

**VŠB - Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**2015**

**Bc. Andrzej Macura**

**VŠB - Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra elektroenergetiky**

**Sumarizace a optimalizace osvětlení elektrických stanic  
ČEPS**

**Summarization and optimization of lighting systems in  
ČEPS power stations**

**2015**

**Bc. Andrzej Macura**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra elektroenergetiky

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Andrzej Macura**  
Studijní program: N2649 Elektrotechnika  
Studijní obor: 3907T001 Elektroenergetika  
Téma: **Sumarizace a optimalizace osvětlení elektrických stanic ČEPS**  
**Summarization and optimization of lighting systems in ČEPS power stations**

Zásady pro vypracování:

- Vlastnosti světelných zdrojů vhodných pro osvětlování elektrických stanic ČEPS
- Vlastnosti svítidel vhodných pro osvětlování elektrických stanic ČEPS
- Popis stávajícího stavu venkovního osvětlení elektrických stanic ČEPS
- Zhodnocení stavu osvětlení stávajících osvětlovacích soustav elektrických stanic ČEPS
- Ekonomické srovnání provozu osvětlení stávajících a nových osvětlovacích soustav elektrických stanic ČEPS

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)

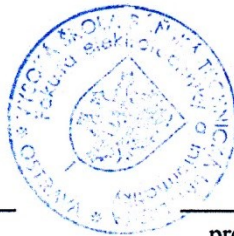
Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Karel Sokanský, CSc.**

Datum zadání: 01.09.2014

Datum odevzdání: 07.05.2015

  
\_\_\_\_\_  
prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.  
vedoucí katedry



  
\_\_\_\_\_  
prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
děkan fakulty

## **Prohlášení studenta**

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vykonal samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

V Ostravě dne 4.5.2015

Ma

(Podpis)

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval prof. Ing. Karlu Sokanskému, CSc. a Ing. Tomáši Novákovi, Ph.D. za odborné vedení, připomínky a cenné rady při realizaci této diplomové práce.

## **Abstrakt:**

Tato diplomová práce se zabývá osvětlovacími soustavami přenosových elektrických stanic společnosti ČEPS a.s. V první části jsou shrnuty požadavky na vlastnosti osvětlovacích soustav stanovené technickou normou TN/59/2013. V následující části jsou uvedena svítidla a světelné zdroje vhodné pro použití na přenosových stanicích. Dále pak přecházím k popisu instalovaných osvětlovacích soustav a jejich zhodnocení z hlediska hlídacího osvětlení. Předposlední část se zabývá ekonomickým srovnáním současných a nových osvětlovacích soustav. V poslední části se zabývám kamerovým systémem TSFO a pro něj vhodným hlídacím osvětlením, za účelem dosažení co nejzřetelnějšího kamerového obrazu v nočních hodinách.

### **Klíčová slova:**

Osvětlení, přenosová elektrické stanice, hlídací osvětlení, kamerová osvětlenost

## **Abstract:**

This thesis deals with the lighting systems of the portable power stations from ČEPS a.s. company. Requirements for properties of the lighting systems determined by technical standard TN/59/2013 are summarized in the first section. Lights and lighting sources appropriate for portable stations are mentioned in the following section. Furthermore, I describe and evaluate installed lighting systems used as a fence lighting. In the penultimate section is a financial comparison of the present and new lighting systems. In the last section I deal with convenient guard lighting for the TSFO camera system, which can provide the clearest camera image at night.

### **Key words:**

Lighting, portable power station, fence lighting, camera lighting

## Seznam použitých symbolů a zkratek

Em	[lx]	udržovaná osvětlenost
F	[Hz]	frekvence
GRL	[-]	mezní hodnota činitele osvětlení
I	[A]	elektrický proud
K	[lm/W]	světelná účinnost
p	[Pa]	tlak v pascálech
P	[W]	elektrický výkon
Ra	[-]	index podání barev
T	[°C]	teplota ve stupních celsia
T	[min.;hod.]	čas v minutách; hodinách
TC	[K]	teplota chromatičnosti
U <sub>0</sub>	[-]	rovnoměrnost osvětlení
v	[m;km]	vzdálenost v metrech; kilometrech
λ	[nm]	vlnová délka
Φ	[lm]	světelný tok
a.s.		akciová společnost
ANE		označení rozvaděče
apod.		a podobně
CCTV		closed circuit TV (uzavřený přenos televizního signálu)
ČEPS		česká energetická přenosová soustava
ČSN		česká státní norma
EN		evropská norma
ES		elektrizační soustava
GSM		global system for mobile communications (globální systém pro mobilní komunikaci)
HOK		hlavní ocelová konstrukce
IP		ingress protection (krytí)
IP		internet protocol (protokol internetu)
kč		korun českých (měna)
ks		kusů
LED		light emitting diode (svítivá dioda)
max.		maximálně
min.		minimálně
např.		například
obr.		obrázek
PNE		podnikové normy energetiky

PS	přenosová soustava
T401, T402	označení transformátorů
tab.	tabulka
TCP	transmission control protocol (řídící přenosový protokol)
TDC	technické dohledové centrum
TN	technická norma
TSFO	technický systém fyzické ochrany
tzv.	takzvaně
vvv	velmi vysoké napětí
zvn	zvlášť vysoké napětí



# Obsah

1.	Úvod.....	1
2.	Osvětlovací soustava ES ČEPS.....	2
2.1	Obecné technické zásady osvětlení.....	2
2.2	Společné zásady .....	2
3.	Specifické zásady pro jednotlivé druhy osvětlení.....	3
3.1	Hlídací osvětlení.....	3
3.2	Osvětlení komunikací.....	5
3.3	Provozní osvětlení.....	7
3.4	Přídavné osvětlení.....	10
3.5	Osvětlení vstupů domků CD a DO.....	10
4.	Návrh svítidel pro jednotlivé požadavky osvětlení.....	11
4.1	Návrh svítidel pro hlídací osvětlení.....	11
4.2	Návrh svítidel pro osvětlení komunikací.....	12
4.3	Návrh svítidel pro provozní osvětlení – osvětlení polí.....	13
4.4	Návrh svítidel pro provozní osvětlené – osvětlení transformátorů.....	14
5.	Vlastnosti světelných zdrojů vhodných pro osvětlování elektrických stanic ČEPS .....	15
5.1	LED svítidla .....	15
5.2	Vysokotlaké sodíkové výbojky .....	17
5.3	Halogenidové výbojky.....	18
5.4	Halogenová žárovka .....	20
6.	Popis stávajícího stavu venkovního osvětlení elektrických stanic ČEPS .....	21
6.1	Popis venkovního osvětlení na elektrické stanici Nošovice.....	22
7.	Zhodnocení stavu osvětlení stávajících osvětlovacích soustav elektrických stanic ČEPS ....	29
7.1	Střední doba života.....	31
7.2	Instalovaný výkon na metr délky.....	32
7.3	Světelný tok na metr délky .....	33
8.	Ekonomické srovnání provozu osvětlení stávajících a nových osvětlovacích soustav elektrických stanic ČEPS.....	34
8.1	Ekonomické srovnání provozu osvětlení.....	35
9.	Kamerový zabezpečovací systém .....	39
9.1	Rozdělení z hlediska snímání obrazu.....	39
9.2	Rozdělení z hlediska zpracování obrazu .....	39
9.3	Rozdělení dle konstrukčního provedení .....	40

<b>9.4</b>	<b>Kamery používány společností ČEPS, a.s.</b> .....	<b>44</b>
<b>9.5</b>	<b>Kamerový systém TSFO na elektrických stanicích</b> .....	<b>46</b>
<b>9.6</b>	<b>Kamerová osvětlenost</b> .....	<b>48</b>
<b>9.7</b>	<b>Kamerová osvětlenost na elektrické stanici Nošovice</b> .....	<b>50</b>
<b>10.</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>54</b>
<b>12.</b>	<b>Seznam obrázků</b> .....	<b>58</b>
<b>13.</b>	<b>Seznam tabulek</b> .....	<b>60</b>
<b>14.</b>	<b>Seznam příloh</b> .....	<b>61</b>

# 1. Úvod

Společnost ČEPS a.s. je vlastníkem 31 elektrických stanic v České republice. Dříve stanice měly stálou obsluhu, která se starala a dohlížela na správný chod všech zařízení, terciáru, tlumivek, transformátorů a v neposlední řadě chodila na bezpečnostní obchůzky. V nočních hodinách bylo zapotřebí prostory stanice osvětlit.

V minulosti, při svých kontrolách a obchůzkách, si stálá služba v nočních hodinách rozsvěcovala osvětlení a po ukončení obchůzky ho vypla. Tehdy se rozsvěcovala celá rozvodna. Po oddělení transformoven ČEPS od rozvodných podniků se začalo osvětlení rekonstruovat. V té době byl na dálkové ovládání z řídicího systému pouze požadavek zapnutí a vypnutí. Nové části osvětlovací soustavy byly po rekonstrukci rozděleny na hlídací osvětlení, komunikační osvětlení a provozní osvětlení.

Vývojem prošly i normy na osvětlení. Pro návrh osvětlení do roku 2004 platila norma ČSN 36 0450 a do roku 2008 pak ČSN EN 12 464-1. U těchto norem byl stanoven požadavek na osvětlenost 20lx, hlídací osvětlení ještě nebylo normami stanoveno. V roce 2007 začala platit ČSN EN 12 464-2: Venkovní pracovní prostory. Z této normy byly převzaty požadavky do současně platné normy TN59 kde byly navíc upřesněny požadavky na hlídací osvětlení a osvětlení komunikace.

Normy nejsou pro správce majetku závazné, proto se při rekonstrukcích osvětlení řešilo hlavně na základě zkušeností místních pracovníků transformoven a správců majetku. Z tohoto důvodu v některých elektrických stanicích nebylo realizováno hlídací osvětlení ani osvětlení komunikací.

V dnešní době je již většina transformoven bezobslužných a na bezpečnost a provoz elektrické stanice obsluha dohlíží pomocí kamerového systému TSFO. Aby byl tento kamerový systém efektivní je potřeba mít i dobře navržený osvětlovací systém, neboť kamery jsou závislé na intenzitě osvětlení sledovaných objektů a zároveň náchylné na oslnění samotnými svítidly. Bohužel většina stanic rekonstruovaných před léty má nevyhovující osvětlení a kamery se při rozsvícení celkové osvětlovací soustavy zacloní. Příčinou je zejména oslnění špatně nasměrovanými svítidly.

Osvětlovací soustavy jsou v jednotlivých elektrických stanicích různé, mým úkolem je zhodnotit současný stav osvětlení jednotlivých stanic. Ve své práci se zejména zaměřím na hlídací osvětlení, které je nepostradatelnou součástí kamer v nočních hodinách. Rovněž porovnam jednotlivé světelné zdroje, vhodné pro kamerovou osvětlenost.

## **2. Osvětlovací soustava ES ČEPS**

### **2.1 Obecné technické zásady osvětlení**

Ve stanicích PS se používají tyto druhy venkovního osvětlení:

- Hlídací osvětlení
- Osvětlení komunikací
- Provozní osvětlení včetně přídavného osvětlení

Realizace venkovního osvětlení se řídí jak společnými zásadami, tak zásadami specifickými pro jednotlivé druhy osvětlení

Při návrhu osvětlení se doporučuje maximální využití podpěrných bodů pro více druhů osvětlení (např. provozní osvětlení a hlídací osvětlení na jednom stožáru).

V případě potřeby (pro práce na zařízení za snížené viditelnosti) se doporučuje instalovat přídavné osvětlení, jehož zásady jsou popsány samostatně v čl.

### **2.2 Společné zásady**

#### **1. Určení vnějších vlivů na el. zařízení**

Na základě ustanovení norem ČSN 33 2000-51-51 a PNE 33 2000-2 se určí protokolárně působení vnějších vlivů na elektrická zařízení a provede se zařazení protokolu z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem.

#### **2. Napěťová soustava**

Pro napájení a ovládání všech druhů venkovního osvětlení je použita soustava 3x 400/230V, 50 Hz, TN-S, III. kategorie (nezajištěné napájení).

### 3. Specifické zásady pro jednotlivé druhy osvětlení

#### Technická norma TN/59/2013 [2]

##### 3.1 Hlídací osvětlení

Hlídací osvětlení zajišťuje funkčnost kamerových systémů objektu pro dálkový dohled ostrahy. Je instalováno po obvodu celého venkovního oplocení rozvodny, vchodů do všech domků, vjezdu, kolem provozního oplocení, které odděluje cizí právní subjekty od ČEPS.

Hlídací osvětlení je umístěno na stožárech uvnitř stanice 2,5 ÷ 4 m od plotu, použítá svítidla mají charakteristiku pro osvětlení komunikací tak, aby osvětlovaly pruh kolem oplocení. Svítidla budou nasměrovaná směrem k oplocení.

##### 3.1.1 Požadavky na osvětlení

druh prostoru, úkonu nebo činnosti	$\bar{E}_m$ [lx]	$U_o$ -	$GR_L$ -	$R_a$ -
venkovní rozvodky	10	0,40	45	20

**$E_m$  udržovaná osvětlenost:** je hodnota osvětlenosti, pod kterou nesmí průměrná osvětlenost na určené rovině klesnout

**$U_o$  rovnoměrnost osvětlení:** je poměr minimální osvětlenosti (jasu) k maximální osvětlenosti povrchu

**$GR_L$  mezní hodnota činitele osvětlení:** je maximální hodnota přímého oslnění svítidly venkovních osvětlovacích soustav

**$R_a$  index podání barev:** je zavedený všeobecný index podání barev.  $R_a$  maximální = 100. Ověřené hodnoty indexu poskytuje výrobce světelného zdroje

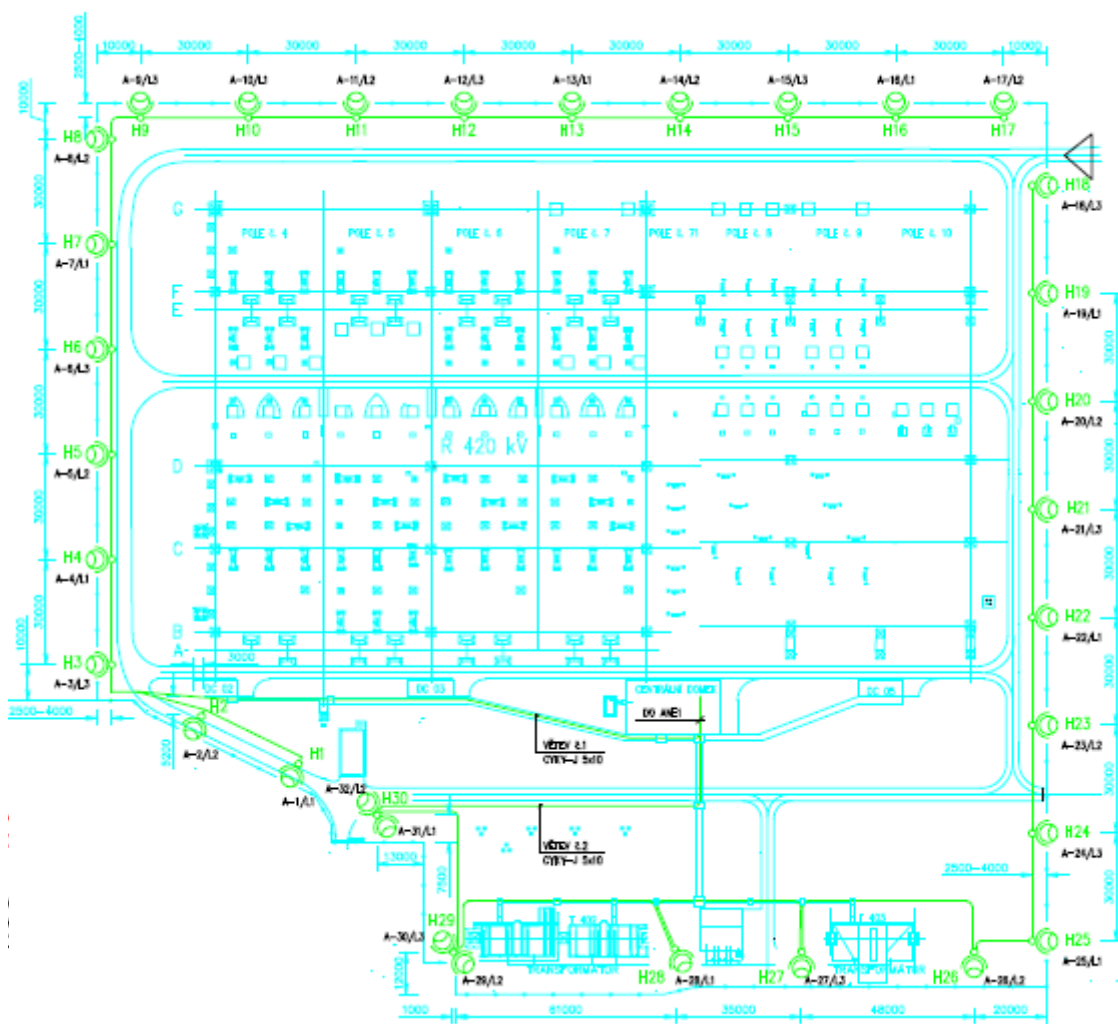
##### 3.1.2 Svítidla

Doporučuje se použití LED svítidel s vyzařovací charakteristikou pro osvětlování komunikací, venkovního provedení s krytím alespoň IP65. Svítidla budou umístěna na dřívku ocelového, žárově zinkovaného stožáru, v minimální výšce 5 m nad terénem.

### 3.1.3 Ovládání

- **automaticky** – soumrakovým spínačem; hlídací osvětlení bude sepnuto trvale od soumraku do svítání
  - v mimořádném bezpečnostním režimu bude soumrakový spínač blokován a osvětlení vypnuto
- **místní ovládání**
  - nadřazeno dálkovému ovládání
  - vypnutí hlídacího osvětlení je blokováno soumrakovým spínačem
- **dálkové ovládání**
  - možnost zapnutí bez ohledu na stav soumrakového spínače
  - vypnutí je blokováno soumrakovým spínačem

### 3.1.4 Umístění svítidel v objektu



Obr. 1 Hlídací osvětlení – příklad řešení [2]

- svítidla jsou umístěná podél celého perimetru rozvodné stanice, pro zabezpečení dostatečného osvětlení pro požadavky kamerového systému
- napájení hlídacím osvětlením je zajištěno buď z rozvaděče ANE, umístěného v centrálním domku, nebo z rozvaděčů ANE01 umístěných v domácích sekundární techniky, které jsou v blízkosti provozního nebo vnějšího osvětlení, nebo jejich kombinací

## 3.2 Osvětlení komunikací

Pro bezpečný provoz, pohyb osob a mechanizace při snížené viditelnosti (např. v nočních hodinách), se používá osvětlení cest, chodníků a komunikací ve venkovních prostorech transformovny.

### 3.2.1 Požadavky na osvětlení

Komunikace spadají do skupiny D4 dle tabulky 1 ČSN CEN/TR 13201-1 a třída je S podle tabulky A15, Přílohy A, ČSN CEN/TR 13201-1. Tomu odpovídá hodnota osvětlení komunikace

minimální osvětlenost  $E_{\min} \geq 1 \text{ lx}$

udržovaná osvětlenost  $\bar{E}_m \geq 5 \text{ lx}$

druh prostoru, úkonu nebo činnosti	$\bar{E}_m$ [lx]	$U_o$ -	$GR_L$ -	$R_a$ -
komunikace vyhrazené pro pomalu jedoucí vozidla (max. 10 km/hod), i chodce	10	0,40	50	20

**$E_m$  udržovaná osvětlenost:** je hodnota osvětlenosti, pod kterou nesmí průměrná osvětlenost na určené rovině klesnout

**$U_o$  rovnoměrnost osvětlení:** je poměr minimální osvětlenosti (jasu) k maximální osvětlenosti povrchu

**$GR_L$  mezní hodnota činitele osvětlení:** je maximální hodnota přímého oslnění svítidly venkovních osvětlovacích soustav

**$R_a$  index podání barev:** je zavedený všeobecný index podání barev;  $R_a$  maximální = 100; ověřené hodnoty indexu poskytuje výrobce světelného zdroje

Pro kamerovou identifikaci přijíždějících vozidel u vstupní brány musí osvětlení komunikací splňovat hodnotu osvětlenosti  $\bar{E}_m \geq 50 \text{ lx}$ . Pro rozsvícení světloometu na vstupní bránu se doporučuje použít pohybové čidlo.

### 3.2.2 Svítidla

Doporučuje se použití LED svítidel nebo vysokotlaké sodíkové výbojky s vyzařovací charakteristikou pro osvětlování komunikací, venkovního provedení s krytím alespoň IP65. Životnost je pro sodíkovou výbojku požadována minimálně 20 000 hodin a pro LED svítidla 50 000 hodin nebo 15 let. Svítidla budou umístěna na dřívku ocelového, žárově zinkovaného stožáru, v minimální výšce 4 m nad komunikací. Instalaci svítidel na stěny objektu bude provedena ve výšce 4 m pomocí výložníku tak, aby jejich umístění nepřesahovalo horní okraj střechy.

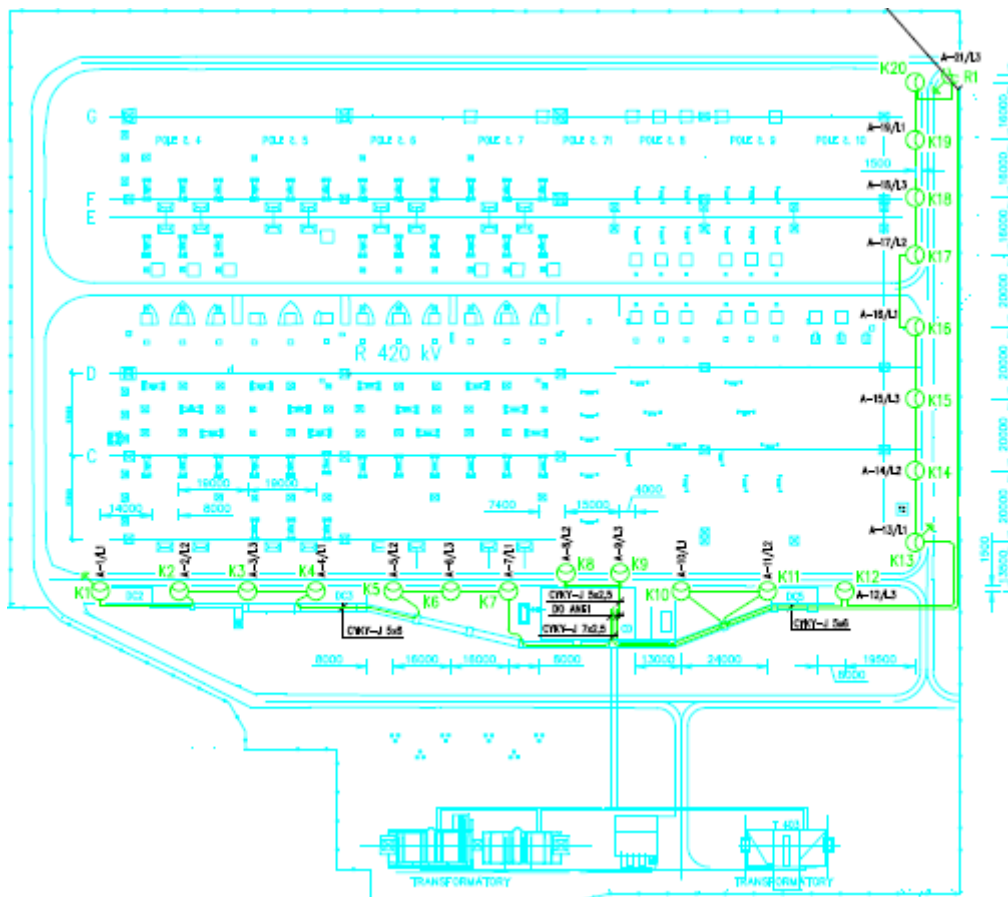
### 3.2.3 Ovládání

- **Místní ovládání** – nadřazeno dálkovému ovládání
  - možnost nastavit zpoždění vypnutí osvětlení o pochůzkový čas z domku k hlavnímu vjezdu
  - možnost zapnutí osvětlení pro sekci komunikace od hlavní brány k centrálnímu domku tlačítkem v blízkosti hlavní brány
  
- **Dálkové a automatické ovládání osvětlení komunikace**
  - dálkové zapnutí a vypnutí osvětlení komunikací
  - automatické ovládání – při poplachu se provede dálkové zapnutí osvětlení komunikací (zapnutí blokováno soumrakovým spínačem)

### 3.2.4 Umístění svítidel v objektu

- napájení osvětlení komunikací je zajištěno buď z rozvaděče ANE, umístěného v centrálním domku, nebo z rozvaděčů ANE01 umístěných v domcích sekundární techniky, které jsou v blízkosti provozního nebo vnějšího osvětlení, nebo jejich kombinací





Obr. 2 Osvětlení komunikace – příklad řešení [2]

### 3.3 Provozní osvětlení

Slouží k osvětlování budov, zařízení a všech technologických celků tak, aby mohla být prováděná celková kontrola těchto částí. Při nestandardních situacích jako je kontrola, oprava, údržba atd., bude provozní osvětlení doplněno mobilním osvětlovacím zařízením.

Osvětlení má osvětlovat tyto provozní skupiny:

- Prostor přípojnicových odpojovačů
- Prostor vypínačů
- Prostor vývodů
- Prostor stanoviště transformátorů a tlumivek

Jednotlivé provozní skupiny jsou ovládané samostatně místním ovládním z centrálního domku a domku sekundární techniky.

### 3.3.1 Požadavky na osvětlení

druh prostoru, úkonu nebo činnosti	$\bar{E}_m$ [lx]	$U_o$ -	$GR_L$ -	$R_a$ -
provoz chodců v elektricky bezpečných prostorech	5	0,25	50	20
celková kontrola	50	0,40	50	20
oprava elektrických zařízení (za použití mobilního osvětlení)	200	0,50	45	60

**$E_m$  udržovaná osvětlenost:** je hodnota osvětlenosti, pod kterou nesmí průměrná osvětlenost na určené rovině klesnout

**$U_o$  rovnoměrnost osvětlení:** je poměr minimální osvětlenosti (jasu) k maximální osvětlenosti povrchu

**$GR_L$  mezní hodnota činitele osvětlení:** je maximální hodnota přímého oslnění svítidly venkovních osvětlovacích soustav

**$R_a$  index podání barev:** je zavedený všeobecný index podání barev;  $R_a$  maximální = 100; ověřené hodnoty indexu poskytuje výrobce světelného zdroje

Požadavek udržované osvětlenosti  $\bar{E}_m$  (50lx) bude vyžadován zejména v oblastech vypínačů a přístrojových transformátorů a tlumivek. Jinde není nutné osvětlenost striktně dodržovat.

### 3.3.2 Svítidla

#### Venkovní rozvodny

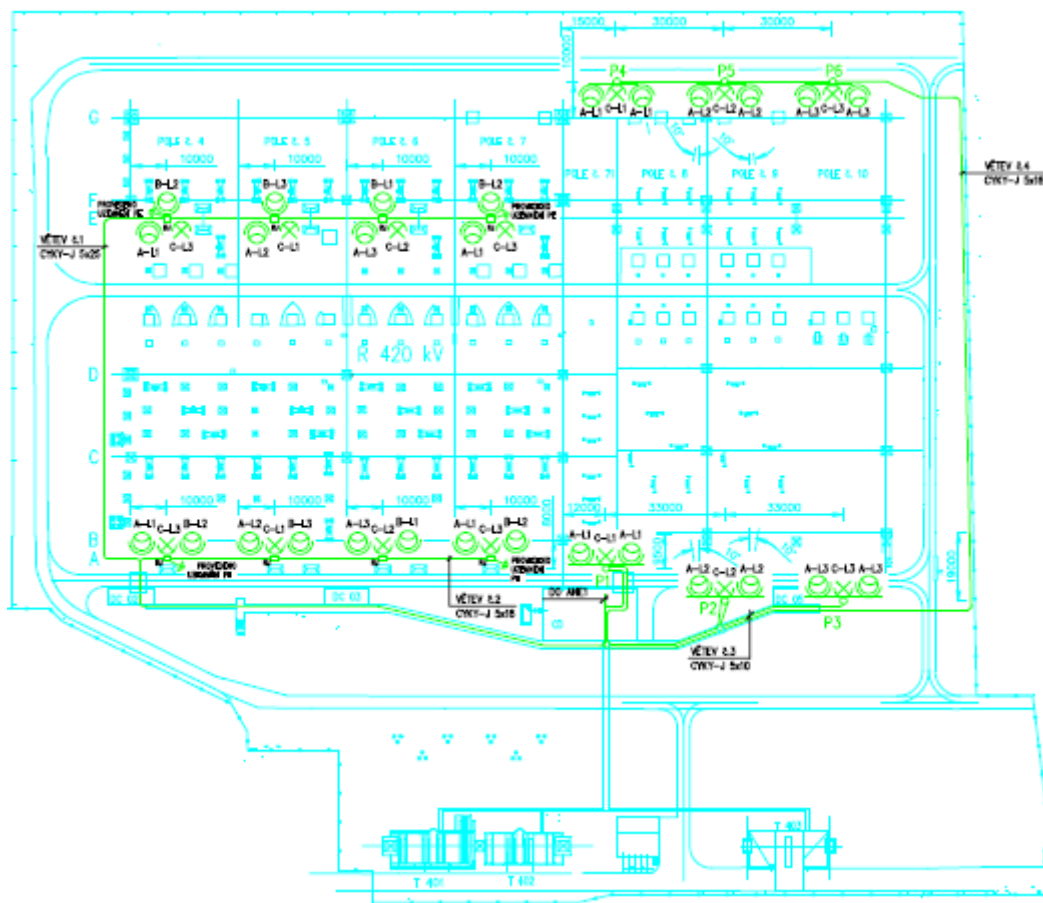
Vhodné je použití svítidel s asymetrickým reflektorem opatřeného vysokotlakou sodíkovou výbojkou. Minimální životnost světelného zdroje je 20 000 hodin. Svítidla budou venkovního provedení s krytím alespoň IP65.

LED svítidla nebo světlomety s halogenidovou žárovkou budou použita jako orientační osvětlení po obnovení krátkodobého výpadku napájecího napětí.

Svítidla budou v jednotlivých polích osazena na stožárech hlavní ocelové konstrukce ve výšce 1,5 m nad montážními plošinami. Je požadováno umístění svítidel tak, aby při jejich obsluze nebo údržbě nebyl omezen provoz zařízení vvn a zvn.

Prostor přípojnicových vypínačů a odpojovačů bude osvětlen asymetrickými svítidly, umístěnými na stožárech HOK nasměrovanými na dané přístroje. Tam, kde nebudou použity stožáry HOK, budou svítidla umístěna ve výšce min. 8,2 m na vrcholu dřívku osvětlovacích stožárů.

Svítlidla jsou umístěna tak, aby umožnila nasvětlení izolovaných závěsů přípojníc tam, kde je to požadováno s ohledem na výskyt námrazy.



Obr. 3 Provozní osvětlení – příklad řešení [2]

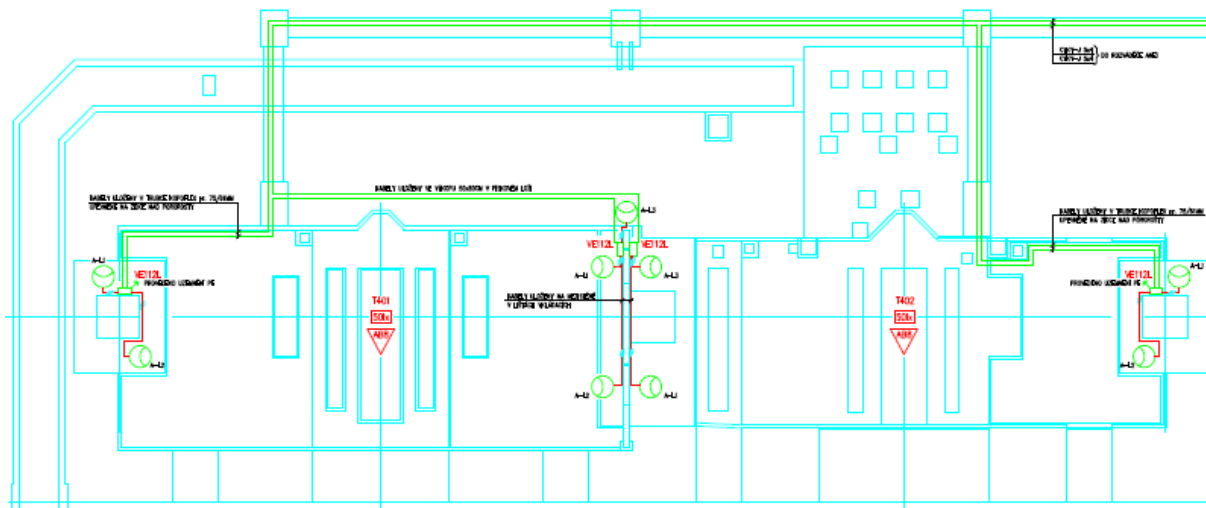
### Stanoviště transformátoru a tlumivek

Je požadováno, aby byly osvětleny všechny plochy transformátorů, hlavně jejich horní část včetně průchodek. Požadavek horizontální a vertikální osvětlenosti musí být  $\bar{E}_m \geq 50 \text{ lx}$ , s ohledem na bezpečnost.

Svítlidla pro osvětlení transformátorů a tlumivek budou použita LED svítidla nebo halogenidové svítidla s asymetrickým reflektorem. Životnost svítidel je požadována u LED 50 000 hodin nebo 15 let, u halogenidové výbojky minimálně 5 000 hodin.

Svítlidla budou venkovního provedení s krytím alespoň IP65.

Svítlidla budou instalována na stožárech HOK na ráhnech nebo na požární stěně v minimální výšce 9 m nad terénem, případně na samostatných stožárech nebo sloupech.



Obr. 4 Osvětlení transformátorů – příklad řešení [2]

### 3.4 Přídavné osvětlení

Přídavné osvětlení se používá pro detailnější osvětlení jednotlivých přístrojů (např. v případě opravy zařízení), zejména v prostoru přípojnicových odpojovačů, vypínačů a vývodů, se mohou použít mobilní osvětlovací jednotky. Nedoporučuje se napájet je ze zásuvek (jednofázové zásuvky 16A), instalovaných ve skříních vypínačů, nebo přípojnicových odpojovačů, protože manipulace s těmito skříněmi podléhá speciálním provozním předpisům. Pro napájení přídavného osvětlení a dalších přenosných elektrických zařízení používaných pro práci v polích rozvodny se použijí zásuvky zřízené v zásuvkové skříně (nebo sloupku se stříškou apod.) umístěné na vhodném místě pro max. 2 pole. Tato zásuvková sestava bude obsahovat jistič a min. 1x třífázovou zásuvku 32A a tři jednofázové zásuvky 16A zapojené na jednotlivé fáze. Napájení této zásuvkové sestavy bude z napětí III. kategorie nezajištěné. Proudový chránič je umístěn v napájecím rozvaděči. Dále musí být u tohoto stanoviště splněna příslušná ustanovení TN/36 Zásady řešení uzemnění ve stanicích PS.

### 3.5 Osvětlení vstupů domků CD a DO

Osvětlení vstupů do domků bude provedeno světlometem s halogenovou žárovkou nebo LED svítidlem, které bude ovládané od pohybového čidla (snímač pohybu za soumraku).

Osvětlení vstupu do domku a nasvětlení prostoru u příjezdové brány bude napájeno nebo ovládáno z větve hlídacího osvětlení a blokováno pohybovým čidlem.

Rovněž platí požadavek na vypnutí veškerého venkovního osvětlení v případě mimořádného bezpečnostního režimu mimo sekcí vyčleněných v režimu ručního ovládní.

## 4. Návrh svítidel pro jednotlivé požadavky osvětlení

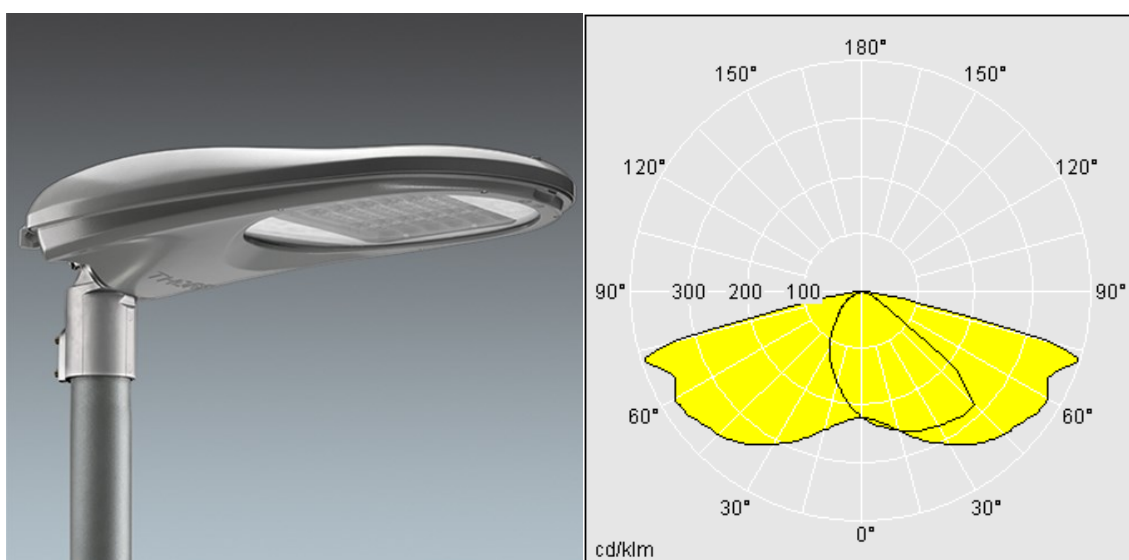
### 4.1 Návrh svítidel pro hlídací osvětlení

Pro potřeby hlídacího osvětlení jsou vhodnou volbou svítidla typu uličního a silničního. Vzhledem k tomu, že se jedná o důležité kamerové osvětlení, neměly by tyto svítidla mít vypouklý difuzor, který by mohl svým jasem oslňovat kamerový systém. Proto doporučuji svítidla s plochým sklem.

Druhým aspektem je volba zdroje, v úvahu přicházejí sodíkové výbojky nebo LED zdroje. Přikláním se a doporučuji LED svítidla, které budou blíže popsány v další části této práce.

#### Doporučené svítidlo:

LED svítidlo **THORN ISARO LED 36L35 BP NR EFL 740 CL1 MA60**



Obr. 5 Svítidlo THORN ISARO LED 36L35 BP EFL 740 CL1 MA60 a jeho vyzařovací charakteristika [7]

#### Parametry svítidla:

- Světelný zdroj: LED 42 W
- Difuzor: ploché sklo
- Krytí: IP66
- Třída ochrany: I
- Doporučený světelný zdroj: LED diody 42 W,  
účinnost: 93 lm/W  
životnost: 100 000 h, při světelném toku 70%

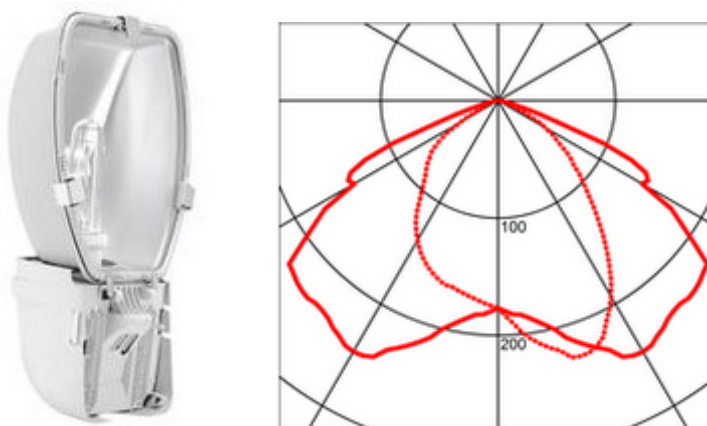
## 4.2 Návrh svítidel pro osvětlení komunikací

Svítidla pro osvětlení komunikací by měla mít podobné vlastnosti jako svítidla hlídacího osvětlení. Hlavním rozdílem je, že v tomto typu osvětlení již můžeme použít svítidla se sodíkovými světelnými zdroji, jelikož doba svícení se pohybuje pouze v desítkách hodin.

Difuzor může být vypouklý i plochý. Vzhledem ke kamerovému systému bych ale doporučil difuzor plochý.

### Doporučená svítidla:

Svítidlo od výrobce **MYRA**, model **MYRA 12/V 150-90-CR**



Obr. 6 Svítidlo MYRA 12/V 150-90-CR a jeho vyzařovací charakteristika [8]

### Parametry svítidla:

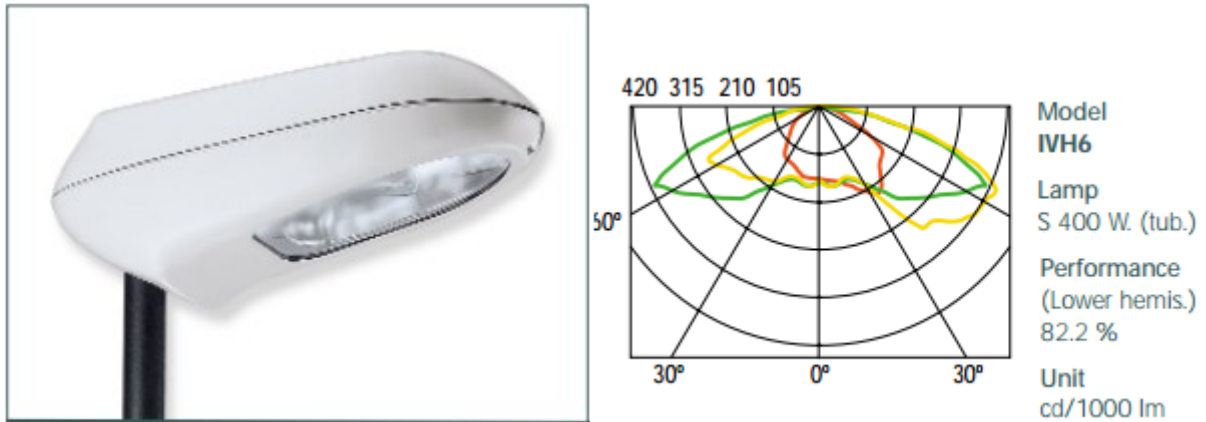
- Světelný zdroj: 1x70W E27 až 250W E40
- Difuzor: bezpečnostní tvrzené sklo (17J)
- Krytí: IP 65
- Třída ochrany: II
- Doporučený světelný zdroj: vysokotlaká sodíková výbojka NAV-T 70W E27

Nebo LED svítidlo **THORN**, model **ISARO LED 36L35 BP EFL 740 CL1 MA60**

- stejné svítidlo jako u hlídacího osvětlení

### 4.3 Návrh svítidel pro provozní osvětlení – osvětlení polí

Svítidlo od výrobce IVH, model IVH 600S



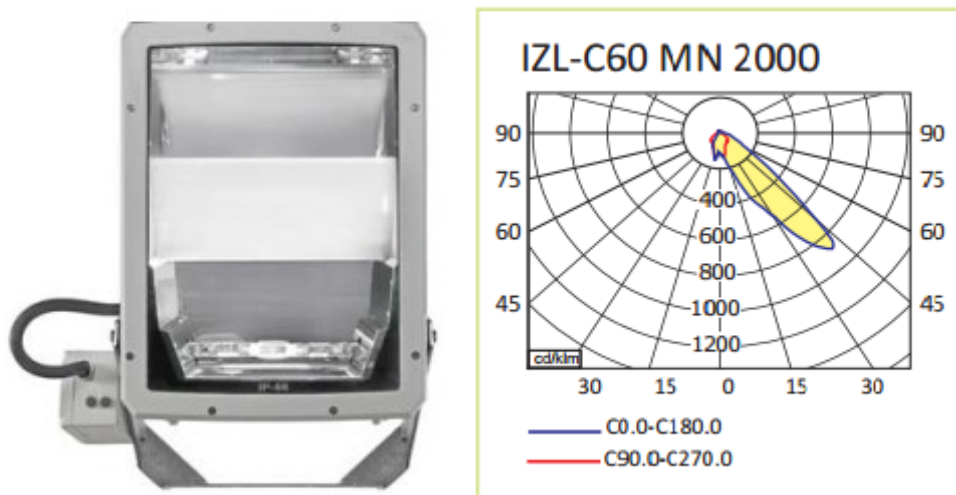
Obr. 7 Svítidlo IVA 600S a jeho vyzařovací charakteristika [9]

#### Parametry svítidla:

- Světelný zdroj: 1x 250W až 600W
- Krytí: IP65
- Třída ochrany: II
- Doporučený světelný zdroj: vysokotlaká sodíková výbojka NAV-T 600W

## 4.4 Návrh svítidel pro provozní osvětlení – osvětlení transformátorů

Svítilno od výrobce IZL, model IZL – M60 MN 1000



Obr. 8 Svítidlo IZL – M60 MN 1000 a jeho vyzařovací charakteristika [10]

### Parametry svítidla:

- Model M60 – vertikálně asymetrický (střední svazek paprsků)
- Světelný zdroj: 1x 1000W až 2000W
- Difuzor: bezpečnostní tvrzené sklo
- Krytí: IP66
- Třída ochrany: II
- Doporučený světelný zdroj: halogenidová výbojka MHN – LA – 1000W



## 5. Vlastnosti světelných zdrojů vhodných pro osvětlování elektrických stanic ČEPS

### 5.1 LED svítidla

#### 5.1.1 Popis

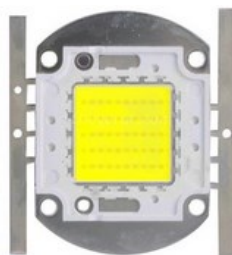
Jedná se o elektronický prvek tvořený polovodičovým přechodem, kde se světelné záření generuje průchodem proudu tímto přechodem. Vyzařující záření je v podstatě monochromatické o velmi úzkém spektru. V současné době jsou LED světelné diody vysoce účinnými světelnými zdroji, kterými jsou stále častěji nahrazovány současné konvenční světelné zdroje.

Barevné LED (zelená, žlutá, červená a oranžová) lze vyrábět stejnou technologií, kde se výsledná barva řídí úpravou velikosti zakázaného pásu. Ovšem získání bílého světla je trochu složitější a bylo umožněno až po vyvinutí modré LED s odlišnou výrobní technologií.

LED s vyzařováním bílého světla lze získat dvěma způsoby. Zprvu smícháním světla zelené, červené a modré LED, zde je ovšem potřebný speciální hardware a software. V průběhu života může docházet ke změnám barvy vyzařovaného světla. Z druhé použijeme fosforescence luminoforů. Nejvhodnější je luminofor ytрито-hlinitý granát aktivovaný cerem ( $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ ) a je buzen modrou diodou InGaN.

#### 5.1.2 Vlastnosti světelných diod

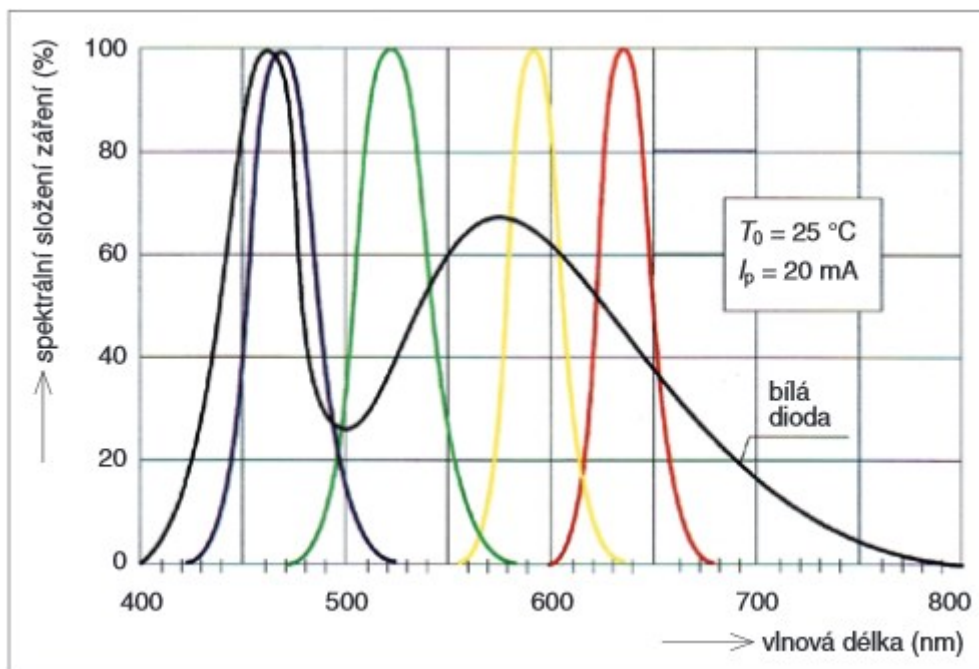
- u třípásmových luminoforů dosahuje činitel  $R_a$  hodnot nad 80
- velmi široký rozsah teploty chromatičnosti u teplých odstínů od 2500 do 4000 K a u chladnějších odstínů od 5000 do 10000 K; výrobci odstupňují po 1000 K
- široký rozsah výkonů: malý výkon (proud 1 až 2 mA), standardní (proud nad 20 mA), výkonné (proud nad 350 mA po jednotky ampérů)
- měrný výkon u bílých diod dosahuje hodnot 50 až 70 lm/W a dokonce u špičkových diod až 160 lm/W
- životnost se pohybuje mezi 60 až 100 tis. h., při úbytku světelného toku 30 až 40% (v závislosti na okolních podmínkách)



Obr. 9 Výkonová 50 W bílá LED dioda [11]

### 5.1.3 Hlavní přednosti LED

- můžeme dosahovat větších hodnot světelného toku zapojením LED do série
- snadná regulace ve stejnosměrném provozu pomocí současných prostředků ovládání a řízení osvětlení
- rychlá doba náběhu (rychlejší jak u žárovek), rychlá odezva v nanosekundách, lze je snadno zapínat a vypínat
- možnost práce v impulzním režimu bez špatného vlivu na život a spolehlivost
- úplná stmívatelnost bez změny barvy, kompatibilita stmívacích modulů se současnými systémy pro žárovky, halogenové žárovky nebo zářivky
- zajištění energeticky úsporného osvětlení
- disponují vysokým jasnem
- možnost vyrobit LED bílé barvy s vysokým Ra, velmi dobrou účinností a potřebných stupních teploty chromatičnosti
- jsou vysoce spolehlivé
- rozsah teploty okolí je mezi -30 a +60 °C



Obr. 10 Emisní spektrum vybraných barevných LED [1]

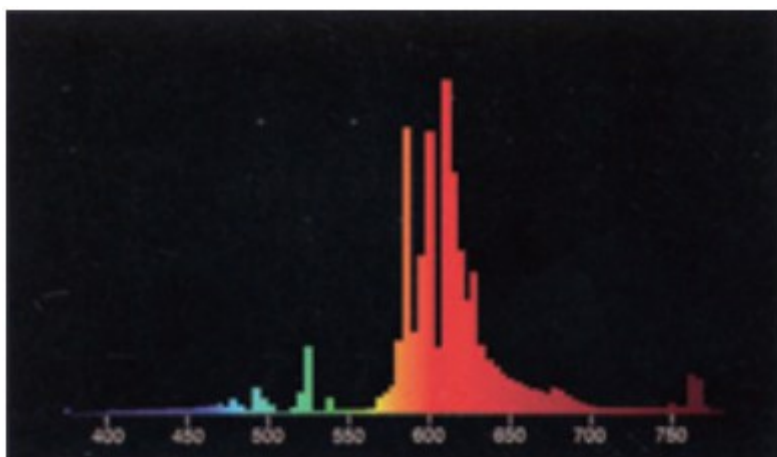
## 5.2 Vysokotlaké sodíkové výbojky

### 5.2.1 Popis

K výboji dochází v parách sodíku, který je charakterizován intenzivním rezonančním dubletem ve žluté části viditelného spektra o vlnové délce 589,0 a 589,6 nm. Při tlaku par sodíku cca 27 kPa dosahuje výbojka svého maxima a může dosahovat až hodnoty  $150 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$  v závislosti na parametrech jako jsou druh a tlak plnicího plynu, složení amalgamu sodíků, příkon výbojky, geometrické parametry hořáku apod. Výbojový prostor je vyroben z monokrystalického nebo polykrystalického oxidu hlinitého. Využívané spektrum roste se zvyšujícím se tlakem, díky čemu je i lepší podání barev osvětlovaného předmětu.

Na obr. 12 je znázorněna konstrukce vysokotlaké sodíkové výbojky. Hořák je zkonstruován z průsvitného korundu, pro zvětšení propustnosti může být zhotoven z průzračného korundu v podobě monokrystalu. Trubice je z obou stran uzavřena proudovými průchodkami různých konstrukcí (např. jeden nebo několik drátů, hluboký kalíšek), které jsou speciální skelnou pájkou připájeny ke korundové trubici. Životnost výbojky je silně ovlivněna kvalitou této pájky. Silně namáhané místo je spoj keramika-kov který musí odolávat rtuťovým a sodíkovým páram při vysokých teplotách a velkým nárazovým teplotám při zapínání a vypínání výbojky. Zatím jediným kovem, který dokáže odolávat těmto nárokům i součiniteli teplotní roztažnosti korundu, je niob. K niobovému dílu je přivařena nebo připájená wolframová elektroda s emisní hmotou na bázi oxidu branného. Nastavením polohy elektrody v hořáku můžeme ovlivňovat teplotu prostoru za elektrodami, která v hořáku určuje tlak par sodíku a tím základní světelné a elektrické parametry výbojky.

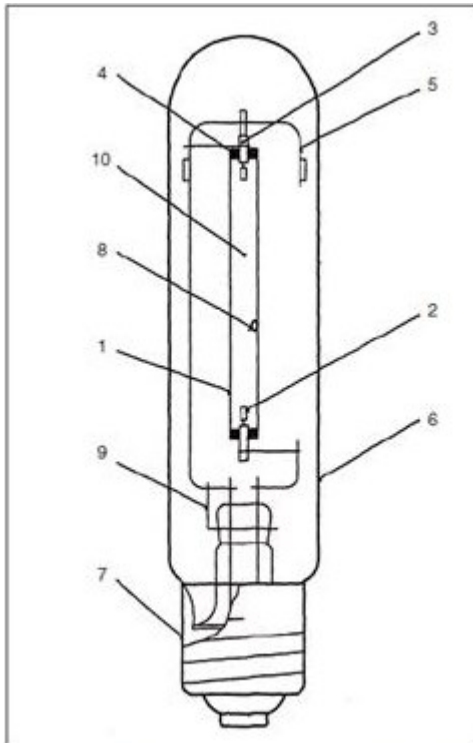
Nejvhodnějším inertním plynem je xenon, který je charakterizován nemenší teplotní vodivostí v porovnání s ostatními plyny a tím zajišťuje dosažení nevyššího měrného výkonu výbojky. Díky konstrukci hořáku a své náplni má výbojka vyšší zápalné napětí v porovnání s rtuťovou výbojkou, proto je k zápalení nutné používat zapalovací zařízení které generuje vysokonapěťový impuls s amplitudou 2,8 až 4,5 kV. Zapálení výbojky síťovým kmitočtem bez zapalovače je možné u tzv. penningové směsi (Ne + 0,5 % Ar), ovšem měrný výkon je asi o čtvrtinu menší než při použití xenonu.



Obr. 11 Spektrální složení vysokotlaké sodíkové výbojky [1]

## 5.2.2 Hlavní přednosti sodíkových výbojek

- dosahuje vysokého měrného výkonu při podání barev  $R_a = 20$  až  $25$
- životnost až 30 tis. hodin při stabilním světelném toku během života
- snadná údržba a spolehlivý provoz
- dobrá technologie hromadné výroby = přijatelná cena
- díky kompaktním rozměrům je konstrukce materiálově úsporná s dobrou účinností
- teplá barva světla v základním sortimentu 2000 až 2500 K



1. Korundová trubička
2. Elektroda
3. Niobová průchodka
4. Pájecí kroužek
5. Nosný rámeček
6. Vnější baňka
7. Patice
8. Amalgám sodíku
9. Getr
10. Plyná náplň

Obr. 12 Konstrukce vysokotlaké sodíkové výbojky [1]

## 5.3 Halogenidové výbojky

### 5.3.1 Popis

Jedná se o vysokotlaké výbojky, u kterých světlo vzniká zářením par kovu, nebo vzácných plynů. Zapalovacím zařízením, které zajišťuje vysokonapěťový impuls 1,8 až 5 kV (dle příkonu výbojky), se zapálí výboj. Nejdříve výboj probíhá v parách rtuti a v inertním plynu, u bezrtuťové výbojky v xenonu. Se zvyšující se teplotou dochází ke zvýšení koncentrace halogenidu ve výboji. Během 5 až 10 minut dojde k ustálení teplotního režimu výbojky.

Hořák je zataven do vnější baňky, která je buď naplněná inertním plynem, nebo evakuována. Materiál baňky výbojek se liší dle příkonu, pro vyšší příkony (150 W a výše) je zhotoven z tvrdé skloviny, u nízkého příkonu je z měkkého skla. Většinou jsou válcové, číré, v některých případech se používají eliptické, které jsou pokryté rozptýlnou vrstvou nebo luminoforem. Výbojky se vyrábí

s bajonetovou či závitovou patičí, nebo s kontaktními kolíky. U rozměrově malých výbojek se používá baňka z křemenného skla.

Dle materiálu použitého pro zhotovení hořáku dělíme halogenidové výbojky do dvou základních skupin: výbojky s keramickým hořákem a výbojky s křemenným hořákem. Jejich charakteristické vlastnosti jsou popsány níže.



Obr. 13 Halogenidová výbojka a příklad jejího spektra [1]

### 5.3.2 Výhody halogenidových výbojek s křemenným hořákem:

- velký rozsah příkonů od 70 až po 5 000 W (ve speciálních případech i více)
- vynikající podání barev při velkém měrném výkonu u osvětlovaných předmětů
- díky široké škále svítících prvků, sloučenin a jejich kombinací, můžeme upravovat spektrální složení vyzařovaného světla
- dlouhá životnost

### 5.3.3 Výhody halogenidových výbojek s keramickým hořákem

- rozšíření řady příkonu k malým příkonům až po 15 W
- zvýšení měrného výkonu při vynikajícím podání barev (85 až 120 lm/W při  $R_a > 80$ )
- stabilnější teplota chromatičnosti během života ( $\pm 200$  K oproti  $\pm 600$  K u výbojek s křemenným hořákem)
- menší rozměry

### 5.3.4 Nevýhody halogenidových výbojek

- vyšší pořizovací cena
- nutnost použití zapalovacího zařízení
- velká citlivost parametrů výbojky na kolísání napětí sítě
- u výbojek s křemenným hořákem velký rozptyl kolorimetrických parametrů
- při krátkodobém přerušení napájení, je nutné výbojku nechat 10 až 15 minut vychladnout pro opětovné zapálení

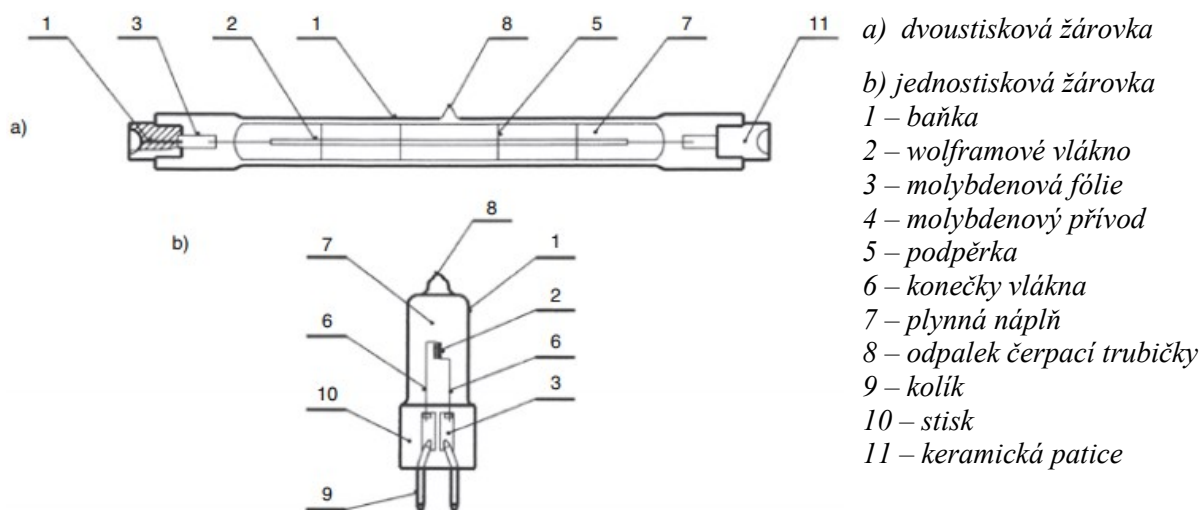
## 5.4 Halogenová žárovka

### 5.4.1 Popis

Jedná se o žárovky naplněné plynem s příměsí halogenů nebo jejich sloučenin.

Vnější baňka může být vyrobena z křemenného skla nebo ze skloviny s vysokým obsahem oxidu křemičitého, pro menší výkony z tvrzeného skla. Vláknem halogenidové žárovky je tvořeno jednoduše, nebo dvojitě svinutou spirálou z wolframového drátu.

Plynnou náplň žárovky tvoří inertní plyn. Nejčastěji to bývá krypton, řidčeji xenon, popřípadě směs obou plynů. Pro snížení pravděpodobnosti vzniku výboje mezi závity vlákna se ještě přidává dusík. Mimo inertní plyn je součástí náplně ještě sloučenina obsahující halogen (např. methylenbromid  $\text{CH}_2\text{Br}_2$ , methyljodid  $\text{CH}_3\text{I}$  a další). Tlak v baňce ve vypnutém stavu dosahuje několika barů. Oteplení během svícení tlak ještě zvyšuje, což příznivě ovlivňuje životnost žárovky díky pozvolnějšímu vypařování wolframu z vlákna. Ovšem v ojedinělých případech může dojít k explozi žárovky, kvůli čemu je potřeba svítidla provozovat s přídavným ochranným sklem.



Obr. 14 Konstrukce halogenové žárovky [1]

### 5.4.2 Výhody halogenidových žárovek

- příjemné bílé světlo s teplotou chromatičnosti 2 900 až 3 100 K
- dobrá stabilita světelných vlastností v průběhu života svícení (úbytek světla během života nepřevyšuje 5% počáteční hodnoty)
- životnost okolo 4 000 až 5 000 h.
- okamžitý náběh světelného toku na 100%
- index podání barev  $R_a = 100$

## 6. Popis stávajícího stavu venkovního osvětlení elektrických stanic ČEPS



Obr. 15 Schéma rozvodné sítě ČEPS v ČR [12]

### Seznam posuzovaných elektrických stanic ČEPS

Oblast Východ:

1. Albrechtice 420 kV
2. Čebín 420 kV
3. Horní Životice 420 kV
4. Kletné 420 kV
5. Lískovec 245 kV
6. Nošovice 420 kV
7. Otrokovice 420 kV
8. Prosenice 245 kV, 420 kV
9. Slavětice
10. Sokolnice 245 kV, 420 kV

Oblast Střed:	11. Čechy střed 245 kV, 420 kV
	12. Dasný 420 kV
	13. Havlíčkův brod-Mírovka 420 kV
	14. Chodov 420 kV
	15. Kočín 123 kV, 420 kV
	16. Krasíkov 420 kV
	17. Malešice 245 kV
	18. Milín 245 kV
	19. Neznášov 420 kV
	20. Opočinec 420 kV
	21. Tábor 245 kV
	22. Týnec 420 kV
Oblast Západ:	23. Babylon 420 kV
	24. Bezděčín 245 kV, 420 kV
	25. Hradec u Kadaně 245 kV, 420 kV
	26. Chrast 420 kV
	27. Chotějovice 245 kV, 420 kV
	28. Přeštice 245 kV, 420 kV
	29. Řeporyje 420 kV
	30. Vítkov 245 kV
	31. Výškov 245 kV, 420 kV

## 6.1 Popis venkovního osvětlení na elektrické stanici Nošovice.

Realizace osvětlení rozvodny R420 kV ve stanici Nošovice je provedeno dle technické normy TN 59 2013 a ČSN EN 12 464-2 a je rozděleno do tří základních částí:

- Hlídací osvětlení – značeno červeně
- Osvětlení komunikací – značeno zeleně
- Provozní osvětlení – značeno modře

Reálné rozmístění svítidel je znázorněno na obr. 16 níže.





### 6.1.1.1 Světelné zdroje použité pro hlídací osvětlení

#### Svítidlo silniční LED typ 99265226 ISARO 36L35BP NR EFL 730CL1 MA60, 42W, IP66



Obr. 17 LED svítidlo 42 W [7]

Výkon: 42 W

Příkon: 42 W

Jmenovitý světelný tok max.: 3 654 lm

Jmenovitá střední doba životnosti:

100 000h při svítivosti 70%

83 000h při svítivosti 80%

Počet kusů ve stanici: 71 ks

#### Svítidlo silniční LED typ 99265206 ISARO 36L70BP NR EFL 730CL1 MA60, 84W, IP66



Obr. 18 LED svítidlo 84 W [7]

Výkon: 84 W

Příkon: 84 W

Jmenovitý světelný tok max.: 6 556 lm

Jmenovitá střední doba životnosti:

96 000h při svítivosti 70%

74 000h při svítivosti 80%

Počet kusů ve stanici: 8 ks

#### Halogenový světlomet elektrosvit Svatobořice typ 723 04 02, 1000W, IP54

#### Zdroj halogenová žárovka HALOLINE 1000W



Obr. 19 Halogenová žárovka 1000 W [13]

Výkon: 1 000 W

Příkon: 1 000 W

Jmenovitý světelný tok: 22 000 lm

Jmenovitá životnost: 2 000 h

Počet spínacích cyklů: 50 000

Počet kusů ve stanici: 2

## 6.1.2 Osvětlení komunikací

Osvětlení komunikací se skládá ze třech částí. První částí je komunikace mezi centrálním domkem a domkami sekundární techniky. Osvětlení je realizováno výbojkovými svítilny se sodíkovými zdroji umístěnými na ocelových stožárech ve výšce 6m.

Do první části je zahrnuto nasvětlení vstupů do domku sekundární techniky LED světlomety s pohybovými čidly. Toto osvětlení je zde pro případ pohybu nepovolaných osob a je aktivní pouze při vypnutém osvětlení komunikace, protože snímač pohybového čidla má minimální hodnoty denního osvětlení, které jsou při aktivním osvětlení komunikace převyšované.

Další částí je nasvětlení komunikace a chodníku k transformátorům T401, T402. Osvětlení je částečně řešeno výbojkovými svítilny se sodíkovými zdroji na ocelových stožárech o výšce 6m a 10m. Další svítilny jsou osazeny na požární zdi stanoviště transformátorů T401.

Poslední částí je nasvětlení komunikace v rozvodně 420 kV a okružní komunikace kolem ní. Pro osvětlení těchto komunikací se využívá svítidel osvětlujících prostory rozvodny 420 kV, proto zde není osvětlení samostatně navrženo. Jedná se o výbojkové světlometry a z části výbojková svítilna, která jsou osazena na HOK.

### 6.1.2.1 Světelné zdroje použité pro osvětlení komunikací

#### Světlomet LED B.E.G s pohybovým čidlem TYP 723 04 02, 26W, IP54



Napájení: 110 – 240 VAC

Výkon: 26 W

Jmenovitý světelný tok: 2 100 lm

Počet LED: 60 ks

Detekční oblast: 230°

Dosah čidla: 20 m

Počet kusů ve stanici: 5 ks

Obr. 20 LED světlomet B.E.G. 26 W [14]

**Svítlidlo silniční LED typ 99265226 ISARO 36L35BP NR EFL 730CL1 MA60, 42W, IP66**



Obr. 21 LED svítidlo 42 W [7]

Výkon: 42 W

Příkon: 42 W

Jmenovitý světelný tok max.: 3 654 lm

Jmenovitá střední doba životnosti:

100 000h při svítivosti 70%

83 000h při svítivosti 80%

Počet kusů ve stanici: 3 ks

**Svítlidlo silniční výbojkové se sodíkovou výbojkou typ ARGO-M1 70S, IP65**

**Zdroj LU70T, Lukalox trub. E27, 70W**



Obr. 22 Sodíková výbojka 70 W [15]

Výkon: 70 W

Příkon: 78 W

Jmenovitý světelný tok: 6 100 lm

Životnost: 28 500 hod

Počet kusů ve stanici: 24

**Svítlidlo silniční výbojkové se sodíkovou výbojkou typ IVH150ST, IP65**

**Zdroj LU150T, Lukalox trub. E40, 150W**



Obr. 23 Sodíková výbojka 150 W [15]

Výkon: 150 W

Příkon: 173 W

Jmenovitý světelný tok: 17 500 lm

Životnost: 28 500 hod

Počet kusů ve stanici: 8

### **Svítilidlo silniční výbojkové se sodíkovou výbojkou typ IVH400ST, IP65**

**Zdroj LU400T, Lukalox trub. E40, 400W**



Výkon: 400 W

Příkon: 444 W

Jmenovitý světelný tok: 48 000 lm

Životnost: 28 500 hod

Počet kusů ve stanici: 5

**Obr. 24 Sodíková výbojka 400 W [15]**

### **6.1.3 Provozní osvětlení**

Provozní osvětlení je rozděleno na 2 části. První částí je osvětlení oblasti rozvodny R420 kV. Osvětlení je převážně řešeno světlomety se sodíkovými výbojkami osazenými na HOK rozvodny 420 kV a na HOK stanovišť transformátorů a rovněž se používá silniční svítidla se sodíkovými výbojkami (tyto svítidla mají výkon 400W a jsou již zařazeny do komunikačního osvětlení). Všechna svítidla jsou umístěna na nosných ocelových konstrukcích ve výšce cca 17 m.

Osvětlení rozvodny R420 kV je rozděleno do 5 částí a to tak, že je rozděleno po jednotlivých dvojpolích k příslušným domkům sekundární techniky. Je to z toho důvodu, aby bylo možno rozsvěcovat pouze potřebné části rozvodny, nebo rozvodnu jako celek.

Druhou částí je osvětlení stanovišť transformátorů. Osvětlení je řešeno výbojkovými světloomety s halogenidovými výbojkami. Ovládání je zajištěno buď z centrálního domku, nebo domku sekundární techniky.

#### **6.1.3.1 Světelné zdroje použité pro provozní osvětlení.**

**Světlomet výbojkový se sodíkovou výbojkou typ MARIO IZR-SD, IP65**

**Zdroj NAV-T 600 Super 4YE40, 600W**



Výkon: 600 W

Příkon: 660 W

Jmenovitý světelný tok: 90 000 lm

Životnost: 20 000 hod

Počet kusů ve stanici: 75

**Obr. 25 Sodíková výbojka 600 W [16]**

## Světlomet výbojkový s halogenidovou výbojkou, typ IZX-D, IP65

### Zdroj Osram powerstar HQI-T 400W



Výkon: 400 W

Příkon: 420 W

Jmenovitý světelný tok: 34 000 lm

Životnost: 8 000 hod

Počet kusů ve stanici: 16

Obr. 26 Halogenidová výbojka 400 W [17]

#### 6.1.4 Základní údaje o rozvodně

Rozvodná soustava:

3NPE AC 50Hz, 400V/TN-S

Ochrana:

Samočinným odpojením od zdroje

Instalovaný výkon:

- |                        |          |
|------------------------|----------|
| - Hlídací osvětlení:   | 5 784 W  |
| - Osvětlení komunikací | 5 006 W  |
| - Provozní osvětlení   | 51 400 W |

Součinitel náročnosti:

1,0

Výpočtový výkon:

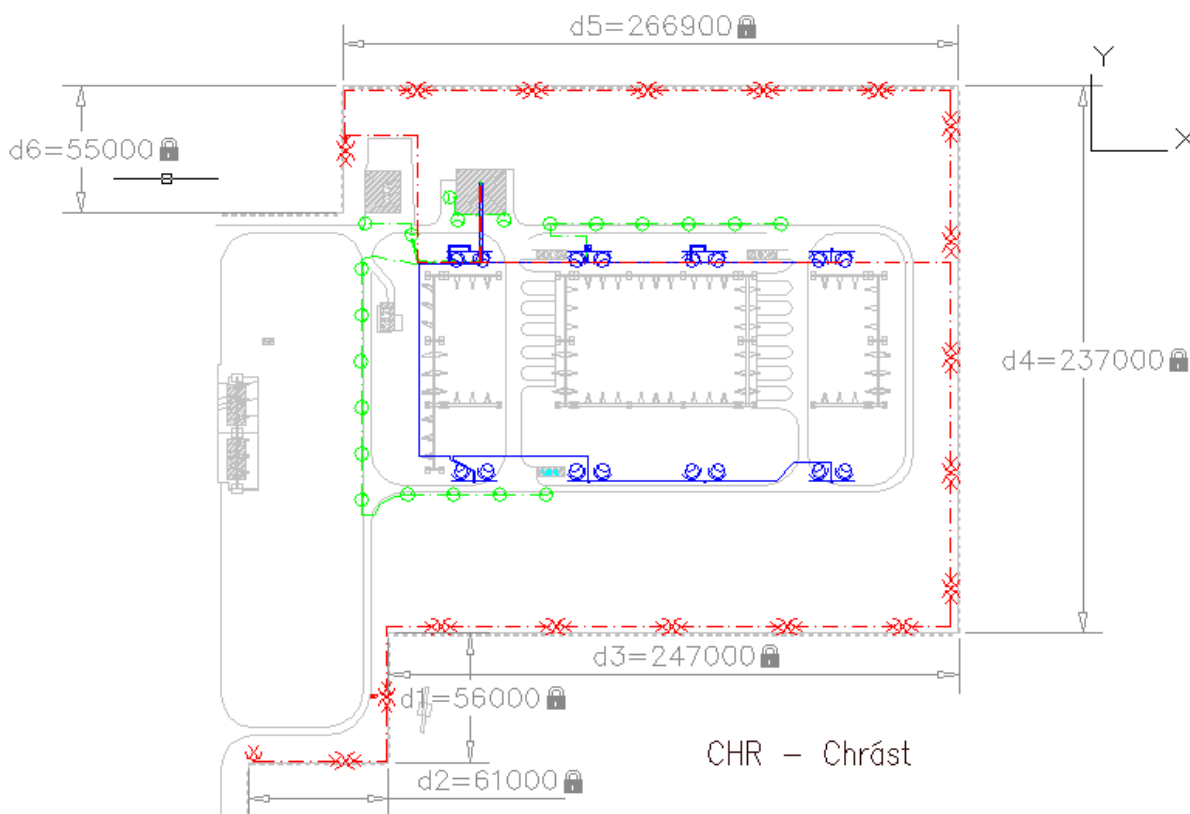
62 190 W

## 7. Zhodnocení stavu osvětlení stávajících osvětlovacích soustav elektrických stanic ČEPS

Zhodnocení stavu osvětlení jsem provedl pro hlídací osvětlení. Hlídací osvětlení je v provozu po celou noční dobu během celého roku cca 4100 hodin a je na všech stanicích jednotná. Na rozdíl od hlídacího osvětlení je osvětlení komunikací a provozní osvětlení rozsvěcováno pouze dle potřeby a díky tomu je roční využití těchto svítidel v řádech desítek hodin. Z těchto důvodů jsem zvolil hlídací osvětlení pro posouzení a porovnání stavu osvětlení jednotlivých elektrických stanic. Veškeré další osvětlovací soustavy jsou popsány v příloze I.

### Postup získání dat pro vyhodnocování

1. Změření délky podél oplocení, kde je instalováno hlídací osvětlení



Obr. 27 Měření délky areálu osvětleného hlídacím osvětlením

2. Sečtením délek jsem dostal výslednou osvětlenou délku. V poměru k této délce jsem dopočítával instalovaný výkon a světelný tok vztahený na metr délky. K výpočtům jsem použil parametry pouze těch světelných zdrojů, které jsou instalovány podél oplocení a jsou spouštěna soumrakovým spínačem, tzn. halogenové žárovky s pohybovým čidlem u vjezdu do objektu a svítidla použitá k jinému účelu než osvětlení oplocení jsem do výpočtu nezahrnul.

Výsledné hodnoty i typ použitého světelného zdroje v hlídacím osvětlení jsou zapsány v tabulce níže.

Tab. 1 Tabulka porovnávaných parametrů

Elektrická stanice	Instalovaný výkon na metr délky	Světelný tok na metr délky	Použité světelné zdroje
	[W/m]	[lm/m]	
ALB	5,49	626,37	Sodíková výbojka
BAB	2,28	202,59	LED
BEZ	10,6	1186,96	Sodíková výbojka
CEB	2,71	233,56	LED
CST	4,52	387,8	Sodíková výbojka
DAS	3,72	334,64	Sodíková výbojka
HBM	3,36	288	Sodíková výbojka
HZI	3,17	267,49	Sodíková výbojka
HRA/HRD	20,76	373,6	Halogenová žárovka
CHD	5,68	309,24	LED
CHR	20,05	360,82	Halogenová žárovka
CHT	20,34	397,55	Halogenová žárovka
KLT	4,75	474,58	Halogenidová výbojka
KOC	Zpracovává se projekt, více návrhu realizace osvětlení		
KRA	4,38	443,68	Sodíková výbojka
LIS	2,73	234,15	Sodíková výbojka
MAL	Transformovna ve výstavbě		
MIL	Transformovna ve výstavbě		
NEZ	4,22	424,43	Halogenidová výbojka
NOS	2,94	250,71	LED
OPO	8,26	825,69	Sodíková výbojka
OTR	1,41	174,47	LED



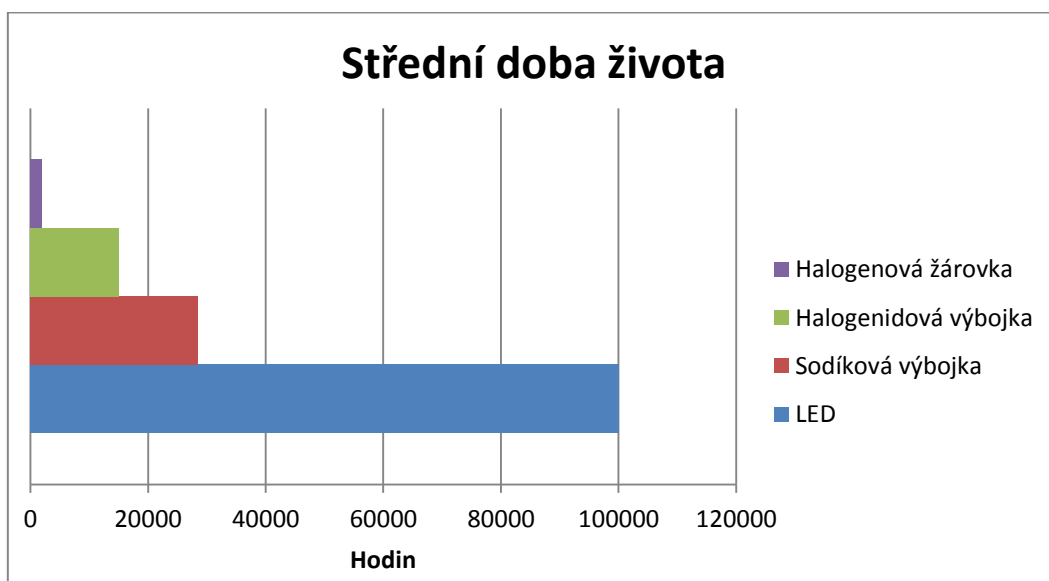
PRN	Bez popisu použitého osvětlení		
PRE	5,04	474,58	Sodíková výbojka
REP	20,97	377,48	Halogenidová žárovka
SLV	2,79	248,23	LED
SOK	Na stanici není hlídací osvětlení realizováno		
TAB	3,53	411,76	Sodíková výbojka
TYN	6,48	647,84	Sodíková výbojka
VIT	4,29	448,57	Sodíková výbojka
VYS	5,9	590,16	Sodíková výbojka

Na elektrických stanicích jsou pro hlídací osvětlení použity světelné zdroje se jmenovitými výkony:

- Sodíková výbojka od 50W po 250W
- LED od 31W po 84W
- Halogenová žárovka 500W
- Halogenidová výbojka od 70W po 150W

## 7.1 Střední doba života

Zřejmě nejdůležitějším hodnotícím parametrem je střední doba života. Vezmeme-li v potaz, že hlídací osvětlení je v provozu cca 4100 hodin ročně, je životnost světelného zdroje velmi důležitá. Pro přehlednost jsem k porovnání zvolil grafické zobrazení.



Nejvyšší životnost prokázaly **LED světelné zdroje**. Jejich střední doba života je prodejci udávána na 100 tisíc hodin. Je to jeden z důvodů, který vedl k instalaci těchto svítidel do nových nebo rekonstruovaných elektrických stanic.

Dalším světelným zdrojem v pořadí je **sodíková výbojka**. Ta dle zvoleného typu dosahuje střední doby života od 24 tisíc hodin až po 28,5 tisíc hodin. Jedná se o nejrozšířenější typ světelného zdroje, který je v současné době používán na elektrických stanicích pro hlídací osvětlení.

**Halogenidové výbojky** dosahují životnosti okolo 15 tisíc hodin. Pro hlídací osvětlení jsou použity pouze u dvou elektrických stanic. I když oproti sodíkovým výbojkám a LED světelným zdrojům mají lepší index podání barev a díky tomu by šlo lépe identifikovat narušitele, jejich životnost je nedostatečná a byla by nákladná na údržbu.

**Halogenové žárovky** jsou použity u čtyř elektrických stanic pro hlídací osvětlení. Vzhledem k tomu, že jejich střední doba života dosahuje 2000 hodin, je jejich používání pro tento typ osvětlení velmi nepraktické a neekonomické. Jedná se o stanice, kde při jejich realizaci ještě nebyla zavedena technická norma TN 59 2013, která nově zavádí používání hlídacího osvětlení po celou noční dobu během celého roku.

## 7.2 Instalovaný výkon na metr délky

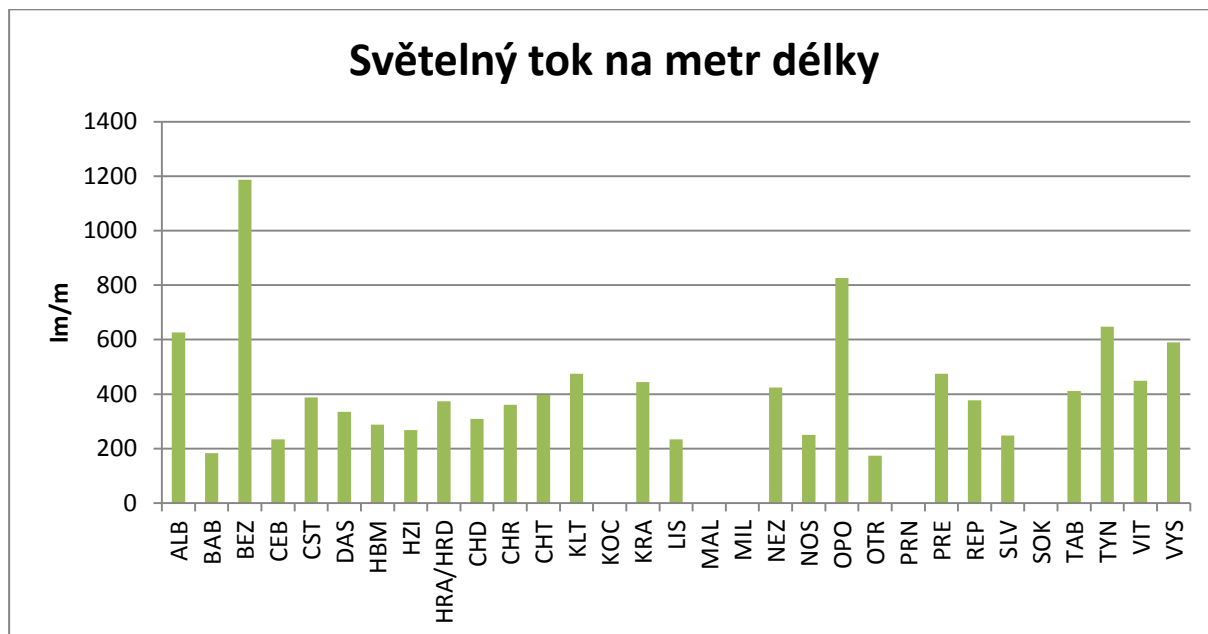


Z grafu jasně vyčnívají čtyři elektrické stanice, jmenovitě se jedná o Hradec u Kadaně, Chrást, Chotějovice a Řeporyje. Na těchto stanicích jsou použity pro hlídací osvětlení halogenové žárovky o výkonech 500W, díky čemuž instalovaný výkon na metr délky dosahuje hodnot až 20W/m.

Nejmenších hodnot instalovaného výkonu na metr délky dosahují LED světelné zdroje, které prakticky všechny se vlezly do 3 W/m. Vzhledem k jejich malé elektrické spotřebě se jedná o perspektivní a vhodnou náhradu stávajících světelných zdrojů pro hlídací osvětlení a dají se použít i

pro osvětlení komunikací k dosažení co nejmenších finančních nákladů jak pro údržbu tak spotřebu elektrické energie.

### 7.3 Světelný tok na metr délky



V elektrické stanici Bezděčín bylo hlídací osvětlení realizováno před rokem 1997 a nebylo navrženo k nepřetržitému nočnímu provozu. Svítidla jsou rozmístěna co 20m od sebe a osazena sodíkovými světelnými zdroji 250W. Proto světelný tok na metr délky dosahuje hodnot téměř 1200 lm/W.

Instalovaný světelný tok na metr délky je nejmenší u elektrických stanic s LED světelnými zdroji, v průměru dosahuje 230 lm/m. Vzdálenosti mezi stožáry a použité svítidla jsou voleny tak, aby osvětlení splňovalo technickou normu TN 59 2013.

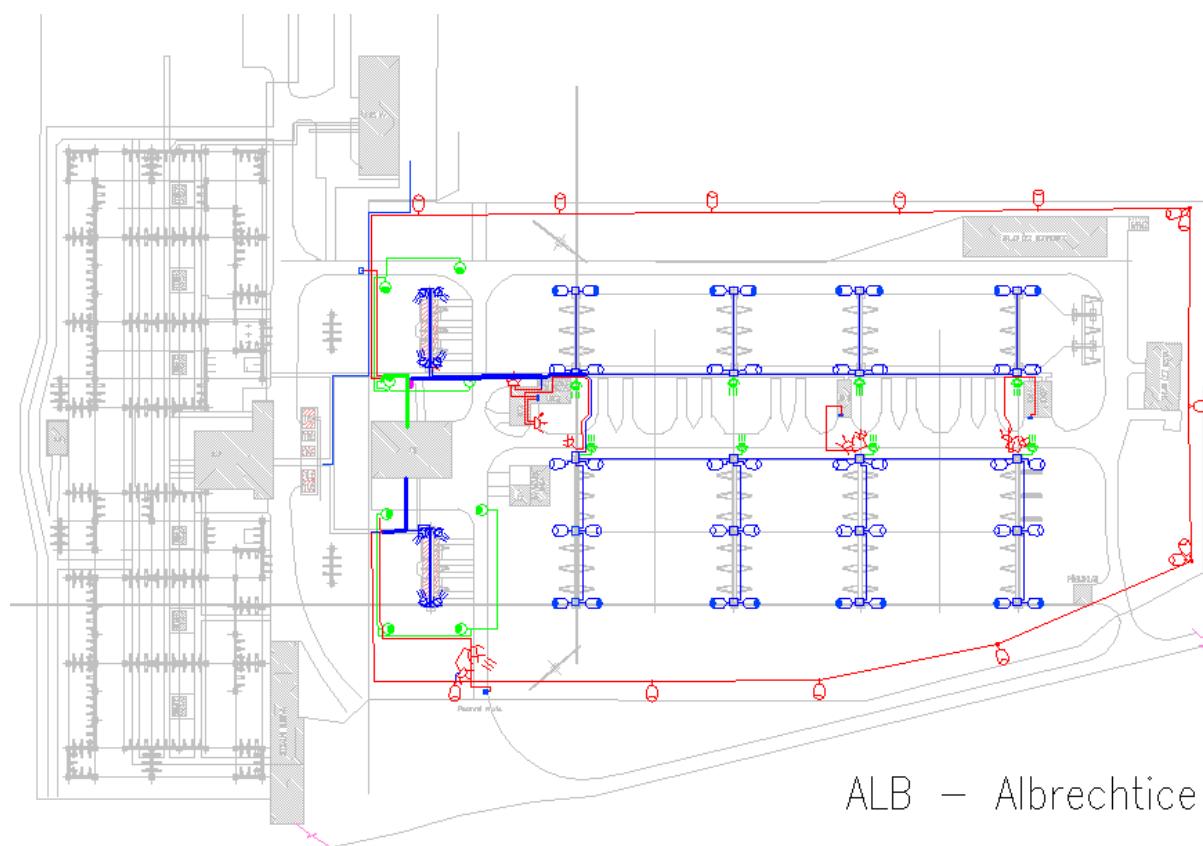
U halogenových žárovek dosahuje světelný tok na metr délky 370 lm/m, což k instalovanému výkonu 20 W/m je dosti malý.

U stanic se sodíkovými a halogenidovými výbojkami je světelný tok celkem vyrovnaný. Ovšem vezmeme-li v potaz životnost světelných zdrojů, mají navrch sodíkové výbojky.

## 8. Ekonomické srovnání provozu osvětlení stávajících a nových osvětlovacích soustav elektrických stanic ČEPS

Ekonomické srovnání provozu osvětlení jsem provedl na elektrické stanici Albrechtice. Stanice se nachází ve východní části republiky a jedná se o rozvodnu 420kV.

### Přehled současného rozmístění svítidel na stanici Albrechtice



Obr. 28 Schéma rozmístění osvětlení ve stanici Albrechtice

Ve stanici Albrechtice je klasicky osvětlení rozděleno do tří skupin jako hlídací osvětlení podél vnějšího oplocení, osvětlení komunikací a provozní osvětlení, které zahrnuje osvětlení stanovišť transformátorů a rozvodny R420kV.

Hlídací osvětlení bylo realizováno v roce 1998 a od té doby se nezměnilo. K rekonstrukci došlo v roce 2008 a to pouze u provozního osvětlení.

Provozní osvětlení po rekonstrukci splňuje požadavky normy TN 59 2013. Osvětlení stanovišť transformátorů je provedeno halogenidovými výbojkami 400W a osvětlení rozvodné části je zajištěno sodíkovými výbojkovými svítidly 250-400W.

V rozvodně zatím chybí hlídací osvětlení podél provozního oplocení. Rovněž je nevyhovující osvětlení komunikací z důvodu oslňování kamer.

## 8.1 Ekonomické srovnání provozu osvětlení

Jak jsem již zmínil v minulé kapitole, je jak pro srovnávání jednotlivých stanic, tak pro zhodnocení stávajících a nových osvětlovacích soustav nejvhodnější hlídací osvětlení.

Hlídací osvětlení má vlastnosti veřejného osvětlení. Proto se ještě donedávna pro hlídací osvětlení používala hlavně sodíková výbojková svítidla a to z důvodu velkého měrného světelného výkonu v lumenech vztaženého na 1W. V současnosti se ze sodíkových svítidel přechází na LED svítidla, která již mají srovnatelně velký měrný výkon se sodíkovými svítidly. Rovněž LED svítidla mají mnohem větší světelnou účinnost.

LED světelné zdroje mají index barevného podání  $R_a = 80$ . U sodíkových zdrojů se tento index barevného podání pohybuje mezi  $R_a = 20-40$ .

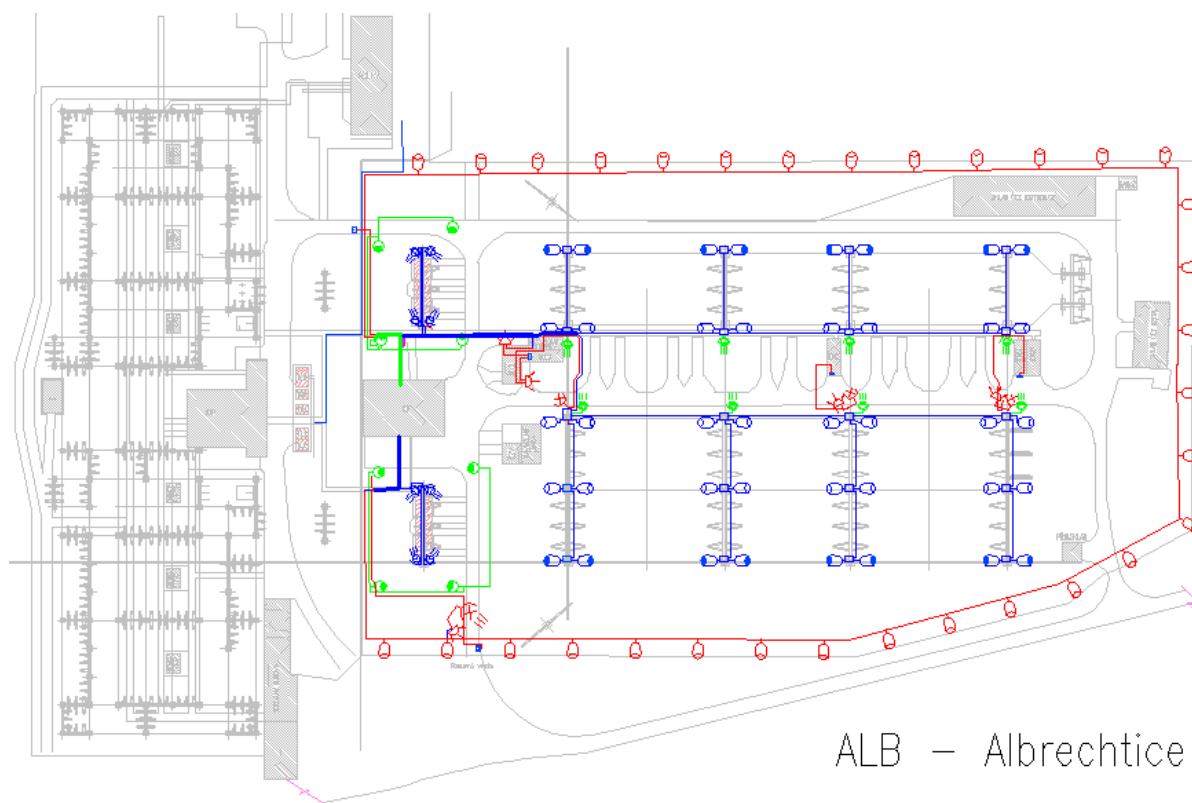
Aby kamerové záběry byly dobře rozlišitelné, je mimo index barevného podání důležitá i teplota barvy světla. Studii VŠB-TU Ostrava<sup>[5]</sup> byla zjištěna nejvhodnější teplota barvy LED zdrojů 4000°K. Znamená to lepší rozlišitelnost při nižší intenzitě osvětlení.

Dalším důležitým faktorem je životnost zdrojů, ten byl řešen o kapitulu dříve.

V elektrické stanici Albrechtice je hlídací osvětlení zastaralé, jelikož bylo realizováno v roce 1998 a od té doby se nijak nezměnilo. V současném stavu nespĺňuje normu TN 59 2013 a ani pro účely kamerového snímání není vyhovující.

V současném stavu je hlídací osvětlení realizováno vysokotlakými sodíkovými výbojkami 250W. Celkově podél vnějšího oplocení jich je instalováno 14 kusů ve vzdálenostech mezi sebou od 45m po 60m. Rozmístění současného stavu svítidel je znázorněno červenými barvami na obr. 28.

Pro porovnání je nově navržené hlídací osvětlení stanice Albrechtice znázorněno na obr. 29. Svítidla jsou rozmístěná co 20m od sebe podél vnějšího oplocení. Jedná se o LED svítidla značky THORN ISARO 36L35 BP NR EFL 740 CL1 MA60 42W a ve stanici by jich bylo instalováno 32 kusů. Osvětlení provozního oplocení není realizováno pro lepší porovnání současného a nově navrženého osvětlení.



Obr. 29 Nově navržené hlídací osvětlení stanice Albrechtice

### Porovnání nákladů na provoz stávajícího osvětlení s navrhovaným novým osvětlením

#### Celkový příkon svítidel

Celkový příkon LED svítidel:  $32 \cdot 42\text{W} = 1344\text{W}$

Celkový příkon sodíkových výbojek  $14 \cdot 276\text{W} = 3864\text{W}$

#### Náklady na elektrickou energii při době života 15 let

Cena elektrické energie je 1,5 Kč/kWh

LED svítidla:  $1,344 \cdot 4100\text{hod} \cdot 1,5 \cdot 15 = 123\,984 \text{ Kč}$

Sodíková svítidla:  $3,864 \cdot 4100\text{hod} \cdot 1,5 \cdot 15 = 356\,454 \text{ Kč}$

Životnost sodíkových svítidel je 28 500hod. Pak je vhodné je najednou vyměnit. Za dobu provozu 15 let, což činí zhruba 60 000 hodin, bude třeba sodíkové světelné zdroje vyměnit 2,1x.

Náklady spojené s výměnou sodíkových zdrojů:

Cena zdroje: 291 Kč

Náklady spojené s výměnou jednoho zdroje: 450 Kč

Celkové náklady na výměnu sodíkových zdrojů:  $2,1 \cdot 14 \cdot (291 + 450) = 21\,785 \text{ Kč}$

### **Provozní náklady za dobu života 15 let:**

LED svítidla:	123 984 Kč
Sodíková svítidla:	$356\,454 + 21\,785 = 378\,239$ Kč
Rozdíl:	254 255 Kč

Provozní náklady za dobu života 15 let vyšly u LED svítidel 123 984 Kč a u sodíkových svítidel 378 239 Kč. Z toho činí rozdíl a taktéž úsporu ve prospěch LED svítidel 254 255 Kč.

### **Porovnání se sodíkovým svítidlem 70W**

Pro přehlednější porovnání ještě zvolíme svítidlo se sodíkovou výbojkou 70W, které má podobné vlastnosti a je vhodná pro srovnání s 42W LED svítidlem. Tyto svítidla budou instalovány na stejná místa jako LED svítidla dle obr. 29, v rozmezí 20m od sebe. Celkový počet svítidel bude opět činit 32 kusů.

### **Celkový příkon:**

$$32 \cdot 77W = 2464W$$

### **Náklady na elektrickou energii při době života 15 let**

$$2,464 \cdot 4100\text{hod} \cdot 1,5 \cdot 15 = 227\,304 \text{ Kč}$$

Životnost zdroje činí 24 000. Za období provozu 15 let, čili 60 000 hodin, je bude třeba vyměnit 2,5x.

Cena zdroje:	230 Kč
Náklady spojené s výměnou jednoho zdroje:	450 Kč
Celkové náklady na výměnu sodíkových zdrojů:	$2,5 \cdot 32 \cdot (230 + 450) = 54\,400$ Kč

### **Pořizovací náklady svítidel**

Sodíková výbojka 70W	$5000 \cdot 32 = 160\,000$ Kč
LED svítidlo 42W	$11\,000 \cdot 32 = 352\,000$ Kč

### **Pořizovací a provozní náklady za dobu života 15 let:**

Sodíkové svítidlo 70W	$227\,304 + 54\,400 + 160\,000 = 441\,704$ Kč
LED svítidlo 42W	$123\,984 + 352\,000 = 475\,984$ Kč

Rozdíl:

34 280 Kč

V ceně LED svítidla 12 000 Kč je již zahrnut stmívatelný předřadník díky čemuž LED svítidla lze snadno stmívat a zaručuje nám okamžitou reakci na požadovaný výkon. Cena sodíkového svítidla nezahrnuje stmívání. Sodíková svítidla s možností stmívání by vyšla o 1000 Kč více, čili jedno svítidlo by v tomto případě stálo 6000 Kč. A stále je stmívání sodíkových svítidel značně problematické. V tomto případě by pak rozdíl činil pouze 2 tis. Kč.

U LED svítidel se do budoucna předpokládá pokles pořizovacích cen přibližně na hodnotu cen sodíkových svítidel. Pokles cen LED svítidel bude korespondovat s postupným rozpouštěním nákladů na vývoj LED svítidel. U sodíkových svítidel se nepředpokládají zásadní změny v cenách svítidel.

Jedná se pouze o orientační výpočty. Je mnoho dalších faktorů, které mohou výsledky ovlivnit, jako třeba výměna defektních zdrojů u sodíkových svítidel, které mohou být až 10% z celkového instalovaného množství.

Z ekonomického hlediska je pro hlídání osvětlení výhodnější použít LED svítidla než sodíková svítidla, jelikož spotřeba elektrické energie je u nich prakticky o polovinu nižší. Z dlouhodobějšího hlediska při předpokladu nárůstu cen elektrické energie a lidské práce je použití LED svítidel ještě výhodnější.

Ve prospěch LED svítidel jsou i další výhody jako kvalitnější osvětlení pro kamerové záběry, nedochází k výpadkům vlivem defektních zdrojů spojené s jejich výměnou, jelikož výpadek jedné ledky má při množství osazených ledek ve svítidle minimální vliv na výsledný světelný výkon svítidla a není nutno ji měnit. Použitím stmívání lze prodloužit životnost LED zdrojů o mnoho let.

V současné době se celosvětový trend zaměřuje výhradně na LED svítidla.



## 9. Kamerový zabezpečovací systém

V současné době je kamerový zabezpečovací systém nepostradatelnou součástí veškerých jak soukromých tak veřejných ploch k zajištění pořádku a bezpečí. Tento systém může sloužit jako dohledový systém, jako minitoring nebo automatizace výroby v průmyslové oblasti.

### Druhy bezpečnostních kamer

Bezpečnostní kamery rozdělujeme z hlediska snímání na černobílé, barevné a kombinované kamery, dle zpracování obrazu na analogové a digitální (IP kamery) a rovněž kamery rozlišujeme z konstrukčního hlediska.

### 9.1 Rozdělení z hlediska snímání obrazu

**Černobílé bezpečnostní kamery** – černobílé kamery jsou vhodné zejména ke snímání prostorů se špatnými světelnými podmínkami, protože mají vyšší světelnou citlivost oproti kamerám barevným.

**Barevné bezpečnostní kamery** – jsou vhodné ke snímání prostorů, které jsou dobře osvětleny, aby bylo možno rozeznat barvy, což vede k přehlednější orientaci na zobrazovaném snímku. Oproti černobílým kamerám mají nižší světelnou citlivost a to ve špatných světelných podmínkách vede ke zhoršené kvalitě obrazu.

**Kombinované bezpečnostní kamery** – tyto kamery slučují výhody černobílých a barevných kamer do jedné. Kombinované kamery mají nastavenou určitou mez intenzity osvětlení, podle které se připínají buďto do barevného snímání, nebo do černobílého snímání. Díky tomu je možné stále udržet dobrou kvalitu obrazu.

### 9.2 Rozdělení z hlediska zpracování obrazu

**Analogové bezpečnostní kamery** – jedná se o standartní CCTV kamery s prokládaným snímkováním a stále patří k nejpoužívanějším kamerám díky své přijatelné ceně. Vyrábějí se ve všech třech skupinách podle snímání obrazu. Tyto kamery jsou vybaveny snímacími čipy s různými rozměry, díky kterým můžeme dosáhnout nejrůznějších citlivostí. Rozlišení analogových kamer je omezeno formátem PAL, kde maximální velikost snímku je 704x576 obrazových bodů.

**Digitální bezpečnostní IP kamery** – tyto kamery umožňují přenos obrazu, který můžeme sledovat na počítačové síti. Každá kamera má jedinečnou adresu protokolu TCP/IP. Díky tomu se můžeme na kameru připojit z jakéhokoliv zařízení pomocí internetu, ale musíme mít splněné určité požadavky a oprávnění.

### 9.3 Rozdělení dle konstrukčního provedení

**Standartní kamery** – jedná se o jednoduché kamery ve tvaru krabice. Na přední straně mají otvor s CS závitem k upevnění objektivu. Zadní strana je převážně využita konektory a spínači (napájení, komunikace, nastavení). Standartní kamery jsou velmi flexibilní, díky čemuž je můžeme přizpůsobit jakýmkoliv podmínkám. Přizpůsobení provádíme výměnou objektivu, změnou parametrů kamery, nebo volbou prostředí aby co nejlépe splnily svůj účel. Při použití ve venkovním prostředí je nutné opatřit je kamerovým krytem s vyhříváním nebo stěračem na předním sklíčku proti dešti.



Obr. 30 Standartní kamera [18]

**Kompaktní kamery** – vlastnosti a parametry kompaktních kamer jsou již pevně stanoveny z výroby a není možno je dále měnit. Proto je velice důležité správně zvolit parametry kamery, ale i ve venkovním prostředí potřebné krytí i vyhřívání. Většina kompaktních kamer je vybavena infračervenými LED diodami pro noční vidění, které dovedou dosvítit až 80 metru daleko.



Obr. 31 Kompaktní kamera [18]

**DOME kamery** – jedná se o stropní kamery v kopulovitém krytu. Kryt je odolný vůči útokům vandalů a rovněž kompaktní design stěžuje strhnutí kamery ze zdi. Kulovitý tvar krytu rovněž stěžuje na první pohled rozpoznat ve kterém směru je kamera natočena, proto je především vhodná k zabezpečovacím účelům. Kamery se můžou vyrábět v tzv. *antivandal provedení*, to zajišťuje opatření čočky odolným polykarbonátovým krytem a zneprístupnění kabeláže. Dokážou odolat i útoku železnou tyčí.



Obr. 32 DOME kamera [18]

**PTZ otočné kamery** – jedná se o nejuniverzálnější kamery na trhu. PTZ z anglického Pan Tilt Zoom. Pan znamená pohyb doprava a doleva, Tilt pohyb dolu a nahoru, Zoom je možnost objekt přiblížit a oddálit. Z toho plyne vynikající oblast zabezpečení, kterou je kamera schopná zajistit, umožňuje rotaci 360 stupňů kolem své osy i pohled přímo pod sebe, přiblížení je možné až 36x. Kamera se ovládá na dálku pomocí speciální klávesnice. Možnosti systému je předdefinovat do paměti více pozic, na které je kamera schopná se rychle přesměrovat jak uživatelem, tak pohybovým detektorem nebo magnetickým zámekem na dveřích a podobně.



Obr. 33 PTZ otočná kamera [18]

**Deskové kamery** – jedná se o kamery určené pro zabudování do různých zařízení a komplexních celků. Používají se v průmyslu pro monitorování automatizovaných technologických provozů (roboty, montážní linky, dopravní pásy, obráběcí a tvarovací stroje, výstupní kontrola výrobků apod.). Deskové kamery je možno použít i jako skryté kamery. K deskovým CCD kamerám existuje široká škála miniaturních objektivů s rozdílnými úhly záběru.



Obr. 34 Desková kamera [18]

**Bezdrátové kamery** – svůj účel splňují tam, kde je problematická instalace kabelu, nebo umístění kamery se mění. Přenos signálu zajišťuje Wi-Fi technologie. Kamery jsou vybaveny modulem s rádiovým přenosem videosignálu na frekvenci 2,4 GHz. Dosah signálu o výkonu 10mW je přibližně 100m při přímé viditelnosti vysílače s přijímačem. Rovněž je možnost přenášet signál v pásmu GSM. Vhodné jako zabezpečení rodinných domků.



Obr. 35 Bezdrátová kamera [18]

**IP kamery** – tyto kamery komunikují po internetu nebo místní síti. Obraz je přímo v kameře zpracováván do digitální podoby a stejně tak jako u běžných CCTV kamer dochází k deformaci obrazu během přenosu. Samotná kamera obsahuje miniaturní počítač, díky kterému je možno obraz sledovat přes webový prohlížeč a rovněž měnit konfiguraci kamery odkudkoliv na světě. Díky nízké spotřebě energie stačí kameru napájet připojeným datovým kabelem.



Obr. 36 IP kamera [18]

**Skryté kamery** – v dnešní době můžou být kamery miniaturních rozměrů, díky čemuž je můžeme skrýt prakticky kamkoliv. Můžou být maskované v brýlích, peru, knoflíku, dveřním kukátku, PIR detektoru apod. K záznamu obrazu můžeme použít kapesní rekordér. Nejvíce rozšířené použití je pro kanceláře, obchody, chodby a vstupy do objektu.



Obr. 37 Kamera skrytá v PIR detektoru [18]

## 9.4 Kamery používané společností ČEPS, a.s.

Na elektrické stanice byly prvotně instalovány závěsné dome kamery značky Pelco a konkrétně model Spectra IV 36X SE.



Obr. 38 Kamera Pelco Spectra IV 36X SE [19]

### Technická specifikace

Tab. 2 Technická specifikace optiky kamery Pelco Spectra IV 36X SE [19]

Den/Noc (35x)	
Formát signálu	PAL
Snímací soustava	2:1 Prokládaná
Obrazový snímač	¼-palcový EX view HAD
Efektivní pixely, PAL	752 (H) x 582 (V)
Horizontální rozlišení, PAL	> 540 TV řádek
Objektiv	f/1,4 (ohnisková vzdálenost, 3,4~119mm)
Zoom	35x optický, 12x digitální
Rychlost zoomu (optický rozsah)	3,2/4,6/6,6 vteřin
Horizontální Zorný úhel Zaostřování	55,8° při 3,4mm širokém zoomu 1,7° při 119mm fotografickém zoomu Automatické s možností manuálního
Maximální citlivost při 35 PAL/CCIR	0,45lx při 1/50s (barevná) 0,015lx při 1/1,5s (barevná) 0,00015lx při 1/1,5s (černobílá)
Synchronizační systém	Vnitřní/AC line lock, dálkově nastavitelná fáze, V-Sync
Vyvážení bíle	Automatické s možností manuálního
Rychlost uzávěrky, PAL	Automatická (elektronická clona)/manuální 1/1,5~1/30,000
Ovládní clony	Automatické ovládní clony
Regulace zesílení	Automatická/Vypnuto
Výstup videa	1Vp-p, 75 ohmů
Odstup signál-šum videa	> 50 dB
Široký dynamický rozsah	128X
Elektronická stabilizace	Integrovaná/Nastavitelná
Vylepšení obrazu	Integrované/Nastavitelné

V současné době se na stanice instalují nové IP kamery s rozlišením ve FullHD od německé společnosti Geutebruck a jedná se konkrétně o typ G-Cam/GNDS1880



Obr. 39 Kamera G-Cam/GNDS1880

## Technická specifikace

Tab. 3 Technická specifikace optiky kamery G-Cam/GNDS1880 [20]

Čip / skenovací systém	1/2,8" Sony Progressive Scan CMOS
Minimální citlivost	0,05 lux (barevná) 0,01 lux (černobílá)
Vyvážení bílé	Automatická/manuální/vnitřní/venkovní/ATW
Rychlost uzávěrky	1/1 – 1/10,000S
Objektiv	f = 4,7 až 94mm (F1,4-4,8)
Zoom	20x/1x optický, 10x digitální
Rotace	360° dokola
Naklápěcí rozsah	-10° do 190°
Rychlost naklápění	0,5°/s až 90°/s (manuální)
Nastavená rychlost	5°/s až 400°/s (naklápění)
Synchronizační systém	Vnitřní/AC line lock, dálkově nastavitelná fáze, V-Sync
Přesnost nastavení	0,225°
Autofocus	Automatický/manuální
Přednastavených pozic	256 pozic
Internetové připojení	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
Podporované prohlížeče	Internet Explorer 6.0+/Chrome/Firefox/Safari
Přístupová kontrola	Uživatelský účet + ochrana heslem
Komprese obrazu	H.264 / MJPEG
Rozlišení v pixelech	1080p/SXGA/720p/XGA/SVGA/D1/VGA/CIF
Počet snímků	1080p (30 fps) + D1 (30 fps)
Detekce pohybu	On/off
Vylepšení obrazu	Integrované/Nastavitelné

## 9.5 Kamerový systém TSFO na elektrických stanicích

Jelikož většina elektrických stanic společnosti ČEPS je provozována bez stáله obsluhy, jsou kamery jejich nepostradatelnou součástí. Kamery jsou rozmístěny po stanici tak, aby dokázaly pokrýt co největší oblast a důležité body. Těmito body jsou například vstupní brána, vstup do centrálního domku a domků sekundární techniky, dále pohled na přípojnice a transformátory.

Kamery jsou plně otočné kolem své osy a mají automatické zaostřování se zoomem 36x optickým a 12x digitálním (Pelco Spectra) nebo 20x optickým a 10x digitálním (G-Cam). Každá kamera má na ovládacím pultu nastavené nejdůležitější pozice (prepozice), do kterých je schopna se během okamžiku přenastavit a zaostřit. To vše zajišťuje flexibilní a pohodlný dohled nad tím, co se ve stanici děje pro stálou službu, která dohlíží nad funkcí a bezpečností na stanicích.

Stálá služba kamery využívá například k identifikaci osob, které na stanici přijedou, může na dálku otevírat a zavírat vstupní vrata, odemykat vstupy do centrálního domku a domků sekundární techniky, sledovat sepnutí a rozpojení přípojnic apod.

Zřejmě nejdůležitější funkcí kamer je udržování bezpečnosti na stanicích. Kamery jsou napojeny na bezpečnostní prvky a čidla, jakými jsou například magnetický zámek vrat, bezpečnostní čidla dveří a oken jednotlivých domků, pohybová čidla v domcích. Pokud dojde k jakémukoliv narušení bezpečnosti ve formě sepnutí bezpečnostního čidla, dojde k okamžitému natočení kamer k danému místu.

Kamery pro svou správnou funkčnost potřebují dostatečnou osvětlenost. Během dne to není žádný problém, který ovšem nastává v noci. Pro tento účel slouží hlídací osvětlení umístěné podél plotu celého areálu. Pokud budou splněny požadavky normy TN 59 2013 pro hlídací osvětlení, jsou kamery díky detekci pohybu a zaostření na něj schopné rozpoznat siluetu i barvy oblečení potenciálního narušitele už při vstupu do areálu. Jestliže dojde k narušení bezpečnosti, mohou pověřené osoby zapnout poplach TSFO.

### **Integrovaný systém TSFO [3]**

TSFO neboli „technický systém fyzické ochrany“ se rozumí integrovaný elektronický a elektromechanický systém technických prostředků určený ke kontrole, sledování, monitorování a vyhodnocování veškerého dění v areálu stanice, včetně archivace událostí a videozáznamu.

K tomuto účelu se využívají poplachové zabezpečovací a tísňové systémy, systémy kontroly vstupů, CCTV kamerové systémy, dorozumívací a ozvučovací systémy, výpočetní, spojovací a audiovizuální prostředky, informační tabulky TSFO umístěné na bezpečnostním oplocení.



Pokud nejsou dodržena stanovená pravidla (platný identifikační průkaz, vypnutí detekčních zón apod.), dojde ke vzniku poplachového stavu, který se datovou zprávou přeneše na vyhodnocovací pracoviště. Současně je tato zpráva o poplachovém stavu uložena do datového archívu.

Obsluha na vyhodnocovacím pracovišti, díky textovému a grafickému zobrazení zprávy, vyhodnocuje tento poplachový stav, který díky prostředkům CCTV kamerovému systému, je schopná si vizuálně ověřit. Pokud situaci obsluha vyhodnotí jako bezpečnostní incident (vyloučí falešný poplach), provádí příslušnou reakci dle pokynů směrnice SM/85 Fyzická bezpečnost.

#### **Z aplikace TSFO můžeme vysílat tyto ovládací signály:**

- Dálkové zapnutí všech druhů osvětlení (z technického dohledového centra příslušné oblasti, vrátné služby konkrétní elektrické stanice, mobilních servisních diagnostických stanic servisních techniků a specialistů)
- Dálkové vypnutí osvětlení (pouze z technického dohledového centra příslušné oblasti)
- Poplach TSFO
- Zapnutí mimořádného bezpečnostního režimu ve vztahu k venkovnímu osvětlení (pouze z technického dohledového centra příslušné oblasti)
- Zrušení mimořádného bezpečnostního režimu ve vztahu k venkovnímu osvětlení

#### **Signál „poplach TSFO“**

Při tomto signálu dojde k sepnutí provozního osvětlení společně s osvětlením komunikací v návaznosti na soumrakový spínač při narušení objektu. Při automatickém znovunastavení (resetování), po ukončení poplachového stavu, nesmí dojít k vypnutí provozního osvětlení ani osvětlení komunikace. Tato osvětlení mohou být vypnuta dále operátorem z místa stále služby TDC, nebo oprávněnou osobou v dané stanici.

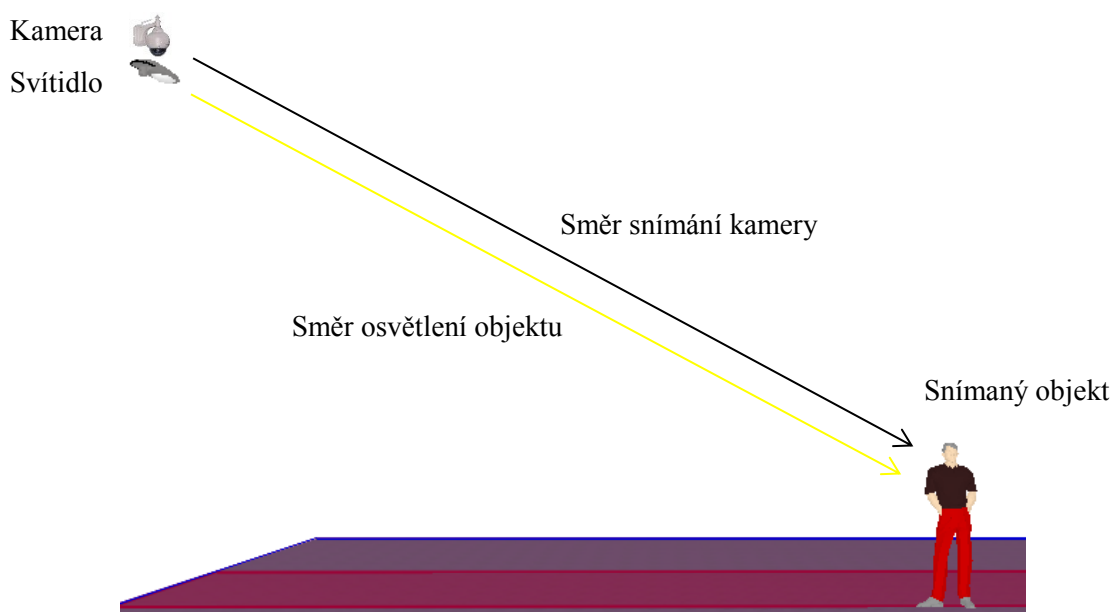
#### **Mimořádný bezpečnostní režim**

Tento režim lze zřídit pouze z pracoviště stále služby TDC příslušné oblasti z ovládacích schémat TSFO. Při zapnutí režimu dojde k vypnutí veškerého osvětlení, jak hlídacím, osvětlení komunikací i provozního osvětlení, včetně všech reflektorů ovládaných pohybovým čidlem. Sekce osvětlení vyčleněné do režimu ručního ovládnutí se neovládají žádným dálkovým povelům (vyp/zap, poplach TSFO) ani nevypínají zřízením mimořádného bezpečnostního režimu.

## 9.6 Kamerová osvětlenost

Pro přiblížení kamerového osvětlení si vezměme dva teoretické případy vhodného hlídacího osvětlení, které splňuje požadavky normy TN/59/2013 ovšem z hlediska kamerové osvětlenosti se již poměrně liší.

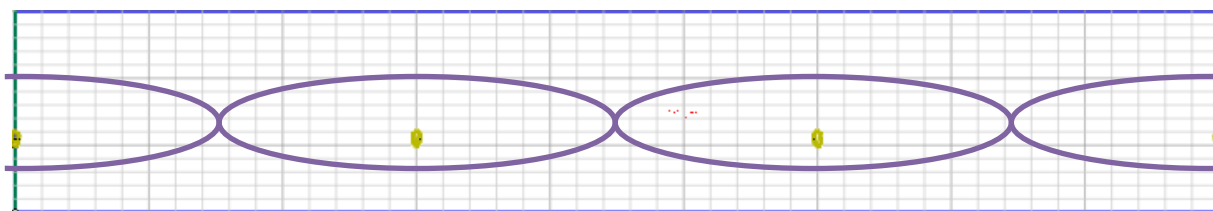
Nejlepší osvětlení pro kamery je v případě nasvětlení snímaného objektu ze směru pohledu kamery znázorněné na obr. 40. Kamera je zde schopná poskytnout nejostřejší obraz snímaného objektu.



Obr. 40 Příklad nejvhodnějšího kamerového osvětlení

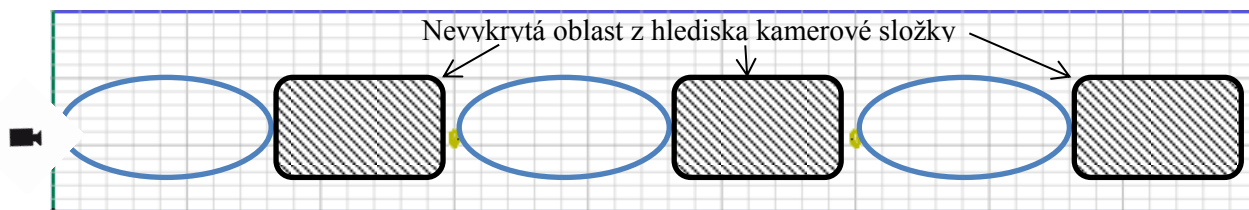
### 1) První varianta rozmístění svítidel

V prvním případě jsou svítidla umístěná v mezní vzdálenosti od sebe tak, aby se rovnoměrnost horizontální osvětlenosti rovnala  $U_0 = 0,40$ .



Obr. 41 První varianta osvětlenosti

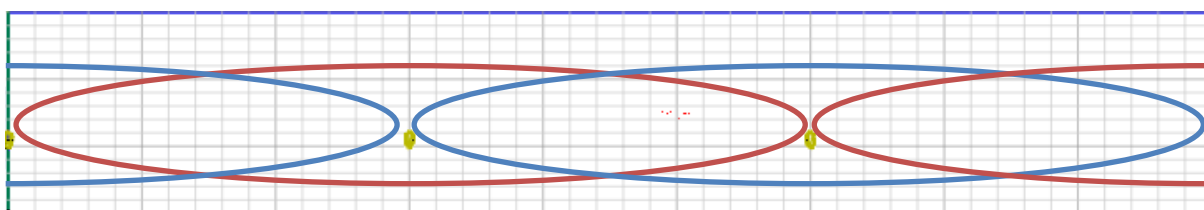
Z hlediska kamery se ale v tomto případě rovnoměrnost kamerového osvětlení rovná  $U_0 = 0,0$ . Proč tomu tak je, je znázorněno na obr. 42. Kamera je umístěna na úrovni prvního svítidla a snímá obraz ve směru dalších svítidel. V tomto případě ovšem z pohledu kamery vznikají nevykryté oblasti, jelikož kamera je schopná zpracovávat osvětlenost dopadající ze směru snímání kamery. Nevykrytá oblast je osvětlená až dalším svítidlem ve směru proti snímání kamery, a proto zde kamera není schopná takto osvětlené objekty snímat.



Obr. 42 Příklad kamerové osvětlenosti

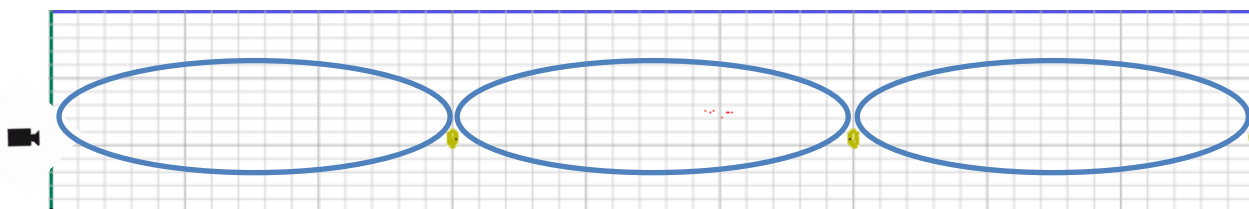
## 2) Druhá varianta rozmístění svítidel

Vhodnější variantou je rozmístění svítidel v takové vzdálenosti od sebe, aby docházelo k vzájemnému přesahu osvětlení jednotlivých svítidel znázorněné na obr. 43. Zde se rovnoměrnost horizontální osvětlenosti rovná  $U_0 = 0,7$ .



Obr. 43 Druhá varianta osvětlenosti

Z hlediska kamerového systému se zde jedná o ideální případ osvětlenosti. Díky vzájemnému přesahu svítidel zde nevznikají nevykryté oblasti a kamera je schopná zajistit celou snímanou oblast jak je znázorněno na obr. 44. Rovnoměrnost kamerového osvětlení se rovná  $U_0 = 0,4$ .



Obr. 44 Příklad kamerové osvětlenosti

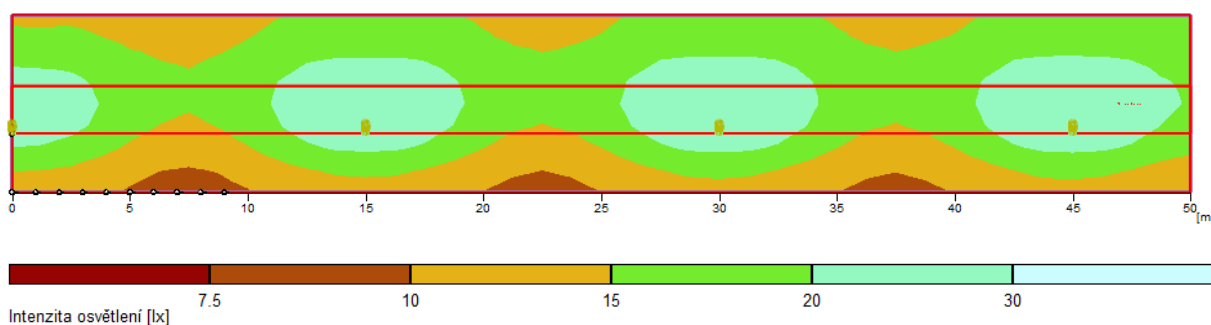
Pro nejlepší funkci kamerového systému TSFO bych doporučoval instalaci svítidel dle varianty dva, kde je kamera schopná pokrýt celý perimetr podél vnějšího oplocení.

## 9.7 Kamerová osvětlenost na elektrické stanici Nošovice

Kamerovou osvětlenost jsem simuloval na elektrické stanici Nošovice s použitím výpočetního programu ReluxPro.

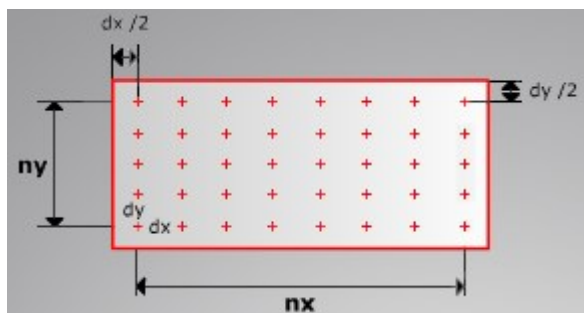
V této stanici jsou svítidla rozmístěná v rozmezí 15m od sebe po celém obvodu areálu kolem vnějšího oplocení. Svítidla jsou umístěna ve výšce 6m nad zemí. Pro posouzení osvětlenosti jsem zvolil instalované silniční svítidlo LED typ 99265226 ISARO 36L35BP NR EFL 730CL1 MA60, 42W.

### 9.7.1 Intenzita osvětlenosti svítidel



Obr. 45 Intenzita osvětlenosti

Na obr. 45 je znázorněna osvětlenost svítidel na podlaze, tzn. 0m nad terénem. Pro vyhodnocení jsem zvolil měřící plochu širokou 2 metry, která je vymezena dvěma červenými přímkami na obr. 45. Měřící plocha je sestavena z měřících bodů (rastru) s rozmístěním bodů:



Rastr:

$$x = 20$$

$$y = 4$$

$$dx = 2,5\text{m}$$

$$dy = 0,5\text{m}$$

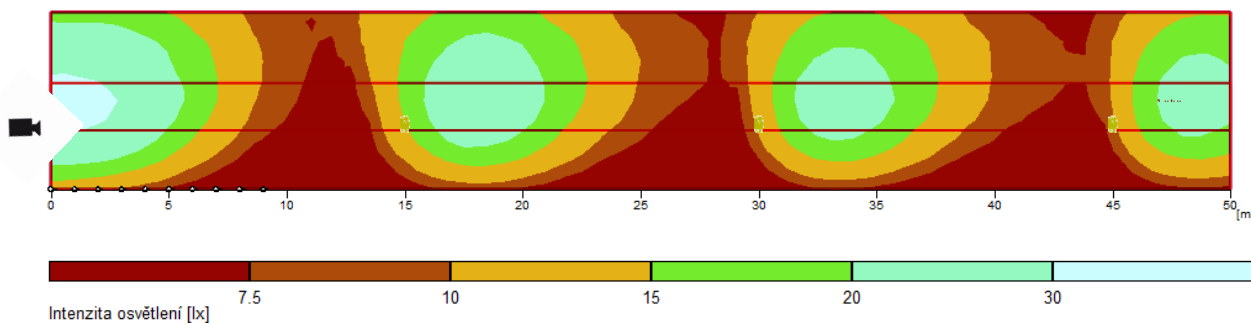
Dle programu ReluxPro nám vychází tyto hodnoty:

- Maximální osvětlenost:  $E_{\max}$ : 25 lx
- Minimální osvětlenost:  $E_{\min}$ : 14,8 lx
- Udržovaná osvětlenost:  $E_m$ : 20,3 lx
- Rovnoměrnost  $U_0$ : 0,73

Výsledné hodnoty osvětlenosti a rovnoměrnosti splňují požadavky normy TN 59 2013.

## 9.7.2 Kamerová osvětlenost

Kamera je umístěná ve stejné výšce jako svítidla, tedy 6m nad zemí, upevněná hned vedle prvního svítidla. Je tomu tak proto, aby bylo dosaženo nejvyšší osvětlenosti, když světelný tok dopadá na osvětlovaný předmět z pohledu kamery. Kamera je nasměrována ke snímání obrazu podél oplocení. Kamerová osvětlenost je vyhodnocována ve výšce 1m nad zemí.



Obr. 46 Kamerová osvětlenost s kamerou umístěnou u prvního svítidla

[m]	31.8	26.9	18.1	10.2	7	10.7	22.1	25.8	19.6	11.9	8.2	7.4	18.7	24.2	19.1	11.9	8.2	7.5	17.2	23.3	
1.2	[32.8]	27.3	17.5	9.9	6.9	10.1	22.5	26.1	19	11.6	8	7.1	18.9	24.4	18.6	11.6	8	7.2	17.4	23.5	
0.8		32	26.7	16.7	9.5	6.6	9.3	21.5	25.4	18.2	11.2	7.7	6.8	18.3	23.9	17.8	11.2	7.8	6.8	16.9	23
0.4																					
0.0	31.7	25.1	15.6	8.8	(6.2)	8.8	21.1	23.9	17.1	10.4	7.2	6.3	17.7	22.4	16.6	10.3	7.3	6.4	16.3	21.6	
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	[m]										

Tab. 4 Kamerová osvětlenost v tabulce

Dle programu ReluxPro nám vychází tyto hodnoty:

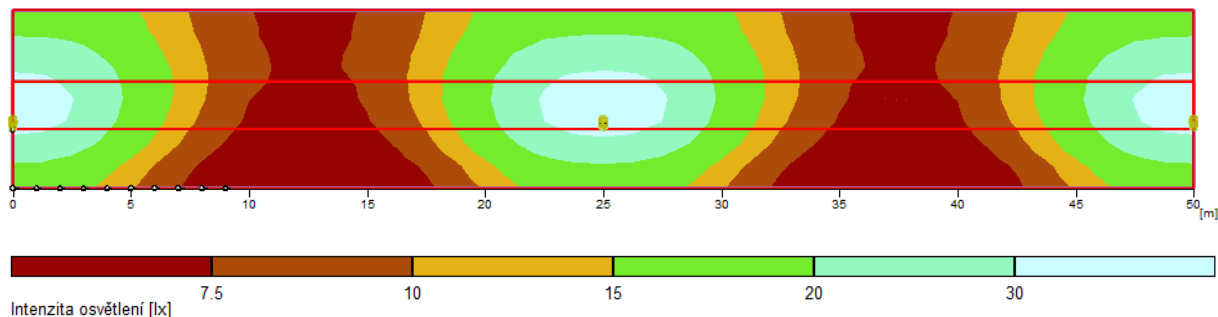
- Maximální osvětlenost:  $E_{\max}$ : 32,8 lx
- Minimální osvětlenost:  $E_{\min}$ : 6,2 lx
- Udržovaná osvětlenost:  $E_m$ : 16 lx
- Rovnoměrnost:  $U_0$ : 0,39

Kamera pro snímání obrazu objektu potřebuje mít objekt nasvětlen ze směru odkud je snímán kamerou. V tabulce je kamera umístěna v bodě 0:0 společně se svítidlem a další svítidla jsou umístěna v rozmezí co 15m.

Vidíme, že intenzita osvětlenosti postupně klesá až k dalšímu svítidlu. V tomto místě je kamera schopná zpracovávat osvětlenost dalšího svítidla a intenzita osvětlenosti opět stoupne a dále klesá až k dalšímu svítidlu.

### 9.7.3 Kamerová osvětlenost při rozmístění svítidel 25 metrů.

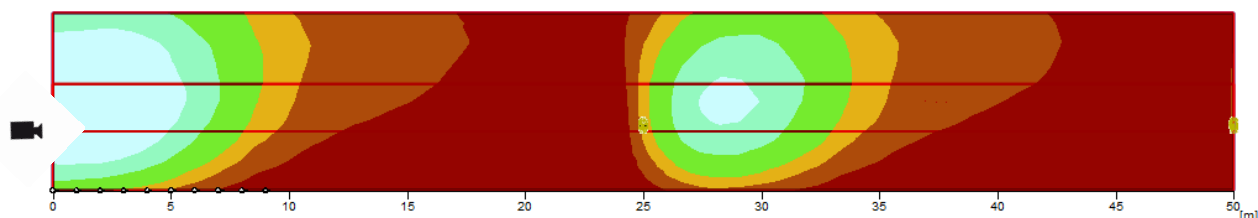
Pro porovnání závislosti kamer na osvětlenosti jsem zvolil rozmístění svítidel ve vzdálenosti 25m od sebe. Výška upevnění kamer zůstala stejná a to 6m, rovněž se jedná o stejný typ svítidel LED typ 99265226 ISARO 36L35BP NR EFL 730CL1 MA60, 42W.



Obr. 47 Intenzita osvětlenosti při rozmístění svítidel co 25m od sebe

Dle programu ReluxPro nám vychází tyto hodnoty:

- Maximální osvětlenost:  $E_{\max}$ : 22,7 lx
- Minimální osvětlenost:  $E_{\min}$ : 4 lx
- Udržovaná osvětlenost:  $E_m$ : 12,3 lx
- Rovnoměrnost:  $U_0$ : 0,33



Obr. 48 Kamerová osvětlenost při rozmístění svítidel co 25m od sebe

[m]	31.1	26.9	18	10.1	6.6	5.8	4.9	4	3.2	2.7	15.3	21.2	16.7	10	6.6	5.8	5	4.2	3.4	2.9	
1.2	[32.2]	27.3	17.5	9.8	6.4	5.4	4.7	3.9	3.2	2.7	15.8	21.5	16.3	9.8	6.5	5.5	4.7	4	3.3	2.9	
0.8	31.5	26.7	16.6	9.4	6.2	5.1	4.3	3.7	3.1	2.7	15.5	21.2	15.6	9.4	6.2	5.1	4.4	3.8	3.3	2.9	
0.4	31.3	25.1	15.6	8.7	5.8	4.7	3.9	3.4	3	(2.5)	15.2	19.9	14.6	8.7	5.8	4.8	3.9	3.5	3.1	2.7	
0.0																					
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50										

Tab. 5 Kamerová osvětlenost v tabulce

Dle programu ReluxPro nám vychází tyto hodnoty:

- Maximální osvětlenost:  $E_{\max}$ : 32,2 lx
- Minimální osvětlenost:  $E_{\min}$ : 2,5 lx
- Udržovaná osvětlenost:  $E_m$ : 9,9 lx
- Rovnoměrnost:  $U_0$ : 0,26

#### 9.7.4 Zhodnocení kamerové osvětlenosti při rozmístění svítidel 15m a 25m

Pro docílení co nejzřetelnějšího kamerového obrazu je potřeba dostatečná intenzita osvětlenosti. Při zvětšení vzdálenosti svítidel z 15m na 25m vidíme, jak razantně osvětlenost klesla.

V prvním případě s rozmístěním svítidel co 15m minimální hodnota osvětlenosti dosahuje hodnoty 6,2 lx. U svítidel instalovaných od sebe 25m klesla minimální hodnota na 2,5 lx. V obou případech by ještě kamera měla snímat v barevném režimu, ale dle studie VŠB – TU Ostrava<sup>[6]</sup>, která testovala kameru G-Cam/GNSD1880 vychází, že kamera přepíná z barevného režimu do černobílého již při citlivosti 4lx. Proto je osvětlenost 2,5 lx nedostatečná.

Kamerový systém TSFO by se mohl při rozmístění svítidel 25m od sebe provozovat s výkonnějšími světelnými zdroji, aby byla zajištěna rovnoměrnost osvětlení i schopnost kamery získávat žádoucí přehledný obraz.

Pro kamerové snímání je ideální rozmístění svítidel 15m až 20m od sebe ve výšce 6m nad zemí. V této situaci je kamera schopná zajistit požadovanou kvalitu obrazu i v barevném režimu.

## 10. Závěr

Společnost ČEPS, a.s. provozuje 31 přenosových stanic rozmístěných po celém území České republiky. Správná funkčnost stanic je nesmírně důležitá pro zabezpečení dodávky elektrické energie po celém území. Proto vzniká potřeba zajistit dostatečnou bezpečnost i v nočních hodinách, čeho je dosaženo díky kamerovému systému TSFO. Mimoto je velmi důležité zajistit vhodnou osvětlenost, aby kamerový systém byl co nejefektivnější. Ovšem ne všechny osvětlovací soustavy jsou k tomu vhodně navrženy, a proto vznikla tato diplomová práce, ve které jsem se tímto zabýval.

V první části práce jsou popsány požadavky na osvětlovací soustavy stanovené technickou normou TN/59/2013. V současné době se připravuje její revize. Do této části jsem zahrnul i návrh vhodných svítidel pro jednotlivé osvětlovací soustavy. Z hlediska kamerového systému TSFO bych doporučoval zejména pro hlídání osvětlení svítidla s rovným (plochým) sklem, aby nedocházelo vlivem zářících vypouklých skel k oslňování kamer. Svítidla pro osvětlení komunikací by rovněž bylo vhodné instalovat s rovnými skly.

Hlavním přínosem této práce je zejména sumarizace současného stavu osvětlovacích soustav na jednotlivých přenosových stanicích. V příloze I jsou popsány veškeré stanice s jejich použitými světelnými zdroji a v příloze II pak rozmístění svítidel ve stanicích. Současně je pro každou stanici dopočítán instalovaný výkon jak pro jednotlivé druhy osvětlení, tak celkový instalovaný výkon. Pro vyhodnocení shromážděných dat jsem zvolil hlídání osvětlení, které je v provozu po celou noční dobu cca 4100 hodin ročně. Z výsledků je patrné, že použití halogenových žárovek pro hlídání osvětlení je velmi nepraktické, neboť při jejich životnosti by bylo potřeba je 2x ročně měnit. I přesto jsou instalovány ve čtyřech stanicích. Jako nejvhodnější se pro hlídání osvětlení jeví LED svítidla. Jejich výhodou je zejména vysoká životnost, která je prodejci udávána až na 100tis hodin. Měrný výkon zdroje se již taky vyrovná vysokotlakým sodíkovým výbojkám, přičemž LED svítidla stále prochází vývojem. Ve prospěch LED svítidel, oproti sodíkovým výbojkám, je i index barevného podání, který u nich činí  $R_a = 80$ .

Další částí je ekonomické srovnání současné a nové osvětlovací soustavy z hlediska hlídání osvětlení na stanici Albrechtice. V současné době jsou zde instalovány vysokotlaká sodíková svítidla o výkonu 250W místo kterých jako alternativní náhradu je možno použít LED svítidla o výkonu 42W. Z výpočtu vychází úspora 254tis Kč pro LED svítidla při provozu 15 let. Jako náhradu místo sodíkových svítidel 250W by bylo rovněž možno použít vysokotlaká sodíková svítidla o výkonu 70W. Při srovnání vysokotlakých sodíkových výbojek 70W s LED svítidly 42W jsem bral v úvahu i pořizovací náklady, díky čemu konečný rozdíl činil pouze 2tis Kč. LED svítidla jsou méně náročná na údržbu, mají i menší spotřebu, ale pořizovací náklady jsou 2x větší jako u sodíkových svítidel proto je finanční rozdíl nepatrný. Doporučoval bych ovšem jako náhradu zvolit LED svítidla, která jsou



z hlediska kamerového osvětlení vhodnější díky vyššímu indexu podání barev, taktéž by teoreticky měly vydržet celé provozní období 15 let bez výměny.

Posledním přínosem této práce je přiblížení termínu kamerová osvětlenost. Jedná se o termín, který bude zahrnut v revizi normy TN/59/2013. Jak už jsem dříve zmínil, kamery pro svou správnou funkci a zřetelný obraz, potřebují vhodné osvětlení. O nejvhodnější kamerové osvětlení se jedná tehdy, když je kamera na úrovni svítidla a objekt je nasvícen ze stejného směru a pod stejným úhlem jakým kamera objekt snímá. Při návrhu hlídacích osvětlení bych doporučoval volit rozmístění svítidel v takové vzdálenosti, aby docházelo k vzájemnému přesahu osvětlení. To nám zajistí eliminaci nepokrytých oblastí z hlediska kamerové složky.

## 11. Použitá literatura

1. HÁBEL, J. – DVOŘÁČEK, K. – DVOŘÁČEK, V. – ŽÁK, P. *SVĚTLO A OSVĚTLOVÁNÍ*. Praha 8, 2013. 622 s. ISBN 978-80-86534-21-3.
2. ČEPS TN/59/2013 revize č. 2. *Venkovní osvětlení v elektrických stanicích PS*, 2013.
3. ČEPS TN/67/2013 revize č. 2. *Technické prostředky fyzické ochrany majetku*, 2013.
4. Studie proveditelnosti. *Posouzení rekonstrukce venkovního osvětlení ovládaného z TSFO*, 2015.
5. Studie VŠB – Technická univerzita Ostrava. *Výběr vhodných typu LED svítidel pro hlídaci osvětlení ve vztahu ke kamerovému systému TSFO*, Ostrava, 2013.
6. Studie VŠB – Technická univerzita Ostrava. *Posouzení a řešení nočního osvětlení pro bezpečnostní dohled kamer TSFO*, Ostrava, 2014.
7. Svítidlo THORN [online]. Dostupné z: [http://www.thornlighting.cz/cs-cz/produkty/venkovni-osvetleni/ulicni-osvetleni/Isaro\\_LED#isaro-led-rovne-sklo-uzka-silnicni-distribuce-dvoji-vykon-bi-power](http://www.thornlighting.cz/cs-cz/produkty/venkovni-osvetleni/ulicni-osvetleni/Isaro_LED#isaro-led-rovne-sklo-uzka-silnicni-distribuce-dvoji-vykon-bi-power)
8. Svítidlo MYRA 12/V 150-90-CR [online]. Dostupné z: [http://reluxnet.relux.com/en/search/datasheet/performance\\_in\\_lighting/pil\\_\\_\\_2269/pil\\_\\_\\_5413/1/1038131/1000001395.html](http://reluxnet.relux.com/en/search/datasheet/performance_in_lighting/pil___2269/pil___5413/1/1038131/1000001395.html)
9. Svítidlo IVH 600S [online]. Dostupné z: [http://www.eshop.lightech.sk/upload/stuff/files/256-viento\\_ivh.pdf](http://www.eshop.lightech.sk/upload/stuff/files/256-viento_ivh.pdf)
10. Svítidlo Vista IZL – M60 [online]. Dostupné z: [http://www.indal-lighting.com/file\\_ext/ctlgs/en/series/serie27/27-en.pdf](http://www.indal-lighting.com/file_ext/ctlgs/en/series/serie27/27-en.pdf)
11. LED dioda [online]. Dostupné z: <http://www.hitechshop.cz/hitechshop/eshop/18-1-LED-osvetleni/0/5/331-Vykonova-50W-LED-dioda-tepla-bila/description#anch1>
12. Schéma rozvodné sítě ČEPS v ČR [online]. Dostupné z: <https://www.ceps.cz/CZE/Cinnosti/Technicka-infrastruktura/Stranky/Udaje-o-PS.aspx>
13. HALOLINE 100W [online]. Dostupné z: [http://www.osram.cz/osram\\_cz/produkty/svetelne-zdroje/halogenove-zarovky/haloline/haloline-standard/index.jsp?productId=ZMP\\_57525](http://www.osram.cz/osram_cz/produkty/svetelne-zdroje/halogenove-zarovky/haloline/haloline-standard/index.jsp?productId=ZMP_57525)
14. LED světlomet B.E.G. [online]. Dostupné z: <http://www.lightupuk.co.uk/exterior-lighting/beg-exterior-lighting>
15. Sodíková výbojka LU70T [online]. Dostupné z: [http://www.gelighting.com/LightingWeb/emea/images/HPS\\_Lucalox\\_Lamps\\_Data\\_sheet\\_EN\\_tcm181-12778.pdf](http://www.gelighting.com/LightingWeb/emea/images/HPS_Lucalox_Lamps_Data_sheet_EN_tcm181-12778.pdf)
16. Sodíková výbojka NAV-T 600 SUPER 4Y [online]. Dostupné z: [http://www.osram.cz/osram\\_cz/produkty/svetelne-zdroje/vysoce-intenzivni-vybojky-hid/vysokotlake-sodikove-vybojky-for-open-and-enclosed-luminaires/vialox-nav-t-super-4y/index.jsp?productId=ZMP\\_58299](http://www.osram.cz/osram_cz/produkty/svetelne-zdroje/vysoce-intenzivni-vybojky-hid/vysokotlake-sodikove-vybojky-for-open-and-enclosed-luminaires/vialox-nav-t-super-4y/index.jsp?productId=ZMP_58299)

17. Halogenová žárovka Powerstar HQI-T 400W [online]. Dostupné z:  
[http://www.osram.cz/osram\\_cz/produkty/svetelne-zdroje/vysoce-intenzivni-vybojky-hid/halogenidove-vybojky-s-kremennou-technologie/powerstar-hqi-t/index.jsp?productId=ZMP\\_58177](http://www.osram.cz/osram_cz/produkty/svetelne-zdroje/vysoce-intenzivni-vybojky-hid/halogenidove-vybojky-s-kremennou-technologie/powerstar-hqi-t/index.jsp?productId=ZMP_58177)
18. Základní dělení kamer [online]. Dostupné z: <http://www.cctv-kamerove-systemy.cz/zakladni-deleni-kamer/>
19. Kamera Pelco Spectra IV. Dostupné z: [http://download.schneider-electric.com/files?p\\_File\\_Id=340299415&p\\_File\\_Name=Pelco\\_Spectra\\_IV\\_SE-CZ.pdf](http://download.schneider-electric.com/files?p_File_Id=340299415&p_File_Name=Pelco_Spectra_IV_SE-CZ.pdf)
20. Kamera Geutebruck G-Cam/GNDS1880. Dostupné z:  
[http://us.sourcesecurity.com/datasheets/geutebruck-g-cam-gnsd1880-ip-dome-camera/co-9931-ga/G\\_Cam\\_GNSD1880\\_PI\\_EN.pdf](http://us.sourcesecurity.com/datasheets/geutebruck-g-cam-gnsd1880-ip-dome-camera/co-9931-ga/G_Cam_GNSD1880_PI_EN.pdf)
21. Výpočetní program ReluxPro

## 12. Seznam obrázků

Obr. 1 Hlídací osvětlení – příklad řešení [2] .....	4
Obr. 2 Osvětlení komunikace – příklad řešení [2] .....	7
Obr. 3 Provozní osvětlení – příklad řešení [2] .....	9
Obr. 4 Osvětlení transformátorů – příklad řešení [2] .....	10
Obr. 5 Svítidlo THORN ISARO LED 36L35 BP EFL 740 CL1 MA60 a jeho vyzařovací charakteristika [7].....	11
Obr. 6 Svítidlo MYRA 12/V 150-90-CR a jeho vyzařovací charakteristika [8].....	12
Obr. 7 Svítidlo IVA 600S a jeho vyzařovací charakteristika [9].....	13
Obr. 8 Svítidlo IZL – M60 MN 1000 a jeho vyzařovací charakteristika [10].....	14
Obr. 9 Výkonová 50 W bílá LED dioda [11] .....	15
Obr. 10 Emisní spektrum vybraných barevných LED [1].....	16
Obr. 11 Spektrální složení vysokotlaké sodíkové výbojky [1].....	17
Obr. 12 Konstrukce vysokotlaké sodíkové výbojky [1] .....	18
Obr. 13 Halogenidová výbojka a příklad jejího spektra [1] .....	19
Obr. 14 Konstrukce halogenové žárovky [1] .....	20
Obr. 15 Schéma rozvodné sítě ČEPS v ČR [12] .....	21
Obr. 16 Schéma rozmístění osvětlení ve stanici Nošovice.....	23
Obr. 17 LED svítidlo 42 W [7].....	24
Obr. 18 LED svítidlo 84 W [7].....	24
Obr. 19 Halogenová žárovka 1000 W [13] .....	24
Obr. 20 LED světlomet B.E.G. 26 W [14].....	25
Obr. 21 LED svítidlo 42 W [7].....	26
Obr. 22 Sodíková výbojka 70 W [15] .....	26
Obr. 23 Sodíková výbojka 150 W [15] .....	26
Obr. 24 Sodíková výbojka 400 W [15] .....	27
Obr. 25 Sodíková výbojka 600 W [16] .....	27
Obr. 26 Halogenidová výbojka 400 W [17].....	28
Obr. 27 Měření délky areálu osvětleného hlídacím osvětlením .....	29
Obr. 28 Schéma rozmístění osvětlení ve stanici Albrechtice .....	34
Obr. 29 Nově navržené hlídací osvětlení stanice Albrechtice.....	36
Obr. 30 Standartní kamera [18].....	40
Obr. 31 Kompaktní kamera [18] .....	40

Obr. 32 DOME kamera [18].....	41
Obr. 33 PTZ otočná kamera [18].....	41
Obr. 34 Desková kamera [18] .....	42
Obr. 35 Bezdrátová kamera [18] .....	42
Obr. 36 IP kamera [18].....	43
Obr. 37 Kamera skrytá v PIR detektoru [18] .....	43
Obr. 38 Kamera Pelco Spectra IV 36X SE [19].....	44
Obr. 39 Kamera G-Cam/GNDS1880 .....	45
Obr. 40 Příklad nejvhodnějšího kamerového osvětlení.....	48
Obr. 41 První varianta osvětlenosti .....	48
Obr. 42 Příklad kamerové osvětlenosti .....	49
Obr. 43 Druhá varianta osvětlenosti.....	49
Obr. 44 Příklad kamerové osvětlenosti .....	49
Obr. 45 Intenzita osvětlenosti.....	50
Obr. 46 Kamerová osvětlenost s kamerou umístěnou u prvního svítidla.....	51
Obr. 47 Intenzita osvětlenosti při rozmístění svítidel co 25m od sebe.....	52
Obr. 48 Kamerová osvětlenost při rozmístění svítidel co 25m od sebe .....	52

## 13. Seznam tabulek

Tab. 1 Tabulka porovnávaných parametrů.....	30
Tab. 2 Technická specifikace optiky kamery Pelco Spectra IV 36X SE [19].....	44
Tab. 3 Technická specifikace optiky kamery G-Cam/GNDS1880 [20].....	45
Tab. 4 Kamerová osvětlenost v tabulce.....	51
Tab. 5 Kamerová osvětlenost v tabulce.....	52

## **14. Seznam příloh**

Příloha I      Zpracována data osvětlovacích soustav jednotlivých stanic

Příloha II     Situace rozmístění svítidel na elektrických stanicích