okolí. Výsledkem

práce by pak mělo být určení nejvhodnějšího záznamového zařízení a jeho nastavení pro sběr dat k noční BI PK formou průjezdu inspekčního vozidla.

Závěry plynoucí z této bakalářské práce mají za cíl zkvalitnění bezpečnostních inspekcí na pozemních komunikacích v České republice a rozšíření jejich působení i na noční BI PK. Při docílení aplikace závěrů této práce by mohlo dojít ke snížení počtu nočních dopravních nehod na pozemních komunikacích.

### 3. Bezpečnost na pozemních komunikacích

Bezpečnost na pozemních komunikacích (dále jen „PK“) je už po řadu let aktuálním tématem, které vyžaduje neustálou pozornost. Nenajde se téměř den, aby nezazněla v médiích alespoň zmínka o dopravních nehodách. Bezpečnost na PK je nutné řešit, jak z mravního hlediska tak rovněž z ekonomického. Za rok 2019 překročily ztráty z dopravních nehod na PK 80 mld. Kč a při dopravních nehodách přišlo o život 618 osob. Z tohoto počtu 457 osob zemřelo do 24h od dopravní nehody a 71 osob zemřelo v rozmezí 24h až 30 dnů od nehody. Současně bylo následkem dopravních nehod těžce zraněno 2110 osob. Česká republika dlouhodobě vykazuje vysokou míru nehodovosti. Následky vyplývající z těchto mimořádných událostí jsou oproti ostatním evropským státům nadprůměrné, tudíž je nutné tuto skutečnost změnit. Ačkoli je zřejmá zjevná snaha o snížení počtu nehod a jejich následků, trend je navzdory předpokladům poměrně konstantní a nedaří se snižovat počty vážných dopravních nehod. Hlavní příčinou může být neukázněnost řidičů a nízké sankce za porušování pravidel silničního provozu. Svůj podíl viny může mít také vysoký věk vozového parku v České republice. Průměrný věk osobního automobilu za rok 2020 činí 15,3 roku, což je jedno z nejvyšších čísel v celé Evropské Unii [2][5][9][25].

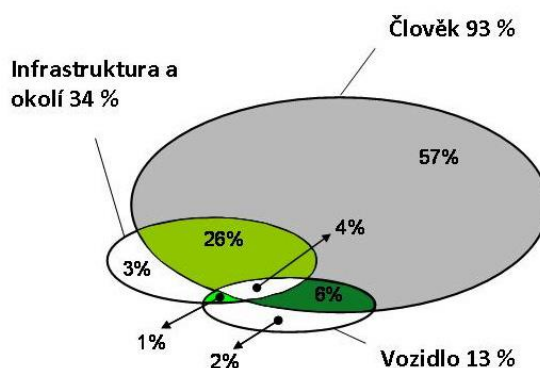
Na vznik dopravních nehod mají největší vliv 3 základní faktory: řidič, vozidlo a pozemní komunikace.

Řidič je ovlivněn mnoha faktory, které vychází z lidské podstaty. Podléhá svému psychickému a fyzickému stavu, ale také vychází ze svých zkušeností a naučených věcí. Návyky řidiče nejsou vždy z pohledu bezpečnosti žádoucí. Jedním z řidičových návyků může být kouření nebo telefonování za volantem. Rovněž lze za nebezpečný návyk některých řidičů označit nadměrné spoléhání se na technické možnosti a pomocné systémy svého vozidla, které může vést k nedostatečné pozornosti při řízení. Z tohoto důvodu je nutné provozovat osvětové kampaně a celoživotní vzdělávání řidičů. Funkcí osvětových kampaní je upozornit účastníky provozu na PK na jejich základní chyby a prohřešky a také poukázat, jaké následky mohou tyto věci způsobit.

Faktorem vozidlo se rozumí jeho technický stav a vybavenost prvků aktivní a pasivní bezpečnosti. Špatný technický stav nebo přímo porucha vozidla (např. brzdového systému) může být hlavní příčinou vzniku dopravní nehody. Prvky aktivní bezpečnosti se velmi rychle rozvíjejí a mohou zabránit dopravní nehodě nebo společně s pasivními prvky alespoň minimalizovat jejich následky. Avšak je nutné, aby tyto prvky zasahovaly pouze, když je to nutné. V opačném případě se na ně řidič může nepřiměřeně spoléhat a nemusí se plně věnovat řízení. Aktivní bezpečnostní systémy rovněž mohou negativně ovlivňovat styl jízdy řidiče. Řidič si je vědom, že v krizové situaci mu systém pomůže.

Pozemní komunikace a její okolí musí splňovat taková dopravně-inženýrská opatření, která jsou v souladu s pravidly bezpečnosti silničního provozu. Tím je myšleno, aby technický stav vozovky nevykazoval nedostatky, které by mohly zapříčinit dopravní nehodu. Dokonce je vhodné, aby komunikace obsahovala prvky, které budou zabraňovat vzniku dopravních nehod nebo alespoň snižovat jejich následky.

Dle statistik je uváděno, že člověk má podíl až na více než 90 % dopravních nehod. [37] Infrastruktura a okolí se podílí na přibližně třetině dopravních nehod a technický stav vozidla na přibližně 13 % nehod. Obrázek 1 zobrazuje další statistické hodnoty o příčině dopravních nehod.



Obrázek 1 Pilíře ovlivňující vznik dopravních nehod [37]

Všechny 3 faktory ovlivňující vznik dopravních nehod jsou základem bezpečnosti na PK a tvoří tzv. 3 pilíře bezpečnosti – člověk, komunikace a vozidlo. Pro snížení počtu dopravních nehod je nutné se zaměřit na všechny 3 pilíře, protože jenom docílením kvality všech pilířů dojde k minimalizaci počtu dopravních nehod a jejich závažnosti.

Snížení počtu dopravních nehod lze docílit 2 způsoby. Jedná se o reaktivní a proaktivní nástroje. Za ideální variantu se považuje provázanost a kombinace těchto nástrojů, které vedou k dosažení nejlepších výsledků.

### 3.1 Reaktivní nástroje

Reaktivní nástroje vycházejí již ze vzniklých situací neboli reagují na již vzniklé dopravní nehody. Cílem reaktivních nástrojů je tedy určení příčiny dopravních nehod a snaha, aby k podobné dopravní nehodě již nedošlo nebo aby se alespoň snížily její následky. Reaktivní nástroje vycházejí ze statistik nehodovosti a analýz dopravních nehod. Tyto podklady pomáhají objevit nehodové lokality (potencionálně nejnebezpečnější místa na komunikaci) a rovněž samotné příčiny již vzniklých dopravních nehod. Dle zjištěných příčin dojde k návrhu na odstranění provozně-bezpečnostních deficitů. Tyto návrhy mohou být

řešeny nízkonákladovým řešením, které je většinou dočasné nebo komplexním řešením jako je například přestavba celé křižovatky [1].

## 3.2 Proaktivní nástroje

Cílem proaktivních nástrojů je zabránění dopravním nehodám dříve, než nastanou. Proaktivní nástroje předchází dopravním nehodám a pomáhají odhalit kritická místa dříve, než by na nich došlo ke zranění nebo dokonce úmrtí účastníka silničního provozu.

Hlavním nástrojem je audit bezpečnosti pozemních komunikací, který má za úkol odhalení bezpečnostních rizik již v projekční části výstavby. Díky tomuto proaktivnímu nástroji se předchází nutným opravám již fyzicky existující stavby. Dochází pouze k úpravě návrhu stávajícího projektu.

Dalším nástrojem je bezpečnostní inspekce PK, která odhaluje nedostatky a rizika stávající infrastruktury. Tyto rizika rozděluje dle jejich závažnosti, aby mohlo dojít prioritně k eliminaci nejnebezpečnějších deficitů na PK.

Do kategorie proaktivních nástrojů také spadá osvěta a kampaně upozorňující na problémy v provozu jako je například nedodržování maximální dovolené rychlosti nebo řízení pod vlivem alkoholu. Snaha je docílit celoživotního vzdělávání účastníků provozu a opakovat jim, jak se mají adekvátně chovat při řízení dopravního prostředku [1].

## 4. Bezpečnostní inspekce pozemních komunikací

O problematice bezpečnostní inspekce pojednává zákon č. 317/2011 Sb., který současně legislativně definuje bezpečnostní inspekci jako „Posouzení dopadů stavebních, technických a provozních vlastností komunikace na bezpečnost silničního provozu“. Zákon rovněž udává požadavky na její minimální rozsah a časový horizont, ve kterém se provádí [4][5].

Bezpečnostní inspekce PK je jeden z proaktivních nástrojů pro určení dopravně-bezpečnostních rizik. Princip BI PK spočívá v identifikaci deficitu, stanovení jeho rizikovosti a návrhu opatření na jeho odstranění. Mezi dopravně-bezpečnostní rizika patří například pevné překážky v blízkosti PK, nesprávně provedená zádržná zařízení, ale i neadekvátně provedený přechod pro chodce. Cílem není však pouze tyto problémy objevit, ale také doporučit opatření pro jejich odstranění nebo snížení jejich rizikovosti. Nápravná opatření jsou realizována formou doporučení, která mohou být jak nízkonákladová, tak velkorysá. BI PK slouží ke zvýšení bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích tím, že posuzuje a zlepšuje stavební, technické a provozní vlastnosti komunikace.

Nejdůležitějšími pojmy pro BI PK jsou samovysvětlující a odpouštějící komunikace. Těmto principům by měla podléhat každá komunikace a rovněž by měla být dle nich již realizována.

Samovysvětlující komunikací se rozumí komunikace, ze které je patrné, co může řidič očekávat a adekvátně se může na nastalou situaci připravit. Jedná se například o to, aby řidič zaznamenal přechod z extravilánu do intravilánu nebo se zavčas připravil na ostrý směrový oblouk, tím že uzpůsobí rychlost svojí jízdy.

Odpouštějící komunikace je komunikace, jejíž stavební uspořádání eliminuje a snižuje následky chyb řidičů vozidel. Příkladem lze uvést, když řidič nesprávně vyhodnotí nastalou situaci, nezvládne jízdu a s vozidlem nekontrolovatelně míří mimo vozovku. V bezprostřední blízkosti komunikace se nesmí poté nacházet žádné neochráněné pevné překážky. Při střetu s takovými překážkami se mohou výrazně zvýšit sekundární následky dopravní nehody a zvyšuje se míra zranění osádky vozidla. Cílem odpouštějící komunikace je zamezení tragických následků dopravních nehod.

Pokud jsou splněny oba výše zmíněné pojmy, lze předpokládat bezpečnou pozemní komunikaci. Bezpečnost musí být zaručena všem uživatelům komunikace při dodržování pravidel silničního provozu. Pro dosažení tohoto cíle je zapotřebí identifikovat a napravit tzn. dopravně-bezpečnostní deficity, které mohou mít vyšší či nižší vliv na vznik dopravních nehod nebo mohou zhoršit jejich následky [1].

## 4.1 Druhy bezpečnostní inspekce

Bezpečnostní inspekce lze dělit dle dvou způsobů. Prvním způsobem je dělení dle denní doby, kdy je daná inspekce prováděna. Za druhé lze BI PK dělit podle metody provádění inspekce.

Dle denní doby se rozlišují dva druhy bezpečnostních inspekcí - denní a noční BI PK. Denní inspekce je oproti noční odlišná nejenom v době, kdy se provádí, ale také svým rozsahem. Denní inspekce je podrobnější nežli noční BI PK. Zaměřuje se na větší množství kategorií v různé míře podrobnosti. Tuto míru podrobnosti nejde v noční BI docílit, jelikož nemusí být předmětné deficity dobře viditelné a hrozilo by riziko jejich přehlédnutí. Rovněž můžeme konstatovat, že tato důkladná analýza jednotlivých skladebních prvků komunikace a jejího okolí není hlavním cílem noční inspekce.

Konkrétnější rozdíl mezi těmito dvěma inspekcemi je možný ukázat na příkladu: Denní BI například zkoumá upevnění svodidel nebo umístění SDZ ve správné vzdálenosti od křižovatky. Oproti tomu hlavním cílem noční BI PK je zjištění, zda daná komunikace je samovysvětlující (dobře vede řidiče) a zda jsou dobře postřehnutelní chodci.

Druhou možností, jak lze dělit BI PK, je dle způsobu provádění – lokální (místní) inspekce a BI PK formou průjezdu inspekčního vozidla (liniová inspekce dlouhých úseků). Lokální inspekce se zaměřuje pouze na konkrétní místo jako je například křižovatka, část obce nebo jakákoli jiná malá oblast v porovnání s BI PK formou průjezdu inspekčního vozidla. Při lokálních BI dochází k podrobnější analýze určení dopravně-bezpečnostních deficitů, na které je většinou pohlíženo přísněji. Navrhovaná opatření jsou pro dané místo konkrétní a mohou být specifická. Způsob provádění je místní obhlídkou a pořízením fotodokumentace, z které dojde posléze k vyhodnocení deficitů a návrhů opatření pro jejich řešení.

BI PK formou průjezdu inspekčního vozidla je zaměřená převážně na delší liniové stavby. Příkladem je například inspekce dálnice, silnice I. třídy nebo obchvatu obce. Inspekční vůz je opatřen záznamovými zařízeními pro zaznamenání průjezdu pozemní komunikace. Zařízením pro nahrání videozáznamu se rozumí kamery, které budou vykazovat dostatečnou kvalitu snímaného obrazu. Pozemní komunikace je nutná projet oběma směry. Zároveň je nezbytné, aby klimatické podmínky negativně neovlivňovaly zaznamenaný průjezd. Za nepříznivou klimatickou podmínku můžeme považovat nejenom déšť, mlhu či sníh, ale i příliš intenzivní sluneční záření, které by se negativně odráželo v čočce videokamery [1].

#### **4.1.1 CEBASS**

Jednou z možností, jak evidovat a vyhodnocovat BI PK je pomocí webové aplikace CEBASS (Centrální evidence bezpečnostních analýz silniční sítě). Do této aplikace se, na základě vyhodnocení videozáznamu zkoumané pozemní komunikace, zaznamenávají jednotlivé dopravně-bezpečnostní deficity. Obrázek 2 zobrazuje ukázkou jednoho záznamu dopravně-bezpečnostního deficitu.

U každého deficitu je jeho fotografie a informace o jeho poloze i jeho popis s návrhem na jeho odstranění. U deficitu je rovněž uvedeno, kdo odpovídá za správu dané komunikace v konkrétním staničení. Důležitou informací je i zda se daný deficit vyskytuje v intravilánovém nebo extravilánovém úseku a jaká je na tomto úseku maximální dovolená rychlost. Po těchto základních informacích souvisejících s polohou deficitu nastává určení podstaty samotného deficitu.

Deficity se dělí do 14. základních skupin, jako je například pevná překážka, zádržné zařízení nebo třeba autobusová zastávka. Jednotlivé deficity jsou dále řazeny do jednotlivých kategorií, například z kategorie pevných překážek lze zmínit strom, tuhé čelo propustku nebo sloupy elektrického vedení a podobně. U deficitu je rovněž specifikováno, zda se jedná o deficit bodový nebo liniový, případně dle kategorie se zaznamenává jeho vzdálenost od VDZ V 4 „Vodící čára“ [10]. U bodových deficitů je uváděn jejich počet a u liniových celková délka deficitu. Dle popisu jednotlivých deficitů se určuje závažnost rizikovosti celého záznamu.



Rizikovost je dělena do 3. kategorií – nízké, střední a vysoké riziko. Tento údaj je zejména důležitý

pro určení prioritních deficitů na řešení. Podrobnější vysvětlení kategorií rizik je popsáno v následující tabulce (Tabulka 1).

Tabulka 1 Závažnosti rizika a jejich charakteristika [1]

Úroveň rizika	Charakteristika
Vysoká	Při neodstranění rizika existuje značná pravděpodobnost vzniku dopravních nehod s osobními následky. Inspekční tým považuje jeho odstranění za prioritní a nezbytné.
Střední	Riziko má vliv na vznik nehod s osobními následky. Inspekční tým považuje jeho odstranění za důležité.
Nízká	Riziko má vliv na vznik kolizních situací, popřípadě zvyšuje subjektivní riziko (snižuje pocit bezpečí) účastníků silničního provozu. Vznik nehod s osobními následky je velmi málo pravděpodobný.

Pro upřesnění popisu deficitu lze přidat ještě poznámku k deficitu, kde se vyjasní případné nejasnosti. Další část záznamu je věnována návrhům na adekvátní nápravná opatření. Jednotlivá opatření se dělí na základě náročnosti jejich realizace. Používají se 3 základní kategorie, jednoduché řešení, administrativní řešení a složitá řešení. Tabulka 2 popisuje podrobnosti k jednotlivým mírám náročnosti řešení.

Tabulka 2 Náročnost navržených opatření se zdůvodněním [39]

Barva	Popis
<b>Složité řešení</b>	Finančně a časově náročné řešení (např. stavba okružní křižovatky), které v sobě zahrnuje projednávací a schvalovací procesy, tvorbu dokumentace, bezpečnostní audit apod.
<b>Administrativní řešení</b>	Zvýšená administrativa – návrh umístění vhodného svislého nebo vodorovného značení popř. drobných stavebních úprav.
<b>Jednoduché řešení</b>	Jednoduché řešení (např. prořezání zeleně, která zakrývá svislé dopravní značení, zvýraznění nebo obnova dopravního značení, úprava náběhového dílce svodidel, realizace adekvátního propojení svodidel).

Výsledkem celé BI PK je pak komplexní zpráva s vyhodnocením všech rizik a návrhových opatření [1][6].

I/63 - L   km 6 - 5   Správa Chomutov ID 20895		Autor: blodelom Vytvořeno: 2020-11-06 12:24:46 Aktualizoval: blodelom Aktualizováno: 2021-02-09 13:23:30
	Lokalizace:	
	GPS: N: 50° 37' 0 162" E: 13° 56' 47.35" Katastrálního území: Extravilán Nejvyšší dovolená rychlost: 130 km/h	
Specifikace dopravně-bezpečnostního deficitu		
Bezpečnostní deficit: Pevná překážka Kategorie deficitu: Stromy, vzrostlá zeleň - Liniový - 155 m Kolmá vzdálenost: 7 m Závažnost rizika: NÍZKÁ Poznámka k deficitu: Stromy, vzrostlá zeleň se nachází nad úrovní nivelety PK.	Návrh opatření: Odstranění, ochrana svodidel Náročnost realizace opatření: Administrativní řešení Poznámka k opatření:	

Obrázek 2 příklad záznamu v aplikaci CEBASS [43]

## 5. Noční bezpečnostní inspekce pozemních komunikací

Noční bezpečnostní inspekce vychází a navazuje na denní BI, bez které ji nelze ani provádět. Noční BI odpovídá požadavkům směrnice Evropského parlamentu a rady 2008/96/EC [26] o řízení bezpečnosti silniční infrastruktury implementovaných do právního řádu České republiky zákonem č. 152/2011 Sb.[2]. Díky této implementaci došlo i ke změnám ve vyhlášce č. 104/1997 Sb. [8], která se zabývá kromě jiného i bezpečnostními inspekce. Dříve používaná metodika tudíž nebyla aktuální a musela se rozšířit o problematiku noční BI [6].

Noční BI lze definovat jako systematickou prohlídku stávající komunikace a jejího okolí (úseku komunikace) v noci, kterou provádí inspekční tým. Pod pojmem inspekční tým se rozumí vyškolený auditor bezpečnosti PK společně s minimálně jednou další osobou. Cílem BI je identifikace rizikových nočních faktorů, které mohou být příčinou vzniku nočních dopravních nehod nebo mohou zhoršit jejich následky. Rovněž dochází ke kontrole, zda komunikace je samovysvětlující a odpouštějící pro všechny účastníky silničního provozu. V neposlední řadě se navrhuje opatření pro odstranění/zmírnění rizik formou doporučení.

Nejčastějším faktorem vzniku nočních dopravních nehod je opět člověk, a to s podílem na 90 % všech nočních dopravních nehodách. Přitom za přibližně 60 % nočních dopravních nehod může přímo člověk. [6] Je to zejména kvůli orientaci, viditelnosti a vnímání nočního prostoru lidským okem. Účastníci provozu se dopouštějí chyb v úsudku, koncentraci a jsou omezeni svými psychickými a fyzickými vlastnostmi. Dalším faktorem je úmyslné porušování dopravních předpisů a tím vědomé vystavení se riziku. Avšak nelze zapomínat, že na chování řidičů má znatelný vliv kvalita provedení pozemní komunikace (samovysvětlující komunikace).

Jízda po noční komunikaci je odlišná v nočním rozhledu. Noční rozhled je vzdálenost, která je kvalitně osvětlena a řidič v ní dokáže bez větších problémů rozpoznat objekty, vedení komunikace, ale i chodce [6]. Noční rozhled je ovlivněn v extravilánových úsecích zejména reflektory vozidla. V intravilánových úsecích kromě reflektorů často ovlivňuje noční rozhled veřejné osvětlení. S ohledem na danou problematiku je zde zaveden pojem účinně osvětlené plochy. Osvětlená plocha je taková plocha, která je ohraničena průmětem světelného kužele s hranicemi osvětlení. U běžných vozidel osvětlená plocha dosahuje až 75 m od vozidla, avšak nemusí mít na tuto vzdálenost dohled na všechny překážky. Nebo se mohou například chodci ukrývat ve stejném kontrastu s okolím, a tudíž se stávají téměř neviditelnými. Noční viditelnost je specifická v tom, že každý člověk vnímá intenzitu světla různě. S rostoucím věkem člověk potřebuje větší množství světla, aby viděl stejně dobře, jako když byl mladší. S každým zestárnutím o 13 let věku se potřeba světla dvojnásobí, proto například zdravý

dvacetiletý člověk potřebuje 4x méně světla pro rozpoznání objektů než průměrný 46letý člověk. (viz Obrázek 3)



Obrázek 3 Grafické znázornění množství světla nutného k řízení za tmy [6]

Na velikost a tvar světelné plochy mají zásadní vliv reflektory. Je důležité jejich správné natočení, ale rovněž jejich druh. Každý z reflektorů má jiné vlastnosti, které mohou subjektivně vyhovovat různým řidičům. Správné nastavení reflektorů je zásadní nejen pro viditelnost řidiče daného vozu, ale i pro ostatní účastníky provozu na PK. Ostatní účastníci nesmějí být jinými vozidly oslněni, protože by tato skutečnost mohla vést ke vzniku dopravní nehody [6].

## 5.1 Čas kdy lze provádět noční BI

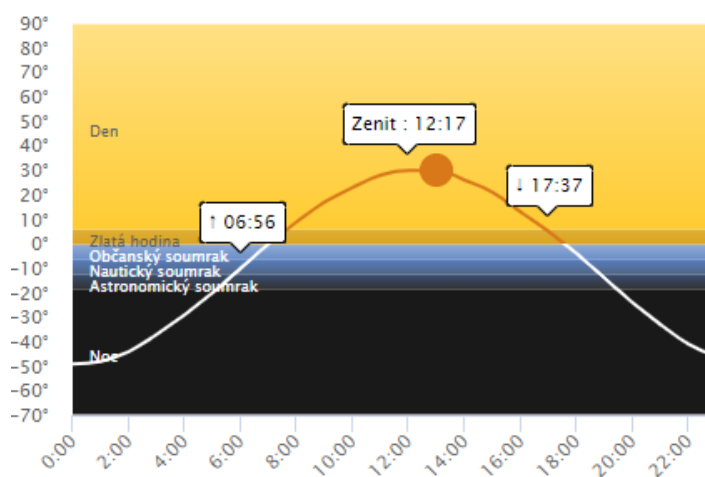
Jak již je z názvu zřejmé, inspekce se provádí v noci, nejlépe v době astronomické noci. Astronomická noc nezačíná západem slunce a nekončí jeho východem, ale začíná až po skončení/před začátkem fáze soumraků. Optimální je provádět noční BI v nezhoršených klimatických podmínkách. Nedoporučuje se noční BI provádět za mlhy, sněžení, deště nebo těsně po jeho skončení. Tyto faktory značně ovlivňují viditelnost dopravního značení i celkovou orientaci při jízdě na pozemní komunikaci. Na mokré komunikaci je vodorovné značení mnohonásobně hůře čitelné a mokrá vozovka vrhá odlesky okolních objektů. Souvislá vrstva vody na vozovce přebírá obdobné vlastnosti jako má zrcadlo, a tudíž ztěžuje orientaci na PK a vedení vozidla po PK. Cílem je provádět noční inspekci v běžných nočních podmínkách. Z tohoto důvodu se rovněž nedoporučuje provádět noční BI za jasné oblohy, a to zejména při úplňku, kdy měsíc tvoří významný světelný zdroj. Rovněž absolutně jiná situace nastává, když je napadaný sníh, proto v tomto období se také neprovádí noční BI [6].

### 5.1.1 Soumraky a rozbřesky

Předěl dne a noci je plynulý a nikoli skokový. Z tohoto důvodu je těžké ze subjektivního pozorování určit, zda již nastala astronomická noc či nikoliv. Celý den se dělí do následujících

kategorií: astronomický rozbřesk (ranní astronomický soumrak), nautický rozbřesk (ranní nautický soumrak), občanský rozbřesk (ranní občanský soumrak), východ slunce, den, západ slunce, občanský soumrak, nautický soumrak, astronomický soumrak, astronomická noc.

Obrázek 4 a Obrázek 5 ukazují přibližné časové hodnoty pro jednotlivé úseky dne. Data odpovídají Praze ve dne 24. 2. 2021 a 14. 6. 2021, tyto dny jsou záměrně vybrány tak, aby byl vidět zřetelný rozdíl mezi letními a zimními měsíci. V tabulkách (Tabulka 3 a Tabulka 4) jsou znázorněny přesné časové úseky jednotlivých fází dne/noci. Rozdíl doby astronomické noci je zde téměř 10h, protože ve dne 14. 6. 2021 téměř nenastává astronomická noc. Jak je patrné z příkladu, v určité části roku nenastává žádná astronomická noc. Jedná se o letní měsíce, zejména pak měsíce červen a začátek měsíce července, kdy lze říci, že nenastává vůbec tzv. úplná tma. Místo astronomické noci se v době noci vystřídají pouze soumraky [7][11].

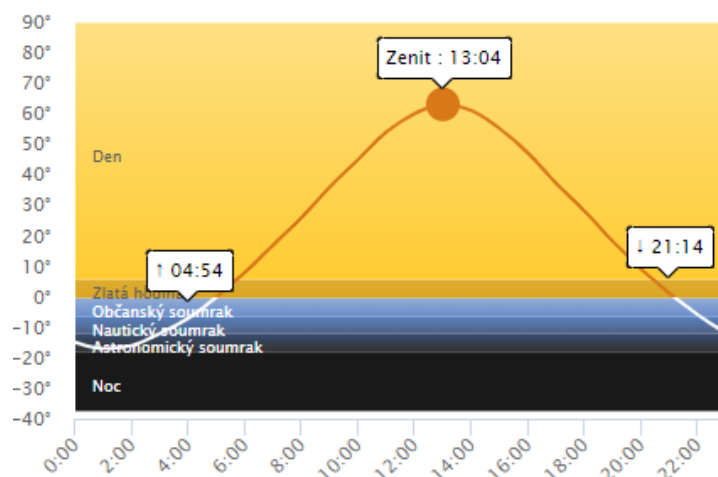


Obrázek 4 Grafické zobrazení průběhu dne 24. 2. 2021 [11]

Tabulka 3 Tabulka hodnot změny denní doby ve dne 24. 2. 2021 [11]

	Čas:	Trvání:
Astronomický rozbřesk	05:09 - 05:46	37 min.
Nautický rozbřesk	05:46 - 06:24	37 min.
Občanský rozbřesk	06:24 - 06:56	32 min.
<b>VÝCHOD SLUNCE</b>	<b>06:56</b>	
Zlatá hodina	06:56 - 07:39	43 min.
Slunce v nejvyšším bodě	12:17	
Zlatá hodina	16:54 - 17:37	43 min.
<b>ZÁPAD SLUNCE</b>	<b>17:37</b>	
Občanský soumrak	17:37 - 18:10	32 min.
Nautický soumrak	18:10 - 18:47	37 min.
Astronomický soumrak	18:47 - 19:25	37 min.
<b>Délka dne a noci 24. února :</b>		
Den (slunce nad obzorem)		10 h 41 min.
Soumrak a noc (slunce pod obzorem)		13 h 18 min.
- z toho astronomická noc (tma)		9 h 44 min.
<b>Změna délky dne a noci během měsíce února:</b>		
Od 1. do . února se délka dne změní o:		
- slunce vychází :		
- slunce zachází :		

\* Zaokrouhlení na celá čísla může způsobit malé rozdíly v údajích.



Obrázek 5 Grafické zobrazení průběhu dne 14. 6. 2021 [11]

Tabulka 4 Tabulka hodnot změny denní doby ve dne 14. 6. 2021 [11]

	Čas:	Trvání:
Astronomický rozbřesk	01:04 - 03:04	2 h
Nautický rozbřesk	03:04 - 04:09	1 h 5 min.
Občanský rozbřesk	04:09 - 04:54	44 min.
<b>VÝCHOD SLUNCE</b>	<b>04:54</b>	
Zlatá hodina	04:54 - 05:43	49 min.
Slunce v nejvyšším bodě	13:04	
Zlatá hodina	20:24 - 21:14	49 min.
<b>ZÁPAD SLUNCE</b>	<b>21:14</b>	
Občanský soumrak	21:14 - 21:58	44 min.
Nautický soumrak	21:58 - 23:03	1 h 5 min.
Astronomický soumrak	23:03 - 01:04	2 h
<b>Délka dne a noci 14. června :</b>		
Den (slunce nad obzorem)		16 h 20 min.
Soumrak a noc (slunce pod obzorem)		7 h 39 min.
- z toho astronomická noc (tma)		
<b>Změna délky dne a noci během měsíce června:</b>		
Od 1. do . června se délka dne změní o:		
- slunce vychází :		
- slunce zachází :		

\* Zaokrouhlení na celá čísla může způsobit malé rozdíly v údajích.

Pro účely noční inspekce je zejména důležité rozlišovat jednotlivé soumraky od astronomické noci, aby nedošlo k předčasnému začátku noční BI, kdy by viditelnost mohla být ještě částečně ovlivněna slunečním svitem, případně aby byla včas ukončena.

Občanský soumrak začíná v době západu Slunce a končí, když se nachází Slunce 6,5° pod horizontem. Dle vlastního pozorování lze určit tak, že v případě jasné viditelnosti lze číst tištěný text. Na občanský soumrak plynule navazuje nautický soumrak [7].

Nautický soumrak končí, když je Slunce 12° pod horizontem. V případě jasné viditelnosti lze zřetelně rozlišovat obrysy okolí, jako jsou například domy nebo stromy. Již je však možné vidět větší hvězdy [7].

Astronomický soumrak nastává, když je Slunce  $12^\circ$  pod horizontem a končí, když je Slunce  $18^\circ$  pod horizontem. V průběhu astronomického soumraku již není možné zřetelně rozlišovat objekty ve volném terénu. Hvězdy za jasné oblohy už jsou vidět téměř jako při astronomické noci. Pro ranní soumraky platí stejné hodnoty a den poté začíná východem Slunce [7].

Určení soumraku lze 2 způsoby. Vyčtení hodnot z diagramu postupného soumraku s použitím časové korelace podle zeměpisné délky. Tento způsob je však zdlouhavý a pro účely noční inspekce zbytečně náročný. Z tohoto důvodu je dle potřeby noční BI jednodušší použít některou z internetových stránek zabývajících se danou problematikou. Například lze použít webovou aplikaci na [meteogram.cz](http://meteogram.cz) [11], kde lze vypočítat doby jednotlivých úseků dne v libovolném datu. Webová aplikace rovněž zahrnuje časovou korelaci dle zeměpisné délky. Inspektor zadá město, kde bude provádět noční BI, případně nejbližší město u zkoumané lokality. Pro zajištění jistoty správnosti provádění noční BI se doporučuje časová rezerva v řádu několika minut [7].

## 5.2 Způsoby provádění noční BI

Noční bezpečnostní inspekce se dají rovněž rozdělit do dvou druhů: lokální bezpečnostní inspekce (bodová) a BI PK formou průjezdu inspekčního vozidla (liniová). V České republice byla stanovena metodika na provádění nočních bezpečnostních inspekcí pozemních komunikací, která se však zabývá pouze problematikou lokální bezpečnostní inspekce [6]. BI PK formou průjezdu inspekčního vozidla nebyla ještě v České republice zpracována a tato bakalářská práce v dalších kapitolách pojednává o možných nastaveních měřicí techniky pro její efektivní provádění.

Noční bezpečnostní inspekce je založena na subjektivním zrakovém vnímání řešitele a jeho vyhodnocení. Tento způsob měření je znám pod pojmem okometrie [6]. Postupy hodnocení lokální noční BI musí vycházet z metodiky provádění bezpečnostní inspekce pozemních komunikací v souladu se směrnicí EU 2008/96/EC [26], směrnicí EU Premium Light pro provoz veřejného osvětlení [44]. Bezpečnostní inspekci lze dále rozdělit do 3 kategorií:

- posouzení viditelnosti v křižovatkách s veřejným osvětlením (dále se užívá většinou zkratka „VO“) a bez VO s přechodem pro chodce a bez přechodu pro chodce
- posouzení viditelnosti na úsecích komunikací s VO a bez VO
- posouzení vlivu jiného světelného zdroje světla v dopravním prostoru [6]

### 5.3 Identifikace rizik, návrhy opatření, zpráva o provedení noční BI

Na základně subjektivního pozorování zkoumané lokality a pořízené fotodokumentace se identifikují rizikové faktory, které souvisí s utvářením noční pozemní komunikace a jejího okolí. Po identifikaci rizikového faktoru je navrženo opatření pro zmírnění nebo odstranění stávajícího rizikového faktoru. Závažnost rizika se dělí do 3. kategorií: nízké, střední a vysoké riziko. Ohodnocení slouží ke stanovení priorit řešení jednotlivých rizikových faktorů, aby se nejzávažnější rizikové faktory mohly řešit nejdříve. Kategorie rizika je stanovena na základě zkušeností a vlastní kvalifikace jednotlivých členů inspekčního týmu. Stanovení rizikovosti vychází z mnoha okolností, které mohou mít vliv na vznik nočních dopravních nehod. Z tohoto důvodu je obtížné stanovit úroveň rizik identifikovaných bezpečnostních deficitů. Tabulka 1 popisuje důvody určení závažnosti rizika jednotlivých rizikových faktorů, je zde uvedena charakteristika jednotlivých závažností. Tabulka odpovídá jak denním tak nočním BI PK.

Doporučené návrhy opatření k odstranění identifikovaných rizikových faktorů mohou odpovídat svým charakterem krátkodobému řešení, střednědobému anebo rovněž dlouhodobému navrhovanému opatření. Krátkodobá řešení jsou především nízkonákladová opatření, jako je například úprava dopravního značení. Mezi střednědobá opatření patří například omezení rychlosti pomocí fyzických opatření, které nevyžaduje velkou náročnost práce. Dlouhodobé návrhy nápravných opatření jsou často investičně náročné. Jedním z návrhů je například rekonstrukce úseku VO nebo přestavba celé křižovatky [6].

Výstupem z noční BI je zpráva o provedení inspekce. Zpráva obsahuje dvě části, přílohu A a B. Část A obsahuje důvody provedení noční BI, metodu, vymezení rozsahu inspekce, podkladové informace získané v průběhu přípravných prací a činnosti provedené v rámci noční inspekce [6]. Pod pojmem informace zjištěné v průběhu přípravných prací si lze představit funkci zkoumané komunikace, dopravní situace, informace o okolí komunikace a mnoho dalšího. Jednotlivé identifikované rizikové faktory se svými návrhovými opatřeními jsou obsahem druhé části (části B). Vhodné je i stanovení odhadovaného poklesu nehodovosti realizací jednotlivých opatření a zmínění případných negativních vlivů navrhovaného opatření. Obsahem závěrečné zprávy by měly být mapy, fotodokumentace nebo videozáznam a také schémata navrhovaných opatření. Ve zprávě se také může objevit odhad nákladů na realizaci opatření [1][6].



## 6. Měřicí technika

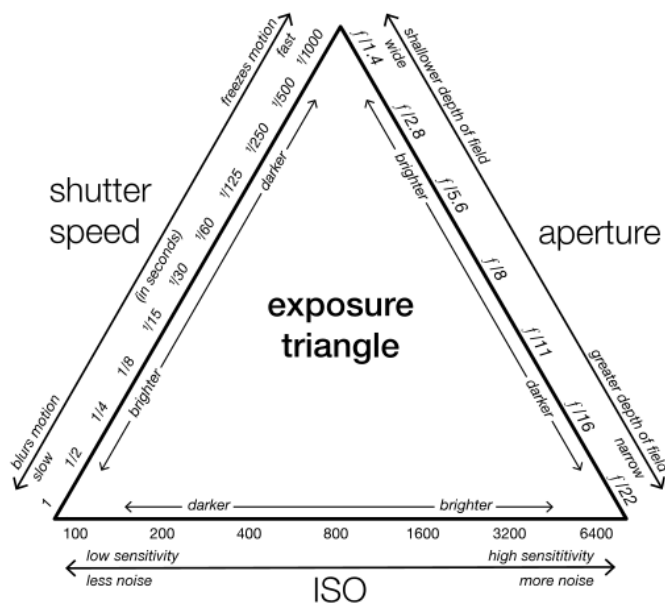
Základem pro provedení a vyhodnocení noční bezpečnostní inspekce je pořízení kvalitních obrazových záznamů, aby bylo možné zpětné posouzení rizik. Při místním šetření auditor bezpečnosti PK získá nejlepší informace, ale musel by se rozhodovat přímo na místě. Proto je nutná dokumentace pro zpětné ověření ne/bezpečnosti daného místa. Aby bylo možné pořízení kvalitní dokumentace, je potřebná znalost základních parametrů záznamových zařízení. Samozřejmostí pro dosažení nejlepších výsledků jsou kvalitní záznamová zařízení. Základem fotodokumentace je expozice, která vzniká kombinací parametrů clony, ISO a expozičního času. Tyto parametry ovlivňují množství zachyceného světla, což je pro vytvoření noční fotodokumentace obzvláště důležité. Pro kalibraci záznamových zařízení bylo nutné stanovit referenční fotografie. Cílem fotodokumentace bylo zachycení prostoru tak, jak ho na zvolené lokalitě vnímalo lidské oko. O konkrétní lokalitě, parametrech výběru trasy a referenčních míst je podrobně pojednáváno v kapitole číslo 7 (Lokalita pro provedení měření). Každé lidské oko je jedinečné. Z tohoto důvodu je nastavení fotoaparátu pro referenční foto z části subjektivní. Pro pořízení fotodokumentace byl zvolen fotoaparát Nikon D850. Po pořízení referenční fotodokumentace následovala volba potenciálně vhodných záznamových zařízení určených pro nahrání videozáznamu. Do finálního výběru byly zvoleny 2 outdoorové kamery, 2 autokamery a jedna ruční menší videokamera. Podrobnější popis všech použitých zařízení je rozebrán v následujících kapitolách i s přesným nastavením na jednotlivé jízdy. U každého zařízení byly stěžejní jiné parametry. Obecně lze za hlavní parametry označit snímkovací frekvenci (FPS), rozlišení a také vyvážení bílé.

### 6.1 Parametry záznamových zařízení

#### 6.1.1 Světelnost objektivu, clona, ISO, expoziční čas

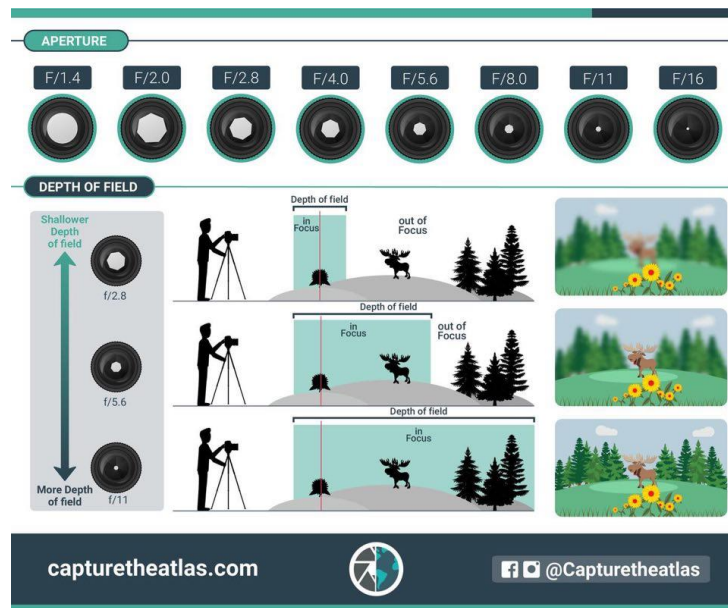
Parametry zmiňované v této podkapitole jsou důležité zejména pro tvorbu fotodokumentace nikoli pro tvorbu videodokumentace. Hodnota clony, ISO a expozičního času jsou nejdůležitější parametry při tvorbě fotografie a vytváří takzvanou expozici. Při změně některého z parametrů dojde ke změně expozice. Obrázek 6 vyobrazuje pak závislost jednotlivých parametrů. Expozice ovlivňuje, jak velké množství světla bude zachyceno světlocitlivými buňkami digitálního snímače. V případě, že je snímač vystaven pouze malému množství světla, bude snímek podexponovaný. To znamená, že bude tmavý. Pokud však snímač zachytí moc velké množství světla, snímek se stává přexponovaný. S pojmem expozice je nutné zmínit i pojem expoziční stupeň (exposure value - EV), který vyjadřuje absolutní množství světla na scéně. Změna množství zachyceného světla lze změnit o expoziční krok nebo jeho část. Změna o jeden expoziční krok vyjadřuje změnu o dvojnásobek množství světla zachyceného

snímačem. Například hodnota +1 EV představuje dvojnásobek množství světla než 0 EV [20][29][38].



Obrázek 6 Expoziční trojúhelník [38]

Světelnost objektivu je základním technickým parametrem každého objektivu. Světelnost značí citlivost na světlo neboli kolik světla je objektiv schopný přenést na záznamové médium fotoaparátu. Definována je jako poměr vzdálenosti v milimetrech k průměru vstupní pupily (pupila = kruhový otvor, jímž do optické soustavy vstupuje paprsek [40]). Světelnost je označována malým písmenem  $f$  a číselnou hodnotou za lomítkem (př.:  $f/2,8$ ). Číslo za lomítkem vyjadřuje odpor, který je kladen průchodu světla. To znamená, že čím je číslo menší, tím je lepší propustnost světla (viz Obrázek 7). Hodnota  $f = 1$  je stanovena pro lidské oko a speciální záznamová zařízení mohou dosahovat i hodnoty  $f = 1,1$ .



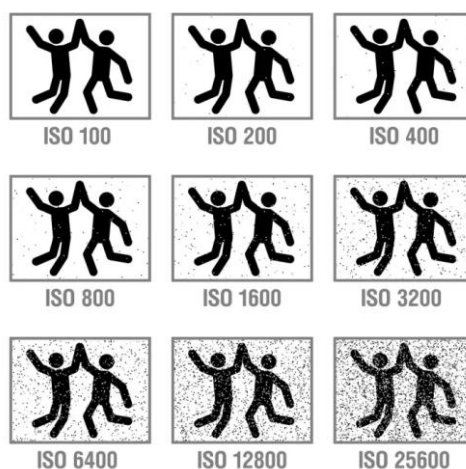
Obrázek 7 Grafické znázornění čísla f [41]

Se světelností úzce souvisí i clonové číslo. Světelnost objektivu totiž udává minimální clonové číslo, s kterým je objektiv schopen pořizovat fotografie. Clona svým pohybem zvětšuje/zmenšuje velikost otvoru objektivu, což ovlivňuje hloubku ostrosti i kvalitu obrazu zejména při zhoršených světelných podmínkách. Velikost clony nastavuje uživatel dle svého úsudku nebo v automatických režimech je volena fotoaparátem [19].

Druhým parametrem ovlivňujícím světlost snímku je expoziční čas, který ovlivňuje rychlost zavření uzávěrky. Čím delší je expoziční čas, tím déle je uzávěrka otevřená a čip může vnímat světlo, tudíž výsledná fotografie bude světlejší. Jinými slovy expoziční čas vyjadřuje dobu, po kterou je vystaven snímač dopadu světla. Expoziční čas rovněž určuje ostrost fotografie. Zejména u nočních fotografií je názorně vidět, že pohybující se objekty jsou při dlouhém expozičním čase rozmazány. Rozmazání fotografie hrozí při delším expozičním čase i při focení bez použití stativu. Tento nežádoucí jev nastává z důvodu třesení rukou fotografa. Rozsah expozičního času je specifický pro každý fotoaparát, avšak pohybuje se od tisíce sekund až k několika desítkám sekund [20][27][28].

Parametr ISO na rozdíl od předchozích parametrů je velmi důležitý i při tvorbě videozáznamů. ISO lze popsat jako pokyn pro čip zařízení, aby se choval citlivěji na světlo. Velikostí ISO se ovlivňuje „šum“ videa. Pojem šum se rozumí nechtěná zrnitost obrazu, zejména v tmavých místech fotografie/videozáznamu. Obrázek 8 znázorňuje, jak s rostoucí hodnotou ISO se zvětšuje i šum. Čím je hodnota ISO vyšší, tím je výsledný záznam zrnitější (nachází se v něm více šumu). Hodnota ISO se pohybuje v rozmezí 100 až 25 600, avšak u profesionálních fotoaparátů najdeme i hodnoty v řádu milionů. Při hodnotách ISO 100 a ISO 200 je rozdíl v tom, že u hodnoty 200 je zapotřebí pouze poloviční množství světla na stejnou expozici.

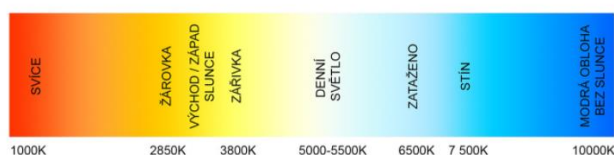
O jeden stupeň vyšší citlivost je vždy reprezentována dvojnásobkem hodnoty předchozí, proto obvykle dosahuje hodnot 200, 400, 800, 1600, 3200 atd. [17][20].



Obrázek 8 Schematické znázornění hodnot ISO [17]

### 6.1.2 Vyvážení bílé

Vyvážení bílé odpovídá parametr na záznamových zařízeních označený jako WB. WB je užívaná zkratka z anglického výrazu white balance. Vyvážení bílé je funkce, která upravuje barevnost fotografie/videozáznamu. Snahou je nastavit WB na takovou hodnotu, aby pořízený obraz zachytil skutečnost jako naše lidské oko. WB mění svoji hodnotu na základě změny světelných podmínek. Hodnoty WB se udávají v kelvinech a odpovídají barvám světelných zdrojů. Vyvážení bílé lze provést několika způsoby. Většina kamer/fotoaparátů poskytuje funkci automatické změny WB. Výhodou při využití automatického vyvážení bílé je, že nám nevádí proměnlivé světlo. Při videu například přechod ze stínu na slunce nebo z interiéru do exteriéru. Nevýhoda již vychází z podstaty tohoto nastavení a to, že je WB mimo naši kontrolu a záleží pouze na vyhodnocení kamery/fotoaparátu. Druhou možností, kterou umožňují některá zařízení, je nastavení WB dle režimu toho jaké světlo převažuje. Například ikonka žárovky představuje umělé světlo, naopak ikonka slunce představuje venkovní sluneční záření. Třetí možností je manuální nastavení konkrétní hodnoty (př. 2800 K). Pro názornou představu jsou zde uvedeny Obrázek 9 a Obrázek 10 [21].



Obrázek 9 Jednotlivé teploty různých zdrojů záření [21]



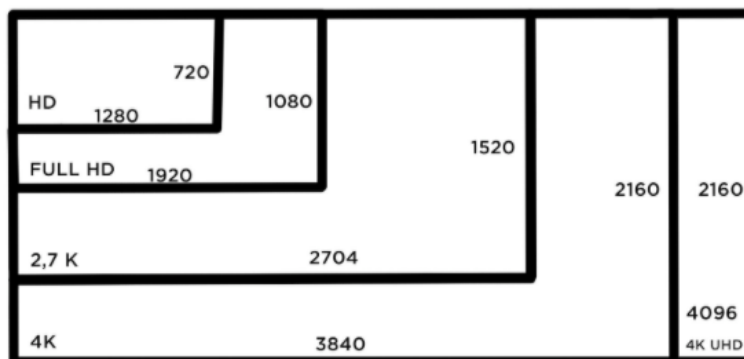
Obrázek 10 Porovnání totožných fotografií s různou hodnotou WB [21]

### 6.1.3 Rozlišení

Rozlišení je jeden z hlavních parametrů kamery, který rozhoduje o kvalitě pořízeného videozáznamu/fotografie. Rozlišení neovlivňuje kompletně kvalitu obrazu, ale souvisí především s ostrostí a kvalitou kresby jemných detailů. Rozlišení se udává v pixelech (px) nebo v megapixelech (Mpx). Přitom jeden megapixel obsahuje jeden milion pixelů (1Mpx = 1 000 000px). Megapixel je plošná jednotka a udává v milionech počet bodů na plochu (obraz). Například obrázek, který má 1000 bodů na výšku a 1500 bodů na šířku obsahuje celkově 1000 x 1500 = 1 500 000 pixelů (bodů) a tudíž 1,5 Mpx [13]. Většinou je známé značení právě takto pomocí počtu bodů, respektive součinu počtu bodů. Nejznámější a zatím nejrozšířenějšími rozlišeními jsou rozlišení v kvalitě HD a FullHD, které je nyní již považováno za standart kvality. Rozlišení HD je přibližně 1,3 Mpx neboli 1280 x 720 bodů. Rozlišení FullHD nabízí rozlišení 1920 x 1080 bodů. V dnešní době však vývoj záznamových zařízení přímo roste závratnou rychlostí. Na trhu se již běžně vyskytuje rozlišení UltraHD známé převážně pod pojmem 4K, které nabízí 4x kvalitnější záznam ve srovnání s již zmíněným FullHD. Rovněž jsou již zaznamenány rozlišení 8K a 16K. Obrázek 11 a Tabulka 5 znázorňují porovnání nejpoužívanějších rozlišení. Důležité je si uvědomit za jakým účelem pořizujeme video/fotografii. Při vysokém rozlišení videa se zvyšuje datová velikost videa. Vysoká velikost videa klade důraz na kvalitní techniku při zpracování pořízeného záznamu a dostatek paměti zařízení. Dalším omezujícím prvkem, proč může být nadměrná kvalita videa zbytečná, je například kvalita monitoru, na kterém dochází k zobrazení pořízeného záznamu. Kvalita monitoru může být nižší než kvalita záznamu, a tudíž se nám zobrazuje maximálně kvalita odpovídající monitoru a nikoli kvalita pořízeného záznamu [13][14][15][16][20].

Tabulka 5 Odlíšné vyjádření rozlišení [45]

název	rozlišení	Mpx
HD	1280x720	1,3
FullHD	1920x1080	2,1
2,7K	2704x1520	4,1
4K	3840x2160	8,3



Obrázek 11 Srovnání nejpoužívanějších rozlišení [42]

#### 6.1.4 Snímková frekvence

Snímková frekvence je známá zejména pod zkratkou fps, která je převzatá z anglického výrazu frames per second, v překladu snímky za sekundu. Tento parametr ovlivňuje plynulost videa, tudíž pro pořízení fotodokumentace nemá žádný význam a ani zde nelze definovat. Pro kvalitní video se udává minimálně 30 snímků za sekundu, avšak rozšířenější je nyní hodnota 60 snímků za sekundu. Lidskému mozku ovšem stačí pouze 24 snímků za sekundu pro iluzi plynulého pohybu. 24 fps je použito často pro filmový záznam. Pro ilustraci je zde uveden Obrázek 12 [18][20].



Obrázek 12 Znáznornění vlivu velikosti parametru fps [18]

## 6.2 Fotoaparát a jeho parametry

Pro pořízení referenční fotodokumentace bylo zvoleno tělo fotoaparátu od značky Nikon, konkrétně Nikon D850 s objektivem Sigma 35 mm f/1,4 DG HSM Art (Obrázek 13) určený pro zařízení Nikon. Tyto komponenty byly zvoleny na základě doporučení pro tvorbu fotografií pro lokální noční BI. Pro zaznamenávání fotodokumentace noční BI je zejména doporučeno použití fotoaparátu s co nejnižší ohniskovou vzdáleností, doporučené rozmezí je 14 - 42mm.



Obrázek 13 Nikon D850 s objektivem Sigma 35 mm f/1,4 DG HSM Art [45]

Ohnisková vzdálenost představuje vzdálenost mezi optickým středem objektivu a rovinou, na které se protínají paprsky světla, které prochází objektivem. Zjednodušeně je to vzdálenost středu čočky od snímáče fotoaparátu. Velikost ohniskové vzdálenosti objektivu určuje zorný úhel a zvětšení. Dle velikosti ohniskové vzdálenosti dělíme objektivy do 3 základních kategorií: širokoúhlé, normální a teleobjektivy, které dosahují nejvyšších hodnot ohniskových vzdáleností. Volba objektivu se odvíjí od toho, co je třeba fotografovat. Pro noční fotodokumentaci při BI se volí širokoúhlé objektivy. Při tvorbě fotodokumentace je striktně doporučeno focení bez blesku. Rovněž doporučena je volba automatické clony, která mění expozici. Další doporučení plynoucí z provádění lokální BI slouží zejména k umístění fotoaparátu [6].

Nikon D850 je univerzální a vysoce výkonná full frame zrcadlovka. Označení full frame označuje velikost obrazového snímáče, konkrétně u Nikonu D850 je velikost 35,9x23,9 mm. Jednou z hlavních předností fotoaparátu je jeho rozlišení. Fotoaparát obsahuje 45,7 milionu efektivních pixelů. Uvnitř se nachází obrazový snímáč CMOS formátu FX s technologií přímého osvětlení fotodiod bez optického antialiasingového filtru. Tento filtr se umísťuje těsně před obrazový snímáč a má za úkol zablokovat vysokofrekvenční obrazové informace a potlačit výskyt moaré a falešných barev, které jsou způsobeny vysokofrekvenčním vlněním. Avšak díky vysokému rozlišení u tohoto modelu dojde k potlačení výskytu nežádoucích jevů moaré (vznik ze splynutí sobě blízkých rastrů – př. splynutí jemných proužků [20]) a falešných barev i bez použití antialiasingového filtru). Zároveň výsledná fotografie se zachycenými



vysokofrekvenčními obrazovými informacemi dosahuje vyšší ostrosti obrazu. Další předností této zrcadlovky je její citlivost na světlo. Snímky mohou být pořizovány s parametrem ISO v rozsahu citlivosti 64-25 600 a v rozšířeném režimu až v rozsahu 32 – 102 400. Při focení je velmi užitečná možnost změnění expozice po 1/3, 1/2 nebo 1 EV (expozičním kroku) [20][30].

Objektiv Sigma 35 mm f/1,4 DG HSM Art je špičkový objektiv vhodný pro full frame zrcadlovky. Sigma 35 mm f/1,4 DG HSM Art je širokoúhlý objektiv s fixní ohniskovou vzdáleností 35 mm. Objektiv se vyznačuje rychlým ostřením od 30cm a vysokou světelností. Rychlost zaostření se využívá zejména k zachycení tzv. momentek. Pro účely noční fotodokumentace je mnohonásobně důležitější světelnost objektivu, která pomáhá při fotografování za zhoršených světelných podmínek. Světelnost objektivu je 1,4 a maximální clona (F) je 16. Objektiv je dlouhý 94mm a používají se na něj filtry o velikosti 67 mm [20].

### **6.2.1 Postup a nastavení při tvorbě fotodokumentace pro kalibraci záznamových zařízení**

Prvním krokem pro pořízení kvalitní fotodokumentace je určení místa, odkud bude fotografie pořízena. Toto umístění musí v co největší míře odpovídat pohledu řidiče z vozidla. Z tohoto důvodu se fotoaparát umísťuje v úrovni očí sedícího řidiče, která odpovídá přibližně 1,2 m nad úrovní vozovky. Fotoaparát lze umístit 2 způsoby [6].

První možností je umístění fotoaparátu uvnitř vozidla na přední sedadlo řidiče. Toto umístění nejlépe reprezentuje přesný řidičův pohled. Avšak tato možnost generuje celou řadu problémů. Instalace stativu do vnitřku automobilu je velice problematická a manipulace s fotoaparátem v interiéru vozidla je taktéž velice nesnadná. Hrozí, že by docházelo k nechtěnému posunutí, pootočení fotoaparátu. Tato nechtěná manipulace by mohla způsobit rozmazanost fotodokumentace nebo by fotografie nebyly totožné. Totožnými fotografiemi se rozumí, že by při jiném nastavení fotoaparátu nebyla vidět ta samá scéna. Druhým negativním aspektem tvoří to, že videodokumentaci již nebude možné z bezpečnostních důvodů takto provádět. Tudíž při porovnání fotografií a videozáznamu by mohlo hrát zásadní vliv to, že fotodokumentace by byla tvořena přes čelní sklo a videodokumentace nikoli. Například při použití autokamer se záznam rovněž nahrává z interiéru vozidla, avšak autokamera je za tímto účelem vyráběna a je umístěna v poměrně těsné blízkosti od čelního skla.

Druhou možností je umístění fotoaparátu vně vozidla. Konkrétně je doporučováno umístění stativu vedle stojícího vozidla v úrovni předních dveří automobilu na straně řidiče. Avšak z bezpečnostních důvodů a udržení stejného zorného pole bylo zvoleno umístění fotoaparátu těsně před vozidlo. Vozidlo pak tvořilo bezpečnostní bariéru při manipulaci s fotoaparátem. U tohoto umístění stativu je důležité dbát na to, aby nedošlo k zastínění reflektorů automobilu stativem nebo člověkem pořizujícím fotodokumentaci. Pro zachování kontinuity celého měření



je nutné zachování stejného umístění fotoaparátu a postupu sběru dat po celou dobu měření [6].

Po umístění fotoaparátu se musí nastavit fotoaparát tak, aby výsledné snímky co nejvíce reprezentovaly skutečnost. Každé oko vnímá okolí jinak, z tohoto důvodu toto nastavení je poměrně subjektivní, avšak konkrétní postup je stejný pro všechny. Důležité je nastavení ohniskové vzdálenosti na rozmezí hodnot ED 14-42 mm nebo zvolit objektiv s fixní ohniskovou vzdáleností v tomto rozmezí. Fotografie je nutné pořizovat bez použití blesku. V případě použití blesku dojde k výrazné odrazivosti VDZ a SDZ, která se za normálních okolností takto nechová. Blesk tvoří vlastně další světelný zdroj, který by se za normální situace nevyskytoval [6]. Nejdůležitější pro tvorbu fotografie a zejména světelného vnímání prostoru pomocí fotoaparátu je expozice. Expozice je kombinace hodnot ISO, clony a expozičního času. Tvorba referenční fotografie se provede pomocí zaznamenávání více fotografií totožného místa s různou expozicí. Poté dojde k určení fotografie, která nejlépe odpovídá reálné situaci. Konkrétní postup při výběru je zmíněn v kapitole č. 8 (Vyhodnocení). Pro rychlé vytvoření série fotografií s různou expozicí existuje u některých fotoaparátů funkce bracketing. U této funkce je třeba nastavit, že se jedná o expoziční bracketing. U expozičního bracketingu je volena velikost expozičního kroku mezi jednotlivými fotografiemi a také je volen počet snímků bracketingu. Prvotní nastavení fotoaparátu závisí na fotodokumentaci a na autorových zkušenostech. Lze také využít automatického režimu. Při volbě například 5 snímků a kroku 0,5 EV, se vytvoří 5 snímků s expozicí +1EV, +0,5EV, 0EV, -0,5EV a -1EV. Pro účely této práce byl nastaven počet snímků na 7-9 a rozdíl mezi jednotlivými snímky byl 1/3 EV [20][31].

Při tvorbě fotodokumentace pro noční BI bylo zvoleno fixní nastavení clony na  $f/1,4$  a hodnota ISO na 100. Tudíž jediný parametr, který má každá fotografie jiný, je expoziční čas. Toto nastavení mohlo být takto zvoleno, protože k focení byl použit stativ. Bez použití stativu by fotografie s delším expozičním časem mohly být rozmazané. Hodnota  $f/1,4$  je nejvyšší hodnota objektivu a byla zvolena z důvodu, že při fotografování v noci je pro potřebnou světlost fotografie nutné zajistit co největší množství světla, které se může dostat k čipu. Hodnotu ISO je nutné držet poměrně nízko, aby nedocházelo k tzv. zrnění obrazu. Zrnění by znehodnotilo snímek. Při použití zrcadlovky Nikon D850 dochází ke kvalitním fotografiím i při hodnotě ISO 100, tudíž nebylo zapotřebí použití nejnižší možné hodnoty.

Při vlastním měření byly referenční fotografie vytvořeny pro celkem 4 místa (viz kapitola 7.1) a to s různým nastavením světlometů. V intravilánových úsecích se zapnutým režimem potkávacích světel a druhá fotografie s vypnutými světly. V extravilánových úsecích byla vytvořena referenční fotografie pro dálkový i potkávací režim světlometů.

## 6.3 Záznamová zařízení a jejich parametry

Tvorba videodokumentace pro noční BI PK formou průjezdu inspekčního vozidla je velice specifická. Cílem je zachycení průjezdu danou lokalitou tak, jak okolí vnímá řidič. Oproti klasické tvorbě videa je vyžadována neustálá adaptace videotechniky na různě velkou intenzitu světla. Pro efektivní noční BI PK formou průjezdu inspekčního vozidla je nutné, aby nemuselo docházet k přenastavení záznamových zařízení během jejího provádění. Na výslednou podobu videodokumentace mají největší vliv základní 3 parametry – FPS, ISO a rozlišení. Další důležitou roli pak může hrát celá řada faktorů, například vyvážení bílé nebo přímo režimy záznamových zařízení. Pro účely noční BI PK formou průjezdu inspekčního vozidla je i důležité, zda záznamové zařízení lze bezpečně nainstalovat na vozidlo, respektive do vozidla. Rovněž nesmí měřicí technika překážet řidiči při řízení, jinak by ohrožoval nejen sebe ale i své okolí.

Při práci v terénu a nahrávání nočního průjezdu bylo zvoleno 5 záznamových zařízení - GoPro HERO09 Black, Insta360 ONE R, DOD LS470W+, DOD IS420W a Panasonic HC-W580. Z počátku figurovala ve výběru i full frame zrcadlovka Nikon D850 s objektivem Sigma 35 mm f/1,4, avšak byla vyřazena z důvodu složité instalace na/do vozidla. V případě selhání upevnění by také mohla z důvodu její váhy způsobit značné škody nehledě na to, že je i toto vybavení samo o sobě velmi drahé. GoPro HERO09 Black a Insta360 ONE R jsou outdoorové kamery, které slouží zejména při tvorbě akčních sportovních záběrů. Outdoorové kamery představují výhodu v tom, že jsou přizpůsobené pro natáčení širokého množství situací, při kterých se musí rychle adaptovat na dané podmínky. Nespornou výhodou je i jejich velikost, odolnost a uživatelské možnosti. Při instalaci outdoorových kamer na vozidlo nenastávají žádné problémy, protože se k nim prodávají speciální držáky, které vydrží i vyšší rychlosti jízdy. Další výhodou představuje i to, že kontrola nahrávání lze i z pohodlí interiéru vozidla pomocí mobilních aplikací. Lze si tedy ověřit, zda kamera není vyosená a snímá pod správnými úhly. Při změně parametrů outdoorové kamery je ihned vidět daný efekt. Outdoorové kamery jsou rovněž používány při tvorbě videodokumentace při některých denních BI. Další logickou volbou, která nesměla ve výběru chybět, jsou autokamery. Již z názvu je patrné, že slouží řidiči k zaznamenání průběhu jízdy. Výhodou je opět snadná instalace, tentokrát však do interiéru vozidla. Autokamery tedy jako jediné snímají průjezd skrze čelní sklo automobilu. Nevýhodou autokamer je, že nepodporují paměťové karty s vyšší pamětí. Z tohoto faktu by mohly pramenit problémy s častou výměnou paměťových karet během provádění BI. Posledním záznamovým zařízením byla zvolena menší ruční videokamera od firmy Panasonic. Tato videokamera byla zvolena z důvodu toho, že má velké množství režimů, na které může nahrávat videozáznam. Toto záznamové zařízení je reprezentantem klasické videokamery, která se používá pro zaznamenávání velkého spektra situací. Rozměry této videokamery jsou

rovněž poměrně malé, ale ze zvolených zařízení jsou největší. Instalace videokamery byla nejsložitější a neumožňovala kontrolu během průjezdu trasy.

### 6.3.1 GoPro HERO09 Black

GoPro HERO09 Black (Obrázek 14) je jedna z nejmodernějších a nejvýkonnějších outdoorových kamer od společnosti GoPro. Výhodou této kamery je široké množství nastavení a nejmodernějších funkcí. Kamera nabízí točení videí až v 5K, avšak pro účely noční BI by nemělo být zapotřebí. Snímkovací rychlost se odvíjí od nastaveného rozlišení, kdy ve 4K lze nahrávat maximálně na 30fps, avšak ve 2,7K již na 60fps. Konkrétně kamera nabízí tyto možnosti 5K/30, 5K/24, 4K/60, 4K/30, 4K/24, 2,7K/120, 2,7K/60, 1440p/120, 1440p/60, 1440p/30, 1440p/24, 1080p/240, 1080p/120, 1080p/60, 1080p/30, 1080p/24. Nastavení se ještě odvíjí od poměru stran natáčení - 4:3 nebo 16:9. GoPro HERO09 nabízí funkci Hypersmooth, která nabízí 4 režimy stabilizace videa – Boost, High, On a Off. Při stabilizaci videa však dochází k jeho oříznutí, z tohoto důvodu nebude zřejmě dobré nastavení vysoké stabilizace. Potencionální nevýhoda této kamery je již viditelná na první pohled. Díky malé velikosti je snadná její instalace na vozidlo, avšak videokamera je osazena malým objektivem. Malý objektiv signalizuje riziko, že k čipu se dostane malé množství světla a celkový obraz bude tedy tmavý. GoPro HERO9 to však kompenzuje širokým nastavením hodnoty ISO, konkrétně 100, 200, 400, 800, 1600, 3200, 6400. U pořizování videozáznamu si lze nastavit konkrétní hodnotu nebo si lze nastavit nejnižší a nejvyšší hodnotu a kamera si již volí hodnotu podle své potřeby. Širokou volbu nastavení také nabízí parametr vyvážení bílé, kde kromě automatického režimu lze zvolit tyto hodnoty 2300K, 2800K, 3200K, 4000K, 4500K, 5000K, 5500K, 6000K, 6500K. Další výhodou této outdoorové kamery je i její voděodolnost, tudíž nehrozí riziko zničení kamery při náhlé změně počasí v průběhu provádění noční BI [32].



Obrázek 14 GoPro HERO09 Black [45]

### 6.3.2 Insta360 ONE R

Insta360 ONE R (Obrázek 15) je outdoorová kamera, která byla vybrána s modelem jedno-palcového objektivu. Tento objektiv je oproti předešlé GoPro HERO9 výrazně větší. Bohužel

tato outdoorová kamera v ostatních aspektech poměrně zaostává. V parametru rozlišení a fps nabízí Insta360 ONE R podobné možnosti jako konkurenční model. Insta360 ONE R obsahuje konkrétně tyto možnosti nastavení 5K/30, 5K/24, 4K/60, 4K/30, 4K/24, 2,7K/60, 2,7K/30, 2,7K/24, 1080p/120, 1080p/60, 1080p/30, 1080p/24. Parametrem, kde oproti GoPro HERO9, tato kamera ztrácí je ISO. Možnosti nastavení jsou o jeden stupeň nižší, což by však mohl kompenzovat větší objektiv. ISO má tyto možnosti nastavení 100, 200, 400, 800, 1600 a 3200. Tyto hodnoty lze nastavit manuálně na konkrétní hodnotu nebo za pomoci automatického režimu. Vyvážení bílé také nabízí užší spektrum možností, konkrétně: automatický režim, 2700K, 4000K, 5000K, 6500K. Jak je u outdoorových kamer zvyklostí i tato kamera nabízí voděodolnost [33].



Obrázek 15 Insta360 ONE R [45]

### 6.3.3 DOD LS470W+

DOD LS470W+ (Obrázek 16) je vyšší model autokamery od společnosti Dream of Digit-tech. Kamera je vybavena 150° ultra-širokoúhlým objektivem se clonou objektivu f 1,6 a snímačem SONY Exmor Cmos. Čočka objektivu je složená ze 7 vrstev skla. Tato konfigurace by měla nabízet jasný, čistý a nedeformovaný obraz. Kamera je vybavena polarizačním filtrem. Účelem polarizačního filtru je snížení reflexních odlesků. Polarizační filtr umožňuje dosahovat dokonalejších záběrů, lepších kontrastů a zejména pak výrazně snižuje odraz světla na předním skle. Výsledné záběry by měly být tedy jasnější a bez odlesků. Rozlišení a fps je oproti outdoorovým kamerám na výrazně nižší úrovni, avšak rovněž nabízí kamera nahrávání ve full HD na 30fps. Konkrétní varianty nastavení jsou pak 1080p/30, 720p(HD)/60, 720p/30, 848x480/30, 640x480/30. Kamera nabízí vysokou ISO senzitivitu do hodnoty 12800, avšak tuto hodnotu si kamera volí automaticky a nelze ji měnit. Světelnost pořízeného videozáznamu lze měnit parametrem expozice, která má tyto možnosti: -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3. V nastavení kamery rovněž nelze měnit parametr vyvážení bílé. Zajímavou výhodou pak disponuje konečné zpracování videa, které by mohlo pomoci při následném posuzování deficitů v noční BI. Při zpracování lze získat hodnoty aktuální rychlosti jízdy vozidla v daném místě komunikace. Zajímavým doplňkem autokamery je i zabudovaný mikrofón, tento

komponent může být rovněž užitečný při noční BI. Řidič vozidla může sdělovat své pocity z průjezdu a předem upozornit na potencionálně nebezpečná místa [34].



Obrázek 16 DOD LS470W+ [34]

#### 6.3.4 DOD IS420W

DOD IS420W (Obrázek 17) je mini kamera do auta od společnosti Dream of Digit-tech. Záběry jsou zachycovány 140° širokoúhlým objektivem s parametrem f 1.8 a snímačem Sony Exmor CMOS. Objektiv nabízí 6G ostrou skleněnou čočku, která je vyrobena z 6 vrstev skla. Tato technologie by měla zaručovat čistý a nedeformovaný obraz. DOD IS420W nabízí stejné množství nastavení rozlišení a fps jako model DOD LS470W+. Konkrétní hodnoty nastavení jsou tedy 1080p/30, 720p(HD)/60, 720p/30, 848x480/30 a 640x480/30. Tento model však nabízí nižší maximální hodnotu ISO. Citlivost je maximálně 3200. Hodnoty citlivosti jsou voleny automaticky kamerou. Šum videa je potlačen technologií 3DNR. Ostatní nastavení a technologie jsou totožné s předchozím modelem autokamery. Nelze tedy měnit hodnoty vyvážení bílé, ale lze měnit parametr expozice, která nabízí stejné varianty jako u modelu DOD LS470W+. Zůstávají výhody ve zpracování videa pomocí aplikace poskytované výrobcem autokamery. V kameře je opět i vestavěný mikrofon [34].



Obrázek 17 DOD IS420W [34]

### 6.3.5 Panasonic HC-W580

HC-W850 (Obrázek 18) je zástupcem klasické malé videokamery od společnosti Panasonic. Objektiv disponuje vysokou možností zoomu, což však pro účely noční BI není potřebné. Hodnota F se odvíjí od nastavení režimu videokamery. V režimu WIDE má F hodnotu 1.8 a F 4.2 v režimu TELE. Díky stabilizační technologii Hybrid O.I.S.+ nabízí videokamera pořízení neroztřeseného obrazu. Videokamera obsahuje obrazový snímač BSI MOS o velikosti 1/5.8. Rozlišení videa a snímková frekvence nedosahuje takových kvalit jako mají outdoorové kamery, ale hodnoty jsou srovnatelné s výše zmíněnými autokamerami. Kamera nabízí nahrávání nanejvýše ve Full HD na 50fps (1080p/50). Toto nastavení by mělo zaručovat plynulý obraz s dodatečným rozlišením. Videokamera dosahuje vysokého rozsahu citlivosti: 125-25600. Vyvážení bílé zde nelze nastavit podle klasické stupnice s hodnotami, avšak kamera nabízí celkem 6 režimů: Automatický režim, Bílé kusy, Slunečno, Zataženo, Interiér 1, Interiér 2. V rámci uživatelského rozhraní existuje velké množství režimů, na které lze pořizovat videozáznam. Volba režimu se odvíjí od situace, kterou chce uživatel zaznamenávat. Speciálním režimem je nahrávání v HDR. Zkratkou HDR je vyjádřen anglický název High Dynamic Range, který znamená vysoký dynamický rozsah videa. Tato funkce umožňuje zaznamenávání zároveň nejtmaší i nejsvětější části bez ztráty kresby v jiných částech záběru. Záznam se zapnutou funkcí HDR by se měl více přibližovat realitě. Nevýhoda Panasonic HC-W580 spočívá v její instalaci a upevnění na automobil. Nejvhodnější variantu instalace videokamery lze spatřovat v instalaci na střechu automobilu. Problém tohoto řešení by nastal v případě náhlé změny počasí a příchodu deště. Videokamera oproti například outdoorovým kamerám není voděodolná [35][36].



Obrázek 18 Panasonic HC-W850 [36]

## 7. Lokalita pro provedení měření

Dříve než bylo možné provést první měření se stanovenou měřicí technikou, bylo nutné zvolit, kde bude měření prováděno. Pro potřeby zjištění vhodného nastavení měřicí techniky pro účely noční bezpečnostní inspekce byla důležitá zejména pestrost lokality s ohledem na přítomnost veřejného osvětlení a kvality vodorovného dopravního značení (dále použita zkratka VDZ). Dalším kritériem byla přítomnost přechodů pro chodce ideálně s různými druhy přisvícení nebo jeho absencí. Požadavkem bylo nalezení lokality, která svojí částí bude v intravilánu s kvalitním provedením VDZ, v intravilánu s nekvalitním provedením VDZ, v extravilánu s kvalitním provedením VDZ, v extravilánu s nekvalitním provedením VDZ a s přítomností přechodů pro chodce. Jedním z faktorů výběru lokality byla rovněž různorodost vedení. Tím se rozumí přítomnost přímých úseků, ale i úseků s ostrými směrovými oblouky. Dalším z faktorů byla rozmanitost okolí komunikace. Rozmanité okolí by mělo obsahovat úseky vedené obytnou zástavbou, lesem a polem. V každém okolí by totiž mohly být jiné světelné podmínky. Dalším pomocným kritériem volby trasy byla vzdálenost trasy od Prahy. Výhodou blízké lokality byla i znalost okolí a přepravních vztahů a rovněž poskytnutí flexibility při sběru dat. Z tohoto důvodu byla trasa vybírána v severozápadní části středočeského kraje a hlavního města Prahy, zejména pak v okolí města Kladno. Pro usnadnění měření byla volena trasa formou okruhu, což znamená, že začátek i konec (start i cíl) trasy byl v jednom místě. V blízkosti začátku/konce trasy se muselo nacházet vhodné místo pro odstavení vozidla na čas potřebný k změně parametrů měřících zařízení a zahájení opětovného pořizování videozáznamu [22].

### 7.1 Varianty lokalit

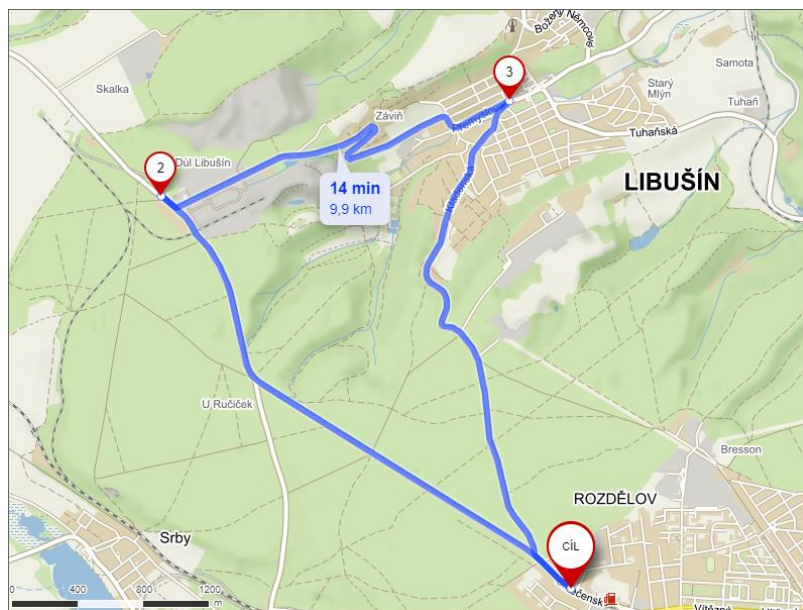
Výběr lokalit byl na základě prohlídky mapových podkladů a na základě vlastních znalostí komunikační sítě v okolí Prahy. Hlavním podkladem bylo použití funkce panorama na webovém portálu mapy.cz [22]. Díky této funkci je možné si vizuálně projít zvolený úsek a zjistit, zda splňuje naše podmínky. Tento nástroj však není dokonalý, protože ne každá pozemní komunikace je aktuálně zdokumentována. Což znamená, že nyní může být daná komunikace po rekonstrukci, případně v rekonstrukci, a nemusí splňovat naše požadavky.

#### 7.1.1 Varianta A – Severozápad města Kladno

Varianta A (Obrázek 19) začíná v severozápadní části města Kladna, v jeho části Rozdělov. Po silnici III/23631 pokračuje trasa do obce „Libušín důl“, kde dojde po průjezdu k otočení vozidla a následně odbočení na silnici III/23634. Tato PK vede do města Libušín. V městě Libušín se nachází okružní křižovatka (zkráceně OK), kde dojde ke zvolení výjezdu na silnici



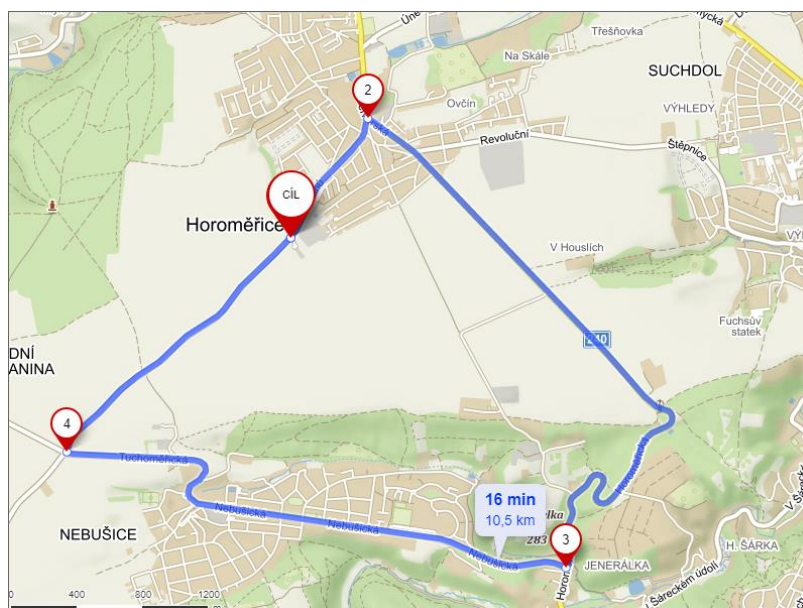
III/23635. Trasa je dovedena po silnici III/23635 zpět do městské části Kladno – Rozdělov, kde celý okruh končí [23].



Obrázek 19 Plánek varianty A [22]

### 7.1.2 Varianta B – okruh Horoměřice-Nebušice

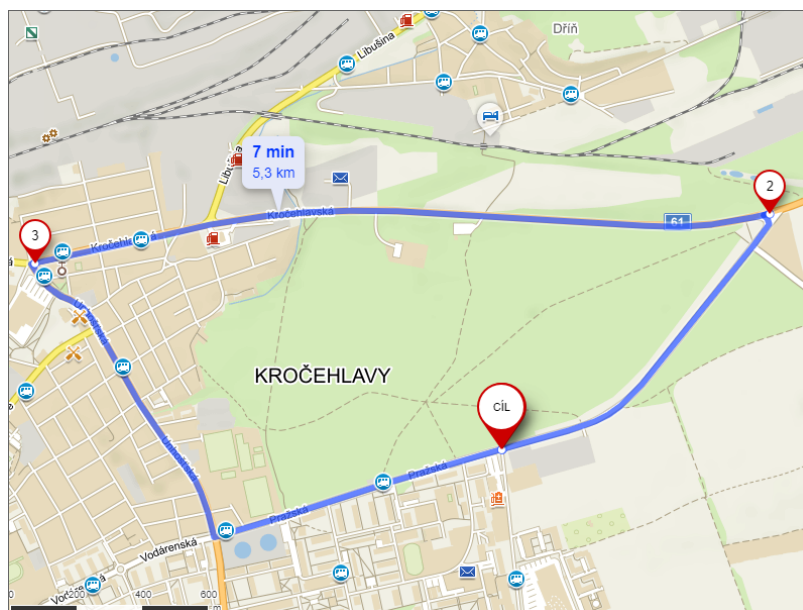
Varianta B (Obrázek 20) je orientována v obci Horoměřice a v městské částí Praha - Nebušice. Počátek varianty je zvolen před vjezdem do obce Horoměřice po silnici III/2404. Trasa poté navazuje na silnici II/240 a vede proti jejímu staničení směrem do Prahy. V místě začátku hlavního města Praha se mění její název na Horoměřická. Dále vede trasa po místních komunikacích Nebušická a Tuchoměřická, která končí okružní křižovatkou (dále jen OK). Z OK je trasa vedena po komunikaci do Horoměřic, respektive po vjezdu do středočeského kraje po silnici III/2404, až do místa cíle [23].





### 7.1.3 Varianta C – malý okruh Kladno

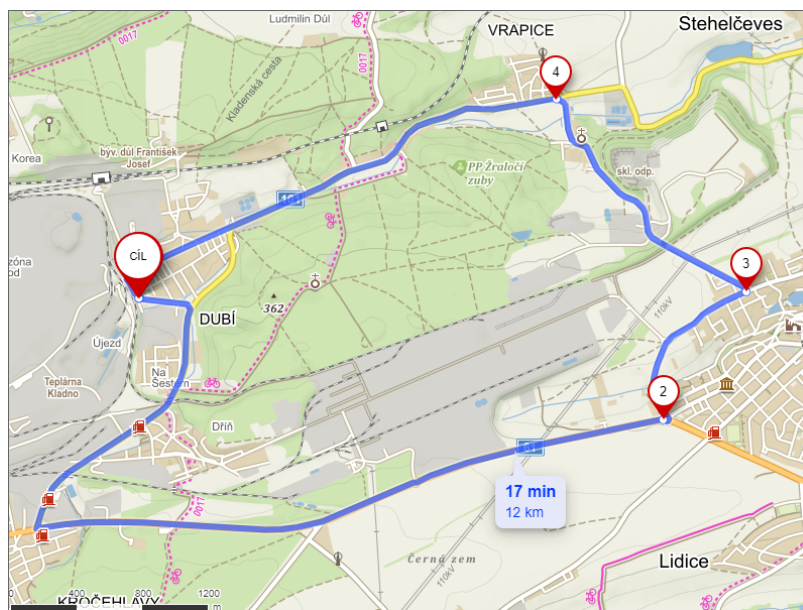
Východně od města Kladno a v rámci něho vznikla třetí varianta (viz Obrázek 21). Start i cíl této varianty byl určen na místě výjezdu z města Kladno na místní komunikaci Pražská. Na tuto komunikaci navazuje silnice III/0066, z které je odbočeno na silnici I/61. Okruh pokračuje ve směru staničení silnice I/61 až na křižovatku s ulicemi Vodárenská a Pražská. Po místní komunikaci Pražská je trasa dovedena do svého cíle [23].



Obrázek 21 Plánek varianty C [22]

### 7.1.4 Varianta D – okruh Buštěhrad-Kladno

Varianta D (Obrázek 22) má svůj počátek v městě Kladno v části města Dubí v ulici Milana Babušky. Pokračuje po silnici II/101 až na křižovatku se silnicí I/61. Trasa vede proti staničení silnice I/61 do KO v blízkosti města Buštěhrad. Následně trasa prochází městem Buštěhrad po silnici III/00719 a III/00717, která dovede řidiče zpět do města Kladno. Městem Kladno se projíždí po silnici II/101 proti směru staničení, kde však dojde k odbočení na komunikaci Vrapická a poté zpět na začátek okruhu do ulice Milana Babušky [23].



Obrázek 22 Plánek varianty D [22]

## 7.2 Porovnání variant

Porovnání variant je provedeno na základě již zmíněných podmínek, jako je například odlišná kvalita provedení VDZ v různých částech okruhu. Rovněž bude zohledněna přítomnost prvků infrastruktury, jako jsou například přechody pro chodce. Podrobné porovnání variant poskytuje Tabulka 6. V tabulce je u každé varianty uvedena délka trasy, procentuální zastoupení extravilánového/intravilánového úseku s ne/kvalitním provedením VDZ, počet přechodů pro chodce a jejich osvětlenost, počet okružních křižovatek, autobusových zastávek, rozmanitost okolí a směrového vedení.

Tabulka 6 Porovnání variant [45]

parametr	specifikace	jednotky	Varianta A	Varianta B	Varianta C	Varianta D
délka trasy		[km]	9,9	10,5	5,3	12
minimální časová náročnost		[min]	14	16	7	17
kvalitní VDZ v intravilánu	délka a podíl z celkové trasy	[m]/[%]	650 -> 6,6%	3900 -> 37,1%	1800 -> 34%	2700 -> 22,5%
kvalitní VDZ v extravilánu	délka a podíl z celkové trasy	[m]/[%]	3000 -> 30,3%	3100 -> 29,5%	1400 -> 26,4%	3750 -> 31,3%
nekvalitní VDZ v intravilánu	délka a podíl z celkové trasy	[m]/[%]	2250 -> 22,7%	2200 -> 21%	1000 -> 18,9%	3700 -> 30,8%
nekvalitní VDZ v extravilánu	délka a podíl z celkové trasy	[m]/[%]	4000 -> 40,4%	1300 -> 12,4%	1100 -> 20,7%	1850 -> 15,4%

přechod pro chodce	neosvětlený	[-]	0	1	0	0
	osvětlený bez přisvícení	[-]	3	10	10	6
	osvětlený s přisvícením pouze z jedné strany	[-]	1	2	3	2
	osvětlený s přisvícením z obou stran	[-]	2	1	0	0
okružní křižovatka		[-]	1	1	0	2
autobusová zastávka	intravelán	[-]	3	8	7	7
	extravilán	[-]	1	0	0	0
rozmanitost okolí	subjektivní číselné hodnocení 1-5 (5 = nejvíce rozmanité)	[-]	2	3	2	4
rozmanitost směrového vedení	subjektivní číselné hodnocení 1-5 (5 = nejvíce rozmanité)	[-]	4	4	2	3

Každá ze zvolených variant obsahuje svoje výhody i nevýhody, které nelze vždy vyčíst z uvedené tabulky. Varianta A má největší nevýhodu v malém zastoupení intravilánového úseku s kvalitním VDZ a rovněž v tom, že tam kde je uvedeno, že úsek obsahuje nekvalitní VDZ je spíše přímo jeho absence. Nevýhoda je i v absenci VDZ v 2a „Podélná čára přerušovaná“ [10] v extravilánových úsecích. Varianta B je nejzajímavější rozmanitostí a počtem přechodů pro chodce. V této trase jsou zastoupeny všechny druhy přechodů pro chodce, dokonce se zde nachází i přechod pro chodce s absencí přisvícení v místě bez veřejného osvětlení. Nevýhodou je však vysoká intenzita dopravy i ve večerních/nočních hodinách, a i nedostatečné množství úseků s nekvalitním VDZ. Zajímavou přednost nabízí varianta C, kde na malém okruhu se nachází téměř vše, co je potřebné. Avšak okruh prochází částí města Kladno, kde se opět dají očekávat vyšší intenzity dopravy. Další nevýhodou je monotónnost okolí, což znamená, že se zde nenachází velké množství přechodů mezi různě osvětleným okolím.

Vítěznou variantou je varianta D. Benefitem této varianty je skutečnost, že obsahuje poměrně značný úsek silnice I. třídy, konkrétně I/61. Trasa je v největší míře vyvážená a obsahuje téměř vše potřebné. Jedinou nevýhodu lze spatřovat v absenci zcela neosvětleného přechodu

pro chodce a rovněž přechodu pro chodce s přisvícením na obou stranách PK. Avšak varianta obsahuje 2 přechody pro chodce přisvícené z jedné strany, které mohou přisvětlovat adekvátně přechod pro chodce.

### 7.3 Specifikace vítězné lokality

Po vybrání varianty D došlo k porovnání poznatků zjištěných z mapových podkladů a místních znalostí s fyzickou prohlídkou zvolené trasy. Na základě místní prohlídky byl začátek trasy zvolen v ulici Milana Babušky. Toto místo bylo zvoleno z několika důvodů. Z hlediska bezpečnosti při nastavování odlišných nastavení záznamových zařízení je lepší zvolit místo v intravilánovém úseku, nejlépe s vhodnou odstavnou plochou. Intravilánový úsek představuje výhodu v nižší dovolené rychlosti. Druhým kritériem bylo, aby se zde nenacházel výrazný zdroj světla, který by neumožnil vidět tak velké změny obrazu při volbě odlišného nastavení. Vzhledem k těmto faktorům bylo toto místo ideální, protože se nachází v intravilánovém úseku bez VO a nachází se zde i přívětivá odstavná plocha.

Po několika desítkách metrů trasy dojde k odbočení na silnici II/101, která vede v osvětleném intravilánovém úseku města. Až po křižovatku se silnicí I/61 se zde nacházelo nekvalitně provedené nebo opotřebované VDZ. Na tomto úseku se vyskytují rovněž 4 přechody pro chodce, které nejsou vůbec přisvíceny. Silnice I/61 je vybavena kvalitním VDZ po celém úseku našeho měření a jsou na ni vybudovány 2 okružní křižovatky. Jedna je opatřena tzv. bypassem pro možnost urychlení přímého průjezdu křižovatkou. Na druhém z kruhových objezdů dojde k vyjetí na třetím výjezdu. Trasa pokračuje po silnici III/00719 s nekvalitním VDZ. Tato silnice prochází městem Buštěhrad, kde v našem úseku rovněž obsahovala nekvalitní VDZ. V městě Buštěhrad dojde k odbočení na silnici III/00717, která trasu zavede přes extravilánové úseky s nekvalitním VDZ zpět do města Kladno. Zhruba po 400 m intravilánovém úseku silnice končí na stykové křižovatce. Zde dojde k odbočení na silnici II/101, po které trasa vede proti směru jejího staničení. Na této silnici byla realizována údržba a oproti virtuální projížďce trasy za pomoci webové aplikace panorama na portálu mapy.cz [22], se zde již nachází kvalitně provedené VDZ. Rovněž z velké části je zde silnice dostatečně nasvícena VO. Nachází se zde 2 přechody pro chodce. První z nich je nepřisvícen, druhý je přisvícen, ale nachází se v intravilánovém úseku s neadekvátním VO. Trasa dále pokračuje po ulici Vrapická, kde se rovněž vyskytují 2 přechody pro chodce a opět druhý z nich je přisvícen. Trasa končí odbočením do ulice Milana Babušky [22][23].

### 7.4 Místa pro referenční fotografii

Volba míst pro referenční fotografie probíhala na základě 3 kritérií. Prvním z kritérií byla bezpečnost. Sběr dat probíhal v plném provozu a intenzity provozu na některých úsecích

zvolené trasy dosahovaly vysokých hodnot i ve večerních/nočních hodinách, zejména na silnici I/61. Pro pořízení kvalitní fotodokumentace rovněž vozidlo nesmělo být opatřeno zapnutým bezpečnostním majákem pro jeho zvýraznění. Dalším důvodem bylo to, aby při měření docházelo k co nejmenšímu narušení provozu. Z těchto důvodů byly voleny lokality, kde lze odstavit vozidlo těsně vedle jízdního pruhu a z tohoto místa pořídit bezpečně fotodokumentaci. Rovněž šlo volit místa v intravilánovém úseku, kde je dostatečná šířka vozovky a je zde možné bezpečně objetí stojícího vozidla. Druhým kritériem bylo, aby místa byla odlišná svým charakterem okolí. Respektive, zda se v daném místě nachází veřejné osvětlení, proto byla vybírána místa jak v intravilánu, tak v extravilánu. Posledním kritériem byla kvalita VDZ. Po zohlednění všech kritérií byla zvolena 4 místa určená pro referenční fotografie, viz Tabulka 7 a Obrázek 23.

Tabulka 7 Rozdělení míst pro referenční fotografii [45]

stanoviště/místo	umístění	VDZ
1	extravilán - bez VO	nekvalitní
2	intravilán - s VO	kvalitní
3	intravilán - s VO	nekvalitní
4	extravilán - bez VO	kvalitní



Obrázek 23 Schéma rozmístění míst pro referenční fotografie [22]

## 8. Vyhodnocení

Před samotným vyhodnocením, jaký druh kamery, s jakým nastavením bude nejlepší volbou při provádění noční BI PK formou průjezdu inspekčního vozidla, bylo nutné stanovit referenční fotografii pro porovnání videí. Poté byly jednotlivé referenční fotografie porovnávány s pozastaveným videozáznamem ze stejného místa.

### 8.1 Vyhodnocení referenčních fotografií

Výstupem při tvorbě referenční fotografie byla řada snímků s různou expozicí. V době provádění referenční fotografie bylo subjektivně posouzeno v místě focení, která fotografie nejlépe zachycuje reálnou situaci. Rovněž bylo poznamenáno, co člověk vidí z místa řidiče, jednalo se například o počet DZ 11a/b „Směrový sloupek bílý levý/pravý“ (DZ = dopravní zařízení) [10], počet stromů (lze vidět korunu nebo jen kmeny), různé objekty jako budovy nebo jejich části, rovněž také byla poznamenána barva nebe. Pro zaznamenání těchto poznatků je nutné, aby oko nebylo již adaptováno na okolní prostředí. V případě řízení vozidla totiž musí docházet k rychlému přizpůsobování oka na dané světelné podmínky. Dochází také k oslňování řidiče světlomety jiných vozidel nebo k přejezdu do míst s různou velikostí intenzity světla. Z tohoto důvodu bylo nutné před například počítáním stromů vystavit oko jiným světelným podmínkám. Zjištěné informace byly nápomocny k vyhodnocení, zda referenční fotografie odpovídá skutečnému vnímání lidského oka daného člověka. Tabulka 8 uvádí hodnoty jednotlivého nastavení u vybraných referenčních fotografií.

Tabulka 8 Parametry referenčních fotografií [45]

výherní fotografie	druh osvětlení	expoziční čas [s]
stanoviště 1	potkávací světla	2/5
	dálková světla	4/5
stanoviště 2	potkávací světla	1/8
	pouze VO	2/5
stanoviště 3	potkávací světla	1/6
	pouze VO	3/10
stanoviště 4	potkávací světla	3/10
	dálková světla	1/4

V některých případech byla velice obtížná volba mezi 2 pořízenými fotografiemi. Je to z toho důvodu, že skok o 1/3EV není moc velký a vše bylo vnímáno pomocí okometrie, která je specificky subjektivní. Názorný příklad sekvence fotografií reprezentuje Obrázek 24. Tyto snímky byly vytvořeny na lokalitě č. 1.

Jakožto referenční fotografie byly zvoleny zejména fotografie tvořené při zapnutém režimu potkávacích světel. Je to z důvodu simulace nejsložitějších podmínek, které mohou nastat při noční jízdě automobilem. Pouze lokalita č. 1 byla vyhodnocována na režim dálkových světel.



Obrázek 24 Sekvence fotografií s odlišným expozičním časem [45]

## 8.2 Volba nejlepší techniky pro noční BI PK formou průjezdu inspekčního vozidla

Základem pro samotnou volbu nejlepšího záznamového zařízení a jeho parametrů byla práce v terénu, respektive najetí zvolené trasy s co možná nejvíce potencionálně zajímavými nastaveními. Sběr dat byl rozdělen do více dnů. Měření probíhalo vždy podle pravidel tvorby videodokumentace pro účely noční BI a v době astronomické noci. I přes značnou snahu o zachování totožných podmínek při jednotlivých průjezdech trasy docházelo k určitým odchylkám. Každý den v roce nastává minimálně trochu odlišné počasí, tudíž nemohlo dojít k totožným podmínkám při měření. Záznam trasy byl rovněž ovlivněn provozem na pozemních komunikacích. Reflektory vozidel osvětlovaly komunikaci a její okolí vždy v jiných částech trati. Bohužel v některých případech se jednalo i o místa vzniku referenčních fotografií. Jakožto inspekční vozidlo bylo použito Mitsubishi ASX s rokem výroby 2013 a s reflektory H 11.

Před samostatným pořizováním videodokumentace byla zvolena potenciálně nejlepší možná nastavení. Výběr probíhal na základě znalosti parametrů záznamových zařízení a jejich možných nastavení. Některá nastavení byla změněna přímo na místě sběru videodokumentace a to na základě analýzy videozáznamu z předešlého projetí trasy. Přímé nastavení všech záznamových zařízení při každém průjezdu trati je uvedeno v příloze č. 1 – Výběr optimálního měřicího zařízení a volba jeho parametrů.

Samostatný výběr nejlepší techniky a jejího nastavení pro noční BI PK formou průjezdu inspekčního vozidla probíhal na základě tří druhů vyhodnocení. Prvotní vyhodnocení probíhalo již během pořizování videodokumentace. U outdoorových kamer GoPro HERO09 Black a Insta360 ONE R lze přímo vidět pomocí mobilní aplikace nahrávaný obraz na mobilním telefonu. U autokamer DOD LS470W+ a DOD IS420W existuje režim, při kterém se neustále



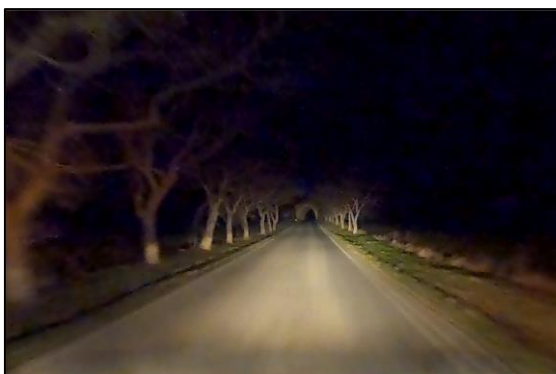
po dobu jízdy na displeji zobrazuje nahrávaný obraz. Jediné, kde nedocházelo k okamžité zpětné vazbě, bylo při použití kamery Panasonic HC-W580. Kamera neumožňuje vzdálené připojení a manipulace s kamerou byla značně ztížena jejím umístěním na střeše inspekčního vozidla.

Druhé vyhodnocení probíhalo na základě již vytvořené referenční fotografie (Obrázek 25). Fotografie byla porovnávána se zastaveným videozáznamem v totožném místě. Obrázek 26 představuje zastavený videozáznam vítězného nastavení v lokalitě č. 1. Bylo porovnáváno, co vše je možné na fotografii identifikovat a zda tomu odpovídá i zastavený videozáznam. Hlavní je sledování prostoru před vozidlem, kam se zaměřuje největší pozornost řidiče. To znamená, že není tolik důležité sledování nejbližších metrů před vozidlem ani maximální dohled. Pomocným kritériem byla i barevnost fotografie, která byla ovlivněna zejména parametrem vyvážení bílé. U porovnávání videa s referenční fotografií byla zaznamenána celá řada menších i větších problémů. Prvotní dva byly již zmíněny v úvodu kapitoly a to jsou odlišný den pořízení referenčních fotografií a vliv ostatních účastníků provozu na PK. Třetím rozdílem mezi referenční fotografií a záběry z videodokumentace je poloha pořizování dokumentace. Referenční fotografie byly pořizovány při pravém kraji jízdního pruhu nebo dokonce za hranicí jízdního pruhu. Snímky z videodokumentace jsou pořizovány ze středu jízdního pruhu, tudíž dochází k porovnávání ne zcela totožných snímků. Na rozdílnosti snímků má značný vliv i umístění zařízení pro sběr videodokumentace a jejich natočení.



Obrázek 25 Referenční fotografie s dálkovým režimem ze stanoviště 1 [45]





Obrázek 26 Snímek z vítězného nastavení ze stanoviště 1 [45]

Na základě vyhodnocování videozáznamů dle referenční fotografie vychází pro každé stanoviště jiné záznamové zařízení, respektive jiné nastavení parametrů záznamového nastavení, viz Tabulka 9. Při porovnání na stanovišti 1 a 2 vychází jakožto nejrealističtější zachycení prostoru komunikace videozáznam z outdoorové kamery GoPro HERO09 Black. Záběry z této kamery odpovídají v hlavních kritériích všem referenčním fotografiím, avšak na stanovišti 3 a 4 se jeví nejlépe zachycení prostoru komunikace pomocí autokamer DOD LS470W+ a DOD IS420W. Velkou nevýhodou autokamer představovalo to, že v některých místech trasy zobrazovaly více věcí než bylo schopné vnímat lidské oko. Hlavním rozdílem mezi zaznamenáváním videozáznamu z outdoorové kamery GoPro HERO09 Black na 2,7K/60 a 1080p/30 je v zachycení světla. Nastavení kamery na 2,7K/60 lépe odpovídá v intravilánových úsecích s VO. Nastavení kamery na 1080p/30 odpovídá více v extravilánových úsecích bez VO, v intravilánových úsecích jsou pořízené snímky s tímto nastavením světlejší zejména v těsné blízkosti od automobilu. Tato vzdálenost však není pro potřeby noční BI rozhodující. Vzhledem k tomuto důvodu a vzhledem k tomu, že na většině komunikací výrazně převládají extravilánové úseky nad intravilánovými byla jakožto vítězná varianta zvolena GoPro HERO09 Black s nastavením na 1080p/30.

Tabulka 9 Vítězná nastavení pro jednotlivá stanoviště dle referenčních fotografií [45]

stanoviště/místo	záznamové zařízení	rozlišení	fps	ISO	WB	úhel záběru/expozice
1	GoPro HERO09 Black	1080p	30	auto	auto	linear
2	GoPro HERO09 Black	2,7K	60	auto	auto	linear
3	DOD LS470W+	1080p	30	auto	auto	0
4	DOD IS420W	1080p	30	auto	auto	-2

Poslední fází vyhodnocování byla zpětná analýza videí. Při zpětném zhlédnutí videozáznamů byl kladen důraz na to, zda správně snímají odrazivé VDZ/SDZ, a na kvalitu videozáznamu. Kvalita videozáznamu se vyhodnocovala na základě zejména zrnitosti videa, plynulosti videa, a zda není videozáznam rozmazaný.

Při porovnávání videodokumentace lze názorně vidět jaký vliv má změna konkrétních parametrů. Rovněž z pořízené videodokumentace lze stanovit limity jednotlivých záznamových zařízení při tvorbě noční videodokumentace. I přes počáteční prognózu, že outdoorová kamera Insta360 ONE R bude poskytovat světlejší obraz než GoPro HERO09 Black, došlo k zjištění přesného opaku. Insta360 ONE R s různými variacemi nastavení stále bojovala s tmavostí obrazu, která neodpovídala realitě. Nejreálnější obraz poskytovala tato kamera ve velmi osvětlených oblastech. Opačný problém se objevoval u autokamer. Zde bylo zaznamenáváno více informací než je řidič schopný zaznamenat. Volbou změny expozice šlo snížit světlost obrazu, avšak stále obraz z autokamery zaznamenával širší osvětlený prostor, než bylo možné pozorovat. Tento problém nastával zejména v extravilánových úsecích. Limitem Panasonic HC-W580 byla plynulost a ostrost obrazu. Nejlepším nastavením se jevilo nastavení na 1080p/50 při režimu iA.

Po zohlednění všech kritérií byla jako nejlepším možným záznamovým zařízením zvolena GoPro HERO09 Black, konkrétně s nastavením na 1080p neboli Full HD a na 30 fps. Byl na ni navolen standartní lineární záběr s režimem automatického nastavení ISO a vyvážení bílé. Hlavní klady přináší GoPro HERO09 Black v rychlé změně hodnot parametrů a tudíž dochází k plynulým změnám, které simulují realitu. Výhodou je i její odolnost vůči okolním vlivům jako je například déšť. Hlavním důvodem, proč byla zvolena tato kamera s tímto nastavením je, že obraz nejlépe reflektuje skutečný pohled z automobilu. Nevýhodou tohoto nastavení je, že se ve videozáznamu nachází, z důvodu vyšších hodnot ISO, větší množství šumu. Šum by však neměl bránit v rozpoznávání rizik komunikace, pouze snižuje estetický dojem z videa. Množství šumu lze korigovat pomocí různých programů na úpravu videozáznamů. Druhou nevýhodou je, že v některých částech záznamu neodpovídá barevnost scény. Avšak barevnost je pouze vedlejší parametr a neměl by mít zásadní vliv při vyhodnocování rizik komunikace.

## 9. Závěr

Tato bakalářská práce pojednává o bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích. Toto téma je bohužel neustále aktuální a to z důvodu stále vysokého počtu dopravních nehod a jejich dopadů na společnost. Bakalářská práce se zabývá zejména BI PK, které jsou proaktivním nástrojem. Jejich cílem je snížení následků a počtu dopravních nehod. Specifickým druhem BI jsou noční BI. Noční BI mají odhalit dopravně-bezpečnostní deficity, které vznikají za snížené viditelnosti nebo vedou ke zvýšené nebezpečnosti daného místa v období snížené viditelnosti.

První část této bakalářské práce má zasvětit čtenáře do problematiky bezpečnosti na PK a seznámit ho s různými nástroji pro snížení nehodovosti na PK. V další části je vysvětlena problematika noční BI PK a její rozdíly oproti denní BI PK. Při provádění noční BI PK formou průjezdu inspekčního vozidla je velmi důležitý sběr kvalitních dat, aby docházelo případně ke správnému vyhodnocení jednotlivých dopravně-bezpečnostních deficitů. Z tohoto důvodu je věnována pozornost vysvětlením jednotlivých parametrů záznamových zařízení a jejich vlivu na výslednou podobu videozáznamu.

Při dostatečných znalostech o tvorbě noční videodokumentace byly zvoleny potencionálně nevhodnější záznamová zařízení. Konkrétně se jednalo o 2 outdoorové kamery, 2 autokamery a jednu běžnou videokameru. U těchto záznamových zařízení byly popsány jejich parametry a možnosti. Zejména pak byly vyzdvihnuty jejich silné a slabé stránky, které by mohly mít vliv na kvalitu pořízené videodokumentace. Před samotnou tvorbou videodokumentace bylo nutné stanovit lokalitu, respektive trasu, kde bude probíhat sběr dat a rovněž kritéria pro vyhodnocení jednotlivých průjezdů. Trasa byla volena na základě mnoha parametrů, hlavním faktorem byla její rozmanitost a přítomnost jednotlivých prvků na trase. Pojem rozmanitost trasy v sobě zahrnuje její směrové a výškové vedení, procentuální zastoupení intravilánových a extravilánových úseků a celkové okolí komunikace. Z prvků komunikace byla nejdůležitější přítomnost přechodů pro chodce. Vítězná varianta je orientována v okolí města Kladno a je vedena po silnicích I., II. i III. třídy, které procházejí obcemi i mimo ně. Vyhodnocení probíhalo subjektivním vnímáním trasy z pohledu řidiče, ale také na základě referenční fotodokumentace. Referenční fotografie byly pořízeny na různých místech zvolené trasy. Volba míst probíhala na základě bezpečnosti při pořizování fotografií v plném provozu, výskytu VO a kvality VDZ.

Hlavní částí práce byla volba jednotlivých nastavení záznamových zařízení pro průjezd zvolené trasy. Volba nastavení měla zásadní vliv na barevnost, plynulost a světlost/tmavost výsledného videozáznamu. Při vyhodnocování bylo patrné jaký parametr co ovlivňuje a jaké jsou limity jednotlivých zvolených zařízení. Jednotlivé volby nastavení probíhaly na základě předešlé rešerše o parametrech záznamových zařízení, ale rovněž byly upravovány

s ohledem na již nahrané videozáznamy. Jak již bylo zmíněno, hlavním cílem této bakalářské práce bylo stanovení optimálního měřicího zařízení a jeho nastavení při tvorbě videodokumentace pro účely noční BI PK. Vyhodnocování probíhalo na základě více podkladů. Jedním z pokladů bylo subjektivní posouzení z pohledu řidiče automobilu. Jednalo se zejména o poznatky ohledně viditelnosti na jednotlivých úsecích trati. Dalším podkladem byly referenční fotografie v jednotlivých částech trasy. Fotografie sloužily k porovnání se zastavenými videozáznamy v totožném místě.

Z celkového počtu 19 kombinací různého nastavení u odlišných záznamových zařízení vyšla nejlépe kamera od společnosti GoPro, konkrétně byla pro účely bakalářské práce použita GoPro HERO09 Black. Nastavení kamery bylo z větší části ponecháno na automatickém režimu a videozáznam byl pořízen ve fullHD s hodnotou 30 snímků za sekundu. Toto nastavení dokázalo po celou délku trasy poskytovat obraz, který se nejvíce blížil tomu, jak daný prostor vnímalo lidské oko. Při porovnání s referenčními fotografiemi rovněž toto nastavení vykazovalo největší shody.

V současné době dochází k velmi rychlému pokroku v oblasti nových technologií. S tímto tvrzením lze souhlasit i v oblasti tvorby fotografií a videozáznamů. Z tohoto důvodu by bylo dobré provádět testovací měření v intervalu několika let, aby se mohl sběr dat pro noční BI PK stále zdokonalovat. Toto zdokonalení může vést ke zlepšení celkové bezpečnosti na PK v České republice a pomoci k dosažení cílů VIZE NULA [12].

## 10. Zdroje

- [1] Metodika provádění bezpečnostní inspekce pozemních komunikací, Brno, CDV, v.v.i., 2013.
- [2] Celkové ztráty z dopravních nehod na pozemních komunikacích v roce 2018 překročily 80 mld. Kč | Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. Výzkum v dopravě | Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. [online]. Copyright © 2021 [cit. 18.07.2021]. Dostupné z: <https://www.cdv.cz/tisk/celkove-ztraty-z-dopravnich-nehod-na-pozemnich-komunikacich-v-roce-2018-prekrocily-80-mld-kc/>
- [3] Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů
- [4] Vyhláška č. 317/2011 Sb., kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů
- [5] Statistiky nehod a úmrtí v ČR: Počty neklesají! - Evropská asociace bezpečnosti silnic. EABS - Bezpečnější silnice - Evropská asociace bezpečnosti silnic [online]. Copyright © 2017 [cit. 08.07.2021]. Dostupné z: <https://bezpecnejsilnice.cz/project/statistika-19-misto-bezpecnosti-eu/>
- [6] Noční bezpečnostní inspekce pozemních komunikací - metodika provádění, Ostrava, VŠB - TUO, 2020
- [7] ŠACHL, J. a kol.: Analýza nehod v silničním provozu 2, Praha, ČVUT, 2010
- [8] 104/1997 Sb. Vyhláška, kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích. Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění [online]. Copyright © AION CS, s.r.o. 2010 [cit. 08.07.2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-104>
- [9] Ročenka nehodovosti na pozemních komunikacích za rok 2019 , Praha, Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia České republiky, květen 2020. Copyright © 2021 Policie ČR. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx?q=Y2hudW09Mw%3d%3d>
- [10] TP 65. Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích, Ministerstvo dopravy, 2013.
- [11] Časy východu a západu slunce. Předpověď počasí a meteoradar | Meteogram.cz [online]. Copyright © Meteogram.cz 2021, [cit. 08.07.2021]. Dostupné z: <https://www.meteogram.cz/vychod-zapad-slunce/>
- [12] Strategie BESIP 2021-2030, Ministerstvo dopravy, Praha, 2020.
- [13] Co je dobré vědět o megapixelech - Online fotoškola. Online fotoškola - nejrychlejší cesta k lepším fotkám [online]. Copyright © 2013 [cit. 08.07.2021]. Dostupné z: <https://www.onlinefotoskola.cz/clanky/co-je-dobre-vedet-o-megapixelech.html>

- [14] Opravdu divák nerozezná rozdíl mezi 4K a 8K rozlišením? | Diit.cz. Diit.cz - Vybráno z IT [online]. Copyright © 1998 [cit. 08.07.2021]. Dostupné z: <https://diit.cz/clanek/opravdu-divak-nerozezna-rozdil-mezi-4k-8k-rozlisenim>
- [15] 8K rozlišení: telefony se ho naučí už letos, na filmy si ale ještě počkáme. SMARTmania.cz – Váš průvodce světem chytrých zařízení [online]. Copyright © 2005 [cit. 08.07.2021]. Dostupné z: <https://smartmania.cz/8k-rozliseni-telefony-se-ho-nauci-uz-letos-na-filmy-si-ale-jeste-pockame/>
- [16] 4K, 8K, 16K – Are You Ready for the Resolution Evolution? [online]. Copyright © 2021 [cit. 08.07.2021]. Dostupné z: [https://www.cepro.com/news/4k\\_8k\\_16k\\_are\\_you\\_ready\\_for\\_the\\_resolution\\_evolution/](https://www.cepro.com/news/4k_8k_16k_are_you_ready_for_the_resolution_evolution/)
- [17] Co to je ISO – základy fotografování | Amaze.cz - Kurzy fotografování. Amaze.cz - Kurzy fotografování [online]. Copyright © 2021 Amaze.cz [cit. 08.07.2021]. Dostupné z: <https://www.amaze.cz/zaklady-fotografvani-iso>
- [18] PRAKTICKÉ VYUŽITÍ VIDEOKODEKŮ [online]. Brno, 2006 [cit. 2021-7-8]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/th/d8uzd/dp\\_xhrabi.pdf](https://is.muni.cz/th/d8uzd/dp_xhrabi.pdf). Diplomová práce. Masarykova univerzita - fakulta informatiky.
- [19] SVĚTELNOST OBJEKTIVU, PROČ JE DŮLEŽITÁ? – CEWE FOTOLAB. [online]. Copyright © 2021. [cit. 08.07.2021]. Dostupné z: <https://www.fotolab.cz/blog/svetelnost-objektivu-proc-je-dulezita/>
- [20] Slovník pojmů | Megapixel. Megapixel.cz - digitální fotoaparáty a videokamery Sony, Canon, Nikon, Olympus, Panasonic a další | Megapixel [online]. Copyright © 2001 [cit. 08.07.2021]. Dostupné z: <https://www.megapixel.cz/slovník>
- [21] Slovník | Alza.cz. Alza.cz – nakupujte bezpečně z pohodlí domova | Alza.cz [online]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/article/g784.htm>
- [22] Mapy.cz. Mapy.cz [online]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.4479000&y=50.0761000&z=11>
- [23] ArcGIS Web Application. Object moved [online]. Dostupné z: [https://geoportal.rsd.cz/apps/silnicni\\_a\\_dalnicni\\_sit\\_cr\\_verejna/](https://geoportal.rsd.cz/apps/silnicni_a_dalnicni_sit_cr_verejna/)
- [24] Místo noci nekonečný soumrak. Ani kolem půlnoci teď není v Česku úplná tma — ČT24 — Česká televize. ČT24 — Nejdůvěryhodnější zpravodajský web v ČR — Česká televize [online]. Copyright © [cit. 08.07.2021]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/veda/2834045-misto-noci-nekonecny-soumrak-ani-kolem-pulnoci-ted-neni-v-cesku-uplna-tma>
- [25] Výroční zpráva, Svaz Dovozců Automobilů, SDA [online]. Copyright © [cit. 08.07.2021]. Dostupné z: [http://portal.sda-cia.cz/clanky/download/2021\\_05\\_VZ\\_SDA\\_2020.pdf](http://portal.sda-cia.cz/clanky/download/2021_05_VZ_SDA_2020.pdf)

- [26] Směrnice Evropského Parlamentu a Rady 2008/96/ES ze dne 19. listopadu 2008 o řízení bezpečnosti silniční infrastruktury, Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/LSU/?uri=cellar:d22cac93-b39b-4182-8ce6-2463bd975628> –ta směrnice
- [27] Vše o fotografování pro fotografy | Fotorádce.cz [online]. Copyright © 2011 [cit. 08.07.2021]. Dostupné z: <https://www.fotoradce.cz/jak-optimalne-nastavit-cas-expozice>
- [28] Základy digitálních dokumentačních technik a možnosti jejich využití | Přírodovědecká fakulta. Informační systém [online]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/elportal/estud/prif/ps08/digitech/web/kapitola2/2.html>
- [29] Foto mánie - webový deník Karla Horkého. Foto mánie - webový deník Karla Horkého [online]. Copyright © 2015 [cit. 08.07.2021]. Dostupné z: <https://www.fotomanie.cz/inpage/expozicni-stupne-ev-955/>
- [30] Nikon: Digital Cameras, Lens & Photography Accessories. 301 Moved Permanently [online]. Dostupné z: [https://www.nikon.co.uk/en\\_GB/](https://www.nikon.co.uk/en_GB/)
- [31] Co je to bracketing? - Fotografovani.cz - Digitální fotografie v praxi. Fotografovani.cz - Digitální fotografie v praxi [online]. Copyright © Fotografovani.cz [cit. 08.07.2021]. Dostupné z: <https://www.fotografovani.cz/vybirame/technologie1/co-je-to-bracketing--151017cz>
- [32] GoPro [online]. Dostupné z: <https://gopro.com/en/cz/shop/cameras/hero9-black/CHDHX-901-master.html>
- [33] Insta360 ONE R. Insta360 | Action Cameras | 360 Cameras | VR Cameras [online]. Copyright © 2021 insta360.com All Rights Reserved. [cit. 08.07.2021]. Dostupné z: [https://www.insta360.com/product/insta360-oner\\_1inch-edition](https://www.insta360.com/product/insta360-oner_1inch-edition)
- [34] DOD kamery do auta - oficiální distributor ČR a SR. DOD kamery do auta - oficiální distributor ČR a SR [online]. Copyright © Dod [cit. 08.07.2021]. Dostupné z: <https://www.dod-tec.org/>
- [35] Obchody24.cz [online]. Dostupné z: <https://www.obchody24.cz/videokamera-panasonic-hc-w580>
- [36] HC-W580 Videokamera Full HD - Panasonic CZ. [online]. Copyright © 2021 Panasonic Marketing Europe GmbH [cit. 08.07.2021]. Dostupné z: <https://www.panasonic.com/cz/consumer/fotoaparaty-a-videokamery/videokamery/hc-w580.html>
- [37] Audit bezpečnosti pozemních komunikací - metodika provádění. Brno: CDV, v.v.i, 2012. ISBN 978-80-86502-44-1.
- [38] Camera Exposure – 3 Tips for using the exposure triangle [online]. Dostupné z: <https://www.prophototips.today/photography-tips-and-tricks/3-tips-for-using-the-exposure-triangle>

- [39] KOCOUREK, J.: Posuzování závažnosti dopravních konfliktů a rizik při provádění bezpečnostních inspekcí PK, Habilitační práce, Praha, ČVUT v Praze Fakulta dopravní, 2010.
- [40] pupila - ABZ.cz: slovník cizích slov. ABZ.cz: slovník cizích slov - online hledání [online]. Copyright © [cit. 08.07.2021]. Dostupné z: <https://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/pupila>
- [41] Capture the Atlas - Travel & Photography Blog | Photo Tours. Capture the Atlas - Travel & Photography Blog | Photo Tours [online]. Copyright © 2021 CAPTURE THE ATLAS [cit. 08.07.2021]. Dostupné z: <https://capturetheatlas.com/>
- [42] Kolik videa lze nahrát na SD kartu, co to je datový tok? [online]. Copyright © 2021 Telink [cit. 08.07.2021]. Dostupné z: <https://www.telink.eu/cs/Novinky-clanky/servis/kolik-videa-lze-nahrat-na-sd-kartu-co-to-je-datovy-tok>
- [43] CEBASS: Centrální Evidence Bezpečnostních Analýz Silniční Sítě [online]. Praha: ČVUT FD [cit. 08.07.2021]. Dostupné z: <https://cebass.rsd.cz>
- [44] Premium light pro: Směrnice pro veřejné zakázky a návrh veřejného osvětlení [online]. říjen 2017 [cit. 2021-7-18]. Dostupné z: [http://www.premiumlight.cz/fileadmin/cz/pdf/CS\\_outdoor-cs-guidelines.pdf](http://www.premiumlight.cz/fileadmin/cz/pdf/CS_outdoor-cs-guidelines.pdf)
- [45] Autorova tvorba



## 11. Seznam obrázků

Obrázek 1 Pilíře ovlivňující vznik dopravních nehod [37] .....	11
Obrázek 2 příklad záznamu v aplikaci CEBASS [43].....	16
Obrázek 3 Grafické znázornění množství světla nutného k řízení za tmy [6].....	18
Obrázek 4 Grafické zobrazení průběhu dne 24. 2. 2021 [11] .....	19
Obrázek 5 Grafické zobrazení průběhu dne 14. 6. 2021 [11] .....	20
Obrázek 6 Expoziční trojúhelník [38].....	24
Obrázek 7 Grafické znázornění čísla f [41] .....	25
Obrázek 8 Schematické znázornění hodnot ISO [17].....	26
Obrázek 9 Jednotlivé teploty různých zdrojů záření [21] .....	26
Obrázek 10 Porovnání totožných fotografií s různou hodnotou WB [21].....	27
Obrázek 11 Srovnání nejpoužívanějších rozlišení [42].....	28
Obrázek 12 Znázornění vlivu velikosti parametru fps [18] .....	28
Obrázek 13 Nikon D850 s objektivem Sigma 35 mm f/1,4 DG HSM Art [45] .....	29
Obrázek 14 GoPro HERO09 Black [45] .....	33
Obrázek 15 Insta360 ONE R [45].....	34
Obrázek 16 DOD LS470W+ [34].....	35
Obrázek 17 DOD IS420W [34].....	35
Obrázek 18 Panasonic HC-W850 [36] .....	36
Obrázek 19 Plánek varianty A [22].....	38
Obrázek 20 Plánek varianty B [22].....	39
Obrázek 21 Plánek varianty C [22].....	39
Obrázek 22 Plánek varianty D [22].....	40
Obrázek 23 Schéma rozmístění míst pro referenční fotografie [22].....	43
Obrázek 24 Sekvence fotografií s odlišným expozičním časem [45] .....	45
Obrázek 25 Referenční fotografie s dálkovým režimem ze stanoviště 1 [45].....	46
Obrázek 26 Snímek z vítězného nastavení ze stanoviště 1 [45] .....	47

## 12. Seznam tabulek

Tabulka 1 Závažnosti rizika a jejich charakteristika [1].....	15
Tabulka 2 Náročnost navržených opatření se zdůvodněním [39] .....	16
Tabulka 3 Tabulka hodnot změny denní doby ve dne 24. 2. 2021 [11].....	19
Tabulka 4 Tabulka hodnot změny denní doby ve dne 14. 6. 2021 [11].....	20
Tabulka 5 Odlišné vyjádření rozlišení [45].....	28
Tabulka 6 Porovnání variant [45] .....	40
Tabulka 7 Rozdělení míst pro referenční fotografii [45] .....	43
Tabulka 8 Parametry referenčních fotografií [45] .....	44
Tabulka 9 Vítězná nastavení pro jednotlivá stanoviště dle referenčních fotografií [45].....	47

## 13. Seznam příloh

Příloha č.1 Výběr optimálního měřicího zařízení a volba jeho parametrů