

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Osvětlovací soustavy venkovního
osvětlení pracující v součinnosti
s kamerovými systémy (ČEPS)

Outdoor Lighting Systems Working
in Cooperation with Camera
Systems (ČEPS)

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jan Šebesta**
Studijní program: N2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907T001 Elektroenergetika
Téma: **Osvětlovací soustavy venkovního osvětlení pracující v součinnosti s kamerovými systémy (ČEPS)
Outdoor Lighting Systems Working in Cooperation with Camera Systems (CEPS)**

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

- Požadavky na osvětlovací soustavy hlídacého osvětlení ČEPS
- Kamerové systémy hlídacého osvětlení ČEPS
- Rozbor chování osvětleností a jasů v úseku mezi dvěma svítidly hlídacého osvětlení
- Vyhodnocení naměřených dat hlídacého osvětlení z elektrických stanic (Kočín, Nošovice, Čechy střed,)
- Stanovení vlivu vzdálenosti kamer, a meteorologických podmínek na požadovanou rozpoznatelnost kritických detailů pomocí kamer TSFO ve vyhodnocovaných úsecích hlídacého osvětlení

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] Sokanský, K.: Světelná technika. ČVUT, Praha 2011
- [2] Habel, J.: Světlo a osvětlování. FCC Public, Praha 2013
- [3] Sborníky z Kurzů osvětlovací techniky, Sborníky VŠB-TU
- [4] Manuály k výpočetním programům (Relux, Dialux, WILS)
- [5] Firemní normy ČEPS pro osvětlování venkovních elektrických stanic


Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

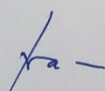
Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Tomáš Novák, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2018

Datum odevzdání: 30.04.2019




prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry


prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Ostrava, 30. duben 2019

podpis 

Poděkování

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Tomáši Novákovi, Ph.D. za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce.

Abstrakt

Cílem této diplomové práce je objasnit a vysvětlit chování osvětlovací soustavy (hlídacího osvětlení) v součinnosti s kamerovými systémy a konkrétně poukázat na výhody a nevýhody již navržených soustav v transformovných společnostech ČEPS, a.s.

Ve své práci jsem se zaměřil na vyhodnocení hodnot osvětleností (horizontálních, vertikálních a kamerových), jasů a kontrastů sledovaných objektů pod hlídacím osvětlením navržených v transformovných TR N, TR K a TR C.

V teoretické části jsem uvedl normativní požadavky na hlídací osvětlení dle harmonizované normy a také technické normy společnosti ČEPS, a.s. Dále jsem rozebral jednotlivé parametry kamer a uvedl rozbor chování osvětleností a jasů osvětlovací soustavy v úseku mezi dvěma svítidly. Závěrem teoretické části jsem vytvořil teoretický model a poukázal na něm vliv odražené složky od země pro různé druhy povrchů.

Hlavním výsledkem diplomové práce je její praktická část, kde jsou definovány základní pojmy, které se pojí s kamerovými systémy a hlídacím osvětlením. Dále je zhodnocena přijatelnost již navržených osvětlovacích soustav v transformovných a definována vzdálenost kamer za snížených rozptylových podmínek podložené reálnými výstupy z kamer technického systému fyzické ochrany (TSFO) v transformovných společnostech ČEPS, a.s.

Klíčová slova

Kamera, kamerová a vertikální osvětlenost, hlídací osvětlení, rozptylové podmínky, transformovna, kontrasty jasů.

Abstract

The aim of this diploma thesis is to clarify and explain behaviour of lighting system (watch lighting) in cooperation with camera systems, specifically to show the advantages and disadvantages of the already designed systems in substations of the ČEPS Company.

In my thesis I have focused on evaluation of lighting values (horizontal, vertical and camera), brightness and contrasts of monitored objects under watch lighting designed in the TR N, TR K and TR C substations.

In the theoretical part the normative requirements concerning the watch lighting according to the harmonized standard as well as the technical standard of the ČEPS Company have been stated. Next the individual camera parameters have been analysed and lighting and brightness behaviour analysis of the lighting system in the section between two lights has been stated. In conclusion of the theoretical part I have made the theoretical model where the influence of the reflected constituent for the various types of surfaces can be seen.

The main result of the diploma thesis is its practical part in which the basic terms associated with the camera systems and watch lighting are defined. Next the acceptability of the already designed lighting systems in substations is evaluated and the distance of cameras in decreased dispersive conditions supported by the real outputs from the physical protection technical system (TSFO) in the ČEPS Company substations is defined.

Key words

Camera, camera and vertical lighting, watch lighting, dispersive conditions, substation, brightness contrasts.

Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratk	9
Použité symboly	9
Použité zkratky	9
Seznam ilustrací	10
Seznam tabulek	11
Úvod.....	13
1. Požadavky na osvětlovací soustavy hlídacého osvětlení ČEPS.....	15
1.1 Norma ČSN EN 12464-2 (Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 2: Venkovní pracovní prostory) [1]	15
1.2. Technická norma (TN/59/2016 revize č.3) [2].....	16
1.2.1. Hlídací osvětlení [2].....	16
1.2.2. Venkovní osvětlení a kamerový systém TSFO [2]	16
1.3. Popis provozu hlídacého osvětlení [2], [24], [35].....	17
2. Kamerové systémy hlídacého osvětlení ČEPS	19
2.1. Parametry kamer	19
2.1.1. Světelná citlivost kamery [5], [10]	19
2.1.2. Rozlišení kamery [3], [10]	19
2.1.3. Snímací čip [3], [10], [13].....	20
2.1.4. Snímkování [3], [11], [14].....	20
2.1.5. Spektrální citlivost čipů [20]	21
2.1.6. Spektrální vyzářování světelných zdrojů [4], [35]	21
2.1.7. Barevné režimy kamery [5], [35]	22
2.2. Parametry a typy objektivů [3], [10], [15].....	22
2.2.1. Fixní objektiv [10], [15]	23
2.2.2. Zoom objektiv [10], [15].....	23
2.2.3. Širokoúhlý objektiv [15]	23
2.2.4. Teleobjektiv [15].....	23
2.3. Typy kamerových systémů [17].....	24
2.3.1. Analogové kamerové systémy [11], [12], [13].....	24
2.3.2. AHD kamerové systémy [11], [12], [13]	25
2.3.3. IP Digitální kamerové systémy [11], [12], [13]	25
2.4. Parametry kamery Geutebrück G-Cam/GNSD1880 [25].....	26
3. Rozbor chování osvětleností (vertikální, horizontální, kamerové) a jasů v úseku mezi dvěma svítidly hlídacého osvětlení.....	27
3.1. Horizontální, vertikální a kamerová osvětlenost.....	27
3.1.1. Osvětlenost [4]	27
3.1.2. Horizontální a vertikální osvětlenost (E_H , E_V)	28
3.1.3. Příklad na horizontální a vertikální osvětlenost [6].....	28
3.1.4. Kamerová osvětlenost (E_K) [2].....	28

3.2.	Základní filozofie návrhu kamerového osvětlení.....	29
3.3.	Jas [4].....	29
3.4.	Konstant jasu [4].....	30
3.5.	Odraznost povrchu [4].....	31
3.6.	Teoretický model TR N v programu Relux.....	32
3.6.1.	Dílčí závěr teoretického modelu.....	35
4.	Vyhodnocení naměřených dat hlídacního osvětlení z elektrických stanic (TR N, TR K, TR C)....	36
4.1.	Transformovna N.....	36
4.1.1.	Hlídacní osvětlení (úseky 8A, 8B).....	37
4.1.2.	Úsek 8A – vertikální a horizontální osvětlenosti E_K a E_H	37
4.1.3.	Úsek 8A – jasová analýza a kamerové záznamy.....	39
4.1.4.	Úsek 8B – vertikální a horizontální osvětlenosti E_K a E_H	40
4.1.5.	Úsek 8B – jasová analýza a kamerové záznamy.....	41
4.1.6.	Odraznosti oděvů figurantů.....	43
4.1.7.	Dílčí zhodnocení navržené osvětlovací soustavy.....	43
4.2.	Transformovna K.....	44
4.2.1.	Hlídacní osvětlení (úseky 1A, 1B).....	45
4.2.2.	Úsek 1A – vertikální a horizontální osvětlenosti E_K a E_H	45
4.2.3.	Úsek 1A – jasová analýza a kamerové záznamy.....	46
4.2.4.	Úsek 1B – vertikální a horizontální osvětlenosti E_K a E_H	48
4.2.5.	Úsek 1B – jasová analýza a kamerové záznamy.....	49
4.2.6.	Odraznosti oděvů figurantů.....	50
4.2.7.	Dílčí závěr.....	50
4.3.	Transformovna C.....	52
4.3.1.	Hlídacní osvětlení (úseky 2A, 2C).....	52
4.3.2.	Úsek 2A – vertikální a horizontální osvětlenosti E_K a E_H	53
4.3.3.	Úsek 2A – jasová analýza a kamerové záznamy.....	54
4.3.4.	Úsek 2C – vertikální a horizontální osvětlenosti E_K a E_H	55
4.3.5.	Úsek 2C – jasová analýza a kamerové záznamy.....	56
4.3.6.	Odraznosti oděvů figurantů.....	57
4.3.7.	Dílčí závěr.....	57
4.4.	Zhodnocení výsledků měření.....	58
5.	Stanovení vlivu vzdálenosti kamer, a meteorologických podmínek na požadovanou rozpoznatelnost kritických detailů pomocí kamer TSFO ve vyhodnocovaných úsecích hlídacního osvětlení.....	60
5.1.	Klasifikace dohlednosti mlhy [27].....	60
5.2.	Srážky a intenzita srážek [32], [33].....	60
5.3.	Transformovna N.....	61
5.4.	Hlídacní osvětlení (úsek 8A, 8B).....	61
5.5.	Hlídacní osvětlení (vjezdová brána).....	64
5.6.	Meteorologická data z okolí transformovny N [34].....	66

6. Závěr	67
Seznam použité literatury:.....	69
Seznam použité online literatury:.....	69

Seznam použitých symbolů a zkratek

Použité symboly

GR_L	mezní hodnota činitele oslnění
I	svítivost (cd)
K	kontrast (-)
L	jas ($\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$)
L_a	jas pozorovaného objektu ($\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$)
L_b	jas pozadí ($\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$)
E	osvětlenost (lx)
E_H	horizontální osvětlenost (lx)
E_V	vertikální osvětlenost (lx)
E_K	kamerová osvětlenost (lx)
E_C	vypočítaná citlivost kamery (lx)
E_m	udržovaná osvětlenost (lx)
R_a	index podání barev (-)
T_C	náhradní teplota chromatičnosti (K)
U_0	rovnoměrnost osvětlení
f	frekvence (Hz)
ρ	odraznost (-)

Použité zkratky

LED	Light-Emitting Diode (dioda emitující světlo)
ČEPS, a.s	Česká elektroenergetická přenosová soustava, akciová společnost
PS	Přenosová soustava
ES	Elektrizační soustava
TR	Transformovna
TSFO	Technický systém fyzické ochrany
TDC	Technické dohledové centrum
Mpx	Megapixel
HD	High-definition (vysoké rozlišení)
fps	frames per second (snímky za sekundu)
CCD	Charge Coupled Device
CMOS	Complementary Metal-Oxide Semiconductor
CCTV	Closed Circuit Television (uzavřený televizní okruh)
AHD	Analog High Definition (analogové vysoké rozlišení)
IP	Internet protokol
RZ	Registrační značka

Seznam ilustrací

Obrázek 1-hlídací osvětlení v transformovně N.....	17
Obrázek 2-svítilno THORN CQ 36L35 740 NR BPS CL1 používané na hlídací osvětlení v transformovně N [26].....	18
Obrázek 3-spektrální citlivost CCD a CMOS snímacího čipu [22]	21
Obrázek 4-příklady spektrálních vyzařovacích charakteristik různých světelných zdrojů [21]	22
Obrázek 5- kamera Geutebrück G-Cam/GNSD1880 používaná v transformovně N [25].....	23
Obrázek 6-rozdíl kvality pořízeného snímku mezi analogovou, AHD a digitální (IP) kamerou [16] ..	24
Obrázek 7-demonstrace osvětlenosti $E=1$ lx [4]	27
Obrázek 8- obrázek k příkladu výpočtu [6].....	28
Obrázek 9-standartní návrh osvětlovací soustavy	29
Obrázek 10-základní filozofie návrhu kamerového osvětlení.....	29
Obrázek 11-demonstrace vnímání jasu pozorovatelem [4].....	30
Obrázek 12-příklad pozitivního (vlevo) a negativního (vpravo) kontrastu [18]	31
Obrázek 13-příklad difuzního odrazu [4].....	32
Obrázek 14-Rozmístění měřicích rovin v modelu	33
Obrázek 15-graf závislosti osvětlenosti na vzdálenosti (E_V).....	34
Obrázek 16-graf závislosti osvětlenosti na vzdálenosti (E_K).....	34
Obrázek 17- snímek 3D rozložení jasů ($\rho=15$ %)	34
Obrázek 18-snímek 3D rozložení jasů ($\rho=85$ %).....	35
Obrázek 19-Areál TR N (červeně označena hranice stanice ČEPS, a. s.) [7].....	36
Obrázek 20-Schematický náčrt pozic figuranta pro měření jasové analýzy [7].....	37
Obrázek 21-graf závislostí osvětleností na vzdálenosti pro úsek 8A	37
Obrázek 22-jasová analýza (levý sloupec) a kamerové záznamy (pravý sloupec) pro pozice 1-5 úseku 8A [7]	39
Obrázek 23-graf závislostí průměrných jasů na vzdálenosti pro úsek 8A	40
Obrázek 24- graf závislostí osvětleností na vzdálenosti pro úsek 8B	41
Obrázek 25- jasová analýza (levý sloupec) a kamerové záznamy (pravý sloupec) pro pozice 1-5 úseku 8B [7]	42
Obrázek 26-graf závislostí průměrných jasů na vzdálenosti pro úsek 8B.....	43
Obrázek 27- Areál budov TR K – pozice měřených referenčních úseků [8]	44
Obrázek 28- Schematický náčrt pozic figuranta pro měření jasové analýzy [8].....	45
Obrázek 29- graf závislostí osvětleností na vzdálenosti pro úsek 1A	45
Obrázek 30- jasová analýza (levý sloupec) a kamerové záznamy (pravý sloupec) pro pozice 1-5 úseku 1A [8]	47
Obrázek 31- graf závislostí průměrných jasů na vzdálenosti pro úsek 1A	47
Obrázek 32- graf závislostí osvětleností pro úsek 1B	48
Obrázek 33- jasová analýza (levý sloupec) a kamerové záznamy (pravý sloupec) pro pozice 1-5 úseku 1B [8]	49
Obrázek 34- graf závislostí průměrných jasů na vzdálenosti pro úsek 1B.....	50
Obrázek 35- Areál TR C (červeně označena hranice stanice ČEPS, a. s.) [9]	52
Obrázek 36- Schematický náčrt pozic figuranta pro měření jasové analýzy [9].....	53
Obrázek 37-graf závislostí osvětleností na vzdálenosti pro úsek 2A	53

Obrázek 38-jasová analýza (levý sloupec) a kamerové záznamy (pravý sloupec) pro pozice 1-5 úseku 2A [9]	54
Obrázek 39-graf závislostí průměrných jasů na vzdálenosti pro úsek 2A	55
Obrázek 40-graf závislostí osvětleností na vzdálenosti pro úsek 2C	55
Obrázek 41-jasová analýza (levý sloupec) a kamerové záznamy (pravý sloupec) pro pozice 1-5 úseku 2C [9]	56
Obrázek 42-graf závislostí průměrných jasů na vzdálenosti pro úsek 2C.....	57
Obrázek 43-vyzařovací charakteristiky svítidel používaných v TR firmy ČEPS, a.s. [28], [29], [30] .	59
Obrázek 44-satelitní snímek TR N s vyznačenými vzdálenostmi úseků hlídacího osvětlení [31].....	61
Obrázek 45- kamerové snímky s vyznačenými úseky 8A a 8B za různých rozptylových podmínek...	62
Obrázek 46- kamerové snímky úseků 8A a 8B s vyznačením kritických detailů za různých rozptylových podmínek.....	63
Obrázek 47-kamerový snímek vjezdové brány za různých rozptylových podmínek.....	64
Obrázek 48-kamerové snímky oplocení TR N znehodnocené kapkami vody na krytu kamery	65
Obrázek 49-kamerové snímky vjezdové brány TR N znehodnocené kapkami vody na krytu kamery	66
Obrázek 50-meteorologická data srážek a oblačnosti (druhá polovina měsíce únor 2019)	66
Obrázek 51-meteorologická data srážek a oblačnosti (první polovina měsíce březen 2019).....	66

Seznam tabulek

Tabulka 1-požadavky na osvětlení dle normy ČSN EN 12 464-2 [1].....	15
Tabulka 2-požadavky na hlídací osvětlení [2]	16
Tabulka 3-příklady osvětleností [10]	19
Tabulka 4-příklady různých typů rozlišení používaných v kamerách [10].....	19
Tabulka 5-parametry kamery Geutebrück G-Cam/GNSD1880 [25]	26
Tabulka 6-příklady odraznosti povrchů [19].....	32
Tabulka 7-Vypočtené hodnoty (pouze přímá složka)	33
Tabulka 8-Vypočtené hodnoty s příspěvkem odražené složky ($\rho=15\%$)	33
Tabulka 9-Vypočtené hodnoty s příspěvkem odražené složky ($\rho=85\%$).....	33
Tabulka 10-naměřené hodnoty pro úsek 8A [7].....	37
Tabulka 11-výsledek měření pro úsek 8A [7]	38
Tabulka 12-naměřené a vypočtené hodnoty pro úsek 8A [7].....	40
Tabulka 13-naměřené hodnoty pro úsek 8B [7].....	40
Tabulka 14-výsledek měření pro úsek 8B [7]	41
Tabulka 15-naměřené a vypočtené hodnoty pro úsek 8B [7].....	42
Tabulka 16-naměřené hodnoty potřebné pro výpočet odrazností povrchu oděvů figurantů.....	43
Tabulka 17-naměřené hodnoty pro úsek 1A [8].....	45
Tabulka 18-výsledek měření pro úsek 1A [8].....	46
Tabulka 19-naměřené a vypočtené hodnoty pro úsek 1A [8].....	47
Tabulka 20-naměřené hodnoty pro úsek 1B [8].....	48
Tabulka 21-výsledek měření pro úsek 1B [8]	48
Tabulka 22-naměřené a vypočtené hodnoty pro úsek 1B [8].....	50
Tabulka 23-naměřené hodnoty potřebné pro výpočet odrazností povrchu oděvů figurantů.....	50

Tabulka 24-naměřené hodnoty pro úsek 2A [9].....	53
Tabulka 25-výsledek měření pro úsek 2A [9].....	53
Tabulka 26-naměřené a vypočtené hodnoty pro úsek 2A [9].....	54
Tabulka 27-naměřené hodnoty pro úsek 2C [9].....	55
Tabulka 28-výsledek měření pro úsek 2C [9].....	56
Tabulka 29-naměřené a vypočtené hodnoty pro úsek 2C [9].....	57
Tabulka 30-naměřené hodnoty potřebné pro výpočet odrazností povrchu oděvů figurantů.....	57
Tabulka 31-intenzita srážek [32].....	60

Úvod

V dnešní době se vlivem postupující techniky čím dál tím více klade důraz na bezpečnost, popřípadě zabezpečení daných objektů před případnými hrozbami v podobě zcizení majetku, neoprávněného vstupu nebo dokonce teroristickými útoky. S tímto nechvalným „fenomémem“ dnešní doby se ovšem zlepšuje a také vyvíjí zabezpečovací technika, která by měla těmto nepříjemným situacím, zabránit nebo jim předcházet. V odvětví elektroenergetiky jsou objekty, jako např. transformovny, které je třeba monitorovat 24 hodin denně, 7 dní v týdnu, právě kvůli předejitím případných hrozeb a tím narušení stabilního přenosu nebo dodávky elektrické energie. V denních hodinách je osvětlení daného objektu zajištěno vysokovýkonným světelným zdrojem s názvem Slunce. Ovšem v nočních hodinách, kde už tento velký světlený a zároveň tepelný zdroj nesvítí na naší obloze, je nutné použít pro osvětlení umělých osvětlovacích soustav. A právě součinnost kamerových systému pro monitorování dění v transformovnách a hlídacím osvětlení, je obsahem této diplomové práce.

Návrh kamerového systému a k němu optimálního hlídacím osvětlení má své zásady a libovolný světelný zdroj, resp. libovolné svítidlo nemusí být v kooperaci s libovolnou kamerou. Proto je potřeba při návrhu myslet na jisté zásady, které jsou popsány v teoretické části diplomové práce.

Tato diplomová práce se věnuje problematice součinnosti kamerových systémů a hlídacím osvětlení a na základě měření na těchto osvětlovacích soustavách určuje výhody, nevýhody a popř. doporučení, jakým způsobem danou osvětlovací soustavu optimalizovat. Důležitým závěrem této diplomové práce je potom stanovení vzdálenosti kamer za různých rozptylových podmínek (mlha, sněžení). Závěr by tak společnosti ČEPS, a.s. mohl posloužit jako rozšíření jejich technické normy TN/59/2016.

První kapitola obsahuje základní popis hlídacím osvětlení a jeho normativní požadavky ať už se jedná o harmonizovanou normu ČSN EN 12464-2 (Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 2: Venkovní pracovní prostory) nebo technickou normu společnosti ČEPS, a.s. TN/59/2016 (revize č.3).

Druhá kapitola se věnuje popisu základních parametrů kamer a jejich funkce. Závěrem kapitoly jsou uvedeny technické parametry kamery používané v transformovně N.

Jakým způsobem pracují světelně technické veličiny mezi dvěma svítidly hlídacím osvětlení, a jaký vliv má např. odražená složka na tyto veličiny, toho se týká třetí kapitola diplomové práce. V kapitole je rozebrána vertikální, horizontální a kamerová osvětlenost, jasy a kontrasty, difuzní odraz a je zde uvedena také základní filozofie návrhu hlídacím osvětlení. V závěru kapitoly je vyřešen teoretický model hlídacím osvětlení (podkladem pro model je reálná osvětlovací soustava použita v TR N). Na modelu je ukázán vliv odražené složky od země při různých odraznostech povrchů (tráva, sněhová pokrývka). Na základě výpočtů je určena teoretická minimální kamerová osvětlenost v místě umístění kamery, tedy minimální citlivost čipu kamery. Takto určená minimální citlivost čipu kamery by mohla být užitečná pro doplnění technické normy TN/59/2016.

V první praktické části diplomové práce jsou vyhodnoceny data ze tří provedených měření v transformovnách společnosti ČEPS, a.s.: TR N, TR K a TR C. Vyhodnocená data jsou mezi sebou porovnávána a je posouzena přijatelnost již navržených osvětlovacích soustav v transformovnách. Zhodnocení je prováděno na základě měření horizontálních a kamerových osvětleností a jasových analýz, z kterých jsou vypočtené hodnoty kontrastů. V závěru jsou dány důvody případného nedodržení normativních požadavků a je nastíněno doporučení pro zlepšení dané osvětlovací soustavy z pohledu funkčnosti součinnosti kamerového systému a hlídacím osvětlení.

Druhá praktická část diplomové práce by měla být přínosem pro společnost ČEPS, a.s. a konkrétně by měla sloužit jako rozšíření technické normy o skutečné výstupy a následné vyhodnocení vlivu vzdálenosti kamer za zhoršených rozptylových podmínek (mlha, sněžení). Rozborem a vyhodnocením reálných snímků pořízených pomocí bezpečnostních kamer je stanovena minimální vzdálenost kamer od sledovaného objektu s ohledem na horší rozptylové podmínky.

1. Požadavky na osvětlovací soustavy hlídacého osvětlení ČEPS

1.1 Norma ČSN EN 12464-2 (Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 2: Venkovní pracovní prostory) [1]

Tato norma stanovuje obecné požadavky na osvětlení venkovních pracovních prostor z pohledu zrakové pohody nebo pracovního úkonu. Pro konkrétní aplikace v elektrických stanicích PS ČEPS, a.s. byla vytvořena technická norma TN/59/2016, kde jsou detailně popsány normativní požadavky pro konkrétní činnosti nebo např.: doporučené minimální hodnoty osvětleností pro součinnost hlídacého osvětlení a kamerových systémů, které v normě ČSN EN 12464-2 nejsou definovány.

V tabulce č.1 lze vidět normativní požadavky na osvětlení venkovních pracovních prostor, konkrétně tedy: Provozy v elektrárnách, rozvodnách, plynárnách a teplárnách.

Tabulka 1-požadavky na osvětlení dle normy ČSN EN 12 464-2 [1]

Referenční číslo dle normy ČSN EN 12 464-2	Druh prostoru, úkolu nebo činnosti	E_m (lx)	U_0 (-)	GR_L (-)	R_a (-)	Poznámky
5.11.1	provoz chodců v elektrických bezpečných prostorech	5	0,25	50	20	
5.11.2	manipulace se servisním nářadím, zauhlování	20	0,25	55	20	
5.11.3	celková kontrola	50	0,4	50	20	
5.11.4	celkové servisní práce a odečítání přístrojů	100	0,4	45	40	
5.11.5	větrací kanály – obsluha a údržba	100	0,4	45	40	
5.11.6	opravy elektrických zařízení	200	0,5	45	60	Použít místní osvětlení.

E_m – udržovaná osvětlenost (lx) – hodnota osvětlenosti, pod kterou nesmí průměrná osvětlenost na určené rovině klesnout

U_0 – rovnoměrnost osvětlení (-) – poměr minimální osvětlenosti (nebo jasu) k maximální osvětlenosti povrchu

GR_L – mezní hodnota činitele oslnění (-) – maximální hodnota přímého oslnění svítidly venkovních osvětlovacích soustav

R_a – index podání barev (-) – $R_{a_{max}} = 100$. Ověřené hodnoty indexu poskytuje výrobce světelného zdroje

1.2. Technická norma (TN/59/2016 revize č.3) [2]

Tato technická norma stanovuje technické řešení venkovního osvětlení v objektech elektrických stanic přenosové soustavy společnosti ČEPS, a.s. a dále osvětlení uvnitř objektů. Účelem je dosažení jednotnosti pro návrh jednotlivých osvětlovacích soustav v elektrických stanicích. Pro každý druh osvětlení jsou hlavní zásady a kritéria podloženy harmonizovanými normami ČSN EN.

1.2.1. Hlídací osvětlení [2]

Hlídací osvětlení je technickou normou TN/59/2016 definováno jako osvětlení perimetru areálu a dalších ploch umožňující funkčnost kamerových systémů dálkového dohledu pracovníka v TDC. Instaluje se podél celého venkovního oplocení transformovny včetně vchodů do domků a do centrálního domku. Dále do vjezdů a podél provozního oplocení, které odděluje od sebe právní subjekty ČEPS, a.s. a např.: ČEZ nebo EON.

Pro návrh hlídacího osvětlení (dle světelných výpočtů s ohledem na rovnoměrnost U_0) se volí rozteče sloupů 20-30 m. Výška sloupů je minimálně 4 m nad terénem, doporučuje se 5-6 m. Z důvodu vyšších roztečí sloupů mezi sebou je nutné použití svítidel s širokou vyzařovací charakteristikou a plochými skly (ideálně LED svítidla pro osvětlování komunikací). Životnost použitého světelného zdroje je minimálně 50 000 provozních hodin nebo 15 let. Stupeň krytí takového svítidla je minimálně IP 65.

Jištění svítidla, které je osazené ve dřívku stožáru, je pomocí stožárových rozvodnic. Napájení je jištěno v rozváděči vlastní spotřeby ANE, umístěném v centrálním domku a v rozváděčích ANF v domcích sekundární techniky.

Tabulka 2-požadavky na hlídací osvětlení [2]

Druh prostoru, úkonu nebo činnosti	E_m (lx)	U_0 (-)	GR_L (-)	R_a (-)
Venkovní rozvodny	10	0,40	45	20

1.2.2. Venkovní osvětlení a kamerový systém TSFO [2]

Technická norma určuje optimální hodnoty osvětlenosti pro správnou funkci bezpečnostních kamer. Pro barevnou kameru 15 lx a černobílou 10 lx za podmínky, že je osvětleno minimálně 70% snímané scény.

Technická norma z podmínek pro osvětlenosti a kontrasty udává optimální hodnoty, které by výrobky měly splňovat:

Intenzita osvětlení (vertikální osvětlenost)

Minimální 10 lx. Měřeno ve výšce 1 m nad zemí a při odraznosti povrchu země 25 %.

Vyváženost intenzity osvětlení

Minimálně 4:1. Poměr maximální intenzity osvětlení k minimální intenzitě osvětlení v 70% celkové scény snímané kamerou.

Umístění

Osvětlovací tělesa umístit do vyšší vertikální hladiny než kamery.

Vhodné typy svítidel pro místa snímaná kamerovým systémem CCTV

LED svítidla s plochým sklem (neoslňují kamery a mají okamžitý náběh) nebo sodíkové, popřípadě halogenidové výbojky pro trvalé noční osvětlení ve viditelném spektru (dlouhý náběh).

1.3. Popis provozu hlídacího osvětlení [2], [24], [35]

Elektrické stanice jsou prostory s vysokým stupněm rizika nejen z pohledu ochrany zdraví osob (např. úraz elektrickým proudem), ale také je nutné dbát na zabezpečení elektrické stanice před vniknutím cizích, nepovolaných, osob. K tomu slouží technický systém fyzické ochrany, zkráceně TSFO. Kvalitní návrh kamerového systému v součinnosti s umělým hlídacím osvětlením napomáhá ke zvýšení bezpečnosti provozu a spolehlivosti elektrických stanic.

K monitorování dění slouží řada bezpečnostních kamer vhodně umístěných v elektrické stanici pracujících nepřetržitě přes celý den i noc. Pro správnou funkci bezpečnostních kamer je zapotřebí určitá hladina osvětlení na pozorovaného objektu (pro běžné minimální citlivosti barevné kamery se uvádí $E=0,4$ lx, pro černobílé $E=0,05$ lx). Přes den je osvětlení zajištěno polohou Slunce a v noci pomocí umělého osvětlení, tzv. hlídacího osvětlení. Bezpečnostní kamera funguje na principu snímání jasů sledovaného objektu, přičemž nejvyšších jasů se dosáhne právě tehdy, pokud světelný tok dopadá na sledovaný objekt ve směru pohledu kamery, tzn. vertikální (kamerová) složka osvětlenosti. Umístění bezpečnostních kamer je tak nejlepší v blízkosti umělého osvětlení, zajišťující dostatečnou kamerovou osvětlenost.



Obrázek 1-hlídací osvětlení v transformovně N

Návrh hlídacího osvětlení je náročné zejména z hlediska vysokých světelných toků, resp. velkých měrných výkonů, a to z důvodu velkých rozměrů elektrických stanic (běžně 150-300 m). Požadavky na osvětlovací soustavy, resp. světelné zdroje, jsou také na vysokou technickou životnost.

Světelné soustavy, které pracují v součinnosti s kamerami využívající pouze černobílý režim, jsou realizovány především vysokotlakými sodíkovými výbojkami. Tyto světelné zdroje jsou pro celkové osvětlení elektrické stanice nebo transformovny nejvýhodnější z hlediska těchto parametrů:

vysoký měrný výkon (až $150 \text{ lm}\cdot\text{W}^{-1}$), nízká spotřeba nebo vysoká technická doba života. Avšak nevýhodou těchto světelných zdrojů je nízký index podání barev ($R_a=20$).

Světelné soustavy, pracující v kooperaci s kamerami umožňující barevný režim, využívají halogenidové výbojky nebo LED světelné zdroje. Halogenidové výbojky mají oproti vysokotlakým sodíkovým výbojkám nižší měrný výkon ($115 \text{ lm}\cdot\text{W}^{-1}$), ale disponují vysokým indexem podání barev a větší škálou výkonových řad. Nově používané LED světelné zdroje dosahují vysokých měrných výkonů (až $150 \text{ lm}\cdot\text{W}^{-1}$), ovšem jejich nevýhodou jsou vysoké jasy, s tím možné způsobení oslnění a při vysokých výkonech obtížné chlazení.

Při návrhu svítidel je z hlediska minimalizace volit optimálně co nejvyšší výkon. Je nutné ovšem vzít v úvahu skutečnost, že plný výkon svítidla nebude potřeba po celou dobu (například v nepřítomnosti obsluhy nebo při kamerovém osvětlení v barevném nebo černobílém režimu jsou požadavky na osvětlení různé). Tím se může docílit vhodné regulací světelného toku nebo rozdělení provozu svítidel do sekcí. Sekce je ovšem potřeba navrhnout tak, aby byla splněna minimální hodnota osvětlenosti v kritických místech. Vlivem nepříznivých rozptylových podmínek se nedoporučuje použití svítidel se závěsnou výškou vyšší než 15 m. V případě ekologického hlediska (zamezení vyzařování do horního poloprostoru a tím vytváření rušivého světla) se používají svítidla z asymetrických světlometů s plochým sklem, které zamezí případnému oslnění.



Obrázek 2-svítidlo THORN CQ 36L35 740 NR BPS CL1 používané na hlídací osvětlení v transformovně N [26]

2. Kamerové systémy hlídacího osvětlení ČEPS

2.1. Parametry kamer

2.1.1. Světelná citlivost kamery [5], [10]

Je to parametr kamery, který se udává v hodnotách osvětlenosti (lx). Udává, při jaké minimální intenzitě osvětlení je čip kamery schopen zaznamenat pozorovaný objekt. Čím lépe je pozorovaný objekt osvětlen, tím lépe je vidět, a tak kamera poskytne lepší záznam. Černobílé kamery obecně mají lepší citlivost než barevné, a proto se používají při horších světelných podmínkách (např. v noci). Výhodou barevných kamer je zase doplňující informace o barvě daného objektu zájmu (např. barva automobilu, vlasů nebo oblečení). U kamer by měla být hodnota světelné citlivosti ideálně co nejmenší. Kamery v dnešní době dosahují citlivostí desetin až tisícin luxů.

Bezpečnostní kamera používaná v TR N má citlivost 0,05 lx pro barevný čip barevně a 0,01 lx pro černobílý čip.

V tabulce č.3 jsou pro představu uvedeny příklady přibližných hodnot osvětleností různých typů prostorů nebo scén.

Tabulka 3-příklady osvětlenosti [10]

Typ prostředí/prostoru	Osvětlenost (lx)
hvězdná obloha	0,00005
měsíc za úplňku	0,25
parkoviště pro chodce	5
kanceláře (psaní, čtení, zpracování dat)	500
operační sály	1 000
rovnoměrně zatažená obloha	20 000
maximální denní osvětlenost	100 000

2.1.2. Rozlišení kamery [3], [10]

Parametr, který udává rozlišovací schopnost čipu, použitého v kameře. Rozlišení znamená počet obrazových bodů (pixelů), z kterých se obraz skládá. V dnešní době se rozlišení udává v megapixelech (Mpx). Čím vyšší je rozlišení kamery, tím větší detaily můžeme na pořízeném záznamu pozorovat (rozpoznání tváře, nápisů, RZ vozidla). Analogové kamery mají rozlišení omezené použitým obrazovým formátem. U digitálních kamer je rozlišení dáno použitým snímacím čipem a danou technologií.

Tabulka 4-příklady různých typů rozlišení používaných v kamerách [10]

Název formátu	Výška (px)	Šířka (px)	Megapixely (Mpx)
CIF	352	288	0,1
VGA	640	480	0,31
960H	960	576	0,55
720p (HD)	1280	720	0,92

SXGA	1280	1024	1,31
UXGA	1600	1200	1,92
1080i (FULL HD)	1920	1080	2,07
WQHD	2560	1440	3,67
4K (UHD)	3840	2160	8,29

2.1.3. Snímací čip [3], [10], [13]

Jedná se o světlocitlivou polovodičovou součástku. Snímaná scéna v zorném poli je opticky zpracována objektivem. Dopadající světelné záření na snímací čip se převede na elektrický signál a použije dále k dalšímu zpracování v elektronice kamery. Velikost snímacího čipu určuje rozlišení kamery podle počtu světlocitlivých bodů (tzv. pixelů).

Úlohu snímacího prvku dříve zastávaly elektronky, ale s vývojem polovodičové techniky se postupně začaly nahrazovat CCD (Charge Coupled Device) a CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) čipy, a to hlavně z důvodu technických a ekonomických parametrů. Kamery využívající elektronky, jakožto snímací prvek, mají ovšem v některých odvětvích stále své nenahraditelné zastoupení jako např.: odolnost proti rušení radiací nebo snímání za velmi nízkých hodnotách osvětlenosti.

V dnešní době platí, že i přes zdokonalování CMOS čipů nejsou tyto snímací čipy tak kvalitní jako CCD, které dokáží poskytnout lepší obraz při snížených světelných podmínkách. Výrobci, tak stále preferují CCD technologii oproti CMOS. Při aplikacích za snížených světelných podmínek se jeví jako lepší varianta analogová kamera s CCD snímacím čipem. IP kamery, které používají CMOS snímací čipy, jsou obecně méně citlivé na světlo, a tak se u nich používá infračervené přisvětlení scény.

2.1.4. Snímkování [3], [11], [14]

Také nazývaná jako snímkovací frekvence je parametr, který určuje kolik snímků je kamera schopna pořídit za jednotku času. Značí se zkratkou fps (z anglického frames per second) nebo také v jednotkách frekvence (Hz). Lidské oko je schopno vnímat plynulý obraz při snímání přibližně nad 25 Hz. Rychlost vnímání závisí na hodnotách jasů. Z toho vychází tzv. Talbotův zákon, který určuje frekvenci splývání. Tato frekvence je dána empirickým vztahem:

$$f_s = a \cdot \log L_a + b \quad (1)$$

f_s – frekvence splývání (Hz)

L_a – světelný podnět (jas, světelný tok)

a–12 Hz

b–33 Hz

Tato mezní frekvence určuje například obnovovací frekvenci počítačových monitorů. Může také docházet ke stroboskopickému efektu, kde dochází k různé interferenci obrazových signálů. U filmového záznamu se pracuje s hodnotou 23,976 Hz.

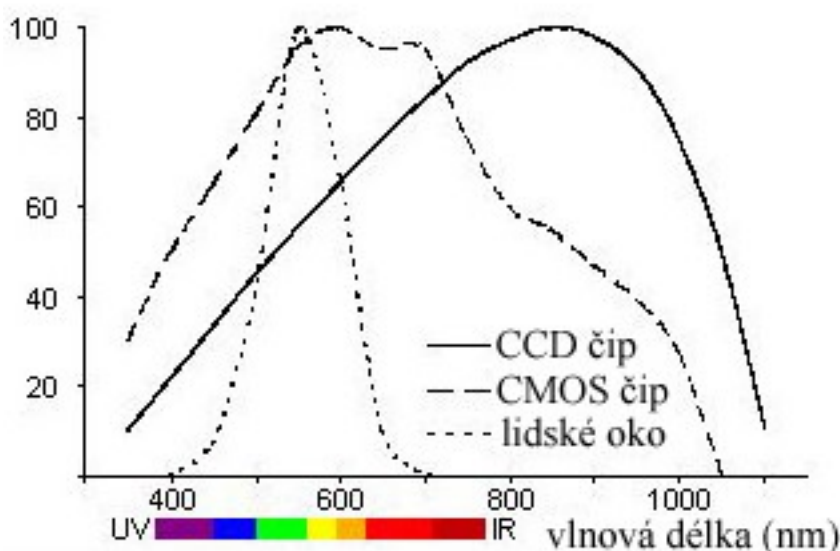
U kamerových systémů se nemusí pracovat s hodnotami snímkovací frekvence nad 25 Hz, ale může se pohybovat běžně kolem 12 Hz nebo také 6 Hz. Výsledkem je potom pomalejší nebo až trhaný

pohyb záznamu. Důležité také je, v jakém rozlišení a při jakém snímkování pracuje kamerový systém. Výrobci někdy udávají matoucí informace, kde pro nejvyšší rozlišení může být nejnižší snímkování za doprovodu nízké pořizovací ceny.

2.1.5. Spektrální citlivost čipů [20]

Každý typ snímacího čipu, ať už to je CCD nebo CMOS, má svojí spektrální citlivost. To znamená, jak je snímací čip citlivý na dopadající světlo určité vlnové délky. Tuto citlivost vyjadřují spektrální charakteristiky snímacích čipů. Při součinnosti kamerového systému a hlídacího osvětlení se musí řešit navíc spektrální vyzařovací charakteristika světelného zdroje. Aby byl obraz snímán kamerou „vidět“, musí být spektrální vyzařování světelného zdroje a spektrální citlivost snímacího čipu kamery co nejvíce podobné. V opačném případě by se mohlo stát, že i když je objekt pod světelným zdrojem dostatečně osvětlen, kamera by nemusela zaznamenat žádný obraz.

Rozdílné spektrální citlivosti mají také snímací čipy pro černobílé a barevné vidění.



Obrázek 3-spektrální citlivost CCD a CMOS snímacího čipu [22]

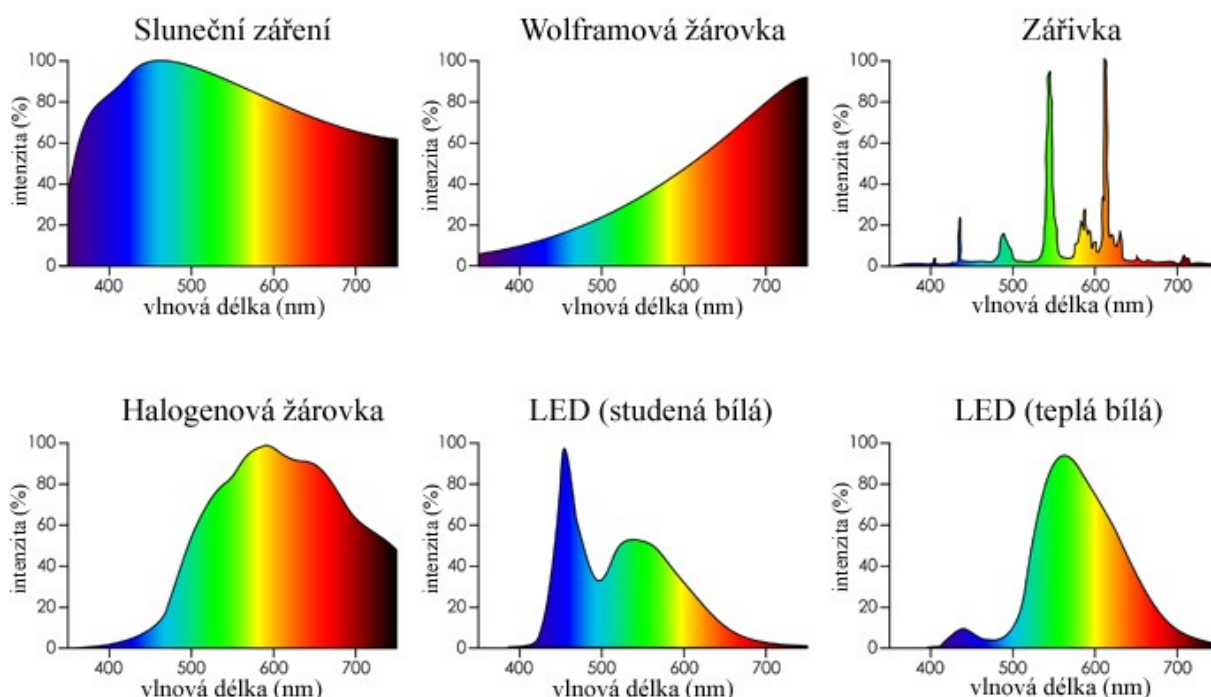
2.1.6. Spektrální vyzařování světelných zdrojů [4], [35]

Každý světelný zdroj vyzařuje různou intenzitou v různých vlnových délkách. Například klasické wolframové žárovky vyzařují spojitě v celém viditelném spektru (380-780 nm) a její maximum vyzařování je na vlnové délce kolem 1100 nm. Naopak zářivky nebo LED světelné zdroje mají nespojitou spektrální charakteristiku. U LED světelných zdrojů má vliv na tvar charakteristiky náhradní teplota chromatičnosti. U vyšší náhradní teploty chromatičnosti LED světelného zdroje (4000 K a více) obsahuje spektrální vyzařovací charakteristika vyšší podíl modré složky než při nižší náhradní teplotě chromatičnosti, viz obrázek č.4.

V součinnosti světelných zdrojů s kamerovým systémem je proto nutno brát ohled na spektrální citlivost snímacího čipu a spektrální vyzařování světelného zdroje. Každý světelný zdroj není vhodný pro použití s určitými druhy kamerových systémů.

Např. pro kamerové systémy používané v TR N (kamera Geutebrück G-Cam/GNSD1880) se výzkumem Ing. Petra Bose osvědčil jako nejlepší volbou osvětlovací soustavy se světelnými zdroji,

kteří mají náhradní teplotu chromatičnosti $T_c=3000$ K. Při této náhradní teplotě chromatičnosti dochází k nejvyššímu přenosu funkce. Pro černobílý čip je přenos 88,9 %, pro barevný čip 81,6 %.



Obrázek 4-příklady spektrálních vyzářovacích charakteristik různých světelných zdrojů [21]

2.1.7. Barevné režimy kamery [5], [35]

Z předchozích kapitol je již známo, že tzv. černobílé kamery jsou citlivější oproti „barevným kamerám“ při nízkých hodnotách osvětlenosti. Pokud ovšem je dán požadavek na nepřetržitý provoz kamerového systému (monitorování 24 hodin denně), je vhodné volit kameru, která má možnost tzv. režimu Den/Noc, anglicky (Day/Night). Kamery vybavené touto funkcí tak přepínají své barevné režimy v závislosti na hodnotách osvětlenosti.

V případě kamer používaných v TR společnosti ČEPS, a.s. se přepínání z barevného do černobílého režimu provádí při vertikálních osvětlenostech na snímaném objektu 4,6–37 lx. V opačném případě (přepínání z černobílého do barevného režimu) dosahují vertikální osvětlenosti hodnot 22–200 lx. Rozmezí hodnot osvětlení je dán různou odrazností pozadí.

2.2. Parametry a typy objektivů [3], [10], [15]

Objektiv je soustava skleněných čoček, které snímají zorné pole a dále je přenášejí na světlocitlivý snímací čip kamery, popř. fotoaparátu. Výběr objektivu ovlivňuje kvalitu a šířku snímané scény a měl by se volit v závislosti na tom, co bude kamerový systém prioritně sledovat. Pro sledování bližších, pevně daných cílů, je například vhodné použít fixní objektiv s nižší hodnotou ohniskové vzdálenosti.

2.2.1. Fixní objektiv [10], [15]

Tento typ objektivu má pevnou, fixní, ohniskovou vzdálenost. Tím pádem má jeden zorný úhel – je zaostřen pouze na jedno místo. Výhodou těchto objektivů je nízká pořizovací cena, avšak je nutné před zakoupením pečlivě zvážit rozmístění kamer a snímanou scénu.

2.2.2. Zoom objektiv [10], [15]

Oproti fixnímu objektivu, tento typ má proměnlivou ohniskovou vzdálenost. Je možné tak změnou ohniskové vzdálenosti přibližovat nebo oddalovat snímanou scénu nebo objekt. Optický zoom funguje na principu dalekohledu, kde se mění ohnisková vzdálenost v objektivu. Nedochozí tak ke zhoršení kvality obrazu. Digitální zoom se provádí softwarově v kameře a dochází ke zhoršení kvality pořízeného záznamu. Zoom objektivy se většinou vyrábějí pro venkovní kamery s rozmezím ohniska 2,8-12 mm.

2.2.3. Širokoúhlý objektiv [15]

Vyrábějí se běžně s nižšími hodnotami ohniskové vzdálenosti, aby mohly snímat větší zorný úhel. Používají se pro sledování objektů z blízky z důvodu např. zachycení detailů obličeje. Jejich využití je především jako bezpečnostní kamery u vjezdových bran, bankomatů nebo výtahů.

2.2.4. Teleobjektiv [15]

Teleobjektivy se používají pro sledování vzdálenějších objektů jako např. dlouhé chodby, hlídání kamery kolem dlouhých plotů nebo vstupní brána. Proto má tento typ objektivu vyšší ohniskovou vzdálenost. Při vyšší ohniskové vzdálenosti objektivu dopadá na snímací čip méně světla, a to se může negativně projevit na kvalitě pořízeného záznamu. Proto je vhodné instalovat kameru co nejbližší sledovanému místu nebo objektu.



Obrázek 5- kamera Geutebrück G-Cam/GNSD1880 požívaná v transformovně N [25]

2.3. Typy kamerových systémů [17]

Kamerové systémy, nazývané také CCTV (Closed Circuit Television neboli uzavřený televizní okruh) se dají dělit na dva základní typy (analogový a digitální). Tyto typy jsou určeny způsobem zaznamenávání dat z bezpečnostní kamery. Výběr kamerového systému závisí na druhu použití (resp. rozlišení) a pořizovací ceně.

2.3.1. Analogové kamerové systémy [11], [12], [13]

První zmínky o analogových kamerových systémech jsou z období druhé světové války, kde byl tento systém použit v továrně na výrobu raket V-2. Analogový kamerový systém byl také používán v průmyslové výrobě, kde se pomocí něj sledovala nebezpečná výroba nebo prostředí zamořené radiací. Většímu rozmachu se analogovým systémům dostalo v 80. letech minulého století, kde se používaly hlavně v dopravě, bankovníctví nebo průmyslu. V dnešní době se tento systém hojně používá především pro svou dlouhou živostnost a stabilitu. Používá se převážně u menších prostorů a tam, kde nejsou nároky na vysoké rozlišení. Ze všech typů jsou analogové kamerové systémy nejcitlivější, a proto se využívají při nízkých hodnotách osvětlenosti, např. v nočních hodinách.

Pro přenos obrazu používají analogové kamerové systémy analogový signál, který je veden koaxiálním kabelem. Analogový signál se v digitálním rekordéru převede do digitální podoby (digitalizuje) a dále je případně uložen na pevný disk. Nejlepší možné rozlišení analogového kamerového systému je označováno jako 960 H (960x576 px).

Výhodou těchto systémů je pořizovací cena, levné komponenty nebo také kompaktní rozměry. Další výhodou je kompatibilita s AHD systémy a záznamovými zařízeními různých výrobců. Přenos obrazu na velkou vzdálenost (délky i mnoha kilometrů) se realizuje pomocí metalických vodičů nebo optických vláken.

Nevýhodou je nízké rozlišení.



Obrázek 6-rozdíl kvality pořízeného snímku mezi analogovou, AHD a digitální (IP) kamerou [16]

2.3.2. AHD kamerové systémy [11], [12], [13]

Analogové systémy byly postupem času vylepšeny. Důvodem byl zájem zákazníků o co možná nejlepší rozlišení, a tak vznikly AHD (Analog High Definition) kamerové systémy, které dosahují rozlišení 1-5 Mpx. Tyto novější systémy postupně nahrazují klasické analogové systémy s rozlišením 960 H. Využití těchto systémů je především při rekonstrukci stávajících analogových systémů, kde může být použita stávající kabeláž.

Výhodou těchto systémů je možnost jednoduchého nahrazení nebo kombinace s klasickými analogovými kamerami. Další výhodou je také cena a technologie přenosu obrazu.

Nevýhodou těchto systémů je omezení vzdáleností přenosu záznamu od kamery do záznamového zařízení. Koaxiálním kabelem se může vést do vzdáleností 100 m. Při použití kvalitního kabelu až 300 m. Další nevýhodou je rušení obrazu indukci.

2.3.3. IP Digitální kamerové systémy [11], [12], [13]

Tato novější technologie používá pro přenos obrazu počítačovou síť (digitální systém). Technologicky jsou IP (Internet Protokol) kamerové systémy realizovány tak, že zpracování obrazu probíhá přímo v kameře a k uživateli se dostává již zpracovaný obrazový signál. Oproti analogovým systémům se digitální systém vyznačuje vyšším rozlišením obrazu, které se pohybuje běžně kolem 2-15 Mpx.

Výhodou IP kamerových systémů je vyšší rozlišení, možnost bezdrátového přenosu WiFi nebo také odolnost proti rušení.

Nevýhodou tohoto typu kamerového systému je vyšší pořizovací cena a zpoždění obrazu, kde komprimace obrazu probíhá přímo v kameře oproti analogovým systémům.

2.4. Parametry kamery Geutebrück G-Cam/GNSD1880 [25]

Katalogové technické parametry kamery používané v TR společnosti ČEPS, a.s. v součinnosti s hlídacím osvětlením. Kamera je osazena čipem 1/2,8" Sony Progressive Scan CMOS.

Tabulka 5-parametry kamery Geutebrück G-Cam/GNSD1880 [25]

Typ snímacího čipu	1/2,8" Sony Progressive Scan CMOS
Minimální citlivost čipu	0.05 lx barevně; 0.01 lx černobíla
Vyvážení bílé	Automatic / Manual / Indoor / Outdoor / ATW
Uzávěrka	1/1–1/10,000 s
Kompenzace protisvětla	On / Off
Barevné / černo-bílé přepínání	Automatic/Manual (IR-cut filter)
Ochrana údajů	16 nastavitelných zón v menu obrazovce
Optická čočka (ohnisková vzdálenost)	4.7 mm - 94.0 mm (opticky)
Zoom (optický)/(digitální)	20x / 1x – 10x
Rozsah otáčení	360° neomezeně
Úhel sklopení	-10° to 190°
Rychlost natáčení	0.5°/s to 90°/s (manual)
Přednastavená rychlost	5°/s to 400°/s
Přednastavená přesnost	0.225°
Ostření obrazu	Automatic / Manual
Přednastavené pozice	256 pozic
Pracovní rozhraní	10 / 100 Mb Ethernet (RJ-45), 10/100Base-TX
Komunikační protokol	IPv4/v6, TCP/IP, UDP, RTP, RTSP, HTTP, HTTPS, ICMP, FTP, SMTP, DHCP, PPPoE, UPnP, IGMP, SNMP, IEEE 802.1x, QoS, ONVIF
Komprese obrazu	H.264 / MJPEG
Rozlišení obrazu v pixelech	1080 p / SXGA / 720 p / XGA / SVGA / D1 / VGA / CIF
Řízení přístupu	Uživatelský účet + Ochrana heslem
Detektor pohybu	On / Off
Alarm vstupy/výstupy	4/2
Podporované prohlížeče webů	Internet Explorer 6.0+/Chrome/Firefox/Safari
Přenos zvuku	Bi-directional, G.711/G.726 ADPCM/AAC (only line-in support)
Teplota	- 45 °C do + 50 °C
Stupeň krytí	IP 66
Napájení	24 V AC +/- 10 % / PoE+ (w/o heater)
Spotřeba energie	Approx. 50 W (w/heater), only with AC 24 V!
Rozměry v mm (Diameter x H)	191.97 x 282.11 (w/sunshield)
Váha	2.3 Kg (5.11 lb)
Certifikáty	CE, FCC, RoHS

3. Rozbor chování osvětleností (vertikální, horizontální, kamerové) a jasů v úseku mezi dvěma svítidly hlídacího osvětlení

3.1. Horizontální, vertikální a kamerová osvětlenost

3.1.1. Osvětlenost [4]

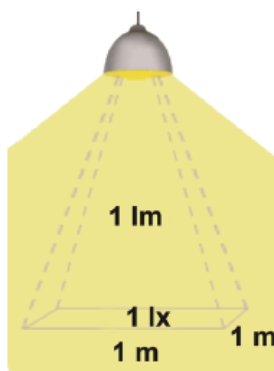
Osvětlenost obecně (nebo také intenzita osvětlení) je odvozená fotometrická veličina. Značí se „ E “ a má jednotkou lux (lx). Hodnota jednoho luxu je způsobena světelným tokem 1 lm dopadající na plochu 1 m². Výpočet osvětlenosti je na následujících vztahu:

$$E = \frac{d\Phi}{dA} \quad (2)$$

E – osvětlenost (lx)

$d\Phi$ – velikost světelného toku dopadající na plochu (lm)

dA – velikost plochy, na které dopadá světelné záření (m²)



Obrázek 7-demonstrace osvětlenosti $E=1$ lx [4]

Při výpočtu osvětlenosti bodových zdrojů lze osvětlenost vypočítat pomocí tzv. čtvercového a kosinového zákona. Výpočet osvětlenosti je na následujících vztahu:

$$E = \frac{I_{\gamma} \cdot \cos\beta}{l^2} \quad (3)$$

E – osvětlenost (lx)

I_{γ} – svítivost dopadajícího paprsku světla (cd)

β – úhel svírající paprsek dopadajícího záření s normálou plochy, na kterou paprsek dopadá (°, rad)

l – vzdálenost světelného zdroje od plochy, na kterou paprsek dopadá (m)

Ze vztahu je patrné, že osvětlenost klesá s kvadrátem vzdálenosti – čtvercový zákon. Se zvyšujícím se úhlem β se snižuje osvětlenost – kosinový zákon. Tato skutečnost je dána z vlastností goniometrické funkce cosinus ($\cos 0^\circ=1$ nebo $\cos 90^\circ=0$). Nejvyšších hodnot osvětleností je tak docíleno při úhlu 0° , tedy v případě, kdy světelný paprsek dopadá kolmo na plochu.

3.1.2. Horizontální a vertikální osvětlenost (E_H , E_V)

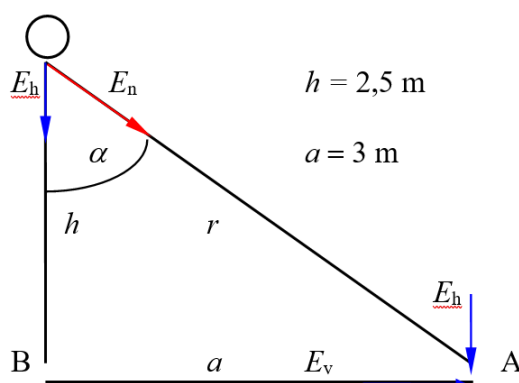
V praxi může nastat případ, kdy chceme v daném bodě rozložit celkovou osvětlenost na dvě složky – horizontální (ve směru osy y) a vertikální (ve směru osy x). Výpočet spočívá v jednoduchém použití goniometrických funkcí a Pythagorovy věty. Rozklad je uveden na následujícím příkladu.

Horizontální osvětlenost se měří v úrovni terénu, tedy ve výšce 0 m.

Vertikální osvětlenost se měří pomocí stativu s vodováhou ve výšce zrakového úkolu (např. přístroje, budíky měření atd.)

3.1.3. Příklad na horizontální a vertikální osvětlenost [6]

Svítilivost bodového zdroje v úhlu α je $I_\alpha=250$ cd. Vypočítejte světelný vektor a jeho složky (horizontální a vertikální) v bodě A.



Obrázek 8- obrázek k příkladu výpočtu [6]

$$r = \sqrt{a^2 + h^2} = \sqrt{3^2 + 2,5^2} = 3,91 \text{ m}$$

$$E_{nA} = \frac{I_\alpha}{r^2} = \frac{250}{3,91^2} = 16,35 \text{ lx}$$

$$E_{hA} = E_{nA} \cdot \frac{h}{r} = 16,35 \cdot \frac{2,5}{3,91} = 10,45 \text{ lx}$$

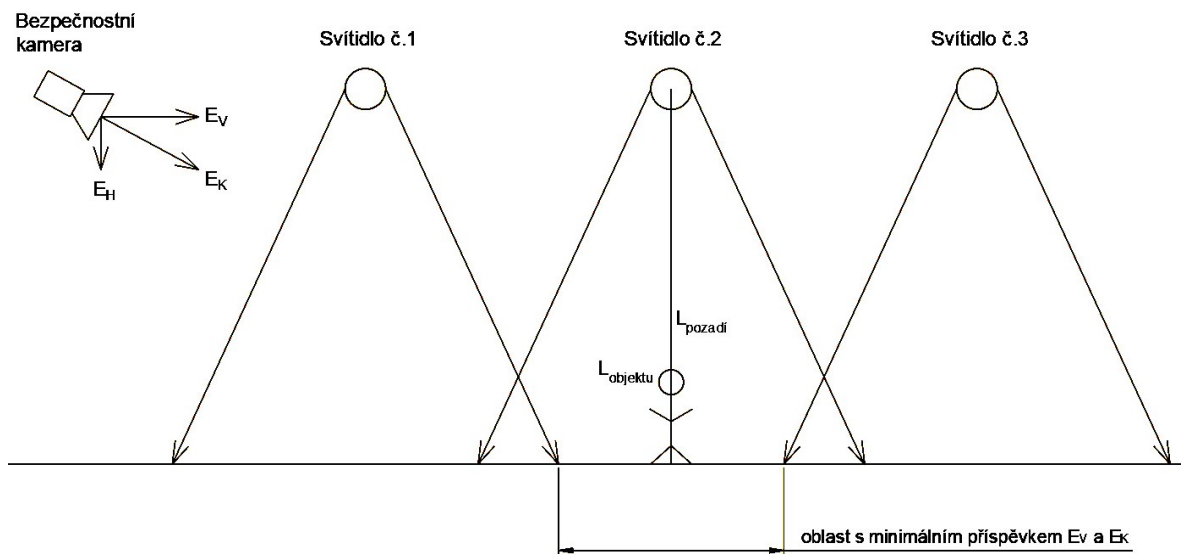
$$E_{vA} = E_{nA} \cdot \frac{a}{r} = 16,35 \cdot \frac{3}{3,91} = 12,54 \text{ lx}$$

3.1.4. Kamerová osvětlenost (E_K) [2]

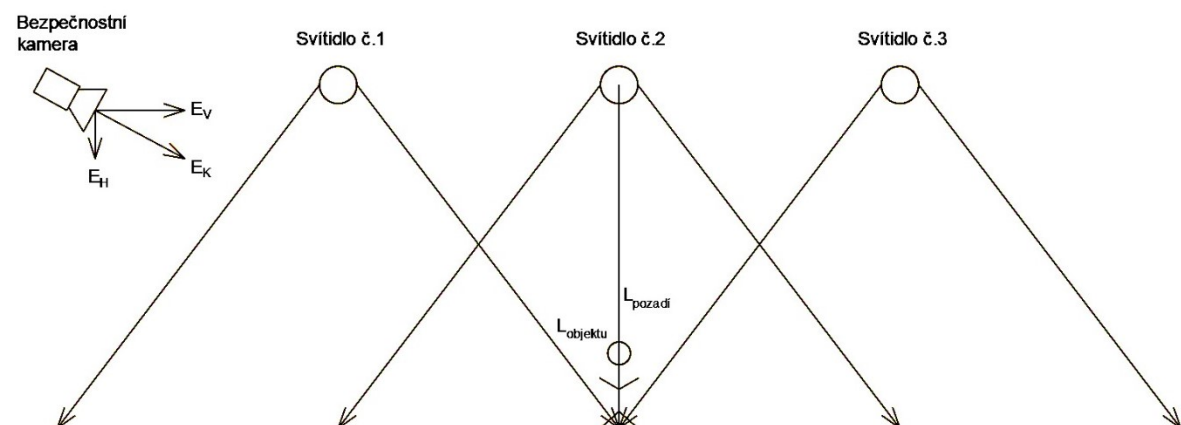
Je to osvětlenost, která se měří ve směru kamery většinou 1 m nad povrchem země. Při vzdálených objektech můžeme vzhledem k malým úhlům mezi rovinou kolmou na směr kamery a svislou rovinou pozorovaného objektu brát, že kamerová osvětlenost je přibližně rovna vertikální

složce osvětlenosti. Při snímání blízkých objektů se ovšem tyto osvětlenosti liší ve své velikosti vlivem kosinového zákona.

3.2. Základní filozofie návrhu kamerového osvětlení



Obrázek 9-standartní návrh osvětlovací soustavy



Obrázek 10-základní filozofie návrhu kamerového osvětlení

Z obrázků č. 9 a 10 je zřejmé, jakým způsobem by se měla navrhovat osvětlovací soustava pracující v součinnosti s kamerovými systémy. Základní myšlenkou je skutečnost, že křivky svítivosti jednotlivých svítidel by se měly protínat nebo se překrývat, aby byla zajištěna vertikální (kamerová) osvětlenost na pozorovaném objektu. V případě chybného návrhu osvětlovací soustavy by mohlo dojít k tomu, že na kameře by případný pozorovaný objekt (např. narušitel) nemusel být vidět.

3.3. Jas [4]

Jas (nebo také měrná svítivost) je fotometrická veličina, která vyjadřuje svítivost vyzařující z dané plochy. Značí se „ L “ a její jednotkou je $(\text{cd} \cdot \text{m}^{-2})$. Je to veličina, na kterou lidské oko přímo reaguje (přesněji lidské oko reaguje na kontrasty jasů). Výpočet jasu je dán následujícím vztahem:

$$L = \frac{I}{S_p} = \frac{I}{S \cdot \cos\alpha} \quad (4)$$

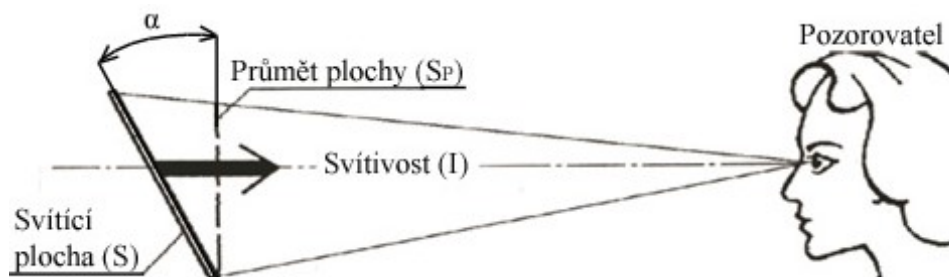
L – jas ($\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$)

I – svítivost (cd)

S_p – průměr plochy, z které světelné záření vyzařuje (m^2)

S – velikost plochy, z které světelné záření vyzařuje (m^2)

α – velikost úhlu svírající mezi rovinou pozorovatele a rovinou svítící plochy ($^\circ$, rad)



Obrázek 11-demonstrace vnímání jasu pozorovatelem [4]

Ve jmenovateli vztahu je opět uveden (pouze v jiné podobě) kosinový zákon. Ovšem v tomto případě se snižujícím se úhlem roste hodnota jasu. Stejná svítivost bude vyzařována z menší plochy (z průmětu plochy) a to má za následek nárůst jasu.

3.4. Konstant jasu [4]

Kontrast jasu je veličina, na kterou přímo reaguje lidské oko. Značí se „ K “ a má bezrozměrnou jednotkou. Viditelnost objektu je dána rozdílem jasu pozorovaného objektu a jasu pozadí. Výpočet kontrastu jasu je dán následujícím vztahem:

$$K = \frac{|L_a + L_b|}{L_b} \quad (5)$$

K – kontrast jasu (-)

L_a – jas pozorovaného objektu ($\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$)

L_b – jas pozadí ($\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$)

Vztahem se určují dva druhy kontrastu (pozitivní a negativní). Pozitivní kontrast nabývá hodnot větší než 1. Negativní kontrast nabývá hodnot menší než 1.



Obrázek 12-příklad pozitivního (vlevo) a negativního (vpravo) kontrastu [18]

3.5. Odraznost povrchu [4]

Odraznost povrchu je jeden ze tří základních světelně technických parametrů materiálů. Značí se ρ a má bezrozměrnou jednotku. Aby se dal aplikovat zákon zachování energie je nutné si definovat zbylé dvě vlastnosti a těmi jsou pohltivost α a prostupnost τ . Pro spektrální činitele platí vztah:

$$\alpha(\lambda) + \rho(\lambda) + \tau(\lambda) = 1 \quad (6)$$

$\alpha(\lambda)$ – spektrální činitel pohltivosti

$\rho(\lambda)$ – spektrální činitel odraznosti

$\tau(\lambda)$ – spektrální činitel propustnosti

Podle těchto vlastností můžeme popsat chování jednotlivých materiálů v závislosti na dopadajícím světelném toku.

Žádný reálný materiál není dokonalý, a proto se u běžných materiálů setkáváme se smíšeným odrazem. Smíšený odraz se skládá ze součtu činitelů zrcadlového a difúzního odrazu. Pro výpočty se ovšem předpokládá pouze difúzní odraz, což znamená, že světelný paprsek se od povrchu odrazí ideálně do všech stran stejně. Je tedy rovnoměrně rozptýlený do celého prostoru. Charakteristika (křivka svítivosti) takového odrazu vytvoří v rovině kružnici, v prostoru potom kouli. Svítivosti jednotlivých složek se dají vypočítat pomocí kosinového zákona:

$$I_\gamma = I_0 \cdot \cos\gamma \quad (7)$$

I_γ – svítivost pod úhlem γ (cd)

I_0 – kolmá neboli maximální složka svítivosti (cd)

$\cos\gamma$ – úhel mezi (jednotka úhlu)

Materiály, které dokáží rozptýlit světelné paprsky podle kosinového zákona v prostoru do ideálně kulové charakteristiky, se nazývají Lambertovy zářiče. Prostorový úhel takového ekvivalentního zářiče je polokulový, tedy jeho prostorový úhel je $\Omega = \pi$. Výsledný vztah, který platí pro tzv. Lambertovu plochu je:

$$\rho \cdot E = \pi \cdot L \quad (8)$$

ρ – odraznost (-)
 E – osvětlenost (lx)
 L – jas ($\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$)



Obrázek 13-příklad difuzního odrazu [4]

V následující tabulce je uvedeno několik příkladů činitelů odrazů pro různé povrchy materiálů.

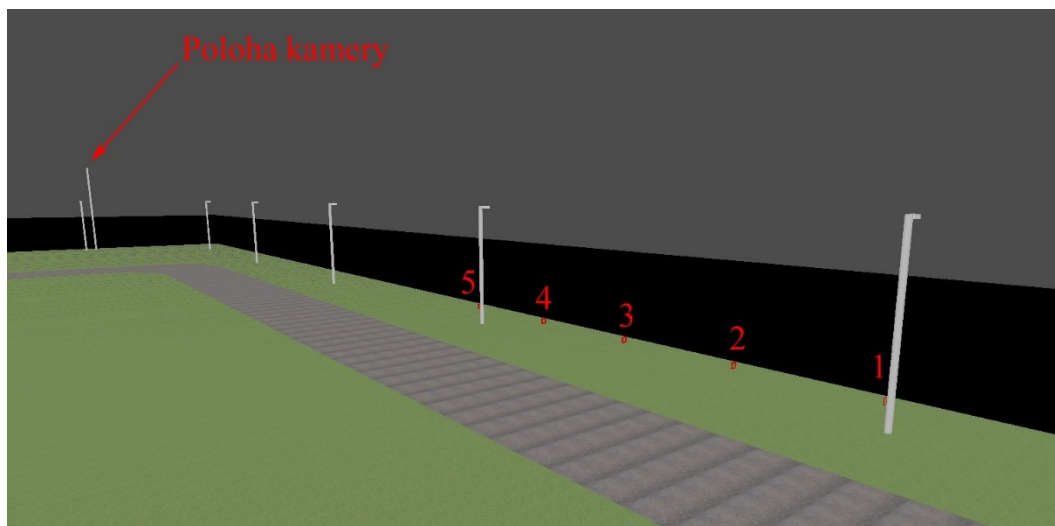
Tabulka 6-příklady odraznosti povrchů [19]

Typ povrchu	Odraznost (%)
Trávník suchý	15
Trávník mokrý	10
Půda hlinitá, suchá	15
Sníh čerstvý	93-100
Sníh tající	80
Vozovka asfaltová suchá	10
Vozovka asfaltová mokrá	5

Tzv. odraženou složkou (resp. vliv odraznosti povrchů) od země je nutné vzít v úvahu při měření nebo počítání vertikální (kamerové) osvětlenosti. Při různých rozptylových podmínkách (např. sníh) může být vliv odražené složky na pozorovaném objektu výrazně vyšší než např. při travnatém povrchu.

3.6. Teoretický model TR N v programu Relux

Pro názornost je na následujícím teoretickém modelu ukázáno, jaký vliv má odražená složka při travnatém povrchu ($\rho=15\%$) a při povrchu na němž je sněhová pokrývka ($\rho=85\%$). Teoretický model byl vytvořen ve výpočetním programu Relux. Rozestavení a použitá svítidla jsou totožná s těmi, které jsou použity v TR N, a to THORN CQ 36L35 740 NR BPS CL1 (39 W). Závěsné výšky svítidel byly zvoleny 6 m, rozpětí mezi jednotlivými svítidly 20 m. Měřicí roviny byly zvoleny stejně jako v případě vyhodnocování protokolů pro společnost ČEPS, a.s a to ve vzdálenosti 5 m od sebe. Poloha kamery byla vzhledem k různorodému terénu odhadnuta a umístěna do výšky 10 m od povrchu země.



Obrázek 14-Rozmístění měřicích rovin v modelu

Tabulka 7-Vypočtené hodnoty (pouze přímá složka)

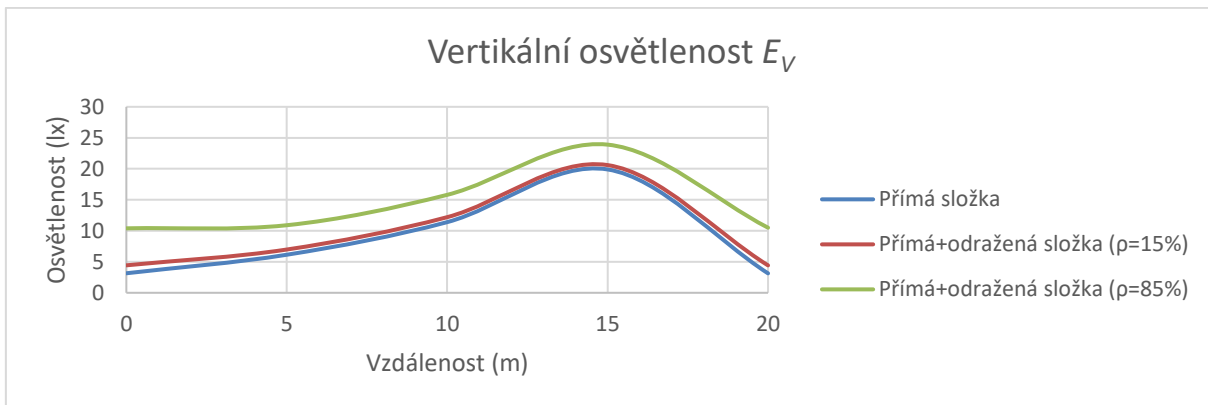
Pozice měřicí roviny	E_V (lx)	E_K (lx)
1	3,15	5,47
2	6,14	6,05
3	11,4	11,8
4	19,9	21,7
5	3,13	5,38

Tabulka 8-Vypočtené hodnoty s příspěvkem odražené složky ($\rho=15\%$)

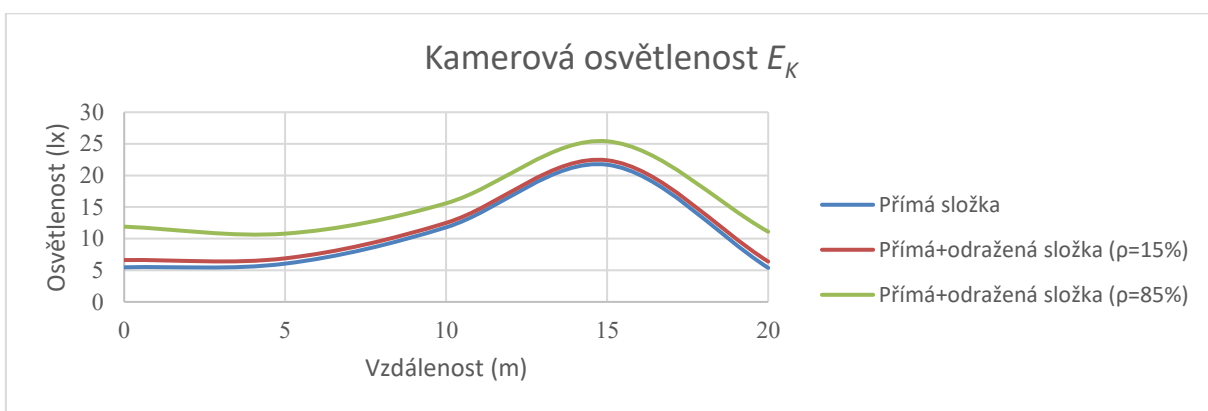
Pozice měřicí roviny	E_V (lx)	E_K (lx)	$E_{C(15\%)}$ (lx)
1	4,43	6,62	0,24
2	6,98	6,89	
3	12,2	12,5	
4	20,6	22,4	
5	4,42	6,38	

Tabulka 9-Vypočtené hodnoty s příspěvkem odražené složky ($\rho=85\%$)

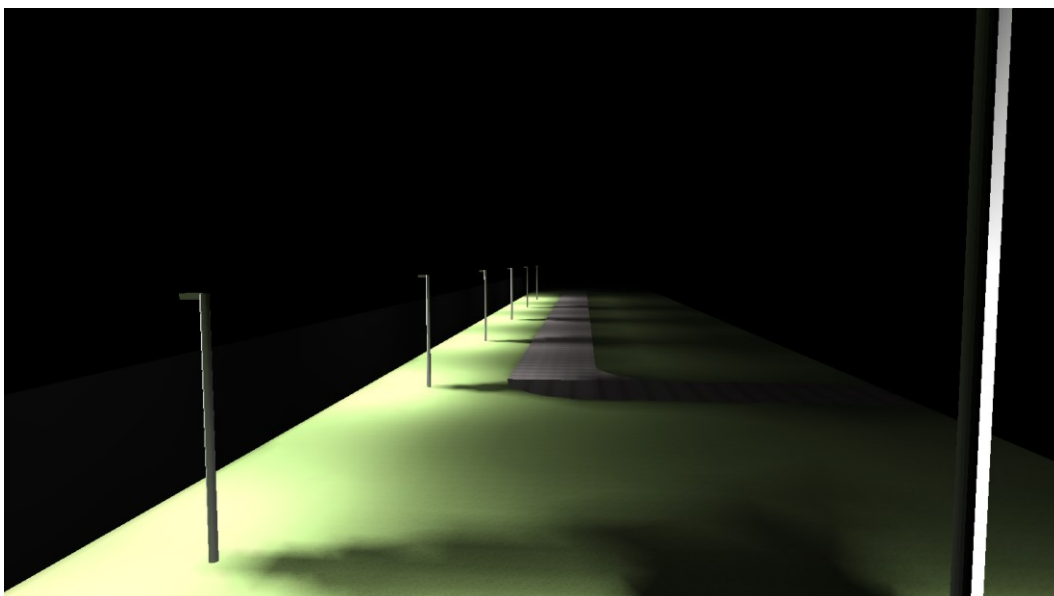
Pozice měřicí roviny	E_V (lx)	E_K (lx)	$E_{C(85\%)}$ (lx)
1	10,4	11,9	1,35
2	10,9	10,8	
3	15,8	15,6	
4	23,9	25,4	
5	10,5	11,1	



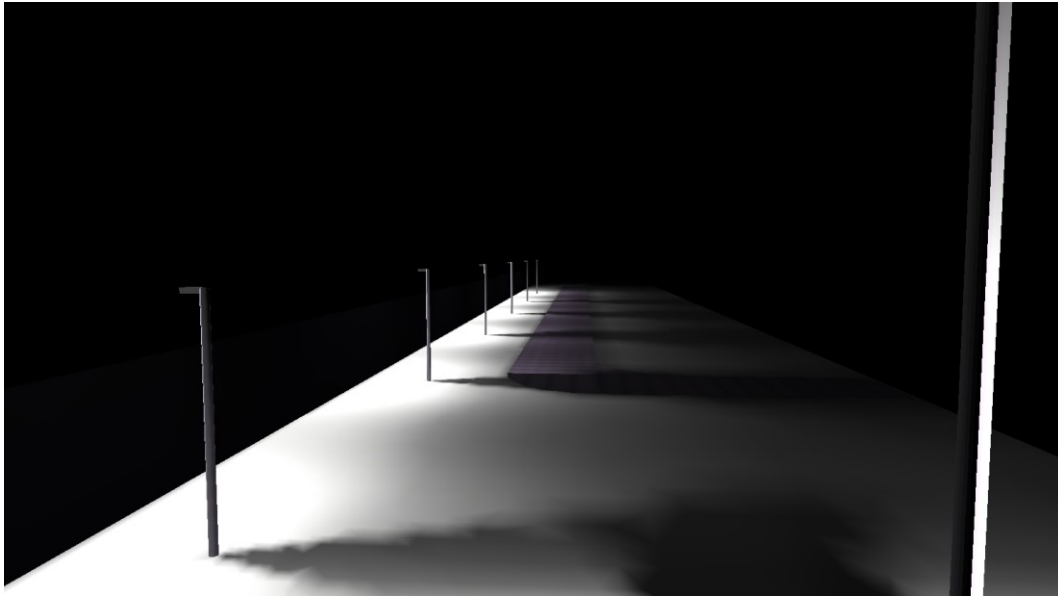
Obrázek 15-graf závislosti osvětlenosti na vzdálenosti (E_V)



Obrázek 16-graf závislosti osvětlenosti na vzdálenosti (E_K)



Obrázek 17- snímek 3D rozložení jasů ($\rho=15\%$)



Obrázek 18-snímek 3D rozložení jasů ($\rho=85\%$)

3.6.1. Dílčí závěr teoretického modelu

Z modelu lze usoudit, že vliv odražené složky se projeví jak na vertikální, tak na kamerové osvětlenosti viz. grafy na obrázcích č. 15 a 16. Vypočtené hodnoty jsou v tabulkách č. 7, 8 a 9. Přírůstek kamerové i vertikální osvětlenosti vlivem odražené složky (pro travnatý povrch $\rho=15\%$) je kolem 1-2 lx. Ovšem v druhém případě (sněhová pokrývka $\rho=85\%$) je přírůstek odražené složky 4-7 lx.

Dalším důležitým výsledkem teoretického modelu je výpočet osvětlenosti v místě umístění kamery, která je označena v tabulkách vypočtených hodnot (tabulky č. 8 a 9) jako E_C . Vypočtené hodnoty osvětlenosti jsou tak dány pouze odraženou složkou od země. Kamerová osvětlenost v místě umístění kamery pro travnatý povrch ($\rho=15\%$) je $E_{C(15\%)} = 0,24$ lx. Pro případ sněhové pokrývky ($\rho=85\%$) je $E_{C(85\%)} = 1,35$ lx. Těmito vypočtenými hodnotami můžeme tak při projektování získat představu o parametru minimální citlivosti kamery.

Vliv odražené složky by tak mohl mít pozitivní vliv na lepší rozpoznatelnost objektů, tím i lepší pořízený záběr kamer TSFO a následným vyhodnocením pracovníkem v TDC. Již z teoretického modelu a vypočítaných hodnot lze usoudit, že nejnižších hodnot vertikální a kamerové osvětlenosti se dosahuje v pozicích 1 a 5, což jsou pozice přímo pod svítidlem. V těchto pozicích kamera zaznamenává nejméně kvalitní záznamy vlivem menší kamerové osvětlenosti.

4. Vyhodnocení naměřených dat hlídacího osvětlení z elektrických stanic (TR N, TR K, TR C)

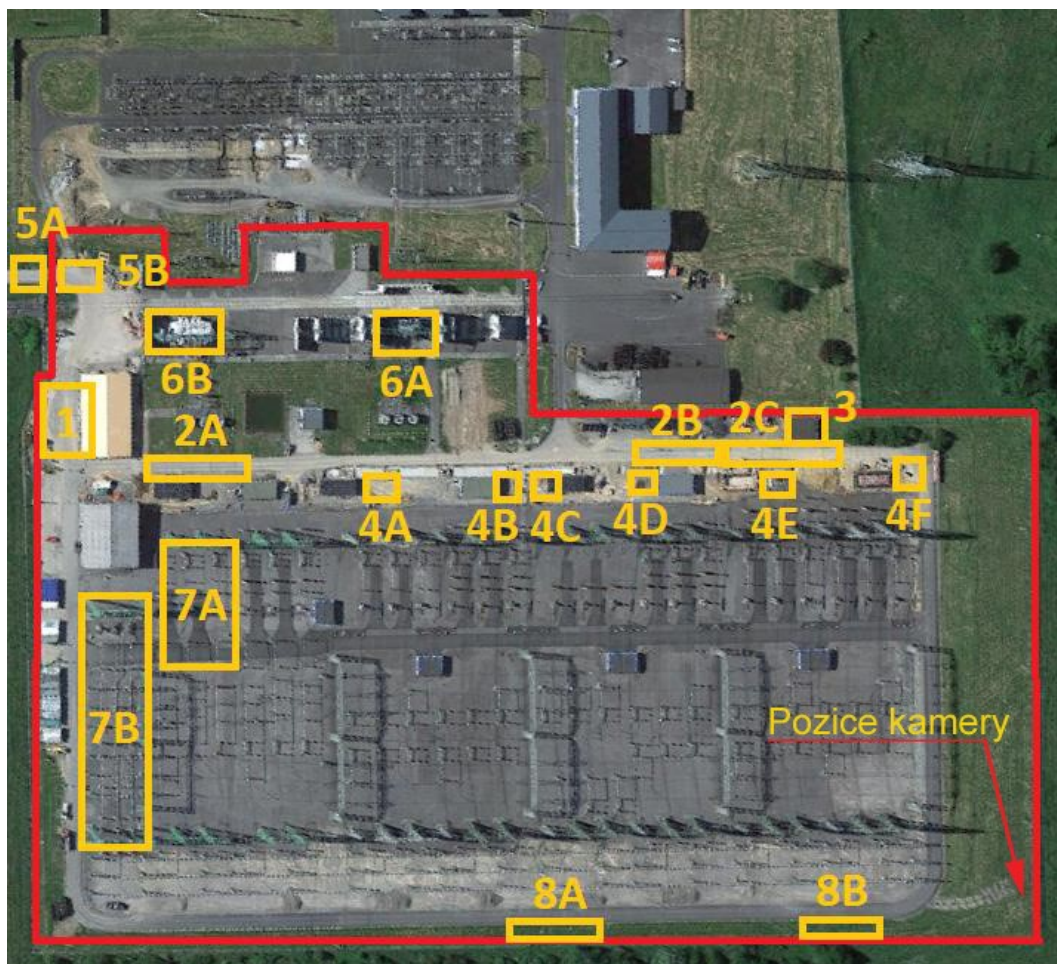
Naměřená data a jejich následné zhodnocení byla použita ze světelně-technických zpráv vypravovaných pro společnost ČEPS, a.s.

4.1. Transformovna N

Předmětem měření bylo posouzení světelně-technických parametrů venkovního osvětlení v elektrické stanici TR N. Měření bylo provedeno dne 26.7. 2018 v čase od 21:00 do 4:00. Měření probíhalo za jasného počasí bez přítomnosti mlhy, vozovky a měřené úseky byly suché, bez vrstvy sněhu. [7]

Tohoto měření jsem se zúčastnil. Měřil jsem hodnoty osvětlenosti a dělal jsem figuranta s tmavým oblečením při měření jasových analýz.

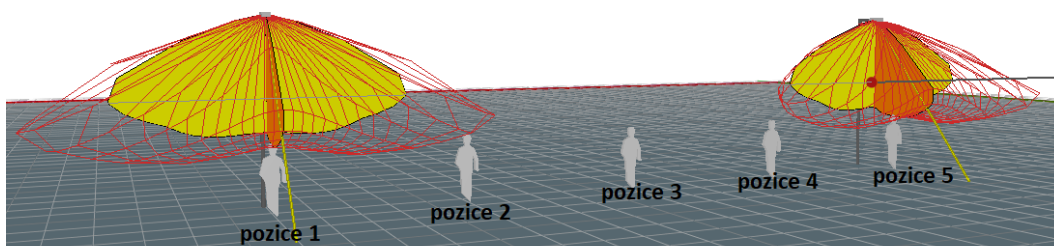
V následující části kapitoly bude vyhodnoceno hlídací osvětlení úseků 8A, 8B (hlídací osvětlené kolem plotu TR).



Obrázek 19-Areál TR N (červeně označena hranice stanice ČEPS, a. s.) [7]

4.1.1. Hlídací osvětlení (úseky 8A, 8B)

Při měření byli použiti figuranti s různými odraznostmi oděvů (tmavé a světlé oblečení). Pohled jasového analyzátoru svou pozicí odpovídá možnému pohledu bezpečnostní kamery, resp. jasový analyzátor byl umístěn na stejné místo jako bezpečnostní kamera, ovšem nikoliv ve stejné výšce, což nijak neovlivní výpočet a vyhodnocení. Změna pozic figurantů byla prováděna v rozteči 5 m od sebe. V tabulkách naměřených hodnot je počátek – pozice 1=0 m. [7]



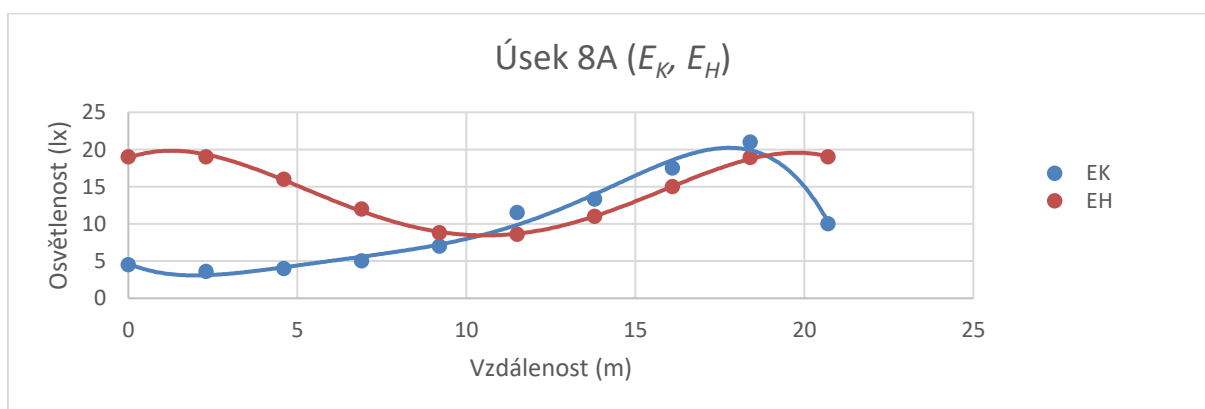
Obrázek 20-Schematický náčrt pozic figuranta pro měření jasové analýzy [7]

4.1.2. Úsek 8A – vertikální a horizontální osvětlenosti E_K a E_H

Tabulka 10-naměřené hodnoty pro úsek 8A [7]

Vzdálenost (m)	E_K (lx)	E_H (lx)
0	4,5	19
2,3	3,6	19
4,6	4	16
6,9	5	12
9,2	7	8,8
11,5	11,5	8,6
13,8	13,3	11
16,1	17,5	15
18,4	21	18,9
20,7	10	19

pozn. hodnoty osvětleností v tabulce č. 10 jsou zhodnoceny bez udržovacího činitele



Obrázek 21-graf závislosti osvětleností na vzdálenosti pro úsek 8A

Výpočet udržované osvětlenosti (E_m) a rovnoměrnosti (U_0):

pozn.: Výpočty provedené v dalších částech kapitoly jsou totožné, a proto není dále ukazován jejich postup. V tabulkách naměřených hodnot jsou zeleně zvýrazněné minimální hodnoty.

Udržovaná kamerová a horizontální osvětlenost úseku 8A:

$$E_{m0k} = \frac{\sum_{i=1}^n E_K}{n} = \frac{4,5+3,6+4+5+7+11,5+13,3+17,5+21+10}{10} = \frac{68}{10} = 9,74 \text{ lx}$$

$$E_{m0h} = \frac{\sum_{i=1}^n E_H}{n} = \frac{19+19+16+12+8,8+8,6+11+15+18,9+19}{10} = \frac{147,3}{10} = 14,73 \text{ lx}$$

Udržovaná kamerová a horizontální osvětlenost úseku 8A zhodnocená udržovacím činitelem ($z=0,7$):

$$E_{mk} = E_{m0k} \cdot z = 9,74 \cdot 0,7 = 6,82 \text{ lx}$$

$$E_{mh} = E_{m0h} \cdot z = 14,73 \cdot 0,7 = 10,31 \text{ lx}$$

Rovnoměrnost v úseku 8A (pro kamerovou osvětlenost):

$$U_0 = \frac{E_{minok}}{E_{m0k}} = \frac{3,6}{9,74} = 0,37 (-)$$

Rovnoměrnost v úseku 8A (pro horizontální osvětlenost):

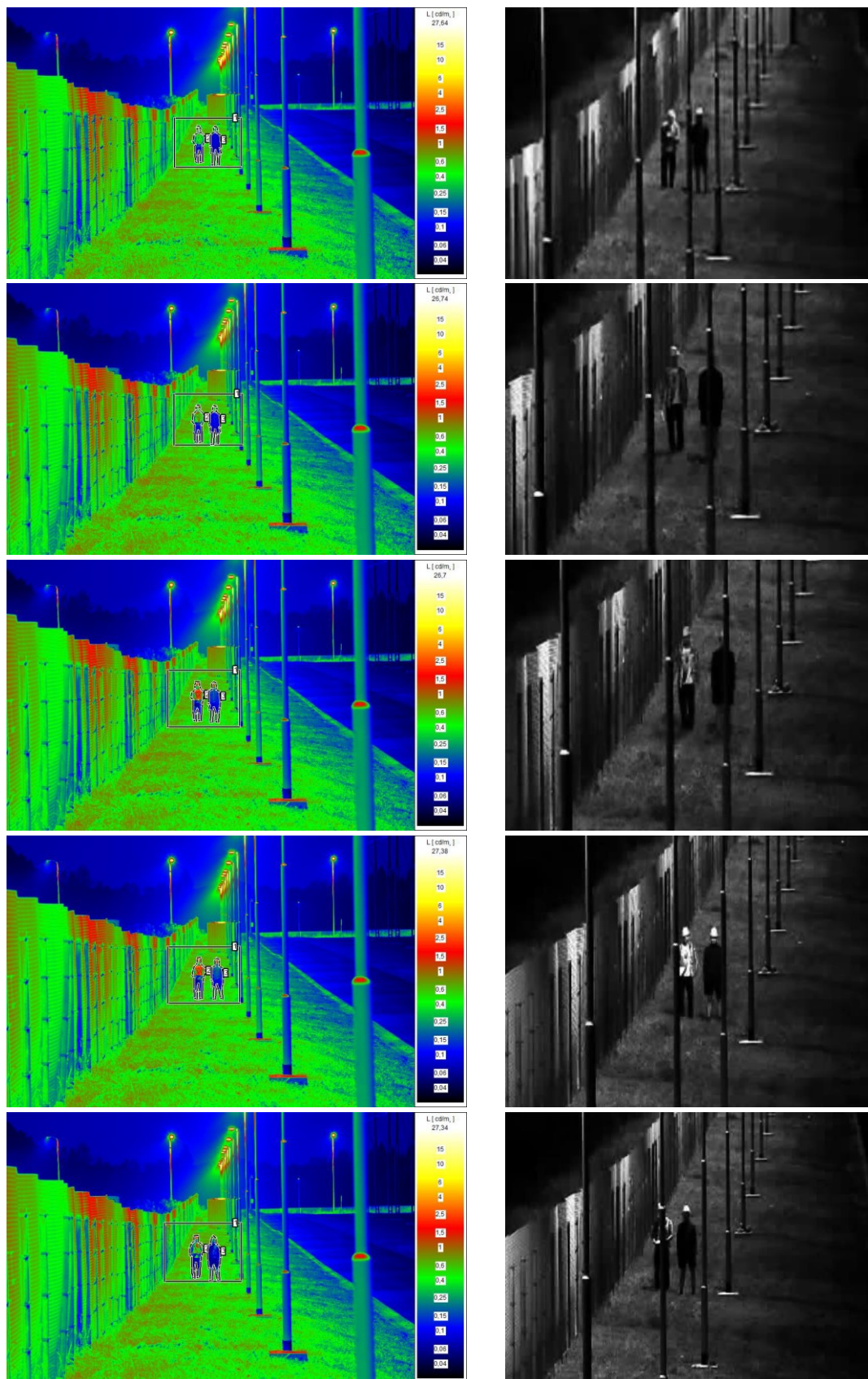
$$U_0 = \frac{E_{minoh}}{E_{m0h}} = \frac{8,6}{14,73} = 0,58 (-)$$

Tabulka 11-výsledek měření pro úsek 8A [7]

Druh činnosti	Index podání barev Ra	Požadovaná osvětlenost E_m (lx)	Požadovaná rovnoměrnost U_0 (-)	Vypočtená E_m (lx) + chyba nejistoty $\pm 10\%$	Vypočtená U_0 (-) + chyba nejistoty $\pm 10\%$	Nejistota měření	Výsledek
Kamerová osvětlenost	70	10	0,4	6,80 \pm 0,68	0,37 \pm 0,037	$\pm 10\%$	nedodržen
Horizontální osvětlenost	70	10	0,4	10,3 \pm 1,03	0,58 \pm 0,058	$\pm 10\%$	Leží v pásmu nejistoty

pozn. Hodnoty osvětleností v tabulce č. 11 jsou zhodnoceny udržovacím činitelem $z=0,7$.

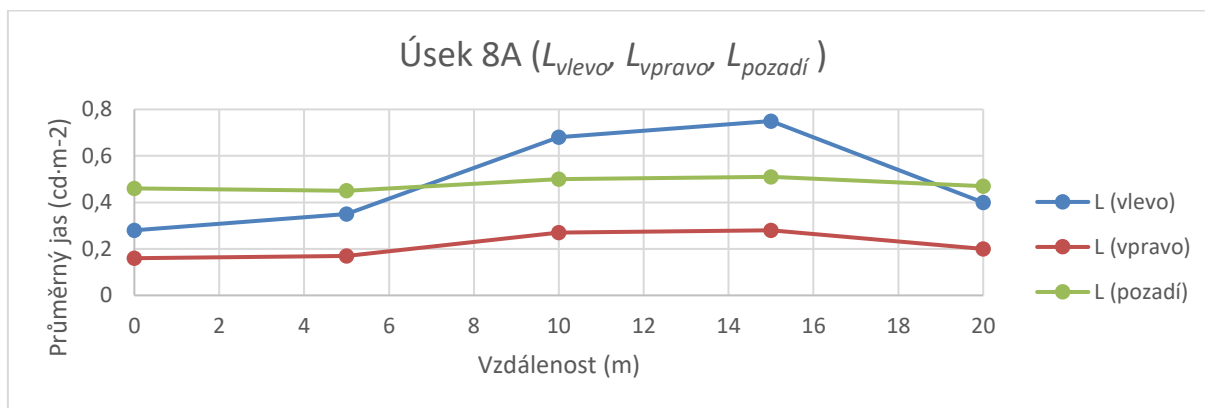
4.1.3. Úsek 8A – jasová analýza a kamerové záznamy



Obrázek 22-jasová analýza (levý sloupec) a kamerové záznamy (pravý sloupec) pro pozice 1-5 úseku 8A [7]

Tabulka 12-naměřené a vypočtené hodnoty pro úsek 8A [7]

Pozice	L_{vlevo} (cd·m ⁻²)	L_{vpravo} (cd·m ⁻²)	L_{pozadi} (cd·m ⁻²)	$K_{vlevo/pozadi}$ (-)	$K_{vpravo/pozadi}$ (-)
1	0,28	0,16	0,46	0,39	0,65
2	0,35	0,17	0,45	0,22	0,62
3	0,68	0,27	0,5	0,36	0,46
4	0,75	0,28	0,51	0,47	0,45
5	0,4	0,2	0,47	0,15	0,57



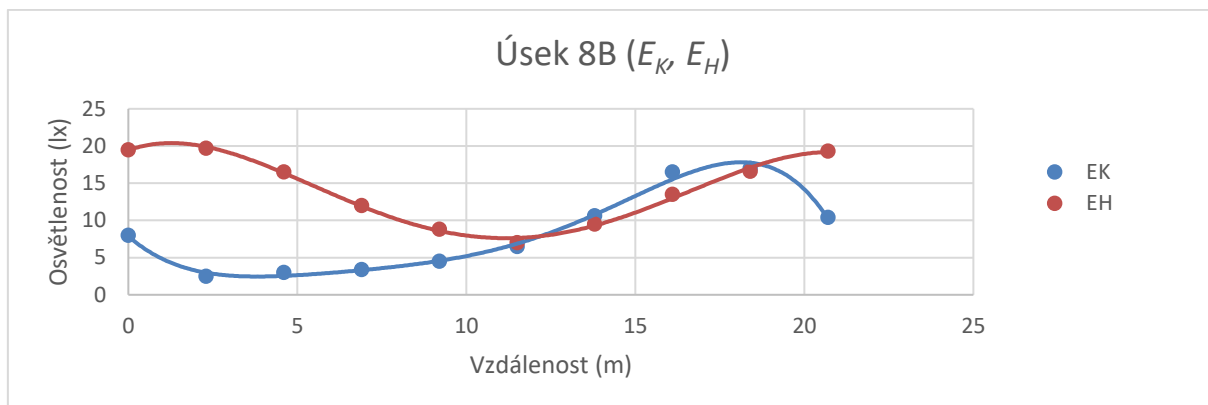
Obrázek 23-graf závislosti průměrných jasů na vzdálenosti pro úsek 8A

4.1.4. Úsek 8B – vertikální a horizontální osvětlenosti E_K a E_H

Tabulka 13-naměřené hodnoty pro úsek 8B [7]

Vzdálenost (m)	E_K (lx)	E_H (lx)
0	8	19,5
2,3	2,5	19,7
4,6	3	16,5
6,9	3,4	12
9,2	4,5	8,8
11,5	6,5	7
13,8	10,6	9,5
16,1	16,5	13,5
18,4	17	16,6
20,7	10,4	19,3

pozn. hodnoty osvětleností v tabulce č. 13 jsou zhodnoceny bez udržovacího činitele



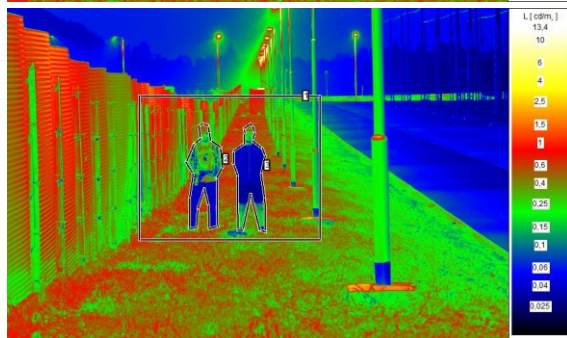
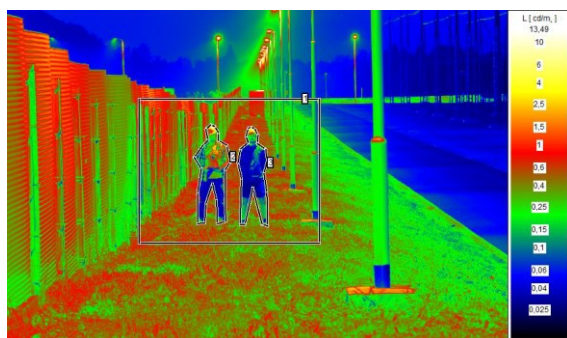
Obrázek 24- graf závislosti osvětlení na vzdálenosti pro úsek 8B

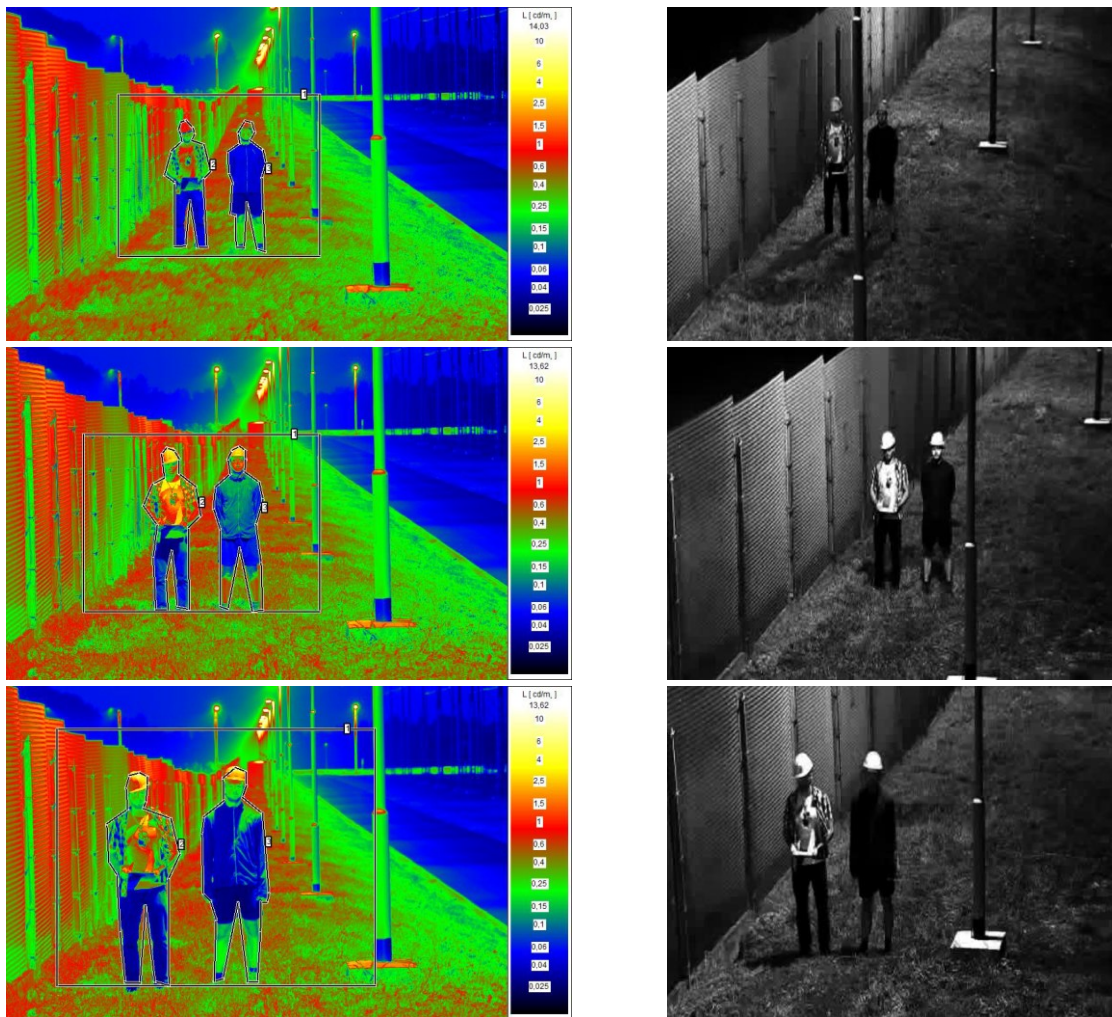
Tabulka 14-výsledek měření pro úsek 8B [7]

Druh činnosti	Index podání barev Ra	Požadovaná osvětlenost E_m (lx)	Požadovaná rovnoměrnost U_0 (-)	Vypočtená E_m (lx) + chyba nejistoty $\pm 10\%$	Vypočtená U_0 (-) + chyba nejistoty $\pm 10\%$	Nejistota měření	Výsledek
Kamerová osvětlenost	70	10	0,4	$5,80 \pm 0,58$	$0,30 \pm 0,030$	$\pm 10\%$	nedodržen
Horizontální osvětlenost	70	10	0,4	$10,0 \pm 1,00$	$0,49 \pm 0,049$	$\pm 10\%$	Leží v pásmu nejistoty

pozn. Hodnoty osvětlení v tabulce č. 14 jsou zhodnoceny udržovacím činitelem $z=0,7$.

4.1.5. Úsek 8B – jasová analýza a kamerové záznamy

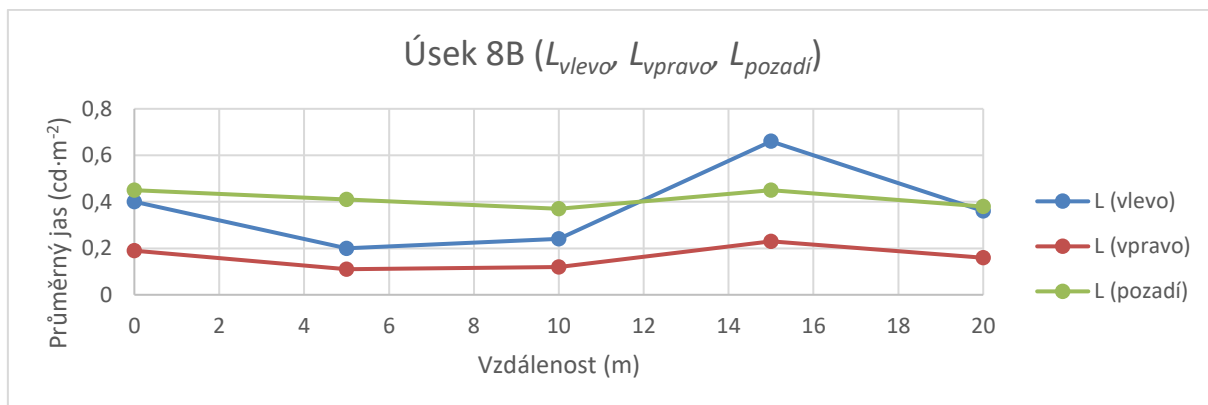




Obrázek 25- jasová analýza (levý sloupec) a kamerové záznamy (pravý sloupec) pro pozice 1-5 úseku 8B [7]

Tabulka 15-naměřené a vypočtené hodnoty pro úsek 8B [7]

Pozice	$L_{vlevo} (cd \cdot m^{-2})$	$L_{vpravo} (cd \cdot m^{-2})$	$L_{pozadi} (cd \cdot m^{-2})$	$K_{vlevo/pozadi} (-)$	$K_{vpravo/pozadi} (-)$
1	0,4	0,19	0,45	0,11	0,58
2	0,2	0,11	0,41	0,51	0,73
3	0,24	0,12	0,37	0,35	0,68
4	0,66	0,23	0,45	0,47	0,49
5	0,36	0,16	0,38	0,05	0,58



Obrázek 26-graf závislosti průměrných jasů na vzdálenosti pro úsek 8B

4.1.6. Odraznosti oděvů figurantů

Odraznosti oděvů jsou vypočítány ze vztahu 8 a za předpokladu difuzního odrazu. Pro výpočet byly použity hodnoty, kde odraznosti oděvů nabývají nejvyšších hodnot, a to pozice pod svítidly (pozice 1 a 5). V těchto místech je příspěvek vertikální osvětlenosti nejnižší, a tak je kamerová osvětlenost složena převážně z odražené složky oděvu figuranta.

Příklad výpočtu odraznosti oděvů figurantů:

pozn.: Výpočty odrazností provedené v dalších částech kapitoly jsou totožné, a proto není dále ukazován jejich postup. V tabulce č. 16 jsou zeleně zvýrazněné hodnoty použité pro příklad výpočtu.

$$\rho \cdot E = \pi \cdot L \Rightarrow \rho = \frac{\pi \cdot L}{E}$$

$$\rho = \frac{\pi \cdot L}{E} = \frac{\pi \cdot 0,28}{4,5} = 0,195 (-)$$

Tabulka 16-naměřené hodnoty potřebné pro výpočet odrazností povrchu oděvů figurantů

Úsek (č. pozice)	L_{vlevo} (cd·m ⁻²)	L_{vpravo} (cd·m ⁻²)	E_K (lx)	ρ_{vlevo} (-)	ρ_{vpravo} (-)
8A (1)	0,28	0,16	4,5	0,195	0,112
8A (5)	0,4	0,2	10	0,126	0,063
8B (1)	0,4	0,19	8	0,157	0,075
8B (5)	0,36	0,16	10,4	0,109	0,048

Aritmetický průměr odraznosti pro figuranta vlevo je $\rho_{vlevo}=0,147$, pro figuranta vpravo je $\rho_{vpravo}=0,075$. Figurant vpravo měl tmavé oblečení, a proto je odraznost povrchu jeho oblečení přibližně o 49 % nižší oproti figurantovi vlevo, který měl oblečen světlý oděv.

4.1.7. Dílčí zhodnocení navržené osvětlovací soustavy

Vyhodnocení naměřených hodnot hlídacního osvětlení úseku 8A a 8B neodpovídá normativním požadavkům dané technickou normou TN/59/2016, viz tabulka č. 11 a 14. Příčinou nedodržení těchto hodnot tak zapříčinila zapnutá funkce ASTRODIM na svítidlech, která snižuje distribuci světelného toku na 50% od doby předem nastaveného času, a to 22:00. Vyušením této funkce by tak normativní

požadavky byly dodrženy ve všech případech a tím by se navržená osvětlovací soustava jevila jako vyhovující.

Pohled jasového analyzátoru odpovídá pohledu bezpečnostní kamery, viz obrázky č. 22 a 25. Při měření na sobě figuranti měli různé odraznosti oděvů ($\rho_{vlevo}=0,147$, $\rho_{vpravo}=0,075$). Průběhy vertikálních a horizontálních osvětleností, z kterých lze následující závěry určit, jsou na obrázcích č. 21 a 24.

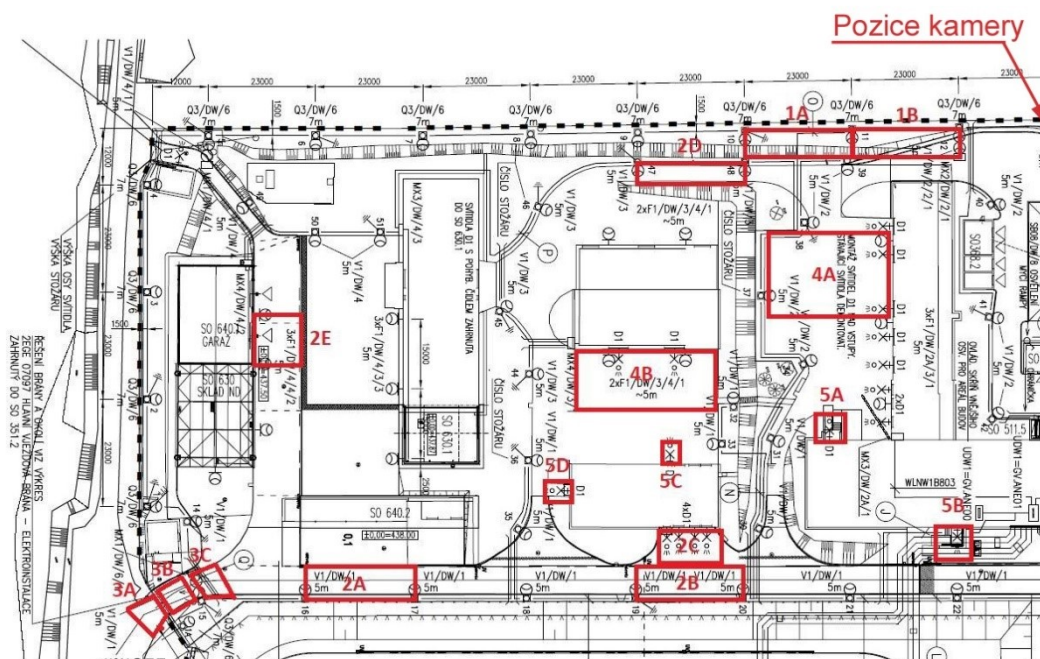
Nejkritičtější pozice, na kterých bylo prováděno měření hlídacího osvětlení byly, pro oba úseky (8A, 8B), pozice pod svítidly, tedy pozice č. 1 a 5. Příčinou je menší příspěvek vertikální osvětlenosti a tím i nižší kamerová osvětlenost. Nejméně kritický bod měřeného úseku, na kterých je také pořízený „nejlepší“ snímek z bezpečnostní kamery, je pozice č. 4. Zde je naopak příspěvek vertikální (kamerové) osvětlenosti nejvyšší.

Vyhodnocení jasové analýzy a následný výpočet kontrastů figurantů s pozadím nám může dát také jistou představu o viditelnosti objektů pod hlídacím osvětlením. V případě „nejkritičtějších pozic“ pod svítidly (pozice č. 1 a 5) nabývá figurant vlevo (světlé oblečení) nízkých hodnot kontrastů přibližně ($K=0,05-0,15$). Naopak v případě „nejlepší pozice“ (pozice č. 4) je hodnota kontrastu přibližně $K=0,5$. Pro figuranta vpravo (tmavé oblečení) jsou hodnoty kontrastů s pozadím příznivější i pro kritické úseky pod svítidly. Kontrast nabývá hodnot $K=0,5-0,7$ pro všechny měřené úseky.

4.2. Transformovna K

Předmětem měření bylo posouzení světelně-technických parametrů venkovního osvětlení v elektrické stanici TR K. Měření bylo provedeno dne 8.8. 2018 v čase od 22:00 do 1:00. Měření probíhalo za jasného počasí bez přítomnosti mlhy. [8]

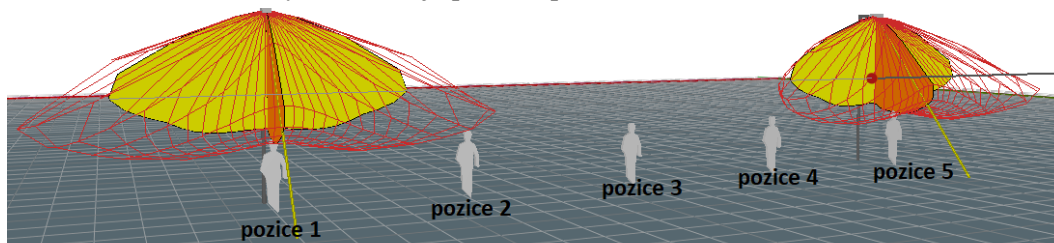
V následující části kapitoly bude vyhodnoceno hlídací osvětlení úseků 1A, 1B (hlídací osvětlení kolem plotu TR).



Obrázek 27- Areál budov TR K – pozice měřených referenčních úseků [8]

4.2.1. Hlídací osvětlení (úseky 1A, 1B)

Při měření byli použiti figuranti s různými odraznostmi oděvů (tmavé a světlé oblečení). Pohled jasového analyzátoru svou pozicí odpovídá možnému pohledu bezpečnostní kamery, resp. jasový analyzátor byl umístěn na stejné místo jako bezpečnostní kamera, ovšem nikoliv ve stejné výšce, což nijak neovlivní výpočet a vyhodnocení. Změna pozic figurantů byla prováděna v rozteči přibližně 4 m od sebe. V tabulkách naměřených hodnot je počátek pozice $l=0$ m. [8]



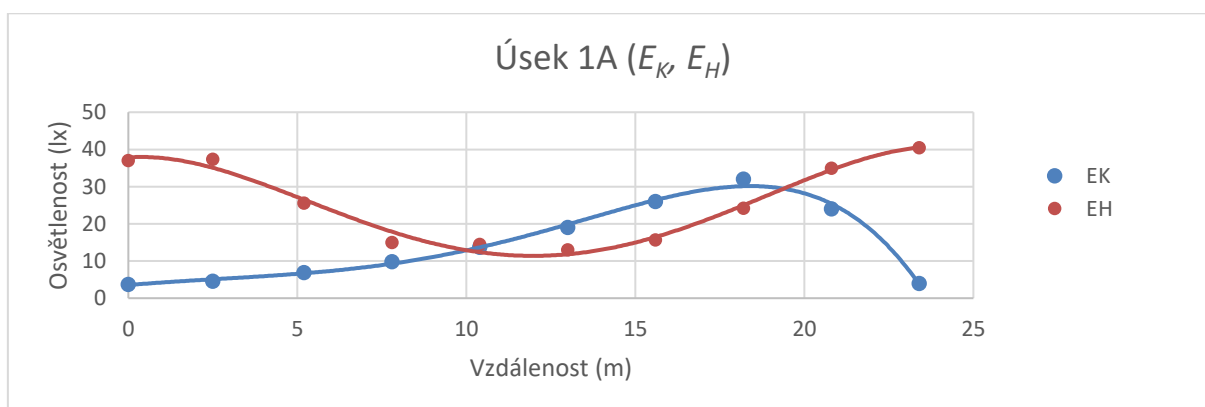
Obrázek 28- Schematický náčrt pozic figuranta pro měření jasové analýzy [8]

4.2.2. Úsek 1A – vertikální a horizontální osvětlenosti E_K a E_H

Tabulka 17-naměřené hodnoty pro úsek 1A [8]

Vzdálenost (m)	E_K (lx)	E_H (lx)
0	3,7	37
2,5	4,6	37,4
5,2	6,9	25,6
7,8	9,8	15
10,4	13,7	14,5
13	19	13
15,6	26	15,7
18,2	32	24,2
20,8	24	35
23,4	4	40,5

pozn. hodnoty osvětleností v tabulce č. 17 jsou zhodnoceny bez udržovacího činitele



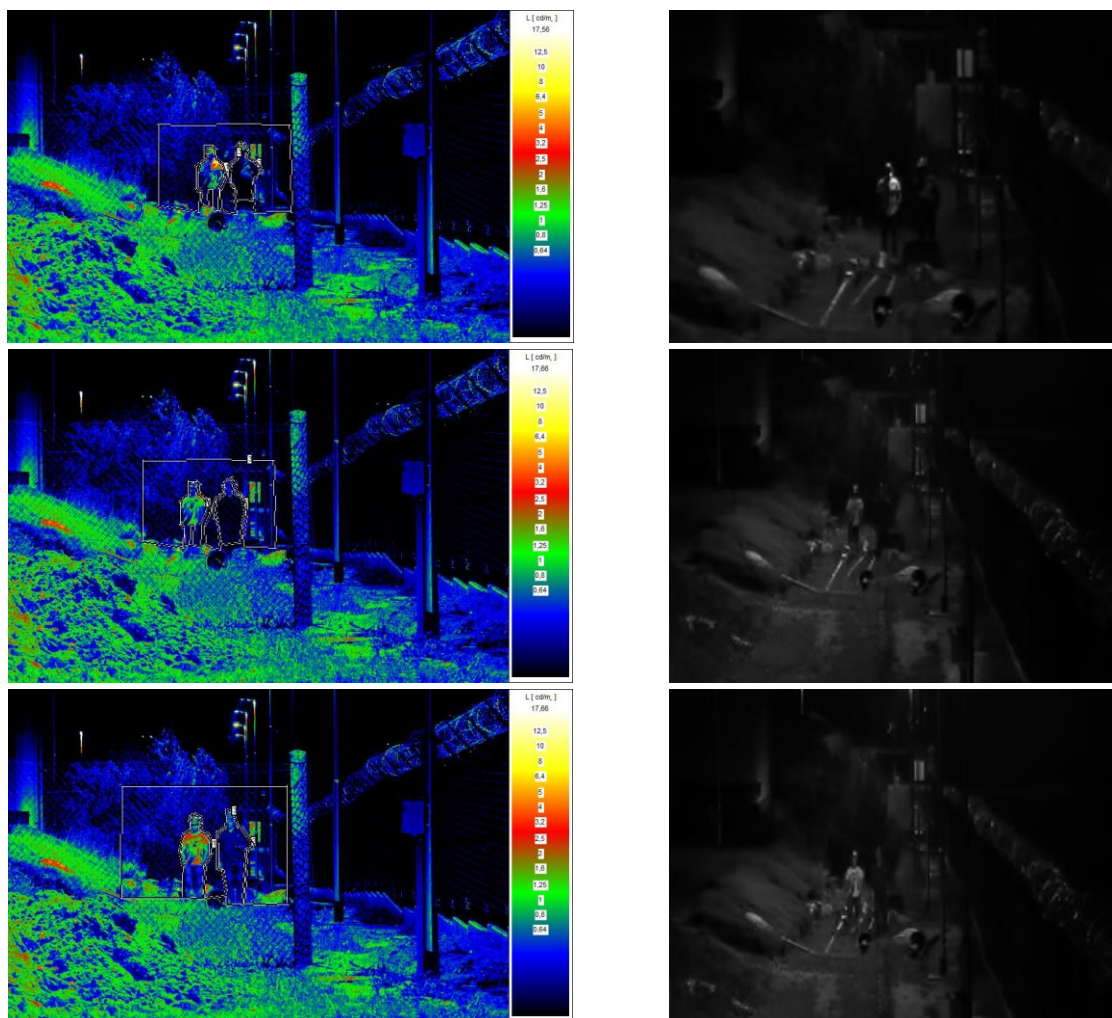
Obrázek 29- graf závislosti osvětleností na vzdálenosti pro úsek 1A

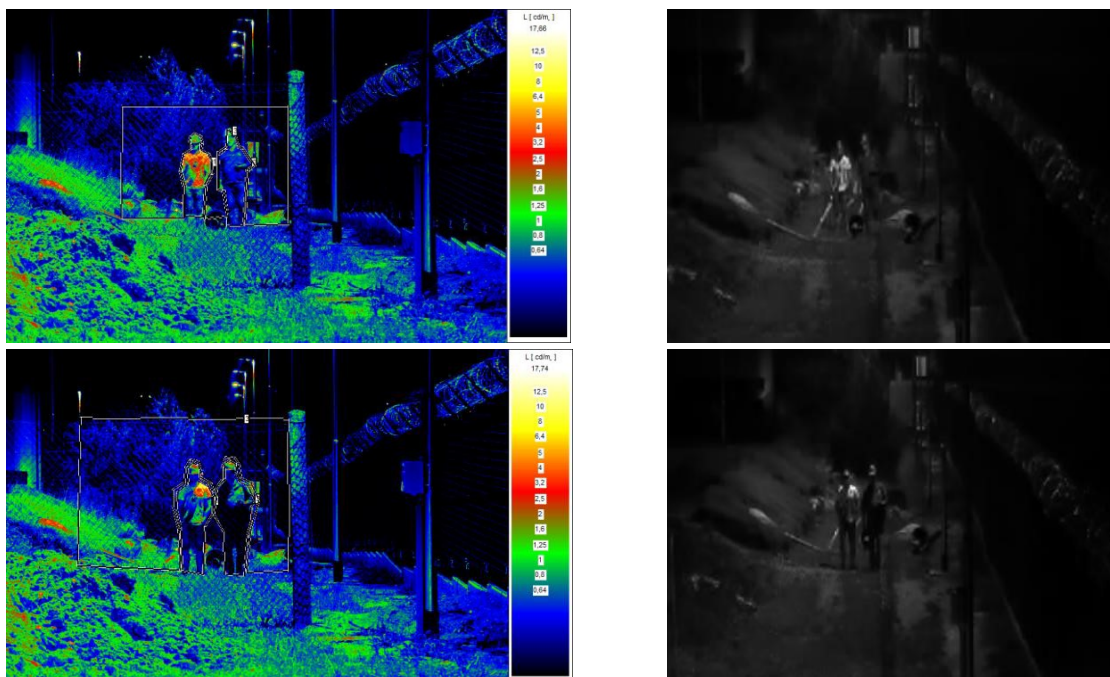
Tabulka 18-výsledek měření pro úsek 1A [8]

Druh činnosti	Index podání barev Ra	Požadovaná osvětlenost E_m (lx)	Požadovaná rovnoměrnost U_0 (-)	Vypočtená E_m (lx) + chyba nejistoty $\pm 10\%$	Vypočtená U_0 (-) + chyba nejistoty $\pm 10\%$	Nejistota měření	Výsledek
Kamerová osvětlenost	70	10	0,4	$11,5 \pm 1,15$	$0,26 \pm 0,026$	$\pm 10\%$	Osvětlenost prokazatelně dodržena, rovnoměrnost nevyhovuje
Horizontální osvětlenost	70	10	0,4	$20,6 \pm 2,06$	$0,50 \pm 0,050$	$\pm 10\%$	Osvětlenost a rovnoměrnost prokazatelně dodržena

pozn. Hodnoty osvětleností v tabulce č. 18 jsou zhodnoceny udržovacím činitelem $z=0,8$.

4.2.3. Úsek 1A – jasová analýza a kamerové záznamy

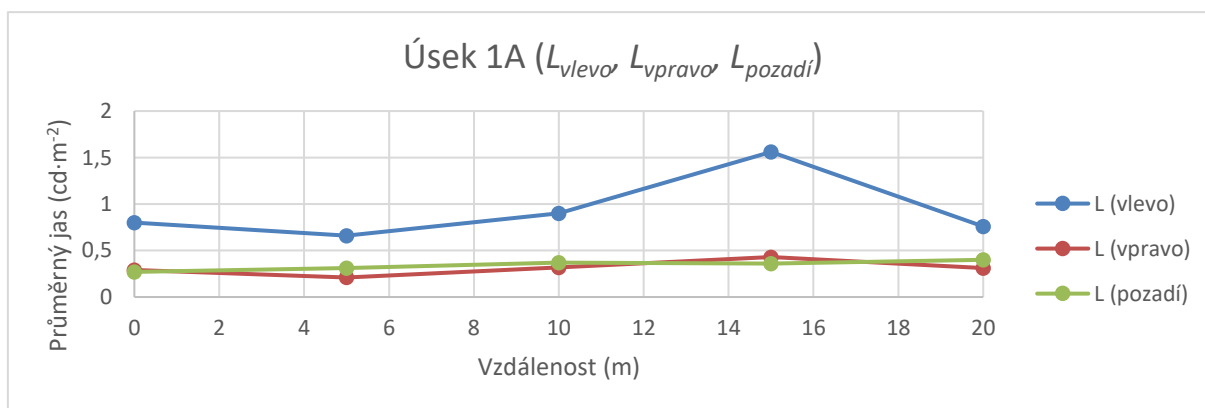




Obrázek 30- jasová analýza (levý sloupec) a kamerové záznamy (pravý sloupec) pro pozice 1-5 úseku 1A [8]

Tabulka 19-naměřené a vypočtené hodnoty pro úsek 1A [8]

Pozice	L_{vlevo} ($cd \cdot m^{-2}$)	L_{vpravo} ($cd \cdot m^{-2}$)	$L_{pozadí}$ ($cd \cdot m^{-2}$)	$K_{vlevo/pozadí}$ (-)	$K_{vpravo/pozadí}$ (-)
1	0,8	0,29	0,27	1,96	0,07
2	0,66	0,21	0,31	1,13	0,32
3	0,9	0,32	0,37	1,43	0,14
4	1,56	0,43	0,36	3,33	0,19
5	0,76	0,31	0,4	0,9	0,23



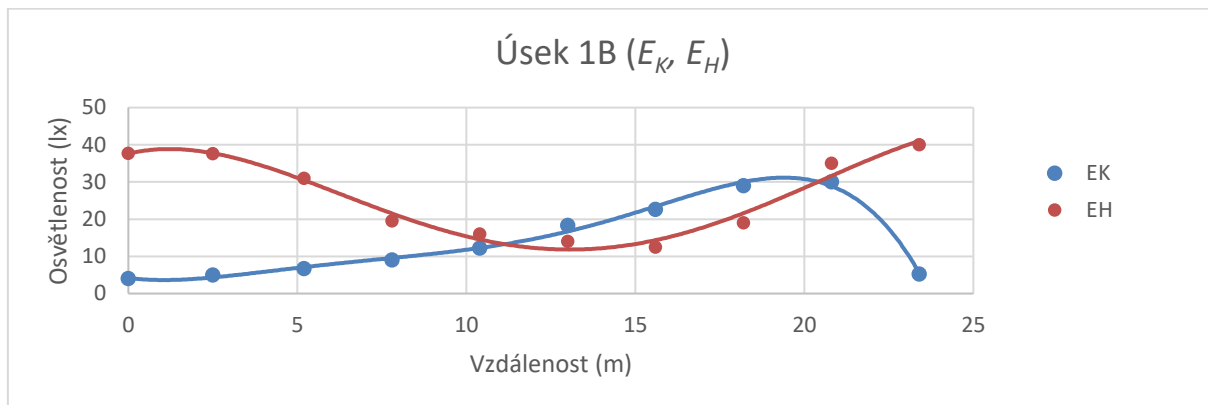
Obrázek 31- graf závislosti průměrných jasů na vzdálenosti pro úsek 1A

4.2.4. Úsek 1B – vertikální a horizontální osvětlenosti E_K a E_H

Tabulka 20-naměřené hodnoty pro úsek 1B [8]

Vzdálenost (m)	E_K (lx)	E_H (lx)
0	4	37,7
2,5	5	37,6
5,2	6,7	31
7,8	9	19,5
10,4	12,2	16
13	18,3	14
15,6	22,6	12,5
18,2	29	19
20,8	30	35
23,4	5,2	40

pozn. hodnoty osvětleností v tabulce č. 20 jsou zhodnoceny bez udržovacího činitele



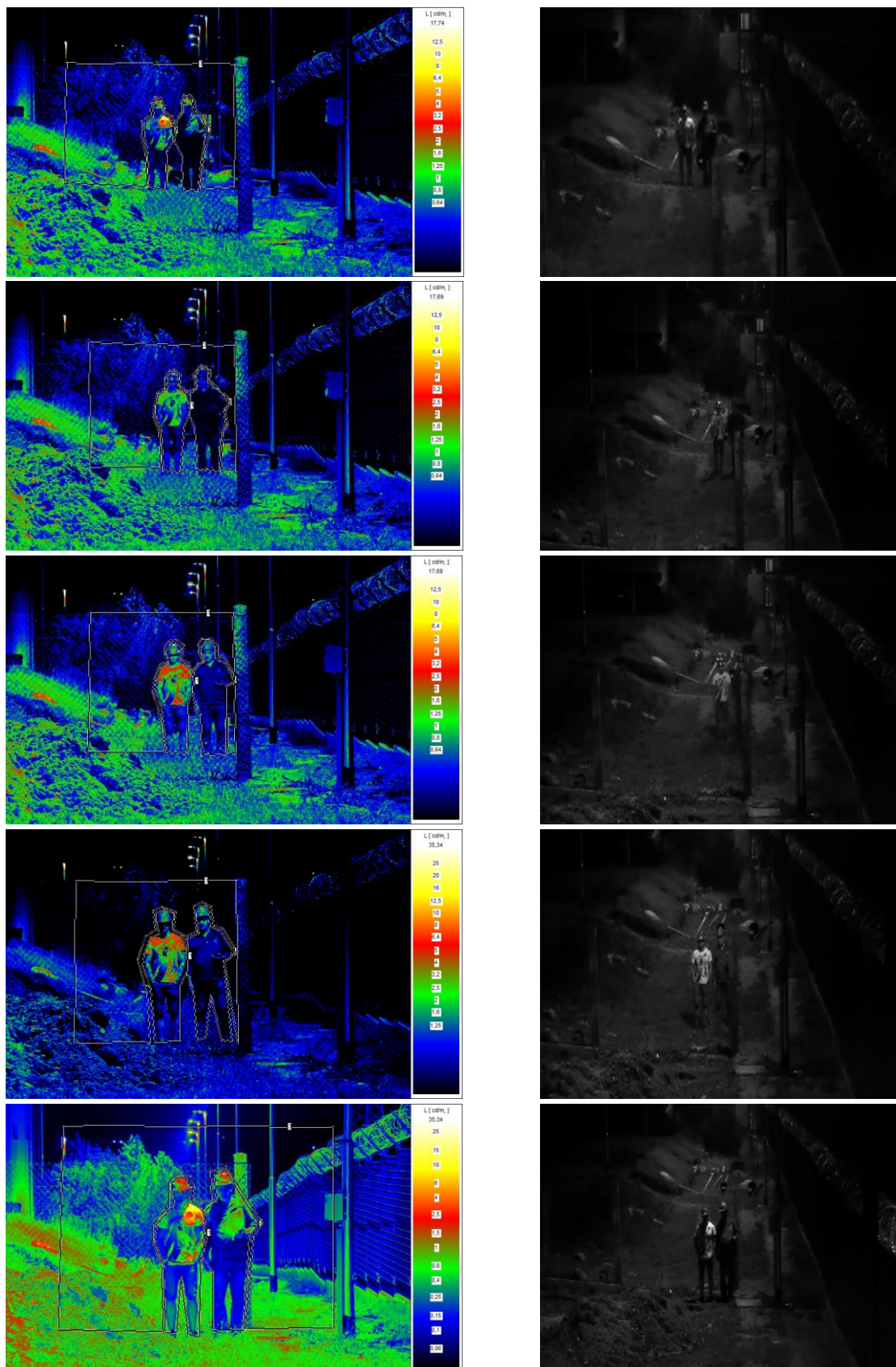
Obrázek 32- graf závislosti osvětleností pro úsek 1B

Tabulka 21-výsledek měření pro úsek 1B [8]

Druh činnosti	Index podání barev Ra	Požadovaná osvětlenost E_m (lx)	Požadovaná rovnoměrnost U_0 (-)	Vypočtená E_m (lx) + chyba nejistoty $\pm 10\%$	Vypočtená U_0 (-) + chyba nejistoty $\pm 10\%$	Nejistota měření	Výsledek
Kamerová osvětlenost	70	10	0,4	$11,4 \pm 1,14$	$0,28 \pm 0,028$	$\pm 10\%$	Osvětlenost prokazatelně dodržena, rovnoměrnost nevyhovuje
Horizontální osvětlenost	70	10	0,4	$21,0 \pm 2,10$	$0,48 \pm 0,048$	$\pm 10\%$	Osvětlenost a rovnoměrnost prokazatelně dodržena

pozn. Hodnoty osvětleností v tabulce č. 21 jsou zhodnoceny udržovacím činitelem $z=0,8$.

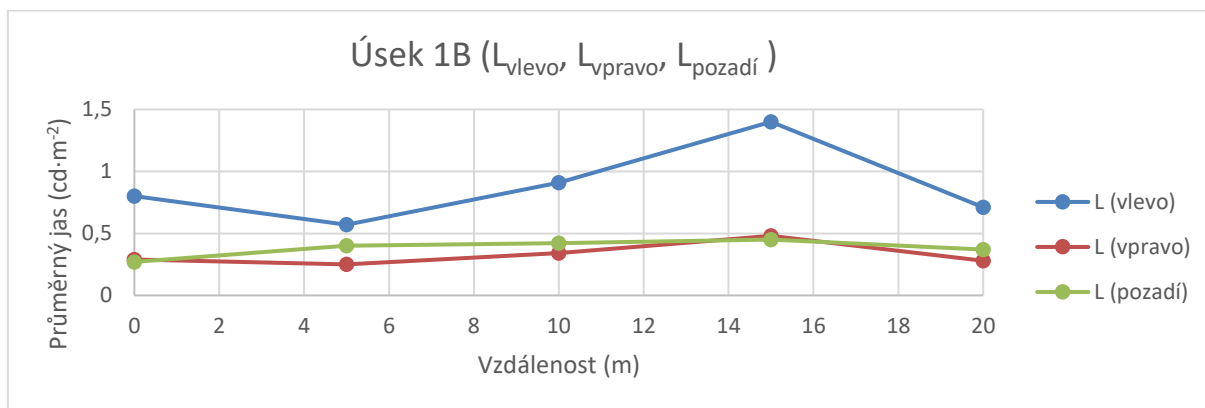
4.2.5. Úsek 1B – jasová analýza a kamerové záznamy



Obrázek 33- jasová analýza (levý sloupec) a kamerové záznamy (pravý sloupec) pro pozice 1-5 úseku 1B [8]

Tabulka 22-naměřené a vypočtené hodnoty pro úsek 1B [8]

Pozice	L_{vlevo} ($cd \cdot m^{-2}$)	L_{vpravo} ($cd \cdot m^{-2}$)	$L_{pozadí}$ ($cd \cdot m^{-2}$)	$K_{vlevo/pozadí}$ (-)	$K_{vpravo/pozadí}$ (-)
1	0,8	0,29	0,27	1,96	0,07
2	0,57	0,25	0,4	0,43	0,38
3	0,91	0,34	0,42	1,17	0,19
4	1,4	0,48	0,45	2,11	0,07
5	0,71	0,28	0,37	0,92	0,24



Obrázek 34- graf závislosti průměrných jasů na vzdálenosti pro úsek 1B

4.2.6. Odraznosti oděvů figurantů

Princip a metodika výpočtu odrazností je stejná jako v části kapitoly 4.1.6.

Tabulka 23-naměřené hodnoty potřebné pro výpočet odrazností povrchu oděvů figurantů

Úsek (č. pozice)	L_{vlevo} ($cd \cdot m^{-2}$)	L_{vpravo} ($cd \cdot m^{-2}$)	E_K (lx)	ρ_{vlevo} (-)	ρ_{vpravo} (-)
1A (1)	0,8	0,29	3,7	0,679	0,246
1A (5)	0,76	0,31	4	0,597	0,243
1B (1)	0,8	0,29	4	0,628	0,228
1B (5)	0,71	0,28	5,2	0,429	0,169

Aritmetický průměr odraznosti pro figuranta vlevo je $\rho_{vlevo}=0,583$, pro figuranta vpravo je $\rho_{vpravo}=0,222$. Figurant vpravo měl tmavé oblečení, a proto je odraznost povrchu jeho oblečení přibližně o 62 % nižší oproti figurantovi vlevo, který měl oblečen světlý oděv.

4.2.7. Dílčí závěr

Vyhodnocení naměřených hodnot hlídacího osvětlení úseku 1A a 1B odpovídá normativním požadavkům dané technickou normou TN/59/2016, viz tabulka č. 18 a 21. Není dodržena pouze rovnoměrnost u kamerové osvětlenosti v obou úsecích. Řešením tohoto problému by tak mohlo být použití svítidel s širší vyzařovací charakteristikou nebo menší rozteč mezi svítidly.

Pohled jasového analyzátoru odpovídá pohledu bezpečnostní kamery, viz obrázky č. 30 a 33. Při měření na sobě figuranti měli různé odraznosti oděvů ($\rho_{vlevo}=0,583$, $\rho_{vpravo}=0,222$). Průběhy

vertikálních a horizontálních osvětleností, z kterých lze následující závěry určit, jsou na obrázcích č. 29 a 32.

Nejkritičtější pozice, na kterých bylo prováděno měření hlídacího osvětlení byly, pro oba úseky (1A, 1B), pozice pod svítidly, tedy pozice č. 1 a 5. Dle normativních požadavků a kamerových záznamů se jako kritická pozice jeví také pozice č. 2. Příčinou je menší příspěvek vertikální osvětlenosti a tím i nižší kamerová osvětlenost. Nejméně kritický bod měřeného úseku, na kterém je také pořízený „nejlepší“ snímek z bezpečnostní kamery a zároveň je v tomto bodě splněn normativní požadavek pro minimální vertikální osvětlenost ($E_m=10 \text{ lx}$), je pozice č. 4.

Vyhodnocení jasové analýzy: V případě „nejkritičtějších pozic“ pod svítidly (pozice č. 1,2 a 5) nabývá figurant vlevo (světlé oblečení) hodnot kontrastů přibližně ($K=0,5-2$). Žádná z hodnot se neblíží číslu 0 a tak se figurant jeví subjektivním pohledem zřetelně na všech snímcích kamerového záznamu. Kritické hodnoty kontrastů jsou ovšem pro figuranta vpravo (tmavé oblečení). Kontrast figuranta s pozadím nabývá na stejných pozicích, jako v při zhodnocení figuranta se světlým oblečením, přibližně $K=0,07-0,3$ a subjektivním pohledem na většině pozicích obou úsecích téměř nerozeznatelný.

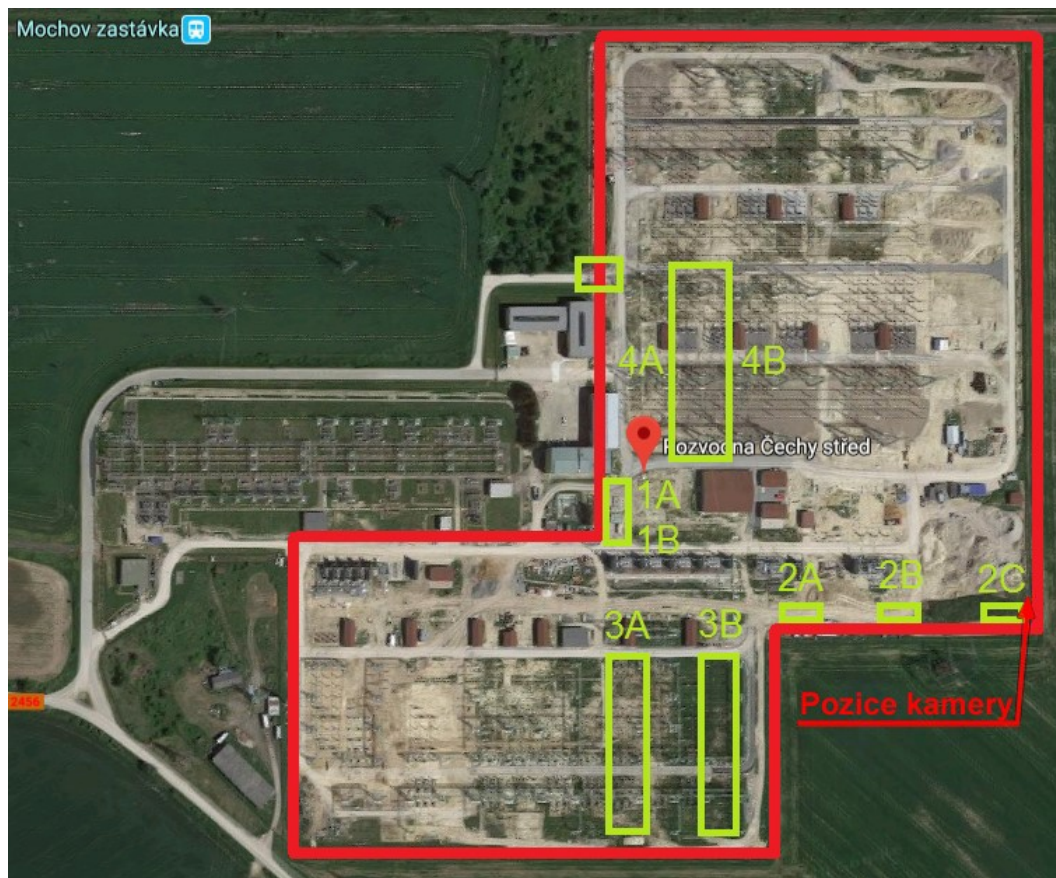
V případě „nejlepší pozice“ (pozice č. 4) je hodnota kontrastu figuranta vlevo s pozadím (světlé oblečení) přibližně $K=2-3$. Pro figuranta vpravo (tmavé oblečení) jsou hodnoty kontrastů figuranta s pozadím i v tomto „nejlepším místě“ úseku hlídacího osvětlení velice nízké až blíží se k 0 (přibližně $K=0,07-0,2$).

Závěrem tedy lze zhodnotit, že navržená osvětlovací soustava sice splňuje normativní požadavky na udržovanou osvětlenost a rovnoměrnost (s výjimkou rovnoměrnosti kamerové osvětlenosti), ale na snímcích pořízené bezpečností kamerou se figurant s tmavým oblečením téměř na všech pozicích obou měřených úsecích jeví jako „neviditelný“, protože jas figuranta s pozadím nabývá nízkých až nulových hodnot. Řešením pro tuto osvětlovací soustavu by tak mohlo být zvýšení vertikální a tím i kamerové osvětlenosti v místech mezi svítidly.

4.3. Transformovna C

Předmětem měření bylo posouzení světelně-technických parametrů venkovního osvětlení v elektrické stanici TR C. Měření bylo provedeno dne 20.2. 2018 v čase od 19:00 do 24:00. Během měření převládalo jasné počasí bez přítomnosti mlhy, vozovky a měřené úseky byly suché, bez vrstvy sněhu. [9]

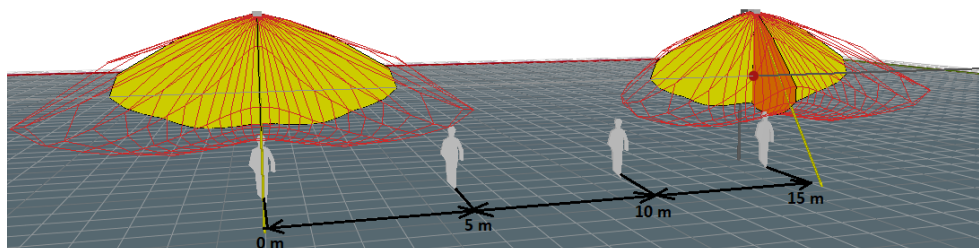
V následující části kapitoly bude vyhodnoceno hlídací osvětlení úseků 2A, 2C (hlídací osvětlené kolem plotu TR).



Obrázek 35- Areál TR C (červeně označena hranice stanice ČEPS, a. s.) [9]

4.3.1. Hlídací osvětlení (úseky 2A, 2C)

Při měření byli použiti figuranti s různými odraznostmi oděvů (tmavé a světlé oblečení). Pohled jasového analyzátoru svou pozicí odpovídá možnému pohledu bezpečnostní kamery, resp. jasový analyzátor byl umístěn na stejné místo jako bezpečnostní kamera, ovšem nikoliv ve stejné výšce, což nijak neovlivní výpočet a vyhodnocení. Změna pozic figurantů byla prováděna v rozteči přibližně 5 m od sebe. V tabulkách naměřených hodnot je počátek pozice 1=0 m. [9]



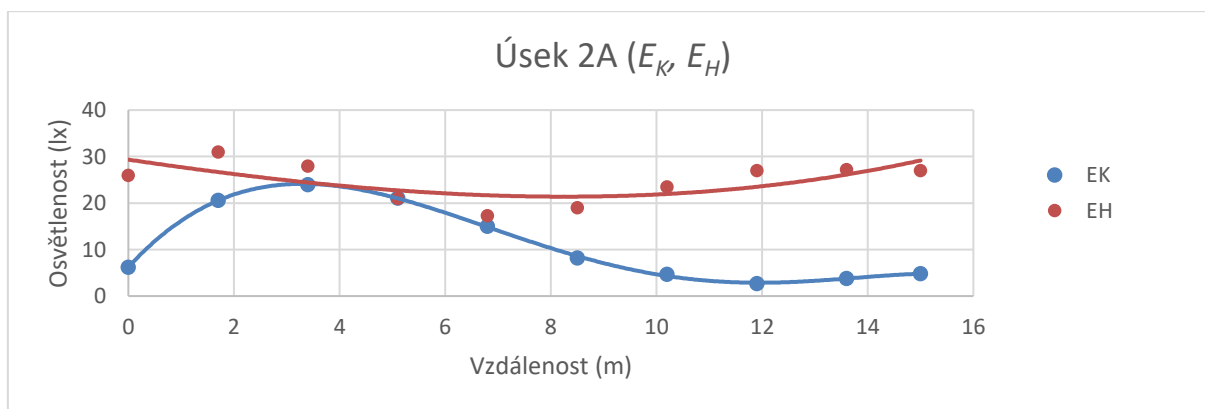
Obrázek 36- Schematický náčrt pozic figuranta pro měření jasové analýzy [9]

4.3.2. Úsek 2A – vertikální a horizontální osvětlenosti E_K a E_H

Tabulka 24-naměřené hodnoty pro úsek 2A [9]

Vzdálenost (m)	E_K (lx)	E_H (lx)
0	6,2	26
1,7	20,6	31
3,4	24	28
5,1	21,1	21
6,8	15	17,3
8,5	8,2	19
10,2	4,7	23,5
11,9	2,7	27
13,6	3,8	27,2
15	4,8	27

pozn. hodnoty osvětleností v tabulce č. 24 jsou zhodnoceny bez udržovacího činitele



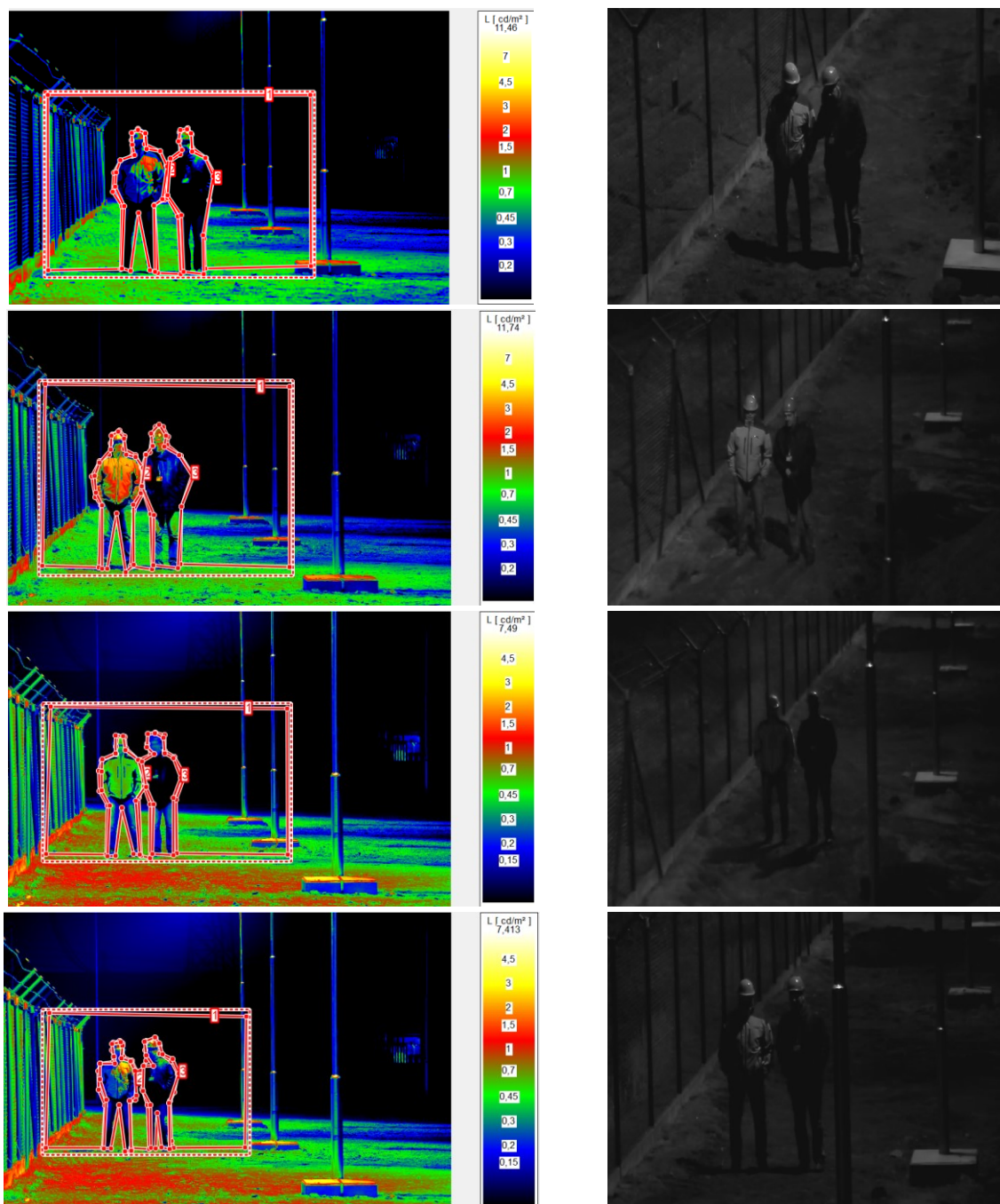
Obrázek 37-graf závislosti osvětleností na vzdálenosti pro úsek 2A

Tabulka 25-výsledek měření pro úsek 2A [9]

Druh činnosti	Index podání barev Ra	Požadovaná osvětlenost E_m (lx)	Požadovaná rovnoměrnost U_o (-)	Vypočtená E_m (lx) + chyba nejistoty $\pm 10\%$	Vypočtená U_o (-) + chyba nejistoty $\pm 10\%$	Nejistota měření	Výsledek
Kamerová osvětlenost	22	10	0,4	$7,8 \pm 0,78$	$0,24 \pm 0,024$	$\pm 10\%$	Nevyhovuje
Horizontální osvětlenost	22	10	0,4	$17,3 \pm 1,73$	$0,70 \pm 0,07$	$\pm 10\%$	Prokazatelně dodržena

pozn. Hodnoty osvětleností v tabulce č. 25 jsou zhodnoceny udržovacím činitelem $z=0,7$.

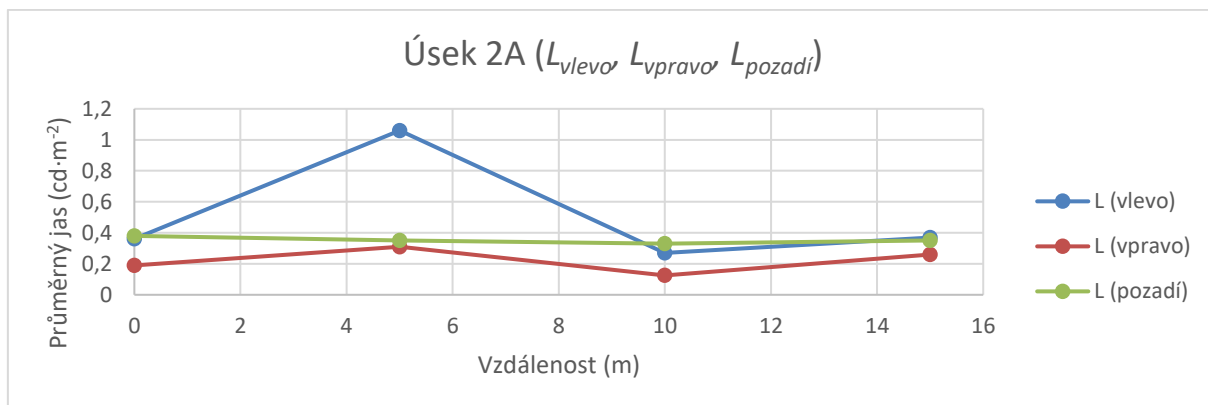
4.3.3. Úsek 2A – jasová analýza a kamerové záznamy



Obrázek 38-jasová analýza (levý sloupec) a kamerové záznamy (pravý sloupec) pro pozice 1-5 úseku 2A [9]

Tabulka 26-naměřené a vypočtené hodnoty pro úsek 2A [9]

Pozice	$L_{vlevo} (cd \cdot m^{-2})$	$L_{vpravo} (cd \cdot m^{-2})$	$L_{pozadi} (cd \cdot m^{-2})$	$K_{vlevo/pozadi} (-)$	$K_{vpravo/pozadi} (-)$
1	0,36	0,19	0,38	0,05	0,5
2	1,06	0,31	0,35	2,03	0,11
3	0,27	0,125	0,33	0,18	0,62
4	0,37	0,26	0,35	0,06	0,26



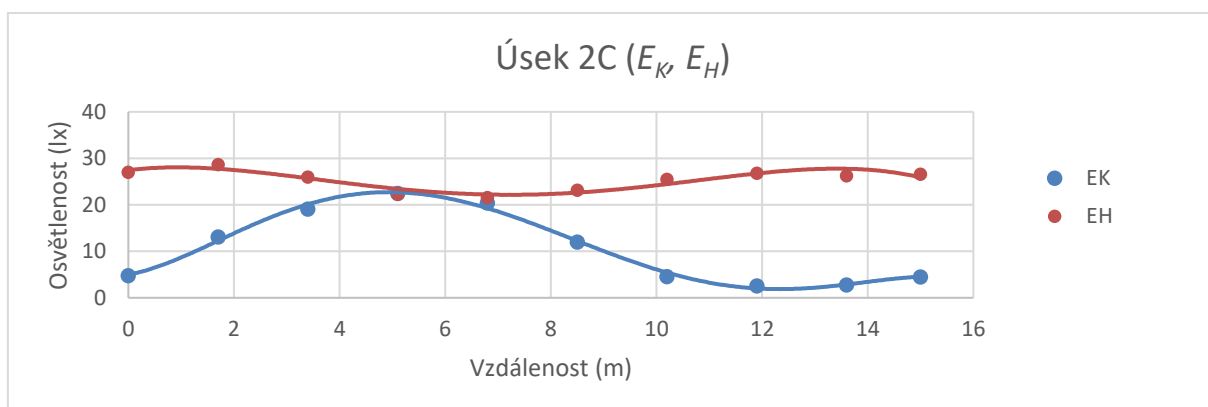
Obrázek 39-graf závislosti průměrných jasů na vzdálenosti pro úsek 2A

4.3.4. Úsek 2C – vertikální a horizontální osvětlenosti E_K a E_H

Tabulka 27-naměřené hodnoty pro úsek 2C [9]

Vzdálenost (m)	E_K (lx)	E_H (lx)
0	4,8	27
1,7	13,1	28,7
3,4	19,1	26
5,1	22,5	22,3
6,8	20,4	21,6
8,5	12	23,2
10,2	4,6	25,5
11,9	2,6	26,8
13,6	2,8	26,3
15	4,5	26,6

pozn. hodnoty osvětleností v tabulce č. 27 jsou zhodnoceny bez udržovacího činitele



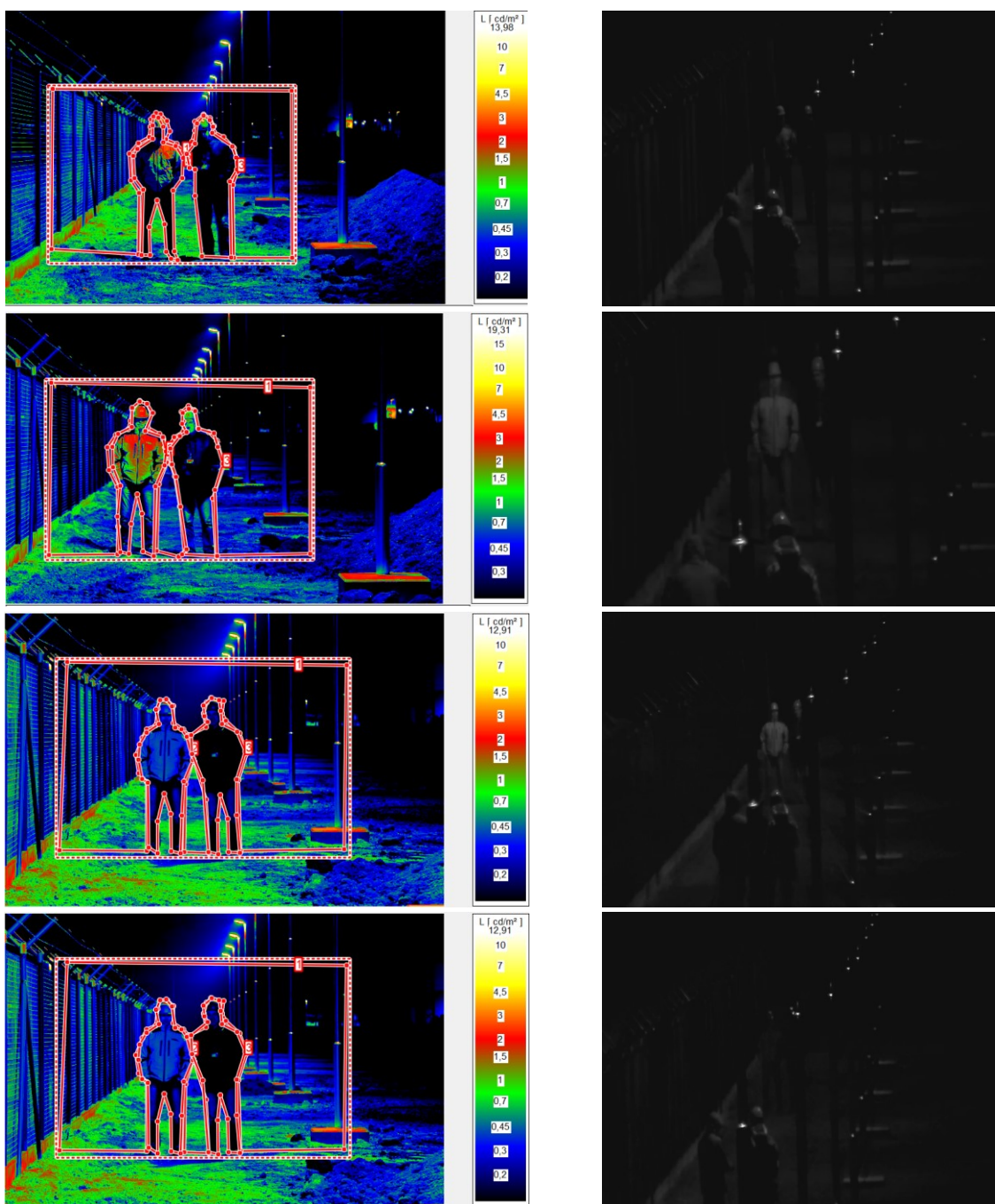
Obrázek 40-graf závislosti osvětleností na vzdálenosti pro úsek 2C

Tabulka 28-výsledek měření pro úsek 2C [9]

Druh činnosti	Index podání barev Ra	Požadovaná osvětlenost E_m (lx)	Požadovaná rovnoměrnost U_0 (-)	Vypočtená E_m (lx) + chyba nejistoty $\pm 10\%$	Vypočtená U_0 (-) + chyba nejistoty $\pm 10\%$	Nejistota měření	Výsledek
Kamerová osvětlenost	22	10	0,4	$7,4 \pm 0,74$	$0,24 \pm 0,024$	$\pm 10\%$	Nevyhovuje
Horizontální osvětlenost	22	10	0,4	$17,8 \pm 1,78$	$0,85 \pm 0,085$	$\pm 10\%$	Prokazatelně dodržena

pozn. Hodnoty osvětleností v tabulce č. 28 jsou zhodnoceny udržovacím činitelem $z=0,7$.

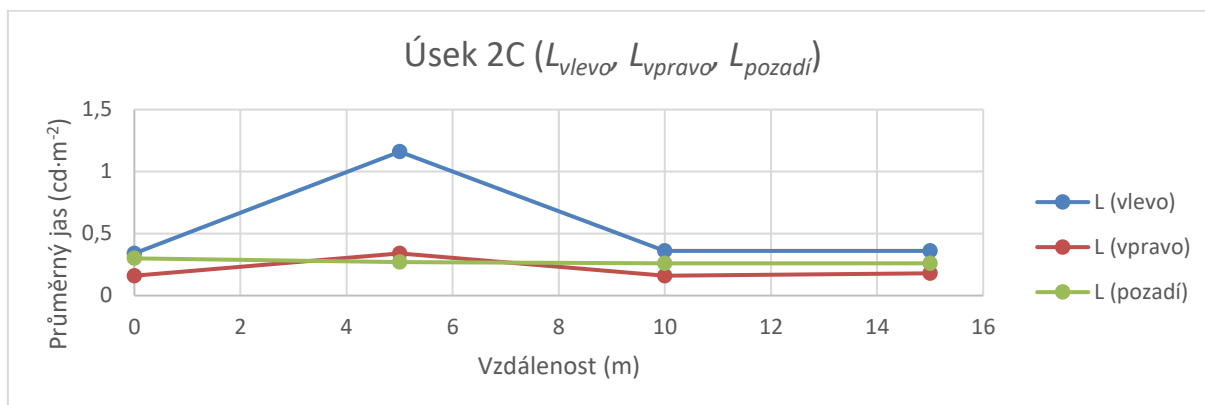
4.3.5. Úsek 2C – jasová analýza a kamerové záznamy



Obrázek 41-jasová analýza (levý sloupec) a kamerové záznamy (pravý sloupec) pro pozice 1-5 úseku 2C [9]

Tabulka 29-naměřené a vypočtené hodnoty pro úsek 2C [9]

Pozice	L_{vlevo} ($cd \cdot m^{-2}$)	L_{vpravo} ($cd \cdot m^{-2}$)	$L_{pozadí}$ ($cd \cdot m^{-2}$)	$K_{vlevo/pozadí}$ (-)	$K_{vpravo/pozadí}$ (-)
1	0,34	0,16	0,3	0,13	0,47
2	1,16	0,34	0,27	3,30	0,26
3	0,36	0,16	0,26	0,38	0,38
4	0,36	0,18	0,26	0,38	0,31



Obrázek 42-graf závislosti průměrných jasů na vzdálenosti pro úsek 2C

4.3.6. Odraznosti oděvů figurantů

Princip a metodika výpočtu odrazností je stejná jako v části kapitoly 4.1.6.

Tabulka 30-naměřené hodnoty potřebné pro výpočet odrazností povrchu oděvů figurantů

Úsek (č. pozice)	L_{vlevo} ($cd \cdot m^{-2}$)	L_{vpravo} ($cd \cdot m^{-2}$)	E_K (lx)	ρ_{vlevo} (-)	ρ_{vpravo} (-)
2A (1)	0,36	0,19	6,2	0,182	0,096
2A (4)	0,37	0,26	4,8	0,242	0,170
2C (1)	0,34	0,16	4,8	0,223	0,105
2C (4)	0,36	0,18	4,5	0,251	0,126

Aritmetický průměr odraznosti je pro figuranta vlevo $\rho_{vlevo}=0,225$, pro figuranta vpravo je $\rho_{vpravo}=0,124$. Figurant vpravo měl tmavé oblečení, a proto je odraznost povrchu jeho oblečení přibližně o 45 % nižší oproti figurantovi vlevo, který měl oblečen světlý oděv.

4.3.7. Dílčí závěr

Vyhodnocení naměřených hodnot hlídacím osvětlení úseku 2A a 2C dopadlo následovně: Normativním požadavkům dané technickou normou TN/59/2016, vyhovuje prokazatelně horizontální osvětlenost, ovšem nikoliv kamerová osvětlenost, viz tabulka č. 24 a 27. Příčinou je použití starších osvětlovacích soustav se svítidly s vysokotlakými sodíkovými výbojkami a s užší vyzářovací charakteristikou než v případě novějších LED svítidel použitých v TR N a TR K.

Pohled jasového analyzátoru odpovídá pohledu bezpečnostní kamery, viz obrázky č. 38 a 41. Při měření na sobě figuranti měli různé odraznosti oděvů ($\rho_{vlevo}=0,225$, $\rho_{vpravo}=0,124$). Průběhy

vertikálních a horizontálních osvětleností, z kterých lze následující závěry určit, jsou na obrázcích č. 37 a 40.

Nejkritičtější pozice, na kterých bylo prováděno měření hlídacím osvětlení byly, pro oba úseky (2A, 2C), pozice pod svítidly, tedy pozice č. 1 a 4. Nejméně kritický bod měřeného úseku, na kterém je pořízený „nejlepší“ snímek z bezpečnostní kamery a zároveň je v tomto bodě splněn normativní požadavek pro minimální vertikální osvětlenost ($E_m=10$ lx), je pozice č. 2.

Vyhodnocení jasové analýzy: V případě „nejkritičtějších pozic“ pod svítidly (pozice č. 1 a 4) nabývá figurant vlevo (světlé oblečení) nízkých hodnot kontrastů s pozadím, a to přibližně ($K=0,05-0,13$; v případě úseku 2C pozice č.4 je $K=0,38$). Hodnoty kontrastů jsou tak velice nízké až blíží se k 0 a proto by mohl sledovaný objekt téměř splývat s pozadím. Na kamerovém snímku úseku 2C pozice č. 4 je zřejmé, že oba figuranti jsou pro bezpečnosti kameru téměř „neviditelní“.

Figurant vpravo (tmavé oblečení) má sice na všech pozicích hodnoty kontrastu s pozadím vyšší, resp. neblíží se k nule, jako v případě figuranta vlevo. Ovšem na snímcích z bezpečnostní kamery, v kritických pozicích pod svítidly (pozice 1 a 4), nejde figurant, pomocí bezpečnostní kamery, subjektivním pohledem téměř vůbec vidět.

V případě „nejlepší pozice“ (pozice č. 2) je hodnota kontrastu figuranta vlevo s pozadím (světlé oblečení) přibližně $K=2-3,3$. Pro figuranta vpravo (tmavé oblečení) jsou hodnoty kontrastů i v tomto „nejlepším místě“ úseku hlídacím osvětlení velice nízké až blíží se k 0 (přibližně $K=0,1-0,2$).

Závěrem tedy lze zhodnotit, že navržená osvětlovací soustava nespĺňuje normativní požadavky na kamerovou osvětlenost (splňuje ovšem požadavky na horizontální osvětlenost). Důležitou funkcí hlídacím osvětlení je kooperace s kamerovými systémy a v případě použití této osvětlovací soustavy se stávajícími svítidly je tato součinnost výrazně omezena. Důkazem je snímek z bezpečnostní kamery úseku 2C, pozice č. 4, kde lze subjektivně velice těžko rozeznat siluety figurantů. Řešením tohoto problému by tak mohlo být použití nových LED svítidel s širší vyzářovací charakteristikou a plochým sklem kvůli zamezení oslnění ve směru kamery.

4.4. Zhodnocení výsledků měření

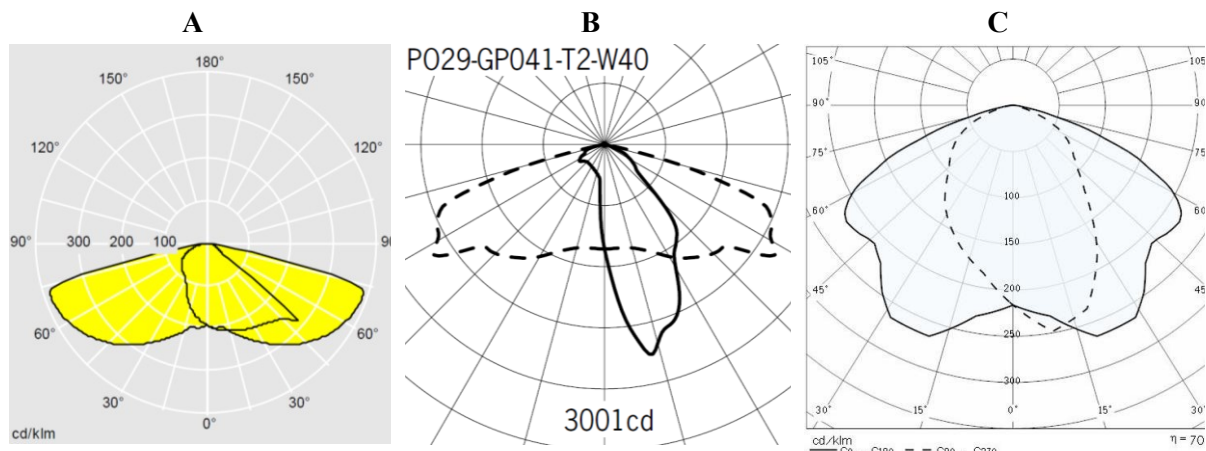
Zhodnocením všech tří osvětlovacích soustav hlídacím osvětlení TR N, TR K a TR C bylo zjištěno, že důležitými parametry pro vyhodnocení součinnosti kamerových systémů a hlídacím osvětlení je nejen kamerová (resp. vertikální) osvětlenost, ale také jasy sledovaných objektů. Jako nejkritičtější pozice se z vyhodnocení měření jeví pozice přímo pod svítidlem. Na takovéto pozici je nejmenší příspěvek vertikální osvětlenosti a tím i nejmenší kamerová osvětlenost.

Z jasových analýz a následného výpočtu kontrastů jasů figurantů s pozadím lze určit, zdali sledovaný objekt nabývá určitých hodnot kontrastů (ať už pozitivních či negativních) nebo se blíží k číslu 0, což znamená, že sledovaný objekt téměř splývá s pozadím.

Je důležité dodat, že jasy sledovaných objektů i jasy pozadí byly vyhodnoceny jako průměrné hodnoty daného celku, přičemž snímky jasové analýzy odhalily, že jas je na sledovaném objektu různě rozložený. Nicméně i zhodnocení průměrných jasů nám dává přibližný obraz o tom, jak se sledovaný objekt chová z hlediska kontrastů s pozadím.

Osvětlovací soustavy, resp. svítidla, které pracují v součinnosti s kamerovými systémy by měly splňovat tyto základní požadavky: širší vyzářovací charakteristika, ploché sklo pro zamezení oslnění ve směru kamery, podobné spektrální charakteristiky vyzářování světelného zdroje se spektrální citlivostí čipu kamery. Dalším důležitým bodem je správný světelně-technický návrh osvětlovací soustavy, aby

byly dodrženy normativní požadavky pro horizontální a vertikální udržované osvětlenosti a rovnoměrnosti mezi dvěma svítidly úseku hlídacého osvětlení.



Obrázek 43-vyzařovací charakteristiky svítidel používaných v TR firmy ČEPS, a.s. [28], [29], [30]

A (TR N) – THORN CQ 36L35 740 NR BPS CL1 – LED 39 W

B (TR K) – LIGMAN PO29 POWERMISSION 2 TYPE II, 4000 K, 3 562 lm – LED 41 W

C (TR C) – MYRA 12/V (90) CR – vysokotlaká sodíková výbojka 70 W

Srovnáním vyzařovacích charakteristik používaných v TR společnosti ČEPS, a.s. lze potvrdit, že použitá LED svítidla (A a B) mají širší tvar vyzařovací charakteristiky než svítidlo (C), tedy svítidlo s vysokotlakou sodíkovou výbojkou.

Z vyhodnocených měření se jako nejvhodněji navážená osvětlovací soustava jeví ta, která je použita v TR N, i přes nedodržení normativních požadavků pro osvětlenosti a rovnoměrnosti. Je nutno přihlídnout ke skutečnosti, že od září roku 2018 (tedy po vykonání měření v TR N) byla funkce ASTRODIM, která snižovala světelný tok na 50 %, odstraněna ze svítidel. Normativní požadavky by tak v tuto chvíli měly být v celém rozsahu splněny.

Osvětlovací soustava v TR K sice téměř plně splňuje normativní požadavky na osvětlenosti a rovnoměrnosti. Ovšem při použití určitého typu oděvu s nižší odrazností (např. tmavé oblečení) nemusí být sledovaný objekt (případný narušitel) zachycený na kamerovém záznamu. To je zapříčiněno nízkým kontrastem jasu sledovaného objektu a pozadí.

TR C je v této době před rekonstrukcí, a proto je v areálu použita starší osvětlovací soustava využívající svítidla s vysokotlakými sodíkovými výbojkami. Tato soustava sice splňuje požadavky na horizontální osvětlenost, ovšem to už neplatí pro vertikální a tím i kamerovou osvětlenost. Z pořízených jasových analýz a kamerových záznamů je zřejmé, že sledované objekty (figuranti) pod hlídacím osvětlením jsou těžce rozeznatelní a tím je součinnost kamerového systému a hlídacého osvětlení značně narušena.

5. Stanovení vlivu vzdálenosti kamer, a meteorologických podmínek na požadovanou rozpoznatelnost kritických detailů pomocí kamer TSFO ve vyhodnocovaných úsecích hlídacího osvětlení

5.1. Klasifikace dohlednosti mlhy [27]

Mlha je oblak, který se skládá z malých vodních kapiček nebo drobných ledových krystalků rozptýlených ve vzduchu a definuje se omezenou vodorovnou viditelností pod 1 km. V mlze bývá relativní vlhkost vzduchu velmi vysoká (až 100 %). Mlha může vznikat při záporných i kladných teplotách vzduchu.

V klimatologii se rozlišují čtyři základní stupně intenzity mlhy podle dohlednosti:

1. mlha slabá (dohlednost 500 až 1 000 m)
2. mírná (200 až 500 m)
3. silná (50 až 200 m)
4. velmi silná (dohlednost menší než 50 m)

5.2. Srážky a intenzita srážek [32], [33]

Atmosférické srážky jsou soustava vodních částic. Vznikají kondenzací nebo sublimací vodní páry v ovzduší v kapalném nebo tuhém stavu. Jde tedy o vodu v kapalném nebo tuhém skupenství, vypadávající z různých druhů oblaků (popř. z mlhy), nebo se usazující na zemském povrchu.

Podle skupenství dělíme srážky na kapalné a tuhé a podle původu na padající nebo usazené. K padajícím patří zejména déšť, mrholení, sníh a kroupy. Mezi usazené se počítá rosa, jinovatka, námraza a ledovka.

Podle doby trvání padajících srážek dělíme na: trvalé, občasné, přeháňky, četné, bez specifikace.

Tabulka 31-intenzita srážek [32]

Intenzita	Deště ($\text{mm} \cdot \text{hod}^{-1}$)	Sněhu ($\text{cm} \cdot \text{hod}^{-1}$)
Velmi slabá	Neměřitelné množství	Jednotlivé vločky, které nepokrývají celý exponovaný povrch bez ohledu na délku trvání jevu.
Slabá	Od 0,1 do 2,5	Do 0,5 cm – neovlivňuje dohlednost
Mírná	Od 2,6 do 8	Od 0,6 do 4 - dohlednost již mírně zhoršená
Silná	Od 8 do 40	Více než 4 - dohlednost zhoršená již na 500 m
Velmi silná	Více než 40	Krátkodobé intenzivní sněhové přeháňky – dohlednost zhoršená pod 500 m

5.3. Transformovna N

Ze záznamů kamer TSFO byly pořízeny záznamy v horších rozptylových podmínkách a následně vybrány snímky s nejhůřší viditelností.

Na obrázku č. 44 je letecký snímek s vyznačenými úseky hlídacím osvětlení, které byly měřeny a vyhodnoceny v kapitole č. 4. Snímek je doplněn o vzdálenosti, které následně budou sloužit ke zhodnocení vzdáleností kamer při zhoršených rozptylových podmínkách.



Obrázek 44-satelitní snímek TR N s vyznačenými vzdálenostmi úseků hlídacím osvětlení [31]

5.4. Hlídací osvětlení (úsek 8A, 8B)

Na následujících obrázcích (č. 45 a 46) lze vidět pořízené kamerové záznamy bezpečností kamery v úsecích 8A a 8B, resp. kolem oplocení TR N. Snímky bez přítomnosti mlhy jsou z data 21.2.2019, snímky s přítomností silné mlhy jsou z data 14.2.2019 a snímky s přítomností sněžení jsou z data 10.3.2019. Všechny kamerové záznamy byly pořizovány ve večerních hodinách od 22:00 až do 2:00 ráno, aby se zamezilo příspěvkům denního světla.

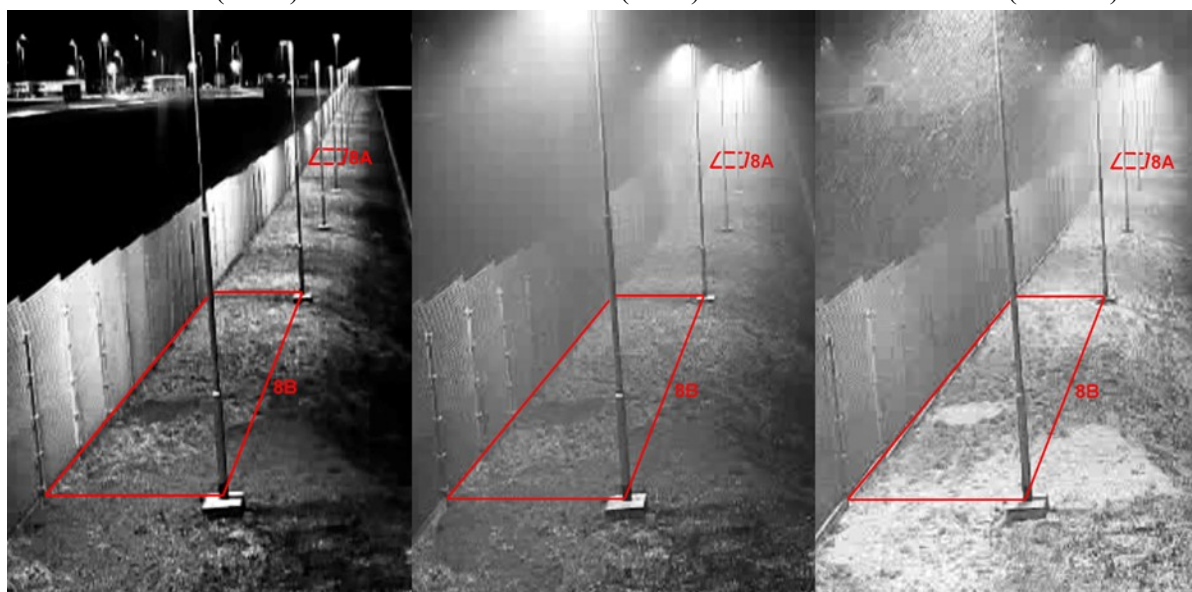
Na obrázku č. 45 jsou červeným ohraničením vyznačeny měřicí úseky 8A a 8B, na kterých bylo předešlé měření prováděno. Je nutné poznamenat, že snímky jsou pořízené bez přiblížení, a proto pohled na úsek 8A není příliš kvalitní. Ovšem pro vyhodnocení, zdali kamera, resp. pracovník v TDC má možnost vyhodnotit v tomto úseku sledovaný objekt, je tato kvalita dostačující.

Na pořízeném snímku z data 21.2.2019 (jasno) lze zřetelně vidět jednotlivé sloupy se svítilny a ostatní detaily (plot, trávník, atd) nejen v místě daného úseku, ale i za ním. Rozpoznání kritických detailů by v tomto případě neměl být problém i přes skutečnost, že pracovník v TDC má k dispozici možnost přiblížení (Zoom) kamery a tím možnost získání mnohem kvalitnějšího snímku.

21.2.2019 (Jasno)

14.2.2019 (Mlha)

10.3.2019 (Sněžení)



Obrázek 45- kamerové snímky s vyznačenými úseky 8A a 8B za různých rozptylových podmínek

Toto tvrzení už ovšem nelze říct o snímcích z dat 14.2.2019 a 10.3.2019. V případě snížené viditelnosti vlivem silné mlhy (prostřední snímek na obrázku č. 46) je patrné, že lze velice těžko poznat, kde se vzdálenější sloupy se svítidly nachází. První 4 sloupy lze bez problému rozeznat, ovšem vzdálenější sloupy je na snímku obtížné najít. Dalo by se říct, že spolehlivá viditelnost v tomto případě je přibližně po 2-3 sloup (na snímku označené červeným kruhem) s tím, že na vzdálenějších místech je obtížné poznat detaily povrchu nebo oplocení. Z kamerového záznamu a z mapy se vzdálenostmi (obrázek č. 44) tak lze určit, že kamera „dohlédne“ při těchto rozptylových podmínkách v okruhu maximálně kolem **70-80 m**.

V případě horších rozptylových podmínek vlivem sněžení je z pořízeného snímku (snímek vpravo na obrázku č. 46) patrné, že spolehlivá viditelnost je přibližně po 3-4 sloup (na snímku označené červeným kruhem). Vzdálenější sloupy jsou, oproti případu přítomnosti mlhy, viditelné. Ovšem rozpoznání detailů oplocení nebo travnatého, resp. zasněženého povrchu je podstatě zhoršené. Stejným způsobem vyhodnocení, jako v předchozím případě (při zhoršených podmínkách vlivem přítomnosti mlhy), lze určit, že vzdálenost, kam „dohlédne“ kamera je při těchto rozptylových podmínkách v okruhu maximálně kolem **90-110 m**, což lze z pohledu klimatických podmínek klasifikovat jako velmi silné sněžení.

Mlha a sněžení v těchto případech působí difuzním odrazem, a tak rozptyluje světlené paprsky do celého prostoru. Vzduch v tomto případě již není téměř dokonale propustný. Propustnost se snižuje a tím se snižuje i viditelnost podle hustoty mlhy nebo sněžení. V nejhorších případech mohou nastat situace, jaké nastaly např. na pořízených snímcích ze dne 14.2.2019 a 10.3.2019, které by negativně ovlivnily rozpoznatelnost sledovaných objektů pracovníkem v TDC.

Datum: 21.2.2019

Počasí: Jasno

Dohlednost: více než 500 m

Datum: 14.2.2019

Počasí: Mlha

Dohlednost: méně než 70-80 m

Datum: 10.3.2019

Počasí: Sněžení

Dohlednost: méně než 90-110 m



Obrázek 46- kamerové snímky úseků 8A a 8B s vyznačením kritických detailů za různých rozptylových podmínek

5.5. Hlídací osvětlení (vjezdová brána)



Obrázek 47-kamerový snímek vjezdové brány za různých rozptylových podmínek

Kamerové záznamy vjezdové brány z předchozí stránky byly pořízeny ve stejném časovém rozpětí jako kamerové snímky úseků kolem oplocení TR N, tj. přibližně od 22:00 do 2:00. Oproti hlídacím osvětlení kolem oplocení se kamera nachází od vjezdové brány ve výrazně bližší vzdálenosti, a to přibližně 18 m.

Na snímku z 21.2.2019 (jasno) lze vidět, že oblast kolem vjezdové brány a tím rozpoznání případných potřebných detailů jako např. RZ vozidla stojícího před vjezdovou bránou nebo dokonce tváře řidiče není žádným způsobem omezena. Důkazem je tak, v červeném kroužku označena, dopravní značka, která je bez problému čitelná. Vzdálenost dopravní značky od kamery je přibližně 27 m.

Na snímku z 14.2.2019, kde byla viditelnost snížena zhoršenými rozptylovými podmínkami v podobě silné mlhy, lze vidět, že právě díky menší vzdálenosti kamery od vjezdové brány (již zmíněných přibližně 18 m) ani v tomto případě není nějak výrazně narušena rozpoznatelnost případných detailů. Označená dopravní značka (v červeném kroužku) na snímku je tak bez výrazných problémů čitelná.

Zajímavý úkaz se ovšem naskytne na posledním snímku z data 10.3.2019. Viditelnost, snížená silnou sněhovou přeháňkou, je ovlivněna více než v případě přítomnosti mlhy. Rozpoznání RZ vozidla nebo popřípadě tváře řidiče by tak mohla být do určité míry omezena. Ovšem otázkou je, proč nejde v označeném červeném kroužku vidět dopravní značka? Odpověď je následující: Sněhové vločky, popřípadě kapky vody, které ulpívají na průhledném krytu kamery, rozostří v místě dopadu na kryt snímek a tím znemožní v daném místě rozpoznat detaily na snímku. Na obrázcích č. 48 a 49 jsou uvedeny příklady takto znehodnocených kamerových snímků.

Závěrem lze konstatovat, že kamera u vjezdové brány v TR N je z hlediska její vzdálenosti ke sledovanému místu výrazně lepší oproti případu úseků kolem oplocení transformovny. Při návrhu rozmístění kamer, resp. jejich vzdáleností od sledových míst, by se tak měly brát v úvahu i horší rozptylové podmínky, jak je ukázáno v této kapitole diplomové práce.



Obrázek 48-kamerové snímky oplocení TR N znehodnocené kapkami vody na krytu kamery

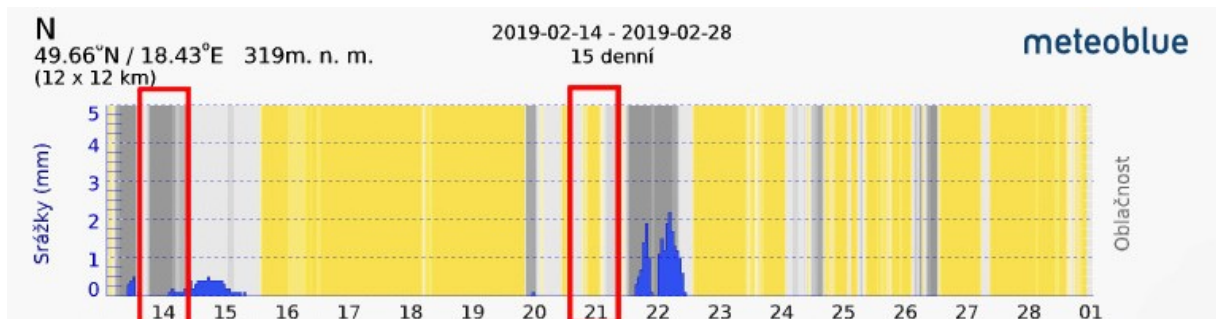


Obrázek 49-kamerové snímky vjezdové brány TR N znehodnocené kapkami vody na krytu kamery

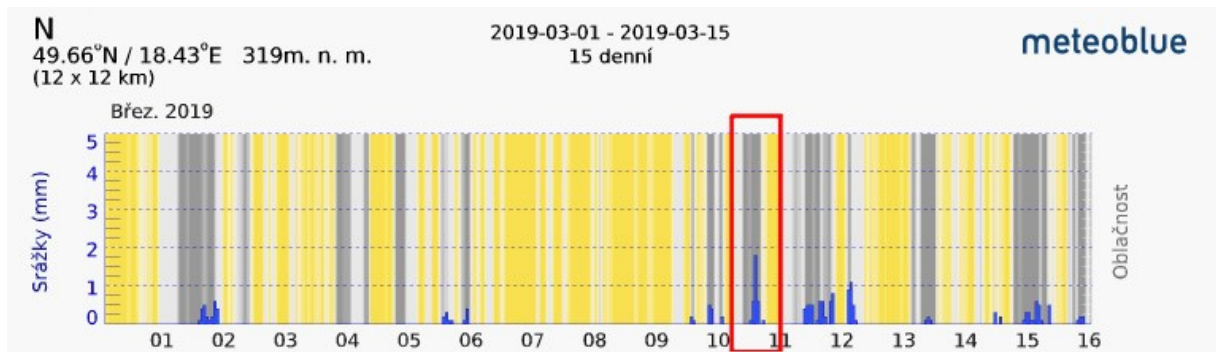
5.6. Meteorologická data z okolí transformovny N [34]

Na obrázcích č. 50 a 51 jsou meteorologická data z okolí transformovny N pro období, kdy byly pořízeny kamerové záznamy za zhoršených rozptylových podmínek. Červenými rámečky jsou v obrázcích vyznačeny dané dny (14.2.2019-mlha, 21.2.2019-jasno a 10.3.2019-sněžení).

Mraky znázorňuje šedé pozadí. Jasná obloha žluté pozadí. Čím je šedé pozadí tmavší, tím je oblačnost hustší. Srážky jsou v grafu uvedeny modrou barvou a jejich hustota je uvedena na svislé ose vlevo.



Obrázek 50-meteorologická data srážek a oblačnosti (druhá polovina měsíce únor 2019)



Obrázek 51-meteorologická data srážek a oblačnosti (první polovina měsíce březen 2019)

6. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo definovat základní pojmy spojené s hlídacím osvětlením a kamerovými systémy, poukázat na přijatelnost již existujících osvětlovacích soustav používaných v transformovných společnostech ČEPS, a.s. a definovat vliv vzdálenosti kamer za zhoršených rozptylových podmínek na základně reálných výstupů z kamer TSFO (technický systém fyzické ochrany).

Teoretický podklad je pro návrh správně fungující součinnosti kamerového systému a hlídacího osvětlení velice důležitý a případné zanedbání určitých zákonitostí může vést k tomu, že i na zdánlivě správně navržené osvětlovací soustavě nemusí kamera zaznamenat kvalitní snímek. Parametry, na které si je třeba při návrhu dávat pozor jsou např.: citlivost kamery, spektrální citlivost čipu kamery a spektrální vyzařování světelného zdroje, vyzařovací charakteristika svítidla, kamerová osvětlenost na sledovaném objektu nebo také vzdálenost kamery od sledovaného objektu.

V teoretické části, konkrétně bod 3.6., jsem navrhnul část hlídacího osvětlení se stejnými rozměry a svítidly jako v TR N pro různé odraznosti povrchu země. Výsledkem je změna kamerové a vertikální osvětlenosti vynesena do grafu pro různé odraznosti povrchů (pouze přímá složka, travnatý povrch a sněhová pokrývka). Přínosem pro rozšíření technické normy TN/59/2016 (revize č.3) společnosti ČEPS, a.s. by tak mohla být minimální teoretická hodnota citlivosti kamery (v modelu označené jako E_C), která je pro travnatý povrch $E_{C(15\%)} = 0,24$ lx a pro sněhovou pokrývku $E_{C(15\%)} = 1,35$ lx, kde tyto hodnoty citlivosti, resp. osvětlenosti v místě čipu kamery jsou dány pouze odraženou složkou od země. I když běžně používané bezpečnosti kamery mají v katalogových údajích deklarované minimální citlivosti mnohem nižší (řádově setiny luxů), je závěr teoretického modelu dobrý pro představu, v jakých reálných hodnotách se může osvětlenost na čipu kamery, používané v transformovných, pohybovat.

Rozborem a vyhodnocením naměřených dat hlídacího osvětlení z transformoven TR N, TR K a TR C jsem určil kritická místa v úseku mezi dvěma svítidly hlídacího osvětlení. Jako nejkritičtější místo se z naměřených dat a vyhodnocení jasových analýz jeví pozice pod svítidlem. Tato skutečnost je zapříčiněna tím, že pod svítidlem je vlivem tvaru vyzařovacích charakteristik svítidel hlídacího osvětlení nejmenší příspěvek vertikální osvětlenosti. Kamerová osvětlenost je tedy v tomto místě nejnižší a může klesnout pod hodnotu 10 lx, což je minimální hodnota pro horizontální a vertikální osvětlenost daná technickou normou TN/59/2016 (revize č.3).

Kritické pozice mezi dvěma svítidly jsem určoval také z jasových analýz a následného výpočtu kontrastů jasů mezi figurantem a pozadím. Pozice, kde se hodnota kontrastů blížila k nule, znamená, že jas figuranta splývá s jasem pozadí. Ovšem nutno podotknout, že se jedná o průměrně vyhodnocené jasy a z jasových map je zřejmé, že jasy jsou na snímku rozděleny různorodě. Nicméně i zhodnocení pomocí jasové analýzy nám dává představu, v jaké škále hodnot jasů a kontrastů se pohybujeme. I přes veškerá naměřená data a výpočty je ovšem nejdůležitějším závěrem skutečnost, jestli pracovník v technickém dohledovém centru (TDC) uvidí sledovaný objekt na monitoru, či nikoliv. Případným novým objektem výzkumu, v této oblasti techniky, by mohl být automatizační proces snímání kamery na podezřelý objekt bez obsluhy pracovníka v TDC (automaticky prováděný ZOOM kamery na podezřelou událost nebo pohyb).

Viditelnost snímaného objektu kamerou pod hlídacím osvětlením je tím nejpodstatnějším. Transformovny jsou venkovní pracovní prostory, a tak nám do ovlivnění viditelnosti vstupuje výrazná proměnná a tou je počasí a rozptylové podmínky během celého roku. Poslední kapitola diplomové práce

se zabývá rozborem a stanovením vlivu vzdálenosti kamer za zhoršených rozptylových podmínek na základě reálných výstupů z kamer v TR N. Tato kapitola, stejně jako výsledek teoretického modelu, by mohl společnosti ČEPS, a.s. pomoci k rozšíření technické normy o nové poznatky.

Ze záznamů kamer hlídacního osvětlení kolem oplocení a vstupní brány jsem určil maximální dohlednost kamery za daných zhoršených rozptylových podmínek (silná mlha a sněhová přeháňka). V případě jasného počasí nebyla dohlednost kamery žádným způsobem narušena, ale v případě silné mlhy nebo sněžení se výrazně snížila. Z pořízených snímků bezpečností kamery jsem určil maximální dohlednost pro mlhu 70-80 m a pro sněžení 90-110 m. Hodnoty vzdáleností jsem určoval pomocí subjektivního pohledu, kde jsem se na snímku zaměřil na detaily oplocení a travnatého povrchu země.

Výsledné vzdálenosti, popsané v předešlém odstavci, by tak mohly, v případě nových návrhů osvětlovacích soustav pracujících v součinnosti s kamerovými systémy, posloužit jako doporučení pro umístování kamer v menších roztečích od sebe, aby se zamezilo případným „slepým“ místům, které by kamera, při horších rozptylových podmínkách, nedokázala zaznamenat.

Seznam použité literatury:

- [1] ČSN EN 12464-2. Světlo a osvětlení: Osvětlení pracovních prostorů – Část 2: Venkovní pracovní prostory. 2007.
- [2] TN/59/2016 revize č.3: Venkovní a vnitřní osvětlení v objektech elektrických stanic PS. 2016.
- [3] KŘEČEK, Stanislav. Příručka zabezpečovací techniky. Vyd. 2. [S.l.: s.n.], 2003. ISBN 978-80-902938-2-3.
- [4] SOKANSKÝ, Karel. *Světelná technika*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04941-9.
- [5] MALUŠ, Martin. Kritéria návrhu kamerových systémů. Zlín, 2012. Bakalářská práce. UTB ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky.
- [6] SOKANSKÝ, Karel. *Elektrické teplo a světlo: laboratorní návody*. Ostrava: Vysoká škola báňská, 1986.
- [7] prof. Ing. Karel Sokanský, CSc., doc. Ing. Tomáš Novák, Ph.D., Ing. Richard Baleja, Ing. Petr Běčák a Bc. Jan Šebesta. *Světelně-technická zpráva: Měření venkovního osvětlení v areálu (TR NOŠOVICE)*. 2018.
- [8] prof. Ing. Karel Sokanský, CSc., doc. Ing. Tomáš Novák, Ph.D., Ing. Richard Baleja a Ing. Petr Běčák. *Světelně-technická zpráva: Měření venkovního osvětlení v areálu budov (TR KOČÍN)*. 2018.
- [9] prof. Ing. Karel Sokanský, CSc., doc. Ing. Tomáš Novák, Ph.D., Ing. Richard Baleja a Ing. Petr Běčák. *Světelně-technická zpráva: Měření venkovního osvětlení (se zaměřením na hlídací osvětlení) v areálu TR ČECHY STŘED*. 2018.

Seznam použité online literatury:

- [10] Elektronické-systémy [online]. [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: <http://elektronicke-systemy.cz/technicke-parametry-kamerovych-systemu>
- [11] HD systems [online]. [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: <https://www.hdsystems.cz/content/17-porovnani>
- [12] Technologie kamerových systémů (AHD vs. IP) [online]. [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: <https://podpora.nejkam.cz/hc/cs/articles/360006418254-Technologie-kamerov%C3%BDch-syst%C3%A9m%C5%AF-AHD-vs-IP->
- [13] Typy kamerových systémů [online]. [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: <http://www.kameryskladem.cz/content/7-cctv-kamerove-systemy-typy-kamerovych-setu>

- [14] Snímková frekvence. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Sn%C3%ADmkov%C3%A1_frekvence
- [15] Bezpečnostní kamerové systémy a jejich parametry [online]. [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: <https://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz/jak-vybrat-spravne/kamerovy-system/bezpecnostni-kamerove-systemy-a-jejich-parametry-%5Bb026%5D>
- [16] [online]. In: . [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: <https://i.ytimg.com/vi/nECNzODEcyQ/maxresdefault.jpg>
- [17] Kamerový systém. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Kamerov%C3%BD_syst%C3%A9m
- [18] ING.MAIXNER, Tomáš. CHODCI NA PŘECHODU [online]. , 25 [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: https://www.siea.sk/materials/files/poradenstvo/aktuality/2015/konferencia_jasna/14_Maixner_Osvetlenie_priechodov_SIEA_jun_2015_Jasna.pdf
- [19] Lustry-Svítidla: Výpočet činitele odrazu místnosti [online]. [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: <http://www.lustry-svitidla.cz/vypocet-cinitele-odrazu-mistnosti>
- [20] Světlo v praxi: Problematika osvětlení pro kamerové systémy [online]. [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: <http://svetlovpraxi.cz/2017/12/04/problematika-osvetleni-pro-kamerove-systemy/>
- [21] [online]. In: . [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: <http://neiloseman.com/wp-content/uploads/2015/03/SB8opNy.png>
- [22] [online]. In: . [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: <https://pbs.twimg.com/media/CeFZBJnW4AAvMJi.jpg>
- [23] Ohnisková vzdálenost [online]. In: . [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: <http://moje.tajemno.net/ohniskova-vzdalenost/>
- [24] prof. Ing. Karel Sokanský, CSc., Ing. Tomáš Novák, Ph.D., Ing. Ivo Ullman, Ph.D. a doc. Dr. Ing. Zdeněk Medvec. Osvětlování venkovních elektrických stanic. Světlo [online]. 2009(2) [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/casopis/tema/osvetlovani-venkovnich-elektrickych-stanic--15632>
- [25] G-Cam/GNSD1880 (datasheets) [online]. [cit. 2019-02-26]. Dostupné z: https://www.securityinformed.com/datasheets/geutebruck-g-cam-gnsd1880-ip-dome-camera/co-9931-ga/G_Cam_GNSD1880_PI_EN.pdf

- [26] Thorn: CiviTEQ / CQ 36L35-740 NR BPS CL1 M42 GY-S [online]. [cit. 2019-02-26]. Dostupné z: <http://www.thornlighting.com/en/products/outdoor-lighting/road-lighting/CiviTEQ/civiteq-small-narrow-road-optic/96643272>
- [27] Elektronický meteorologický slovník: Mlha [online]. [cit. 2019-03-12]. Dostupné z: <http://slovník.emes.cz/heslo/2074>
- [28] *Thorn lighting: product datasheet* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: http://www.thornlighting.com//object/PDF/datasheet.aspx?Lang=EN&iso2=COM&ArticleID=288927&template=lvk_tl&CompanyID=7&tiltAngle=0&DatasheetType=1&ModeID=21&ext=.pdf
- [29] *Performance lighting (MYRA 12/V SR): product datasheet* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://www.performanceinlighting.com/ww/en/products/prod-05056090>
- [30] *LIGMAN: POWER MISSION 2 PO29-GP027* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://www.ligman.com/POWER-MISSION-2-PO29-GP027/>
- [31] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2019-03-18]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=18.4433600&y=49.6670404&z=14&source=muni&id=4570>
- [32] METEOROLOGICKÁ TERMINOLOGIE VYUŽÍVANÁ V PŘEDPOVĚDI POČASÍ: Základní pojmy [online]. [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <http://meteo.ign.cz/Zaklpojmy.htm>
- [33] *Atmosférické srážky* [online]. [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <https://tema.novinky.cz/atmosfericke-srazky>
- [34] *Meteoblue: Archiv počasí Nošovice* [online]. [cit. 2019-04-02]. Dostupné z: https://www.meteoblue.com/cs/po%C4%8Das%C3%AD/p%C5%99edpov%C4%9B%C4%8F/archive/no%C5%A1ovice_%C4%8Cesko_3069718
- [35] BOS, Petr, Richard BALEJA, Karel SOKANSKY a Tomas NOVAK. *Outdoor power stations CCTV systems that work synergistically with the security lighting* [online]. IEEE, 2017, 2017, , 1-5 [cit. 2019-04-08]. DOI: 10.1109/EEEIC.2017.7977548. ISBN 978-1-5386-3917-7. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7977548/>