



## **Středoškolská technika 2014**

**Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT**

# **Měření intenzity svítivosti pouličních lamp v obcích Královéhradeckého kraje**

**Vít Olšanský**

**První soukromé jazykové gymnázium**

**Brandlova 875, Hradec Králové**

**Vedoucí práce:           Mgr. Markéta Řeháková, Ph.D.**

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedl(a) všechny prameny, ze kterých jsem vycházel(a).

V Hradci Králové dne 21. března 2014

.....  
Vít Olšanský

## **Poděkování**

Děkuji všem lidem, kteří přispěli radou nebo pomocí k úspěšnému ukončení této práce. Jmenovitě bych velmi rád poděkoval svému otci Ing. Vítu Olšanskému, který mne podporoval v práci, zajišťoval mi dopravu po obcích a organizačně mi pomáhal. Dále děkuji za pomoc paní profesorce Mgr. Markétě Řehákové. Chtěl bych jmenovitě poděkovat starostce Habřiny paní Haně Vránové, dále paní starostce Hoříněvsi paní Janě Kuthanové, starostce Librantic paní Aleně Hladíkové a starostovi Voděrad panu Josefu Šmídovi za poskytnutí informací z jejich obcí. Dále chci poděkovat panu Michalu Salavcovi za zprostředkování katalogů o osvětlení a poskytnutí informací a kontaktů. V neposlední řadě bych chtěl také poděkovat panu Ing. Eduardovi Lešingrovi za zajímavé informace z teorie i praxe o LED osvětlení.

# Anotace

## Osvětlení v obcích

Název školy:  
**První soukromé jazykové gymnázium  
v Hradci Králové**

Jméno vedoucího týmu:  
**Vít Olšanský**

Kategorie: **III.**

Jméno konzultanta  
**Mgr. Markéta Řeháková, Ph.D.**

### **CÍL PRÁCE, HYPOTÉZA**

V teoretické části se věnuji vlastnostem vybraných zdrojů osvětlení, jejich využití v praxi a náklady na jejich provoz. V další části se zaměřuji na možnosti úspor při využití moderních technologií. V praktické části projektu se zabývám čtyřmi druhy zdrojů osvětlení, které jsou sodíková výbojka, rtuťová výbojka, zářivka a LED diody. Ve čtyřech vybraných obcích, ve kterých jsou použity různé dominantní zdroje osvětlení (rtuťové výbojky, sodíkové výbojky, zářivky a LED diody) provedu měření kvality osvětlení těmito zdroji a porovnáám jejich spotřebu energie v rámci obce. Na základě toho vyvodím závěr, zda je příslušný typ osvětlení v dané obci vhodný modernizovat nebo zachovat stávající.

### **KLÍČOVÁ SLOVA**

Osvětlení, Sodíková výbojka, Rtuťová výbojka, Zářivka, Úspora, Energie

# Annotation

## Lighting in villages

School name:  
**First private language school  
in Hradec Králové**

Team leader's name:  
**Vít Olšanský**

Category: **III.**

Team consultant's name:  
**Mgr. Markéta Řeháková, Ph.D.**

### SHORT INTRODUCTION

In the theoretical part, i will discuss the properties of selected light sources and their use in practice and the cost of their operation. The next section will focus on the potential for savings in the use of modern technology. In the practical part of the project i will discuss four type of light sources, which are sodium lamps, mercury vapor lamps, Fluorescent lamps and LED diode. In the four selected villages in which they are use different dominant light source (mercury vapor lamps, sodium lamps, fluorescent lamps and LED diode) to measure the quality of these light sources and compare their energy consumption in the community. On that basis, i draw the result which the relevant type of lighting in the village suitable upgrade or maintain existing ones.

### KEY WORDS

Lighting, Sodium lamps, Mercury vapor lamps, Fluorescent lamps, Saving, Energy

# Obsah

1. Úvod .....	8
2. Teoretická část .....	9
2.1. Zdroje světla.....	9
2.1.1. Světelné diody LED.....	9
2.1.1.1. Titania LED .....	10
2.1.2. Rtuťová výbojka .....	10
2.1.3. Sodíková výbojka .....	12
2.1.4. Zářivka .....	13
2.2. Veličiny .....	14
2.2.1. Příkon .....	14
2.2.2. Světelný tok .....	15
2.2.3. Měrný světelný výkon .....	15
2.2.4. Životnost.....	15
2.2.5. Index podání barev.....	15
2.2.6. Teplota chromatičnosti .....	15
2.2.7. Intenzita osvětlení.....	16
2.2.8. Svítivost .....	16
2.3. Úspora energie .....	16
2.3.1. Kvalitnější zdroje .....	17
2.3.2. Solární panely .....	17
2.3.3. Optický snímač .....	17
2.3.4. Vynechání lamp .....	17
2.3.5. Omezení času svítivosti .....	18
2.3.6. Kombinace .....	18
3. Praktická část.....	19
3.1. Metodika práce .....	19
3.2. Výsledky .....	21
3.2.1. Habřina.....	22
3.2.2. Jeřičky .....	35
3.2.3. Librantice .....	40

<b>3.2.4. Uhřínovice .....</b>	<b>56</b>
<b>4. Závěr a diskuse.....</b>	<b>62</b>
<b>5. Seznamy .....</b>	<b>65</b>
<b>5.1. Seznamy použité literatury .....</b>	<b>65</b>
<b>5.2. Seznam použitých internetových stránek.....</b>	<b>65</b>
<b>5.3. Seznam použitých obrázků .....</b>	<b>66</b>

# 1 Úvod

Tato práce je zaměřena na veřejné osvětlení v obcích a jejich vlastnosti. Veřejné osvětlení se vyskytuje ve velkých městech i malých vesnicích. Sloupy veřejného osvětlení nachází u cesty, chodníků, na náměstích, dále pak v parcích, sportovištích a jiných prostranstvích. Veřejné osvětlení slouží k osvětlení prostor v nočních hodinách nebo za snížené viditelnosti, aby byla zajištěna bezpečnost silničního provozu i bezpečnost občanů proti kriminalitě.

V teoretické části se zabývám zdroji světla, zejména pak rtuťovou výbojkou, sodíkovou výbojkou, zářivkou, zdrojem s LED a jejich účinností a náklady na provoz. Dále se tam zabývám možnostmi úspor energie při osvětlení obcí.

V praktické části se zabývám měřením a analýzou čtyř obcí s různými zdroji osvětlení a porovnání jejich zdrojů podle svítivosti a také podle spotřeby a nákladů. Zmapování celé obce a změření svítivosti pod lampami a mezi dvěma stožáry. Cílem práce je zhodnotit kvalitu osvětlení v obcích a podle výsledku případně navrhnout lepšího osvětlení, a případně zvážit možnosti jejich financování.



## 2 TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Zdroje světla

Historie veřejného osvětlení je dlouhá a pestrá. Během ní bylo vyvinuto a vyrobeno mnoho zdrojů světla. V práci se zaměřuji na nejvýznamnější z hlediska jejich použití při osvětlení obcí a jejich další perspektivu užití. Jsou to následující čtyři typy zdrojů světla: rtuťové výbojky, sodíkové výbojky, zářivky a LED.

Tabulka 1: Druhy zdrojů a jejich příkony

Příkon	W	W	W	W	W	W	W	W
Sodíková	50	70	100	150	250	400	600	1000
Rtuťová	50	80	125	250	400	700	1000	
Zářivka	15	18	23	30	36	58	70	

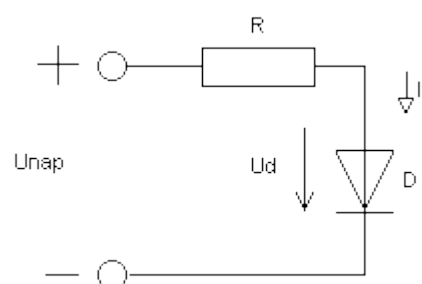
#### 2.1.1 Světelné diody LED

LED Emitting Diode znamená v češtině dioda emitující světlo. Je to polovodičový zdroj, který obsahuje PN přechod. Do veřejného osvětlení se používají modré LED. LED vyzařuje viditelné světlo, infra nebo UV v úzkém spektru barev. Dříve nebyly LED diody používány ve veřejném osvětlení. Ale dnes je tomu jinak. LED diody se pomalu začínají používat, ale zatím se využívá málo. Existují však vesnice, které už mají osvětlení LED v celé obci.



Obrázek 1: Značka LED (2)

Mají velice složité zapojení. Pokud je napětí na PN přechodu zapojené správně, tak to znamená, že je zapojená v propustném směru. Když je zapojená opačně, tak to znamená, že je zapojena v závěrném směru. V závěrném směru neprochází žádný proud a ani nevyzařuje světlo. U



Obrázek 2: Zapojení LED diody (3)

nízkopříkonových LED se proud pohybuje od 1-2mA a u standardních LED je to 10-25 mA. Některé LED jsou schopny pracovat se střídavým napětím. To znamená, že je rozsvícena jen polovina periody, kde jsou polarizovány propustně. Rozsvěcují se a zhasínají periodicky s frekvencí střídavého zdroje. Pro odstranění tohoto jevu může být antiparalelní zapojení dvou diod.

$U_{nap}$  = napájecí napětí- musí to být stejnosměrné napájení (baterie, zdroj)

$I_f$  = proud procházející LED diodou

$U_d$  = Úbytek napětí na LED diodě.

### 2.1.1.1 Titania LED

Je to jeden nejnovější LED osvětlení. Má velmi dobré chladičí zařízení. Je vhodné pro osvětlení jak ulic, tak se dá i použít jako osvětlení pro cyklostezky nebo parkoviště. M8 velmi nízkou spotřebu a požaduje minimální náklady na údržbu. Těmito svítidly může obec dosáhnout rychlejší návratnosti financí než při použití klasických výbojkových svítidel. Toto osvětlení je použito v obci Třebnoušev.



Obrázek 3: Titania LED (1)

Tabulka 2: Titania LED

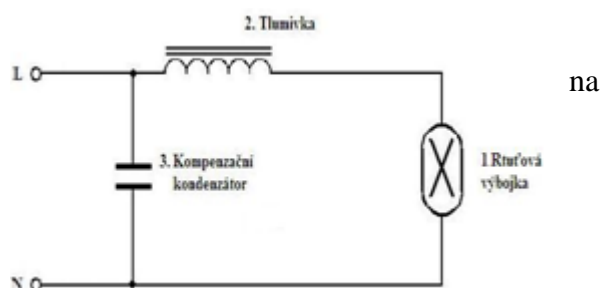
Název	Titania LED
Příkon [ W ]	30
Světelný tok [ lm ]	3 000
Měrný výkon [ lm/W ]	100
Životnost [ hodin ]	50 000
Podání barev Ra %	70
Teplota chromatičnosti [ K ]	3000-4000



Obrázek 4: Osvětlení Titania LED (1)

### 2.1.2 Rtuťová výbojka

Jsou to vysokotlaké výbojky. Výbojka vyzařuje UV záření, které se na luminoforu baňce mění na viditelné světlo. Pro nastartování výbojky není potřebný startér. V sérii s výbojkou je tlumivka, která omezuje proud protékající výbojkou po nastartování (viz obr.).



Obrázek 5: Zapojení rtuťové výbojky (4)

Výbojka se zapojí na síťové napětí 230V. Vznikne doutnavý náboj v hořáku v nejsilnějším místě elektrického pole mezi zapalovací a sousední hlavní elektrodou. Zapálení výboje mezi oběma elektrodami se stane pomocí zvýšeného stupně ionizace. Tento proces proběhne

během pár vteřin. Po zapálení nejdříve hoří výboj v argonu. Barva výboje je světle modrá a světlo je slabé. Díky vznikajícímu teplu se pozvolna vypařuje kapička rtuti v hořáku a nositelem výboje se stávají atomy rtuti. V hořáku roste tlak rtuťových par. Při tomto procesu dochází ke klesání proudu v obvodu, čímž prudce roste napětí v oblouku mezi hlavními elektrodami. To má za následek zvýšení příkonu a tím i světelného toku. Výboj se postupně zužuje a odděluje se od stěn hořáku. K ustálenému stavu dojde cca po 6 - 8 minutách.

Příklady vyráběných rtuťových výbojek jsou uvedeny v tabulce.

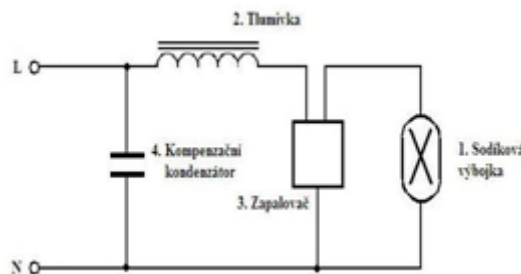
Tabulka 3:Rtuťová výbojka - výrobky

Název	Příkon	Napětí	Měrný světelný výkon	Světelný tok	Podání barev	Teplota chromatičnosti	Typ patice	Životnost	Cena	Poznámka
	W	V	lm/W	lm	R <sub>a</sub>	K		Hodin	Kč	
Osram HQL DE LUXE	50	230	40	2000	54	3 400	E27	16 000	140	Teplá bílá
Osram HQL DE LUXE	80	230	50	4 000	54	3 400	E27	16 000	163	Teplá bílá
Osram HQL DE LUXE	125	230	54	6 800	54	3 400	E27	16 000	153	Teplá bílá
Osram HQL DE LUXE	250	230	56	14 000	52	3 400	E40	16 000	660	Teplá bílá
Osram HQL DE LUXE	400	230	60	24 000	50	3 400	E40	16 000	984	Teplá bílá
Osram HQL Standart	700	230	57	40 000	43	4 000	E40	16 000	1 800	Studená bílá
Osram HQL Standart	1000	230	57	57 000	43	4 000	E40	16 000	2 280	Studená bílá
Phillips HPL-N	80	230	50	3 700	48	4 200	E27	16 000	96	Studená bílá
Sylvania HSL-BW	80	230	60	4 000	42	4 000	E27	29 000	68	Studená bílá

### 2.1.3 Sodíková výbojka

Sodíkové výbojky se dělí na nízkotlaké (NT) a vysokotlaké dále (VT) podle tlaku plynu v baňce.

Při startu se k výbojce přivádí vysokonapět'ové impulsy ze startéru, připojeného za tlumivku paralelně k výbojce. Po zážehu je automaticky přerušena funkce zapalovače. Musí být připojen na kompenzační kondenzátor, který je připojen paralelně k síti. Rozhoření výbojek po startu trvá asi 10 minut. Přitom odebírá až o 25% více



Obrázek 6: Zapojení sodíkové výbojky (4)

proudu. Po rozhoření se teplota hořáku zvýší na vyžadovanou teplotu a parametry se ustáří na provozních hodnotách. Znovu zapálení výbojky je možné, ale až po částečném ochlazení hořáku. To trvá asi minutu a půl. Dvojitý hořák umožňuje rychlejší opětovné zapálení a prodlužuje životnost výbojky. Vysokotlaké výbojky jdou citlivé na přesné parametry tlumivek, které musí odpovídat konstrukčně danému napájecímu napětí. Při odchylkách se způsobí zvětšení napětí oblouku. Způsobuje to nestabilitu výboje, což se projevuje cyklováním a zkracováním životnosti výbojek.

Příklady vyráběných sodíkových výbojek jsou uvedeny v tabulce.

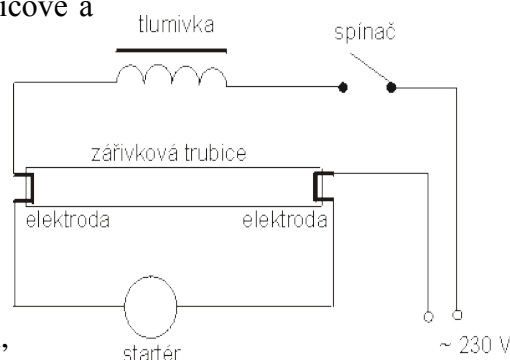
Tabulka 4: Sodíková výbojka - výrobky

Název	Příkon	Napětí	Měrný světelný výkon	Světelný tok	Podání barev	Teplota chromatičnosti	Typ patice	Životnost	Cena	Poznámka
	W	V	lm/W	lm	R <sub>a</sub>	K		H	Kč	
Osram Vialox NAV-E	50	230	76	3 800	≥25	2000	E27	18 000	230	
Osram Vialox NAV-E	70	230	90	6 300	≥25	2000	E27	18 000	300	
Osram Vialox NAV-E	100	230	102	10 200	≥25	2000	E40	18 000	360	
Osram Vialox NAV-E	150	230	113	17 000	≥25	2000	E40	18 000	388	
Osram Vialox NAV-E	250	230	124	31 100	≥25	2000	E40	18 000	480	
Osram Vialox NAV-E	400	230	139	55 500	≥25	2000	E40	18 000	529	
Osram Vialox NAV-T S 4Y	600	230	150	90 000	≥25	2000	E40	32 000	980	

Název	Příkon	Napětí	Měrný světelný výkon	Světelný tok	Podání barev	Teplota chromatičnosti	Typ patice	Životnost	Cena	Poznámka
	W	V	lm/W	lm	R <sub>a</sub>	K		H	Kč	
Osram Vialox NAV-E Stand.	1 000	230	128	128 000	≥25	2000	E40	18 000	1 945	
Osram Vialox NAV-E 4Y	70	230	80	5 600	≥25	2000	E27	22 500	279	s integrovaným zapalovačem
Osram Vialox NAV-E Plug-in	70	230	80	5 400	≥25	2000	E27	20 000	290	náhrada za rtuťovou výbojku
Sylvania SHP-S	70	230	90	5 700	≥25	2050	E27	55 000	736	
Phillips SON-T B	70	230	91	6 000	≥25	1950	E27	16 000	208	

## 2.1.4 Zářivka

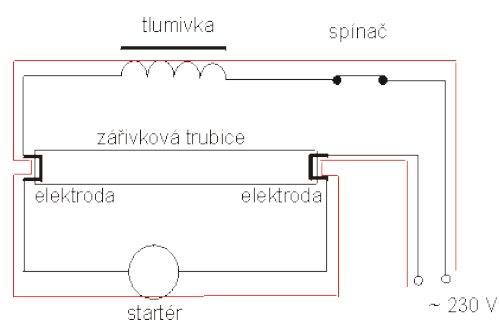
Jsou to nízkotlaké výbojky. Člení se na 2 typy na trubcové a kompaktní. Pro veřejné osvětlení se používají pouze trubcové zářivky. Svítí lépe než klasické žárovky, mají vysoký měrný výkon. Nevýhodou je závislost světelného toku na teplotě okolí. Pro rozsvícení je potřebný startér. Zářivka je tvořena skleněnou baňkou naplněnou neonem nebo jiným vzácným plynem, případně jejich směsí. Tělo zářivky má v sobě dvě



Obrázek 6: Zapojení zářivky

elektrody. Jedna z nich je obyčejná pevná a druhá je tvořena bimetalovým páskem. Tyto elektrody se nedotýkají, pokud zářivka vypnuta.

Když sepneme spínač, vytvoří se ve startéru doutnavý výboj. Díky němu se začínají ohřívat elektrody. Tím se bimetalový pásek ohýbá směrem k pevné elektrodě a zároveň prochází proud přes elektrody. Po chvíli se bimetalový pásek dotkne pevné elektrody a tak zanikne doutnavý výboj ve startéru. Od pevné elektrody se ochlazuje a odděluje bimetalový pásek,



Obrázek 7: Zapojení rtuťové výbojky při toku proudu

díky tomu se přeruší elektrický obvod ve startéru. Tohle přerušení vyvolá vysoké napětí na tlumivce. Napětí mezi elektrodami v trubici se značně zvýší a zapálí se v ní výboj. Hned poté, co výboj v trubici hoří, napětí poklesne a tlumivka pak slouží místo ochranného rezistoru.

Příklady vyráběných zářivek jsou uvedeny v tabulce.

Tabulka 5: Zářivka - výrobky

Název	Příkon	Napětí	Měrný světelný výkon	Světelný tok	Podání barev	Teplota chromatičnosti	Typ patice	Životnost	Cena	Poznámka
	W	V	lm/W	lm	R <sub>a</sub>	K		H	Kč	
Sylvania T8 Luxline Plus	15	230	63	950	≥80	2 700	G13	20 000	146	Teple bílá
Sylvania T8 Luxline Plus	18	230	75	1 350	≥80	3 000	G13	20 000	167	Teple bílá
Sylvania T8 Luxline Plus	23	230	83	1 900	≥80	3 000	G13	20 000	156	Teple bílá
Sylvania T8 Luxline Plus	30	230	80	2 400	≥80	3 000	G13	20 000	179	Teple bílá
Sylvania T8 Luxline Plus	36	230	93	3 350	≥80	3 000	G13	20 000	173	Teple bílá
Sylvania T8 Luxline Plus	58	230	90	5 000	≥80	3 000	G13	20 000	203	Teple bílá
Sylvania T8 Luxline Plus	70	230	89	5 700	≥80	3 000	G13	20 000	262	Teple bílá
Osram Lumilux T8	58	230	90	5 200	≥80	3 000	G13	20 000	89	Teple bílá
Philips TL-D	58	230	90	5 200	≥80	3 000	G13	20 000	79	Teple bílá

## 2.2 Veličiny

### 2.2.1 Příkon

Veličina, která vyjadřuje množství energie spotřebované za danou dobu. Má značku P, kterou má i výkon. Základní jednotka příkonu je watt (W). Poměr mezi výkon a příkonem se vyjadřuje v účinnosti.

$$P = \frac{W}{t},$$

kde W je práce, t je čas.

$$P = UI,$$

kde U je proud, I je napětí.

### 2.2.2 Světelný tok

Veličina, která vyjadřuje množství světelné energie. Má značku  $\Phi$ . Vyjadřuje to množství záření za danou dobu. Světelný tok hodnotíme s přihlédnutím k citlivosti našeho oka na různé vlnové délky světla. Je to fotometrická veličina, která charakterizuje světelný výkon záření nebo zdroje. Základní jednotka je lumen ( lm ).

### 2.2.3 Měrný světelný výkon

Měrný světelný výkon udává, s jakou efektivitou je dodávaný elektrický příkon přeměňován na světlo. Základní jednotka lumen/Watt ( lm/W ).

### 2.2.4 Životnost

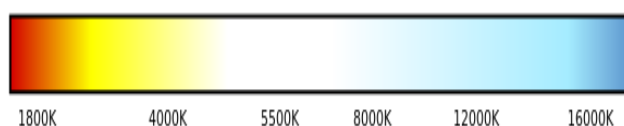
Je veličina, která udává průměrnou dobu provozu světelného zdroje do jeho zničení. Jeho hodnota je orientační s vysokou tolerancí, která se může pohybovat v desítkách procent i více. Udávána v hodinách nebo i v letech.

### 2.2.5 Index podání barev

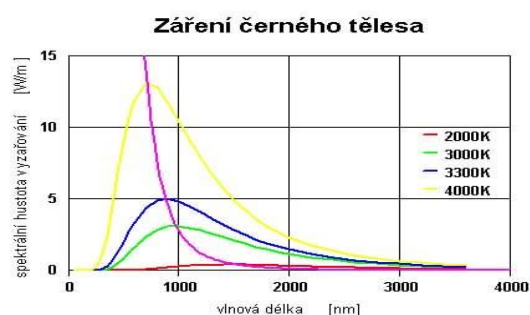
Označuje míru shody vyzařovaného spektra záření oproti viditelnému spektru, respektive oproti srovnávacím světelným zdrojům. Světelný zdroj, který má  $R_a=100$ , ukazuje všechny barvy. Čím menší je odchylka, tím lepší je vlastnost podání barev zkoušeného světelného zdroje. Vyjadřují se ve stupních. Čím menší je hodnota  $R_a$ , tím je podání barev horší.

### 2.2.6 Teplota chromatičnosti

Definuje porovnáním světelného zdroje s černým tělesem, který se znázorňuje v Planckově křivce. Jednotka je Kelvin (K).



Obrázek 8: Barevná teplota (5)



Obrázek 9: Záření černého tělesa (6)

### 2.2.7 Intenzita osvětlení

Veličina, která je podobná světelnému toku dopadající na jednotku plochy. Je podílem světelného toku a plochy. Když se jedná o bodový zdroj o svítivosti  $I$  a paprsků, který dopadá pod úhlem  $\alpha$  a k normále plochy, vzdálené od zdroje. Má značku  $E$ . Jednotka je lux ( lx ).

$$E = \frac{\Phi}{S},$$

kde  $\Phi$  je tok světelného zdroje,  $S$  je obsah.

$$E = \frac{I}{r^2} \cos\alpha,$$

kde  $I$  je zdroj svítivosti,  $r$  je vzdálenost od zdroje,  $\cos \alpha$  je úhel dopadajícího paprsku

### 2.2.8 Svítivost

Veličina, která udává hustotu světelného toku v daném úhlu. Je-li dána u žárovky hodnota svítivosti, je také dán i úhel, pro který tato hodnota platí. Jednotka je candela (cd).

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega},$$

kde  $d\Phi$  je tok světelného zdroje,  $d\Omega$  je prostorový úhel.

## 2.3 Úspora energie

Úspora energie je pojem, který vyjadřuje snížení požadavků na dodávku energie při zachování stejných nebo obdobných užitných vlastností zdrojů světla. S tím jsou spojeny také nižší finanční náklady na provoz zdrojů světla. Je třeba také hodnotit investiční náklady na pořízení úspornějšího zdroje světla, aby úspora provozních nákladů nestála příliš velké náklady při jejich pořízení. Používá se v interiérech ale je používána i v externím osvětlení jako je veřejné osvětlení. Obce chtějí, aby jejich veřejné osvětlení nebralo tolik energie, protože do toho dávají hodně financí a k tomu ještě jejich častá údržba. Proto obce hledají nějakou cestu, která by vedla k úspoře energie.



### 2.3.1 Kvalitnější zdroje

Jednou z možností, jak uspořit energii je použití kvalitních moderních úsporných zdrojů s LED, které vydrží až 30 let a náklady na údržbu jsou minimální. Nevyžadují prakticky žádnou údržbu, pokud nepočítáme jejich čištění, které je také méně časté než vyžadují ostatní druhy světelných zdrojů. Je problém, že obce na to nemají peníze, ale v dnešní době se dá půjčit nízkoprocentní úvěr na dlouhou dobu. Tím pádem by si obce mohli koupit kvalitní LED osvětlení, jejichž pořízení by bylo sice dražší, ale úsporou energie spojenou s nízkoprocentním úvěrem, by se tato investice vrátila.

### 2.3.2 Solární panely

Další možnost úspory energie je použití k veřejnému osvětlení fotovoltaické panely, díky nimž by se zmenšila spotřeba energie. Solární panel by vytvářel energii, která by přes den nabíla baterie, ze kterých by poté v noci byla tato energie využita pro osvětlování obce. Až po vybití by se využívala vlastní energie získaná z panelů.

### 2.3.3 Pohybový snímač

Jedna z možností je pohybový snímač, který by snímal pohyb. Když by tam někdo prošel tak by se světlo rozsvítil a po jeho odchodu by samo zhaslo. Nelze to však uplatnit na celou obec, protože důležitá místa musí být osvětlena celou noc, byť se sníženým výkonem. Musí být zapnuta alespoň 40% obce a zbytek by byl na optický snímač. Důležité je, aby byly rozsvíceny lampy, které jsou u veřejných budov, nádraží nebo hospod, kde je to nutné. Dalo by se tam pak nastavit, že před hospodou by to svítilo až do 1 hodiny ráno, poté by se přepnula na režim s optickým snímačem. Je možné jen u LED.

### 2.3.4 Vynechání lamp

Dále je možnost, aby svítili lampy, buď ob jednu lampu, nebo ob dvě. Tím by se zmenšila spotřeba energie až o 50% a to je hodně. Dalo by se to udělat tak, že by svítila půlku noci první světla a druhou půlku by svítili druhý světla. Také by to šlo ob den. Tento režim jsem našel v obci Divec.

### **2.3.5 Omezení času osvětlování**

Dále by mohlo být omezení doby svícení světel. Osvětlení svítilo jen večer (např. do 23:00 a poté ráno (např. od 4:30 hodin, když se lidé vrací domů nebo jsou do práce. V létě by to bylo jiné než v zimě, protože západ a východ slunce je v jinou dobu. V létě by mohla světla svítit od 8 večer až do půlnoci a poté od 4 do 6 ráno. V zimě by mohli svítit od 5 večer až do půlnoci a od 4 do 7. Možnost je tam i dát soumrakový spínač světla, který by rozsvítil lampy v době, kdy by začala tma a ráno je po rozbřesku zase vypnul.

### **2.3.6 Kombinace**

Samozřejmě je možnost smysluplně kombinovat tyto druhy úspor. Je mnoho možností, jak by se mohly navzájem kombinovat.

### 3 Praktická část

Praktická část má dva cíle, kdy první z nich je vyhledání a zmapování světél ve čtyřech obcích okolo Hradce Králové, které mají dominantní (nejlépe monotypní) zdroje světla na veřejném osvětlení. Výběr se nám podařil splnit z 75%, neboť 3 ze čtyř obcí mají monotypní druh osvětlení, a pouze jedna obec má kombinaci dvou. Avšak obec pouze se rtuťovými výbojkami se mi najít nepodařilo. Jedná se o obce Habřina (LED), Jeřičky (sodíkové a rtuťové), Librantice (sodíkové) a Uhřínovice (zářivky).

Dále pak z informací poskytnutých starosty obcí o spotřebě v dané obci vytvořil model pro porovnání jednotlivých osvětlení v obcích, jak z hlediska objektivního (energie, náklady), tak i subjektivního (dostatek osvětlení, barva světla apod.).

#### 3.1 Metodika práce

Úkolem je, zmapovat všechna svítidla v obcích pomocí souřadnic, díky kterým lze spočítat vzdálenost mezi nimi a zakreslit je do mapy. Druhý cíl je, změření osvětlení vozovky svítidly pomocí luxmetru. Zjistit maximum osvětlení pod svítidlem a také minimum osvětlení mezi dvěma svítidly. Údaje o souřadnicích zapíšeme do tabulky, z nichž pak spočítám jednotlivé vzdálenosti mezi sloupy a ty na mapě zakreslím. Dále zapíši hodnoty z měření osvětlení do tabulek. Vytvoříme si speciální tabulku, díky které si můžeme vytvořit graf, který skoro odpovídá dané trase. Pomocí laserového měřiče vzdálenosti jsem měřil výšku stožáru. Změřené výšky jsem zaokrouhlil na čísla 4, 6 a 8 metrů. Pomocí digitálního luxmetru jsem měřil osvětlení.



Obrázek 10: Mapa vybraných obcí

Obce jsem si vytipoval během našich okružních cest během večerů po obcích Královéhradecka, s tím abych si vyhledal nejvhodnější obce pro moji práci. Takové obce jsou tzv. jednodruhové, tj. že mají pouze jeden druh zdroje osvětlení. Pro zdroje LED, sodíkové výbojky a zářivky se mi podařilo takové obce najít, avšak obec pouze se rtuťovými výbojkami jsem nenašel. Nejvýhodněji se mi mezi našimi obcemi jevily Jeřičky, které měly 10 světel rtuťových a 6 světel sodíkových.

Další fáze byla evidence všech světel ve vybraných obcích. Během dne jsem zaevidoval všechna světla v dané obci a večer jsem potom provedl jejich měření. Evidenci sloupů jsem prováděl očíslováním jednotlivých sloupů a do tabulky jsem zapsal jeho GPS souřadnice. Ty jsem zjišťoval pomocí IPHONE 4.

Vlastní měření osvětlení začínalo v kolem 6 hodiny večer. Měřil jsem osvětlení vodorovně k svítidlu tak, abych našel maximum jednoho svítidla a minimum mezi dvěma svítidly, které se většinou pohybovalo kolem středu mezi nimi. Pro snadnější měření osvětlení jsem čidlo luxmetru připevnil páskou k teleskopické trekingové holi tak, abych mohl měření na vozovce provádět vestoje. Při měření jsem vůbec držel v klidu, tak aby pohyb neovlivňoval výsledky měření. Měření jsem prováděl bez měsíčního svít, bez deště, sněžení, mlhy, kouře apod.

Během evidence svítidel, měření osvětlení a zapisování souřadnic mi dopravu zajišťoval můj otec. Při měření na vozovce jsem měl kvůli bezpečnosti na sobě oranžovou reflexní vestu. Na moji bezpečnost dohlížel můj otec.

**Tabulka 6: Měřicí nástroje**

Název	Typ	Značka	Výrobní číslo	Měřicí rozsah
Laserový měřič vzdálenosti	LDM-100	CEM	10078145	0,05 ... 50 m
Digitální luxmetr	DT-1308	CEM	12085632	0,01 ... 0,1 klux

Při zpracování údajů bylo třeba zohlednit režimy svícení jednotlivých obcí jako je např. způsob zapínání, přerušení svícení či omezení svícení vypínáním jednotlivých okruhů osvětlení např. ob jedno, ob dvě atd.. Proč zapínání a vypínání nejčastěji používá soumrakový spínač, který automaticky vypíná a zapíná osvětlení obce. Zapíná navečer při soumraku a ráno vypíná při rozbřesku. Zdroj světla průměrně svítí 12 hodin za rok. Letní slunovrat je 21. června, kdy den má 18 hodin a noc má 6 hodin. Poté do příchodu zářijové rovnodennosti se vyrovná doba dne a noci. Dále se prodlužuje délka noci až do zimního slunovratu, kdy se

stmívá v 16:00 a rozednívá v 8:00, tedy noc trvá 16 hodin a den trvá pouze 8 hodin. Zimní slunovrat je 21. prosince. Po zimním slunovratu se noc zkracuje a den prodlužuje. 21. března dochází k jarní rovnodennosti, kdy je den stejně dlouhý jako noc. Z toho důvodu se doba svícení během roku se stále mění. Některé obce z důvodu úspory energie v průběhu noci osvětlení snižují nebo jej dokonce vypínají úplně. Ráno před rozedněním osvětlení obce opět rozsvěcí.

Jelikož výšky stožárů osvětlení jsou různé (4, 6, 8 m) a údaje by se nedaly porovnávat, zavedl jsem Koeficient korekce výšky, který převádí všechny hodnoty osvětlení na osvětlení ze stožáru o výšce 8m.

$$\text{Koeficient korekce výšky sloupu [ - ]} = \frac{8^2}{(\text{Výška sloupu [ m ]})^2}$$

Dále pak Normované osvětlení, což je hodnota osvětlení přepočtená na sloup o výšce 8 m.

$$\text{Normované osvětlení [ lx ]} = \frac{\text{Osvětlení [ lx ]}}{\text{Koeficient korekce výšky sloupu}}$$

Poslední zavedená veličina je Měrná intenzita osvětlení, která vyjadřuje hodnotu Osvětlení na jeden kilowatt.

$$\text{Měrná intenzita osvětlení} \left[ \frac{\text{lx}}{\text{kW}} \right] = \frac{\text{Normované osvětlení [ lx ]}}{\text{Příkon [ kW ]}}$$

## 3.2 Výsledky

Průběh práce probíhal docela dobře. Získávání informací o osvětlení proběhlo bez problému, ale informace od obcí o spotřebě byla komplikovaná. Některé obce neprovozovali osvětlení, ale provozovala jej firma. Tak jsem nemohl od nich dostat informace o spotřebě. Nakonec jsem od uvedených obcí dostal nějaké informace, které mi pomohou. Počítání světel ve dne a jejich určování souřadnic proběhlo bez problému. Měření proběhlo skoro bez problému. Jen některé zdroje nesvítily.

### 3.2.1 Obec Habřina

Habřina je obec nacházející se u Smiřic v Královéhradeckém kraji. Habřina má rozlohu 6,09 km<sup>2</sup>. Počet obyvatel je 289. Zeměpisné souřadnice jsou 50° 19' 44" s. š., 15° 49' 24" v. d.. Habřina leží v nadmořské výšce 264 metrů.

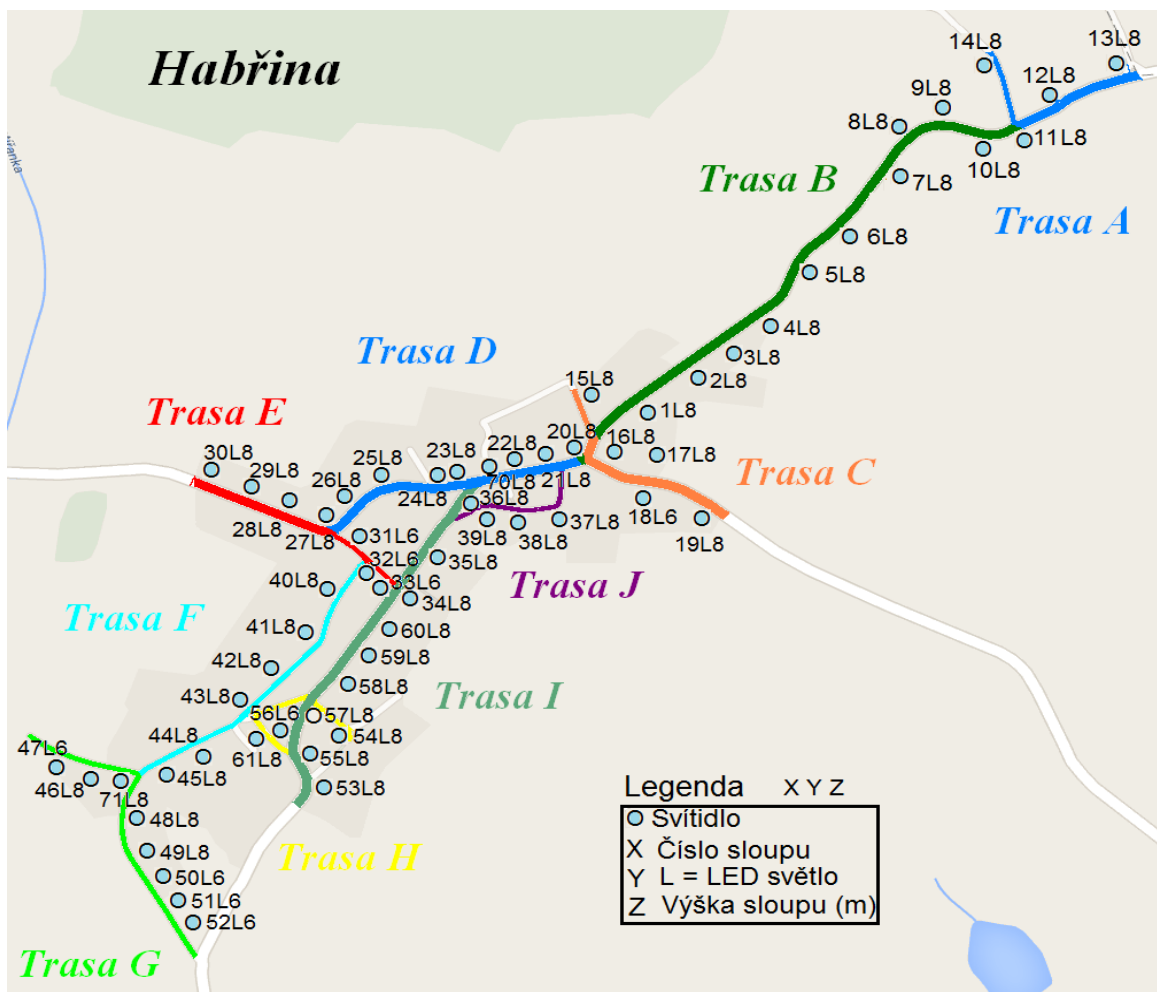
Nachází se zde 71 lamp, které jsou LED. Rozsah výšku stožáru je 6-8 metrů. Určil jsem si 10 tras, díky kterým změřím trasu se svítidly. Hlavně minimum mezi dvěma svítidly a maximum pod jedním svítidlem. Osvětlení zde svítí průměrně 12 hodin za rok. Zrealizováno osvětlení v roce 2012. Celková délka tras veřejného osvětlení činí 4494 metrů.



Obrázek 12:LED svítidlo



Obrázek 13:Led svítidlo se stožárem

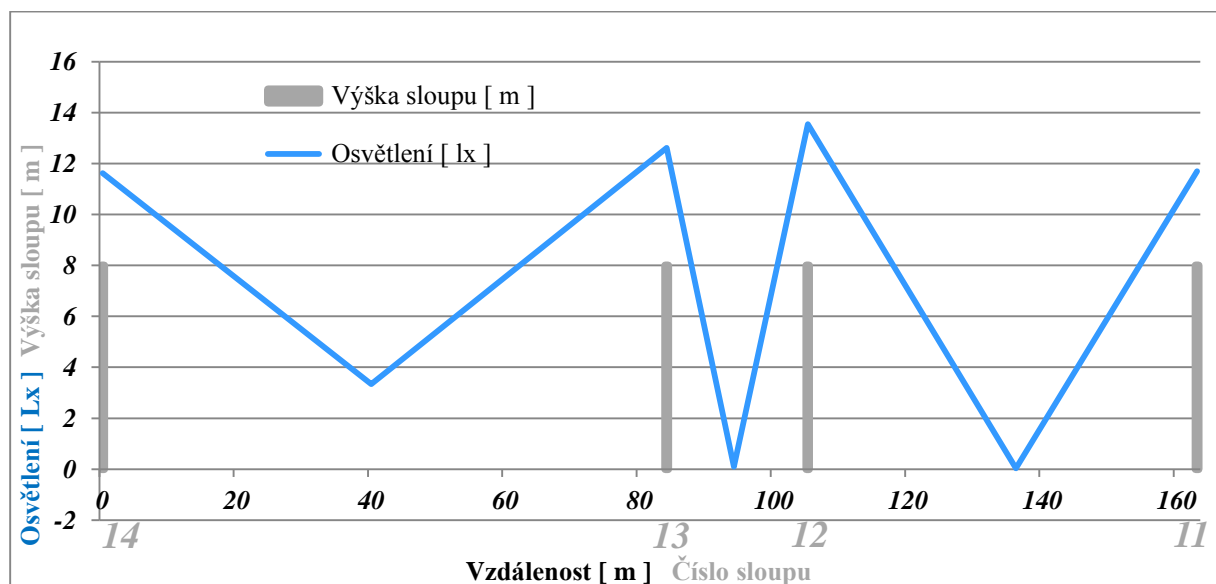


Obrázek 11: Mapa tras světél v Habřině

# Trasa A

# Habřina

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Zdroj světla	Příkon [ W ]
14		11,62	8	LED	30
	40	3,34			
13	84	12,61	8	LED	30
	94	0,10			
12	105	13,55	8	LED	30
	136	0,03			
11	163	11,70	8	LED	30



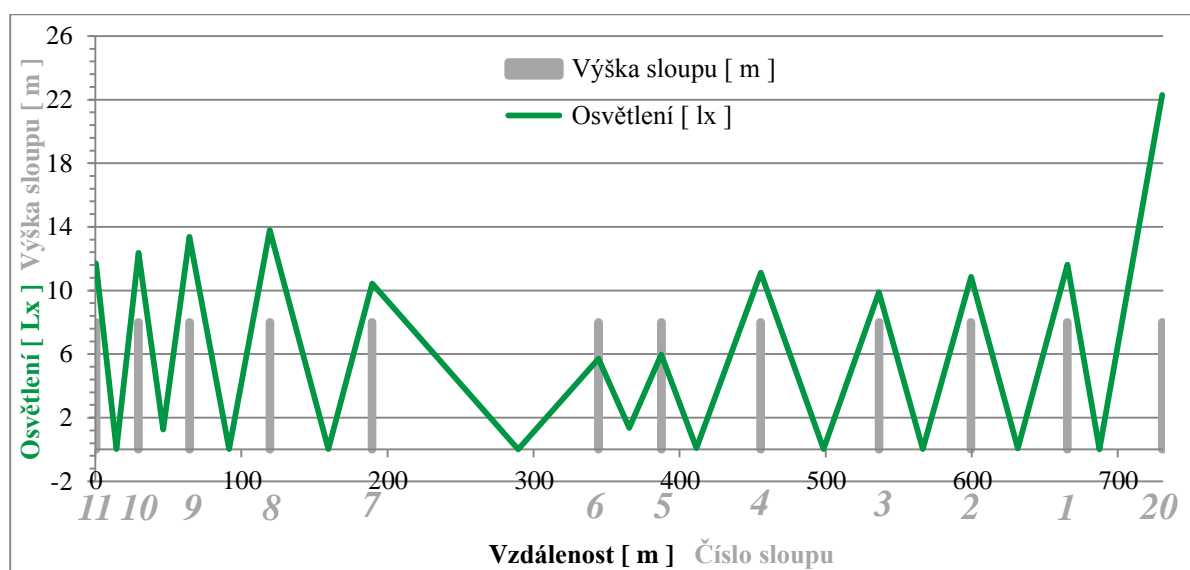
Graf 1: Trasa A Habřina

Tabulka 7: Trasa B Habřina

## Trasa B

## Habřina

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Zdroj světla	Příkon [ W ]
<b>11</b>		<b>11,70</b>	8	LED	30
	14	<b>0,03</b>			
<b>10</b>	29	<b>12,36</b>	8	LED	30
	46	<b>1,25</b>			
<b>9</b>	64	<b>13,38</b>	8	LED	30
	91	<b>0,02</b>			
<b>8</b>	119	<b>13,79</b>	8	LED	30
	159	<b>0,03</b>			
<b>7</b>	189	<b>10,43</b>	8	LED	30
	289	<b>0,01</b>			
<b>6</b>	344	<b>5,70</b>	8	LED	30
	365	<b>1,35</b>			
<b>5</b>	387	<b>5,97</b>	8	LED	30
	411	<b>0,08</b>			
<b>4</b>	455	<b>11,13</b>	8	LED	30
	498	<b>0,02</b>			
<b>3</b>	536	<b>9,90</b>	8	LED	30
	566	<b>0,02</b>			
<b>2</b>	599	<b>10,86</b>	8	LED	30
	631	<b>0,06</b>			
<b>1</b>	665	<b>11,62</b>	8	LED	30
	687	<b>0,01</b>			
<b>20</b>	730	<b>22,30</b>	8	LED	70



Graf 2: Trasa B Habřina

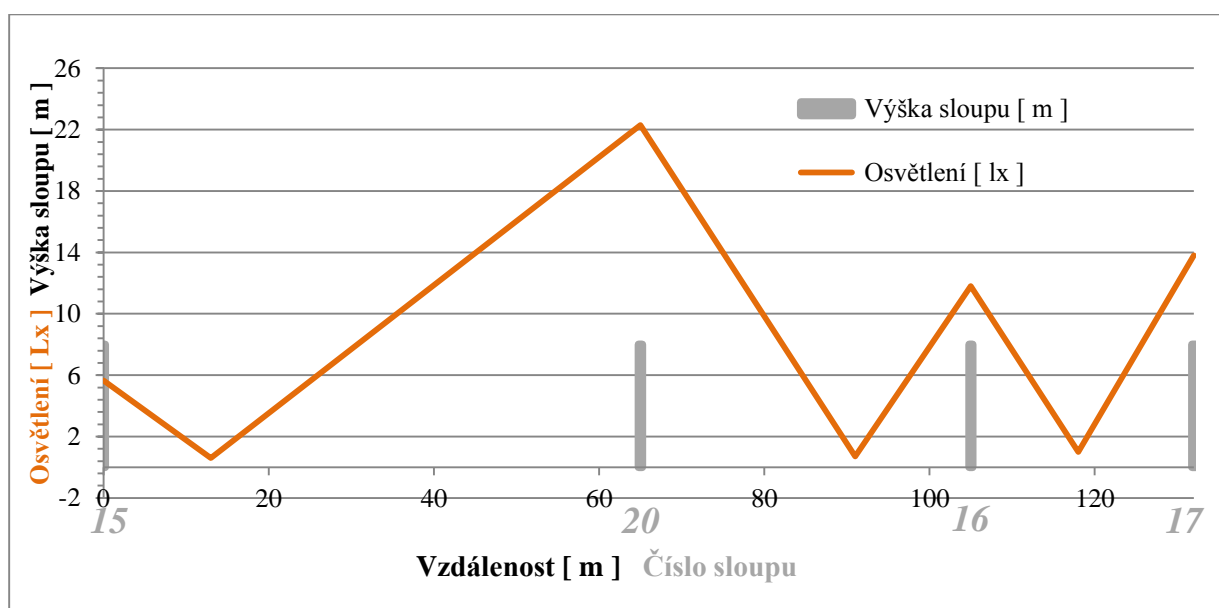


Tabulka 8: Trasa C Habřina

## Trasa C

## Habřina

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Zdroj světla	Příkon [ W ]
15		5,65	8	LED	30
	13	0,6			
20	65	22,30	8	LED	70
	91	0,70			
16	105	11,80	8	LED	30
	118	1,00			
17	132	13,80	8	LED	30



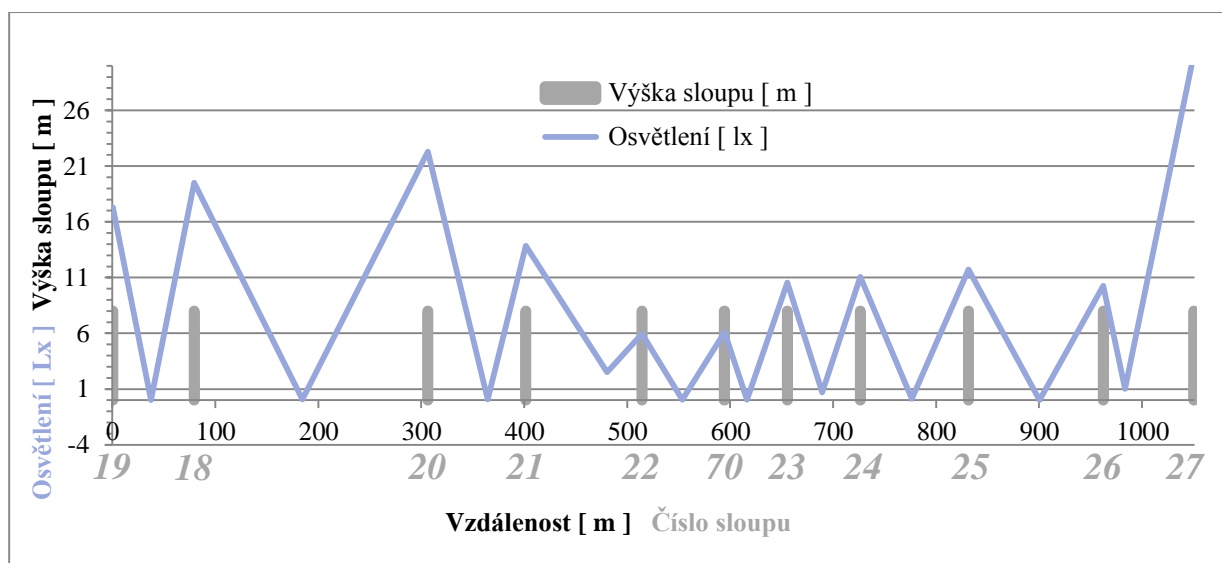
Graf 3: Trasa C Habřina

Tabulka 9: Trasa D Habřina

## Trasa D

## Habřina

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Zdroj světla	Příkon [ W ]
19		17,30	8	LED	70
	37	0,01			
18	79	19,50	8	LED	70
	185	0,06			
20	306	22,30	8	LED	70
	365	0,06			
21	401	13,85	8	LED	30
	480	2,50			
22	514	5,96	8	LED	30
	554	0,03			
70	594	6,09	8	LED	30
	616	0,03			
23	655	10,55	8	LED	30
	690	0,70			
24	726	11,06	8	LED	30
	777	0,11			
25	831	11,72	8	LED	30
	901	0,02			
26	962	10,25	8	LED	30
	984	1,02			
27	1 050	31,02	8	LED	70



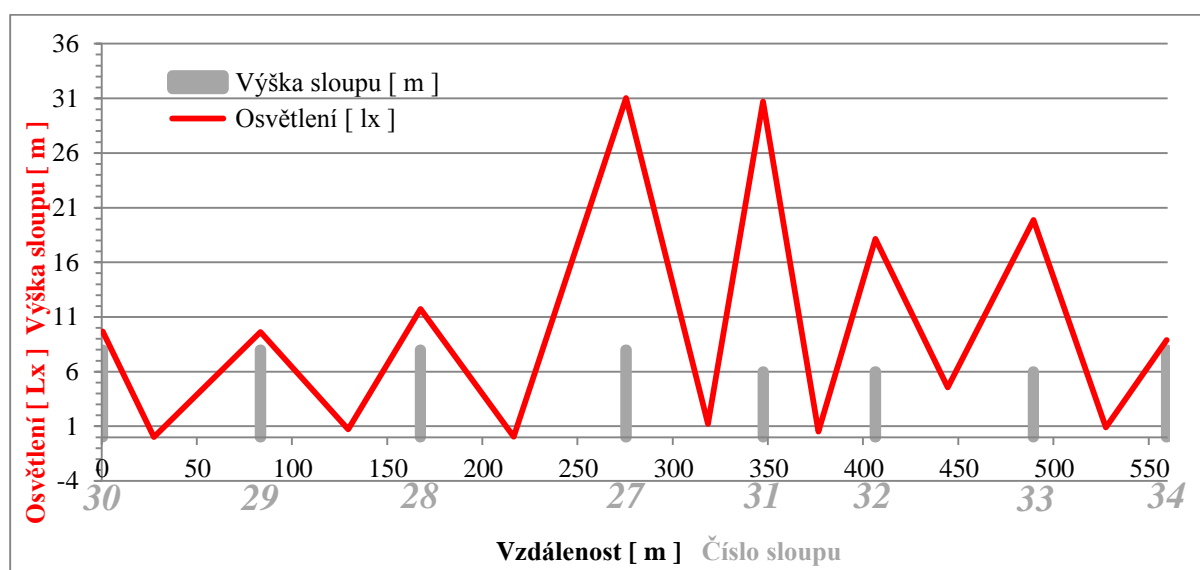
Graf 4: Trasa D Habřina

Tabulka 10: Trasa E Habřina

## Trasa E

## Habřina

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Zdroj světla	Příkon [ W ]
30		9,68	8	LED	30
	28	0,01			
29	83	9,63	8	LED	30
	130	0,72			
28	168	11,74	8	LED	30
	216	0,04			
27	275	31,02	8	LED	70
	319	1,23			
31	347	30,72	6	LED	70
	377	0,51			
32	407	18,14	6	LED	30
	444	4,56			
33	489	19,87	6	LED	30
	528	0,89			
34	560	8,88	8	LED	30



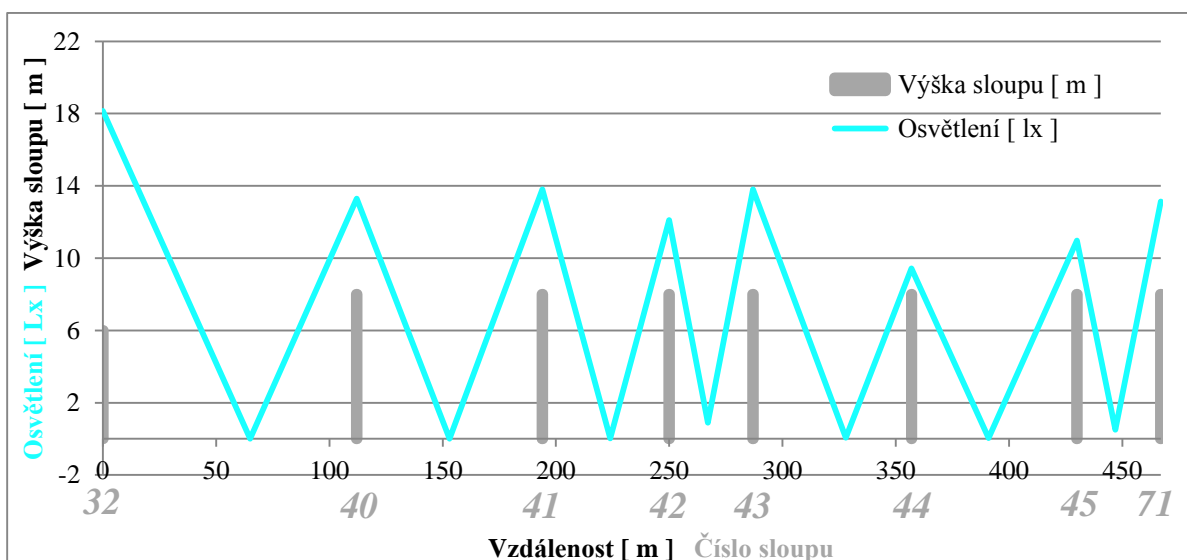
Graf 5: Trasa E Habřina

Tabulka 11: Trasa F Habřina

## Trasa F

## Habřina

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Zdroj světla	Příkon [ W ]
32		18,14	6	LED	30
	65	0,01			
40	113	13,30	8	LED	30
	153	0,01			
41	195	13,80	8	LED	30
	225	0,02			
42	251	12,11	8	LED	30
	268	0,90			
43	287	13,80	8	LED	30
	329	0,06			
44	357	9,43	8	LED	30
	391	0,05			
45	431	10,97	8	LED	30
	448	0,50			
71	468	13,14	8	LED	30



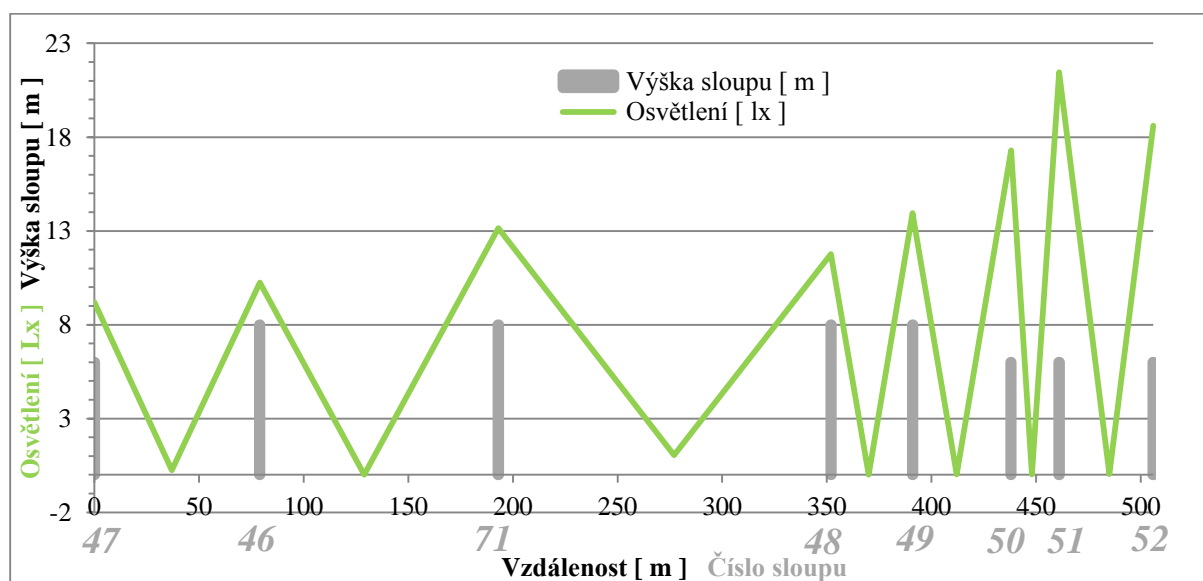
Graf 6: Trasa F Habřina

Tabulka 12: Trasa G Habřina

## Trasa G

## Habřina

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Zdroj světla	Příkon [ W ]
47		9,21	6	LED	30
	37	0,25			
46	79	10,25	8	LED	30
	129	0,01			
71	194	13,14	8	LED	30
	277	1,05			
48	352	11,76	8	LED	30
	370	0,01			
49	391	13,95	8	LED	30
	412	0,03			
50	439	17,29	6	LED	30
	449	0,02			
51	461	21,46	6	LED	30
	485	0,05			
52	506	18,61	6	LED	30



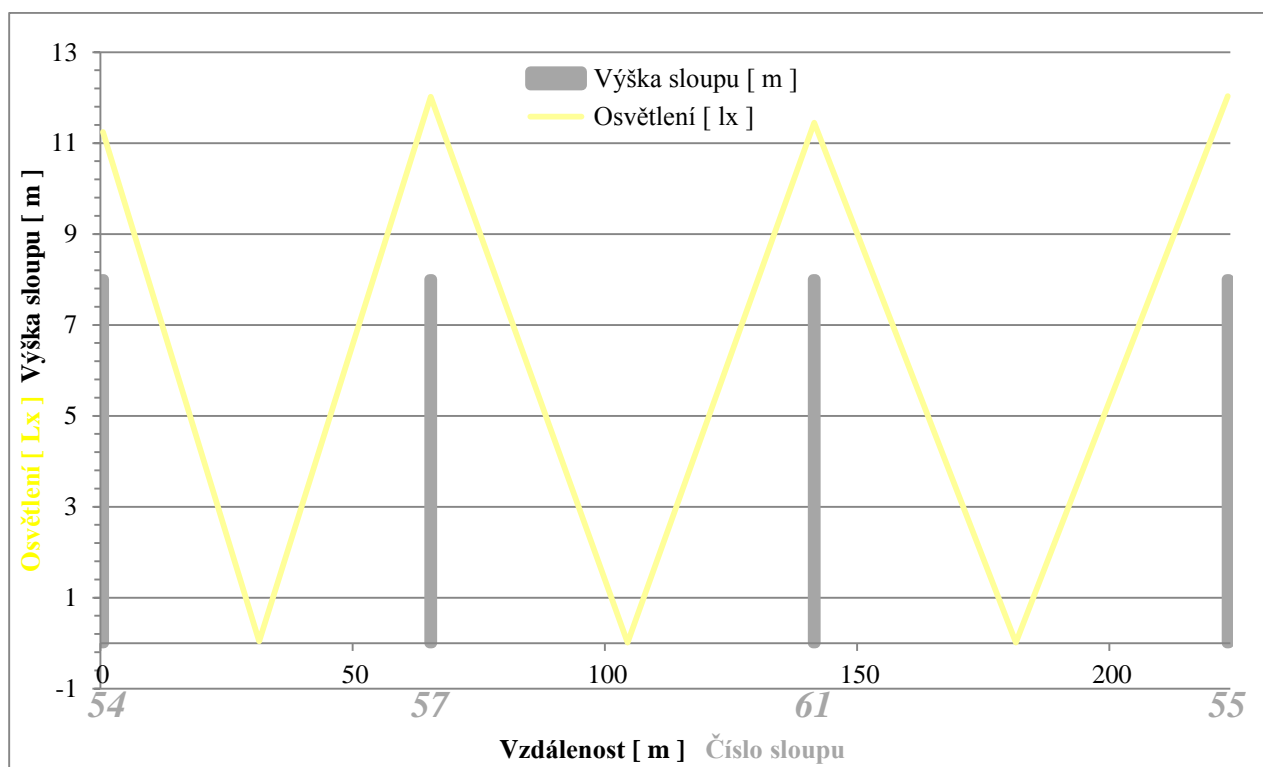
Graf 7: Trasa G Habřina

Tabulka 13: Trasa H Habřina

Trasa H

Habřina

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Zdroj světla	Příkon [ W ]
54		11,24	8	LED	30
	32	0,04			
57	66	12,02	8	LED	30
	105	0,01			
61	142	11,45	8	LED	30
	182	0,01			
55	224	12,03	8	LED	30



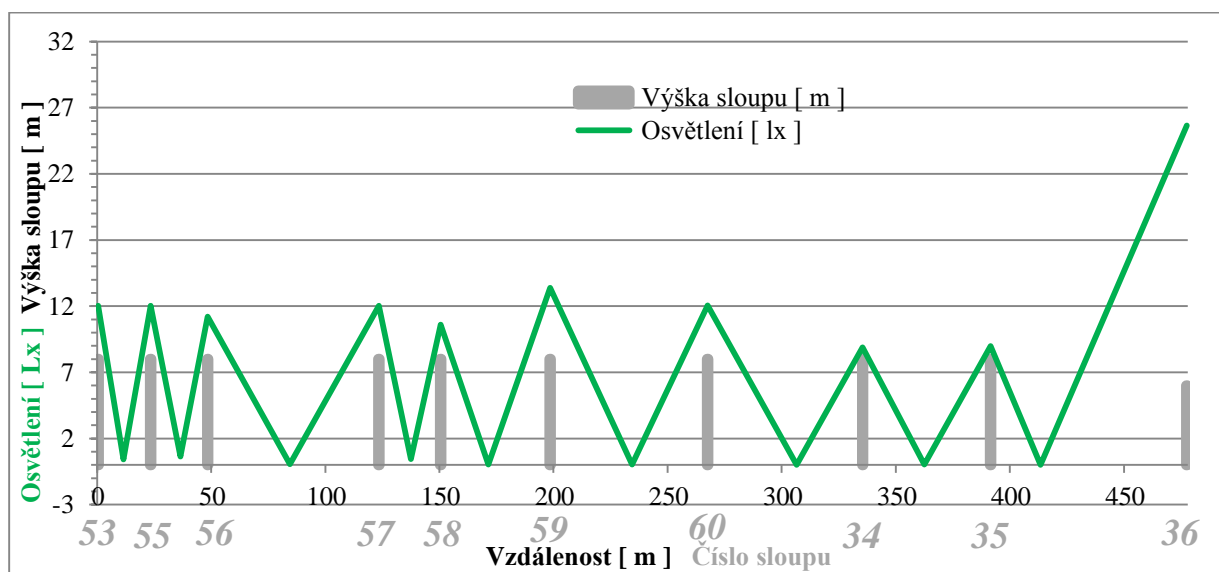
Graf 8: Trasa H Habřina

Tabulka 14: Trasa I Habřina

# Trasa I

# Habřina

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Zdroj světla	Příkon [ W ]
53		12,03	8	LED	30
	12	0,42			
55	24	12,03	8	LED	30
	37	0,65			
56	48	11,21	8	LED	30
	84	0,06			
57	123	12,02	8	LED	30
	138	0,45			
58	150	10,60	8	LED	30
	172	0,03			
59	199	13,39	8	LED	30
	235	0,04			
60	268	12,06	8	LED	30
	307	0,02			
34	335	8,88	8	LED	30
	363	0,03			
35	391	8,99	8	LED	30
	414	0,02			
36	477	25,66	6	LED	30



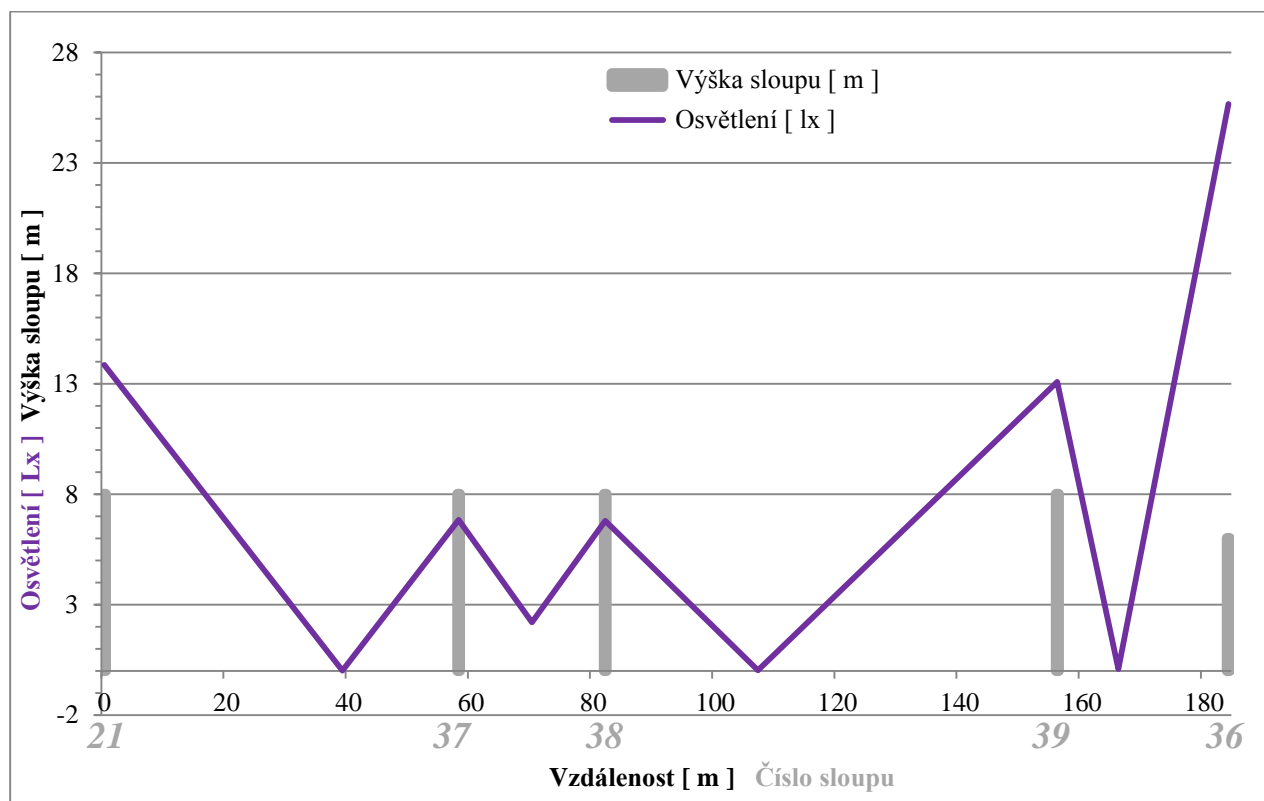
Graf 9: Trasa I Habřina

Tabulka 15: Trasa J Habřina

# Trasa J

# Habřina

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Zdroj světla	Příkon [ W ]
21		13,85	8	LED	30
	39	0,01			
37	59	6,84	8	LED	30
	71	2,20			
38	83	6,79	8	LED	30
	108	0,02			
39	157	13,08	8	LED	30
	166	0,08			
36	184	25,66	6	LED	30



Graf 10: Trasa J Habřina



Tabulka 16: Osvětlení Habřina

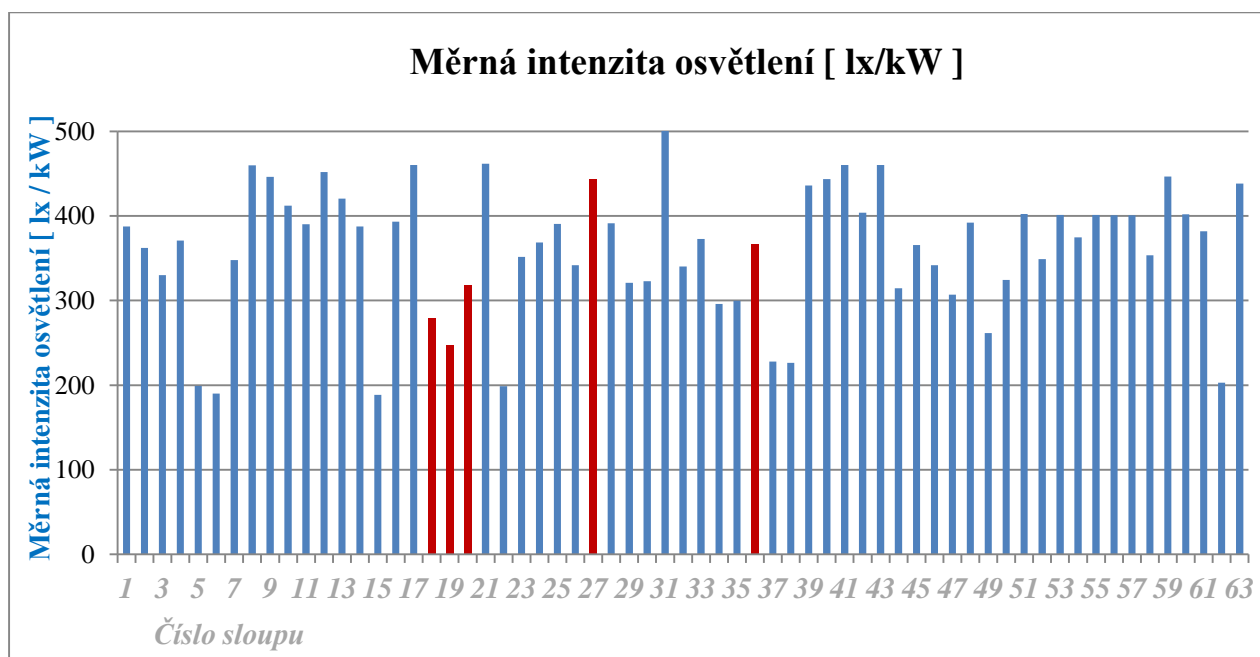
## Osvětlení

## Habřina

Číslo sloupu	Zdroj světla	Výška sloupu [ m ]	Koeficient korekce	Osvětlení [ lx ]	Normované osvětlení [ lx ]	Příkon [ W ]	Měrná intenzita osvětlení [ lx/kW ]
1	LED	8	1,00	11,62	11,62	30	387
2	LED	8	1,00	10,86	10,86	30	362
3	LED	8	1,00	9,90	9,90	30	330
4	LED	8	1,00	11,13	11,13	30	371
5	LED	8	1,00	5,97	5,97	30	199
6	LED	8	1,00	5,70	5,70	30	190
7	LED	8	1,00	10,43	10,43	30	348
8	LED	8	1,00	13,79	13,79	30	460
9	LED	8	1,00	13,38	13,38	30	446
10	LED	8	1,00	12,36	12,36	30	412
11	LED	8	1,00	11,70	11,70	30	390
12	LED	8	1,00	13,55	13,55	30	452
13	LED	8	1,00	12,61	12,61	30	420
14	LED	8	1,00	11,62	11,62	30	387
15	LED	8	1,00	5,65	5,65	30	188
16	LED	8	1,00	11,80	11,80	30	393
17	LED	8	1,00	13,80	13,80	30	460
18	LED	8	1,00	19,50	19,50	70	279
19	LED	8	1,00	17,30	17,30	70	247
20	LED	8	1,00	22,30	22,30	70	319
21	LED	8	1,00	13,85	13,85	30	462
22	LED	8	1,00	5,96	5,96	30	199
23	LED	8	1,00	10,55	10,55	30	352
24	LED	8	1,00	11,06	11,06	30	369
25	LED	8	1,00	11,72	11,72	30	391
26	LED	8	1,00	10,25	10,25	30	342
27	LED	8	1,00	31,02	31,02	70	443
28	LED	8	1,00	11,74	11,74	30	391
29	LED	8	1,00	9,63	9,63	30	321
30	LED	8	1,00	9,68	9,68	30	323
31	LED	6	1,78	30,72	17,28	30	576
32	LED	6	1,78	18,14	10,20	30	340
33	LED	6	1,78	19,87	11,18	30	373
34	LED	8	1,00	8,88	8,88	30	296
35	LED	8	1,00	8,99	8,99	30	300
36	LED	8	1,00	25,66	25,66	70	367
37	LED	8	1,00	6,84	6,84	30	228
38	LED	8	1,00	6,79	6,79	30	226
39	LED	8	1,00	13,08	13,08	30	436
40	LED	8	1,00	13,30	13,30	30	443

Číslo sloupu	Zdroj světla	Výška sloupu [ m ]	Koeficient korekce	Osvětlení [ lx ]	Normované osvětlení [ lx ]	Příkon [ W ]	Měrná intenzita osvětlení [ lx/kW ]
41	LED	8	1,00	13,80	13,80	30	460
42	LED	8	1,00	12,11	12,11	30	404
43	LED	8	1,00	13,80	13,80	30	460
44	LED	8	1,00	9,43	9,43	30	314
45	LED	8	1,00	10,97	10,97	30	366
46	LED	8	1,00	10,25	10,25	30	342
47	LED	8	1,00	9,21	9,21	30	307
48	LED	8	1,00	11,76	11,76	30	392
49	LED	6	1,78	13,95	7,85	30	262
50	LED	6	1,78	17,29	9,73	30	324
51	LED	6	1,78	21,46	12,07	30	402
52	LED	6	1,78	18,61	10,47	30	349
53	LED	8	1,00	12,03	12,03	30	401
54	LED	8	1,00	11,24	11,24	30	375
55	LED	8	1,00	12,03	12,03	30	401
56	LED	8	1,00	12,02	12,02	30	401
57	LED	8	1,00	12,02	12,02	30	401
58	LED	8	1,00	10,60	10,60	30	353
59	LED	8	1,00	13,39	13,39	30	446
60	LED	8	1,00	12,06	12,06	30	402
61	LED	8	1,00	11,45	11,45	30	382
70	LED	8	1,00	6,09	6,09	30	203
71	LED	8	1,00	13,14	13,14	30	438

Celkem	LED				11,91	2090	362
--------	-----	--	--	--	-------	------	-----



Graf 11: Měrná intenzita osvětlení Habřina

### 3.2.2 Obec Jeřičky

Je malá vesnice, která se nachází u Hořiněvsi v Královéhradeckém kraji. Je součástí obce Hořiněves. Má rozlohu 1,75 km<sup>2</sup>. Počet obyvatel je 22. Nachází se zde 30 domů. Zeměpisné souřadnice jsou 50° 20' 38" s. š., 15° 46' 11" v. d..

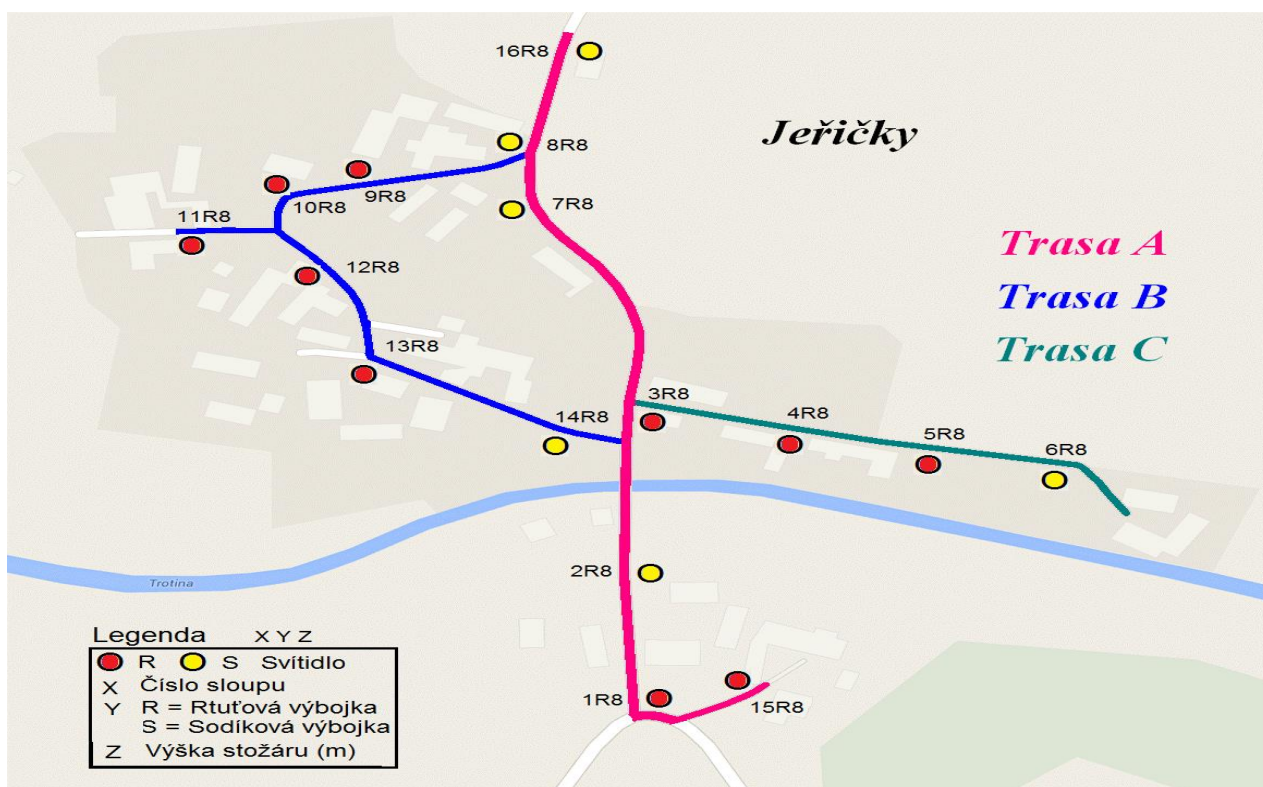
Nachází se zde 16 lamp. Rtuťových výbojek je 10 a sodíkových výbojek je 6. Rozsah výšky stožáru je 8 metrů. Určil jsem si 10 tras, díky nimž změřím trasu se svítidly. Hlavně minimum mezi dvěma svítidly a maximum pod jedním svítidlem. Je zde automatický soumrakový spínač, který svítí průměrně 12 hodin na den za rok. Zrealizováno osvětlení v 70. letech 20. století. Celková délka tras veřejného osvětlení činí 820 metrů.



Obrázek 14: Elektrosvit 4441970 Rtuťová výbojka



Obrázek 15: Elektrosvit 4441970 Sodíková výbojka



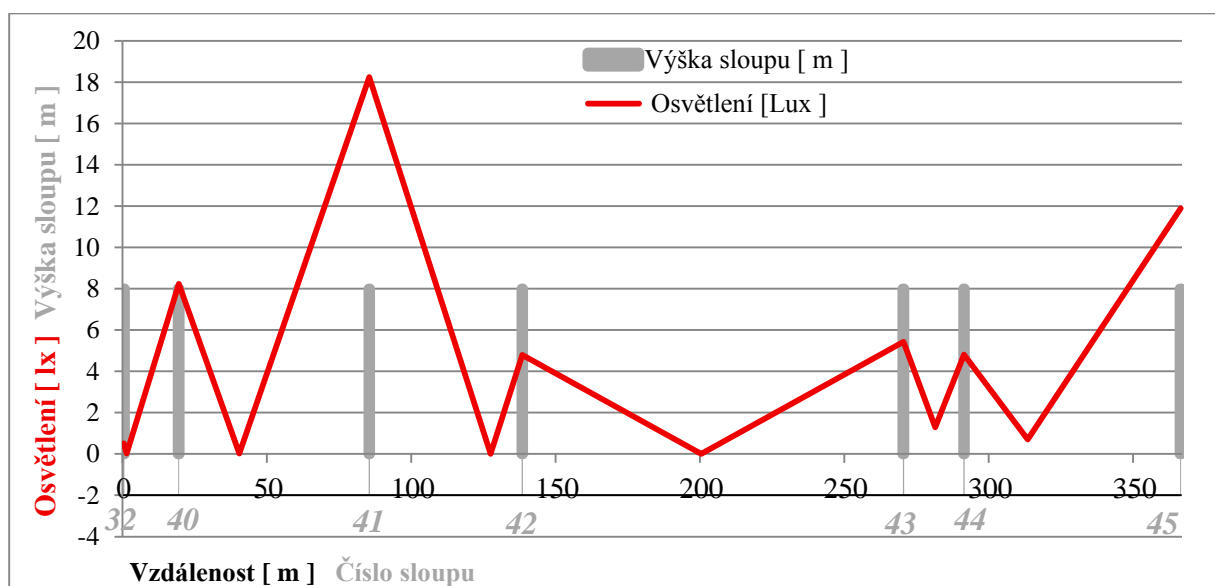
Obrázek 17: Mapa tras světél v Jeřičkách

Tabulka 17: Trasa A Jeřičky

# Trasa A

# Jeřičky

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení	Výška sloupu [ m ]	Výbojka	Příkon [ W ]
15		0,52	8	Rtuťová	80
	1	0,02			
1	19	8,24	8	Rtuťová	125
	40	0,02			
2	85	18,24	8	Sodíková	250
	127	0,01			
3	138	4,80	8	Rtuťová	80
	200	0,0			
7	270	5,43	8	Sodíková	70
	281	1,30			
8	291	4,81	8	Sodíková	70
	313	0,70			
16	366	11,90	8	Sodíková	150



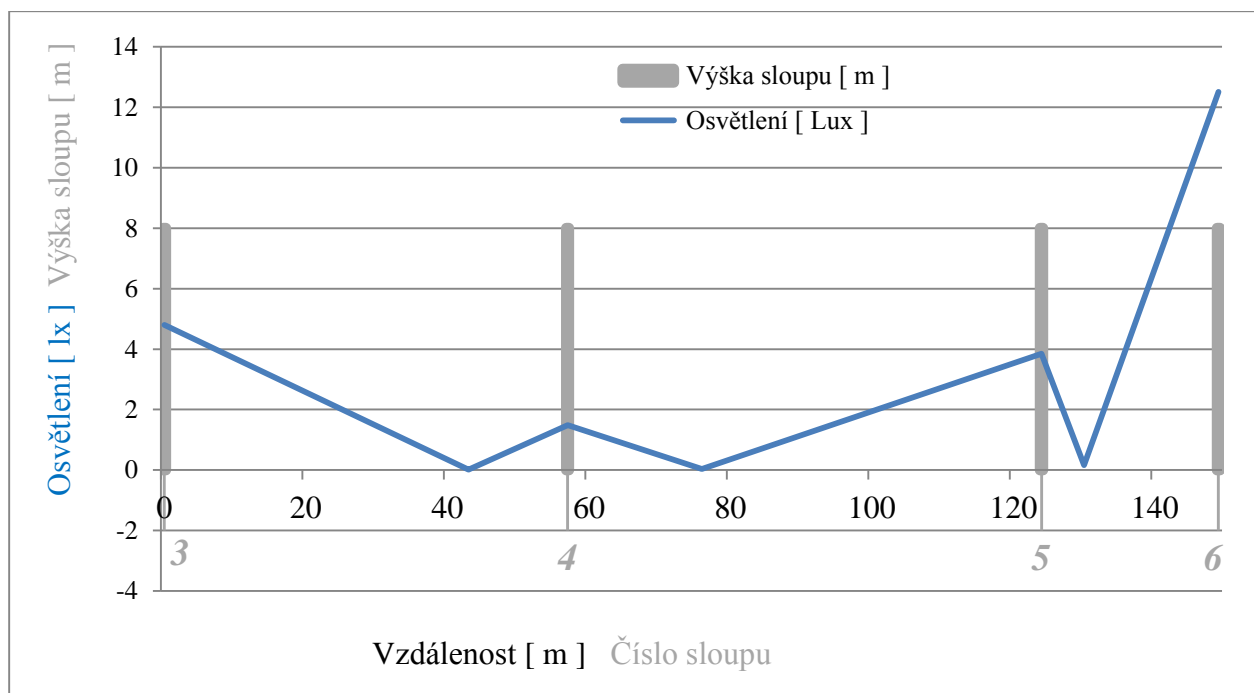
Graf 12: Trasa A Jeřičky

Tabulka 18: Trasa B Jeřičky

## Trasa B

## Jeřičky

Číslo sloupu	Vzdálenost	Osvětlení	Výška sloupu	Výbojka	Příkon
3		4,80	8	Rtuťová	80
	43	0,01			
4	57	1,48	8	Rtuťová	80
	76	0,03			
5	124	3,85	8	Rtuťová	80
	130	0,16			
6	149	12,51	8	Sodíková	125



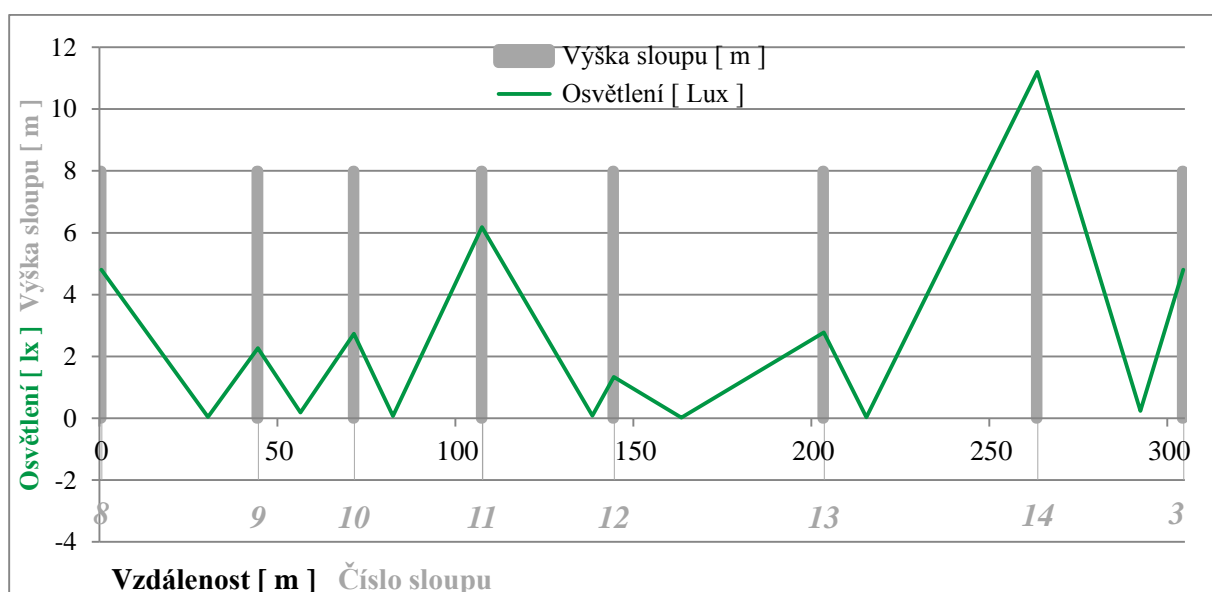
Graf 13: Trasa B Jeřičky

Tabulka 19: Trasa C Jeřičky

## Trasa C

## Jeřičky

Číslo sloupu	Vzdálenost	Osvětlení	Výška sloupu	Výbojka	Příkon
8		4,81	8	Sodíková	70
	30	0,04			
9	45	2,27	8	Rtuťová	80
	57	0,19			
10	71	2,73	8	Rtuťová	80
	83	0,07			
11	108	6,18	8	Rtuťová	125
	138	0,08			
12	145	1,34	8	Rtuťová	80
	164	0,02			
13	203	2,78	8	Rtuťová	80
	215	0,03			
14	264	11,20	8	Sodíková	150
	292	0,24			
3	304	4,80	8	Rtuťová	80



Graf 14: Trasa C Jeřičky

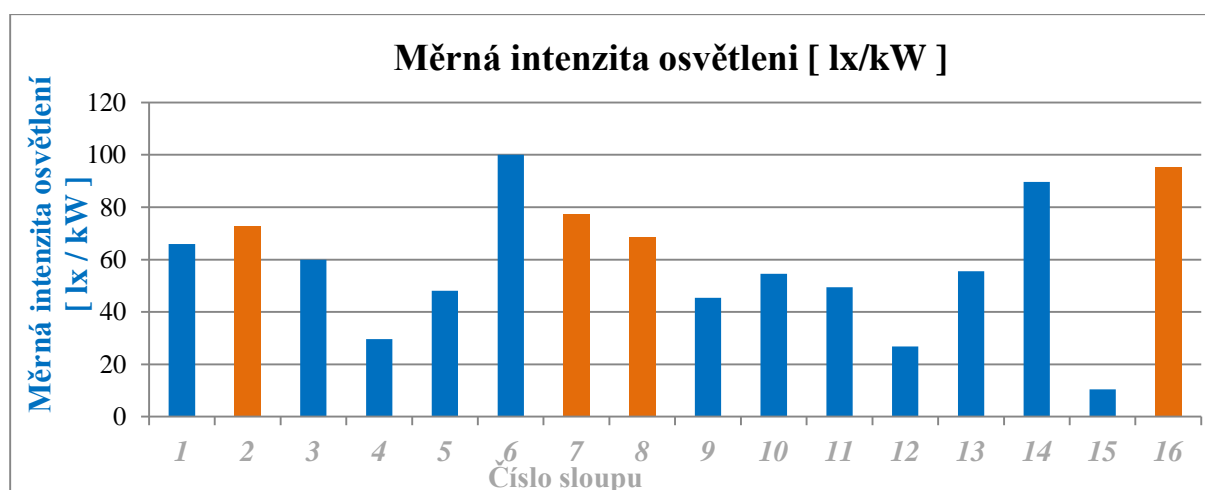
Tabulka 20: Osvětlení Jeřičky

# Osvětlení

# Jeřičky

Číslo sloupu	Druh výbojky	Osvětlení [ lx ]	Příkon [ W ]	Měrná intenzita osvětlení [ lx/kW ]
1	Rtuťová	8,24	125	66
2	Sodíková	18,24	250	73
3	Rtuťová	4,80	80	60
4	Rtuťová	1,48	50	30
5	Rtuťová	3,85	80	48
6	Sodíková	12,51	125	100
7	Sodíková	5,43	70	78
8	Sodíková	4,81	70	69
9	Rtuťová	2,27	50	45
10	Rtuťová	2,73	50	55
11	Rtuťová	6,18	125	49
12	Rtuťová	1,34	50	27
13	Rtuťová	2,78	50	56
14	Sodíková	11,20	125	90
15	Rtuťová	0,52	50	10
16	Sodíková	11,90	125	95

Celkem	Rtuťová	34,19	710	48
	Sodíková	64,09	765	84



Graf 15: Měrná intenzita osvětlení v Jeřičkách

### 3.2.3 Obec Librantice

Je obec, která se nachází u Hradce Králové v Královéhradeckém kraji. Librantice máji rozlohu 6,52 km<sup>2</sup>. Počet obyvatel je 465. Leží v nadmořské výšce 262 metrů. Zeměpisné souřadnice jsou 50° 14' 10" s. š., 15° 57' 31" v. d..

Nachází se zde 110 lamp, které mají sodíkové výbojky. Rozsah stožáru je 4-8 metrů. Určil jsem si 13 tras, díky nimž změřím trasu se svítidly. Hlavně minimum mezi dvěma svítidly a maximum pod jedním svítidlem. V Libranticích je to složitější. Při západu slunce se všechny zdroje světla rozsvítí a jedna třetina svítí jen do 22:00. Druhá třetina svítí až do půlnoci a třetí třetina svítí neustále. Jsou to svítidla na hlavní komunikaci. Při příchodu rána se zdroje rozsvítí v 5:00 a vypne se při východu slunce. Celková délka tras veřejného osvětlení činí 4878 metrů. Zrealizováno osvětlení v roce 2000.



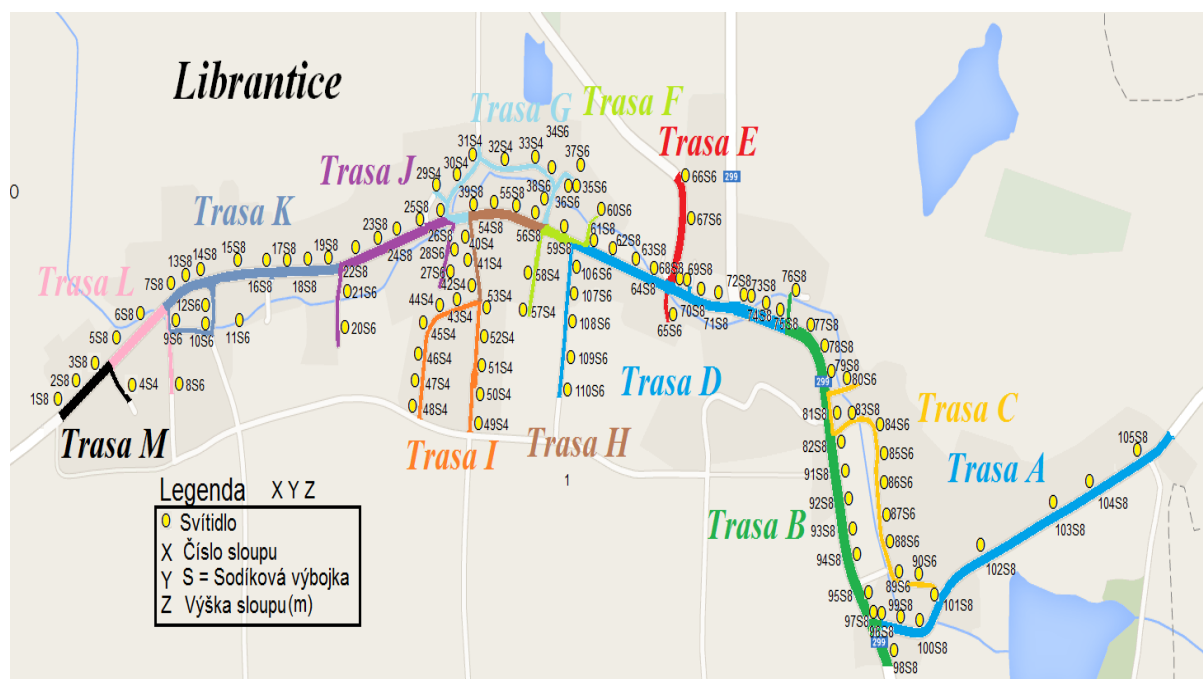
Obrázek 18: Sodíková výbojka



Obrázek 19: Sodíková výbojka



Obrázek 20: Sodíková výbojky



Obrázek 21: Mapa tras světél v Libranticích

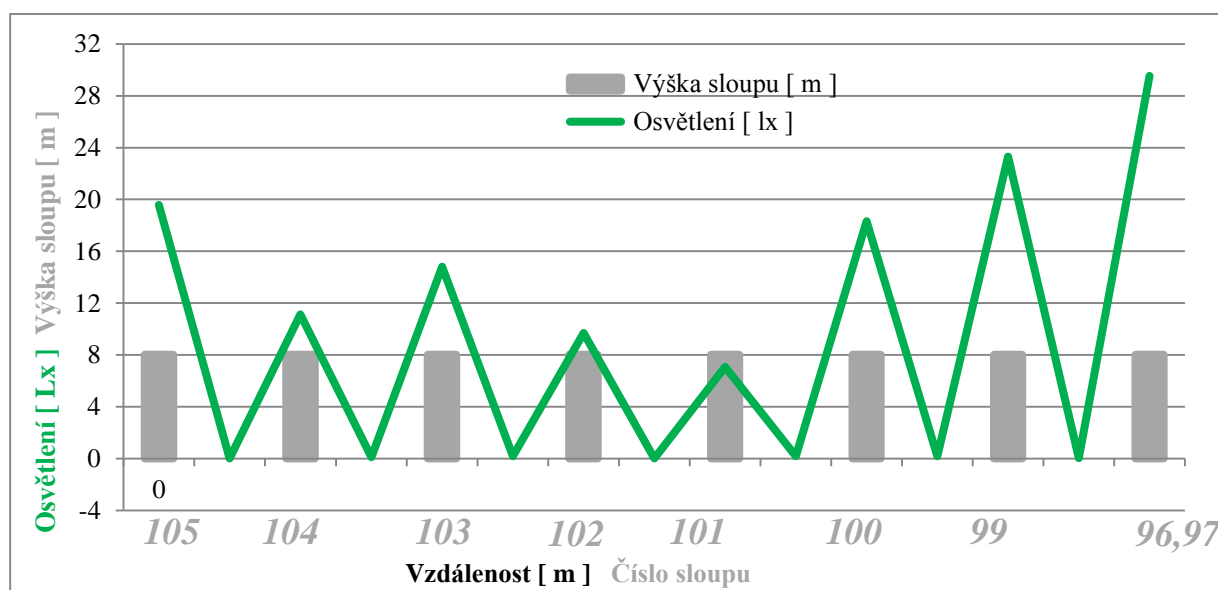


Tabulka 21: Trasa A Librantice

# Trasa A

# Librantice

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Zdroj světla	Příkon [ W ]
105	0	19,58	8	Sodíková	70
	102	0,0			
104	160	11,12	8	Sodíková	70
	204	0,11			
103	264	14,82	8	Sodíková	70
	309	0,18			
102	339	9,70	8	Sodíková	70
	385	0,05			
101	418	7,07	8	Sodíková	70
	429	0,17			
100	460	18,31	8	Sodíková	70
	479	0,17			
99	503	23,31	8	Sodíková	70
	531	0,03			
96,97	566	29,53	8	Sodíková	140



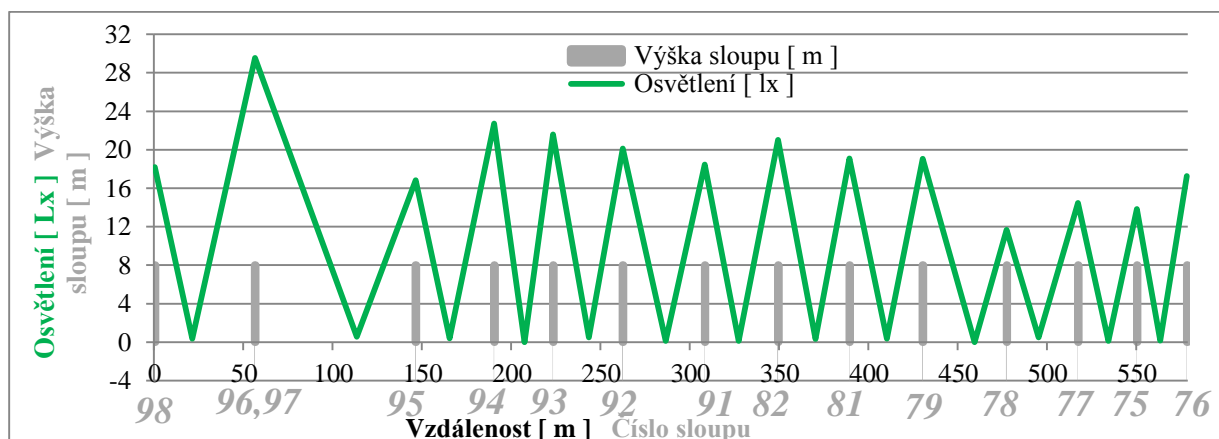
Graf 16: Trasa A Librantice

Tabulka 22: Trasa B Librantice

# Trasa B

# Librantice

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Výbojka	Příkon [ W ]
98	0	18,19	8	Sodíková	70
	21	0,35			
96,97	56	29,53	8	Sodíková	140
	114	0,55			
95	146	16,82	8	Sodíková	70
	165	0,39			
94	190	22,73	8	Sodíková	70
	207	0,05			
93	223	21,60	8	Sodíková	70
	244	0,50			
92	263	20,13	8	Sodíková	70
	286	0,13			
91	308	18,46	8	Sodíková	70
	327	0,13			
82	349	21,03	8	Sodíková	70
	370	0,32			
81	390	19,11	8	Sodíková	70
	410	0,35			
79	431	19,07	8	Sodíková	70
	460	0,35			
78	477	11,66	8	Sodíková	70
	495	0,50			
77	518	14,46	8	Sodíková	70
	535	0,14			
75	551	13,84	8	Sodíková	70
	563	0,17			
76	579	17,28	8	Sodíková	70



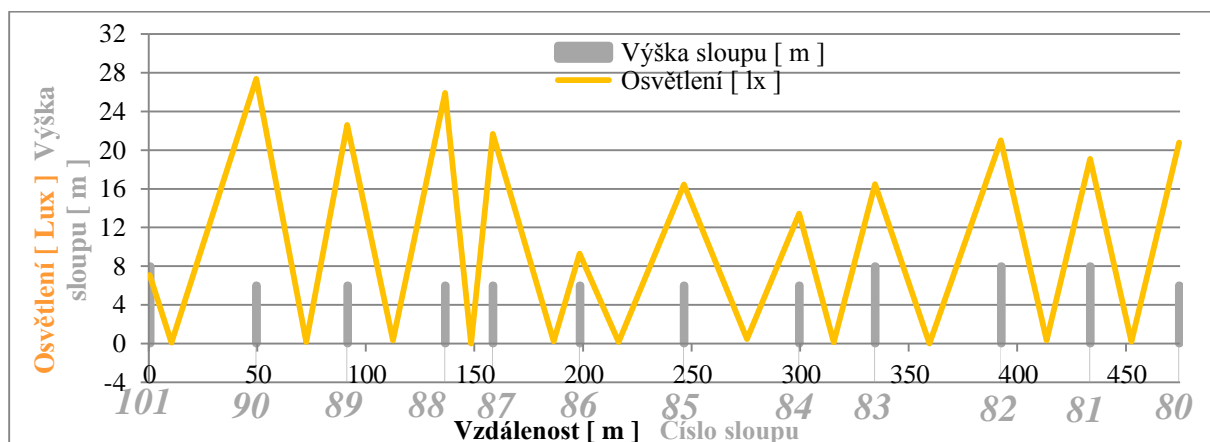
Graf 17: Trasa B Librantice

Tabulka 23: Trasa C Librantice

# Trasa C

# Librantice

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Výbojka	Příkon [ W ]
101	0	7,07	8	Sodíková	70
	10	0,08			
90	49	27,38	6	Sodíková	70
	73	0,16			
89	92	22,60	6	Sodíková	70
	113	0,33			
88	137	25,92	6	Sodíková	70
	148	0,06			
87	158	21,67	6	Sodíková	70
	187	0,23			
86	199	9,29	6	Sodíková	70
	216	0,17			
85	247	16,45	6	Sodíková	70
	276	0,45			
84	300	13,45	6	Sodíková	70
	315	0,14			
83	334	16,47	8	Sodíková	70
	360	0,08			
82	393	21,03	8	Sodíková	70
	414	0,32			
81	433	19,11	8	Sodíková	70
	453	0,21			
80	474	20,80	6	Sodíková	70



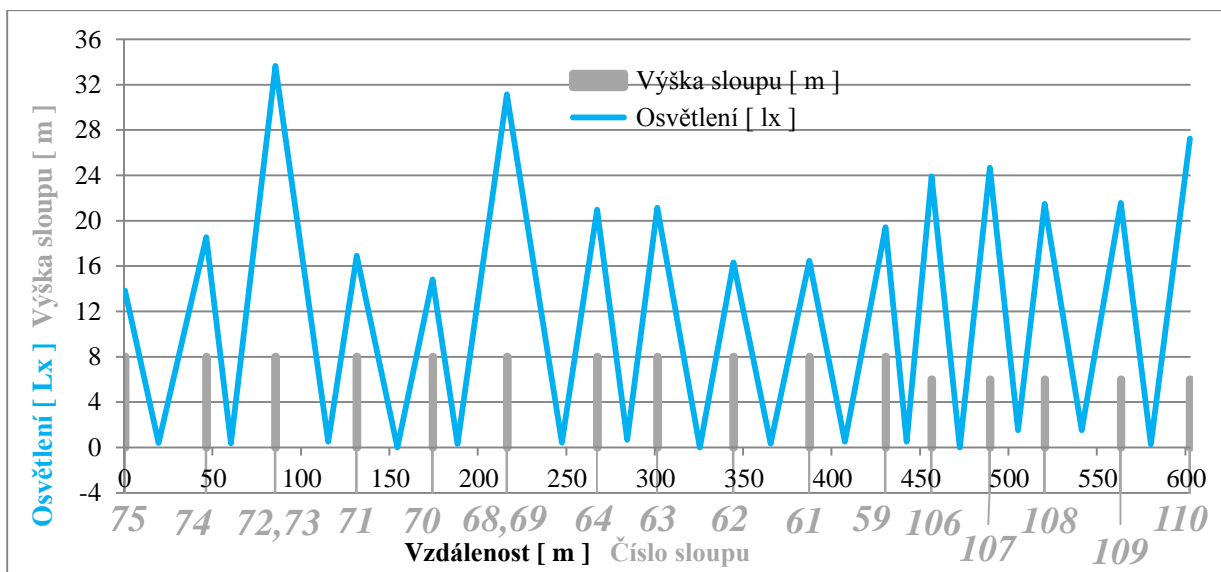
Graf 18: Trasa C Librantice

Tabulka 24: Trasa D Librantice

## Trasa D

## Librantice

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Výbojka	Příkon [ W ]
75	0	13,84	8	Sodíková	70
	20	0,41			
74	47	18,56	8	Sodíková	70
	61	0,36			
72,73	85	33,65	8	Sodíková	70
	116	0,50			
71	131	16,93	8	Sodíková	70
	154	0,31			
70	175	14,83	8	Sodíková	70
	188	0,32			
68,69	216	31,14	8	Sodíková	140
	247	0,43			
64	268	20,97	8	Sodíková	70
	285	0,68			
63	302	21,16	8	Sodíková	70
	326	0,64			
62	344	16,33	8	Sodíková	70
	366	0,33			
61	388	16,47	8	Sodíková	70
	408	0,52			
59	431	19,44	8	Sodíková	70
	442	0,51			
106	456	23,93	6	Sodíková	70
	473	1,13			
107	489	24,69	6	Sodíková	70
	506	1,52			
108	520	21,50	6	Sodíková	70
	542	1,52			
109	563	21,57	6	Sodíková	70
	581	0,30			
110	603	27,26	6	Sodíková	70



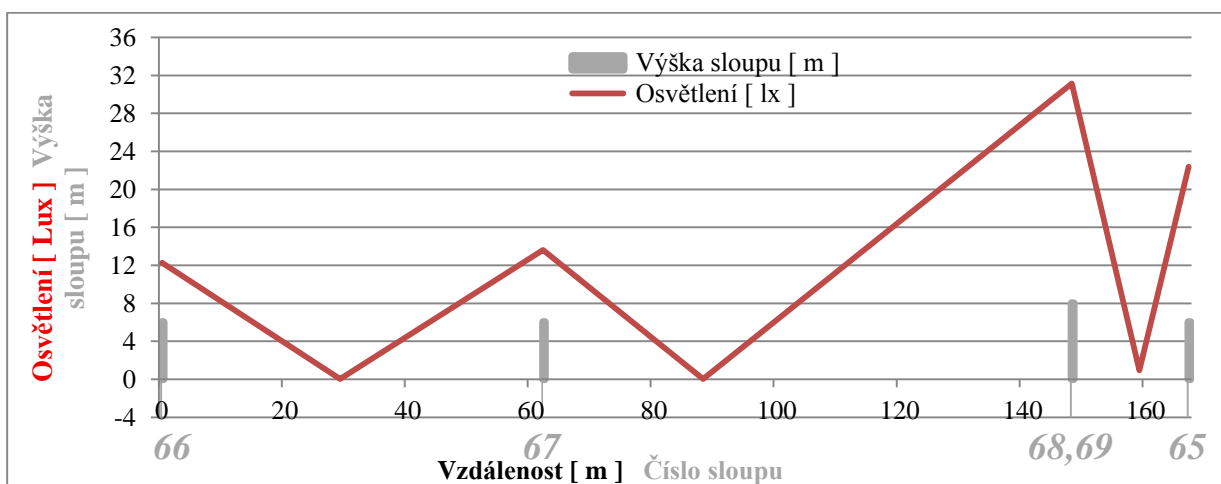
Graf 19: Trasa D Librantice

Tabulka 25: Trasa E Librantice

## Trasa E

## Librantice

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Výbojka	Příkon [ W ]
66	0	12,27	6	Rtuťová	70
	30	0,04			
67	63	13,61	6	Rtuťová	70
	89	0,04			
68,69	149	31,14	8	Sodíková	140
	160	0,93			
65	168	22,38	6	Rtuťová	70



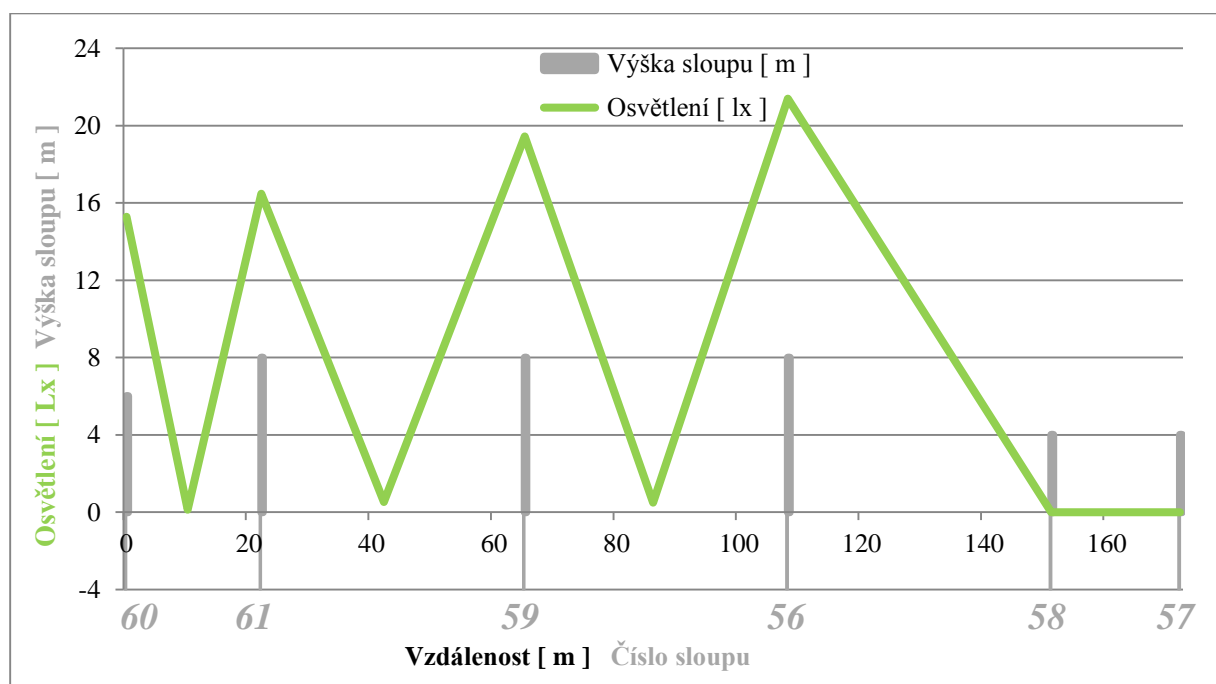
Graf 20: Trasa E Librantice

Tabulka 26: Trasa F Librantice

# Trasa F

# Librantice

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Výbojka	Příkon [ W ]
60	0	15,28	6	Sodíková	70
	11	0,12			
61	23	16,47	8	Sodíková	70
	42	0,52			
59	66	19,44	8	Sodíková	70
	86	0,49			
56	109	21,40	8	Sodíková	70
	151	0			
58	151	0,00	4	Sodíková	70
	151	0,00			
57	173	0,00	4	Sodíková	70



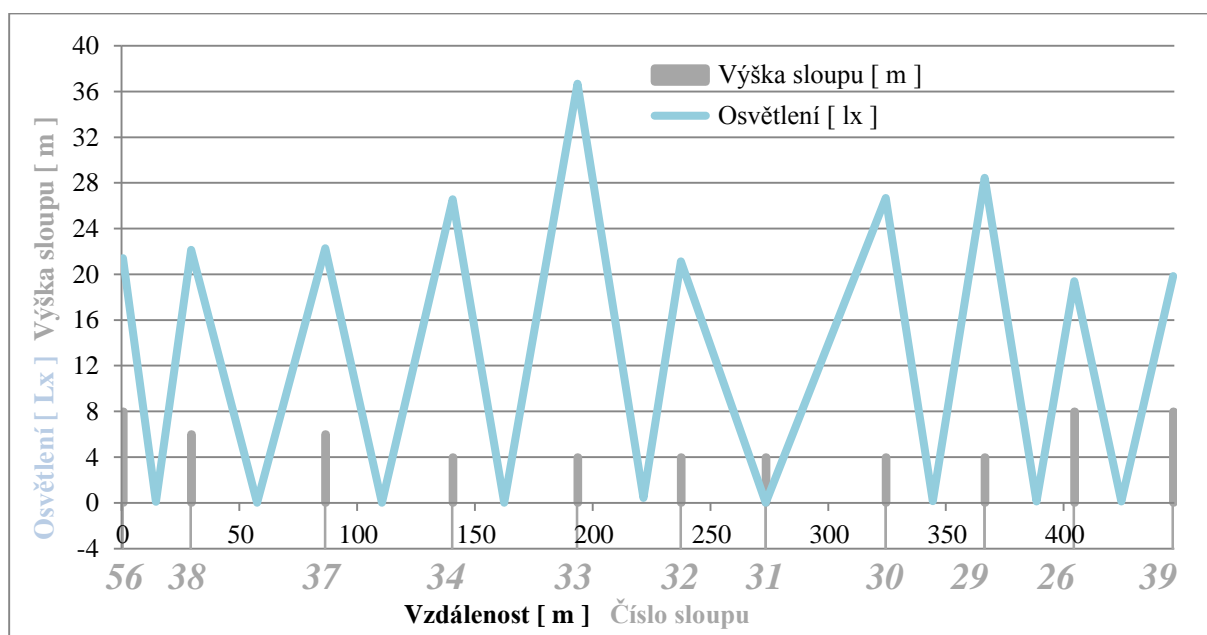
Graf 21: Trasa F Librantice

Tabulka 27: Trasa G Librantice

# Trasa G

# Librantice

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Výbojka	Příkon [ W ]
56	0	21,40	8	Rtuťová	70
	14	0,09			
38	29	22,13	6	Rtuťová	70
	58	0,01			
37	86	22,27	6	Sodíková	70
	111	0,01			
34	140	26,58	4	Rtuťová	70
	163	0,05			
33	193	36,68	4	Sodíková	70
	221	0,43			
32	237	21,12	4	Sodíková	70
	273	0,00			
31	273	0,00	4	Sodíková	70
	273	0,00			
30	325	26,69	4	Sodíková	70
	345	0,16			
29	367	28,44	4	Sodíková	70
	389	0,12			
26	404	19,39	8	Sodíková	70
	425	0,11			
39	446	19,84	8	Sodíková	70



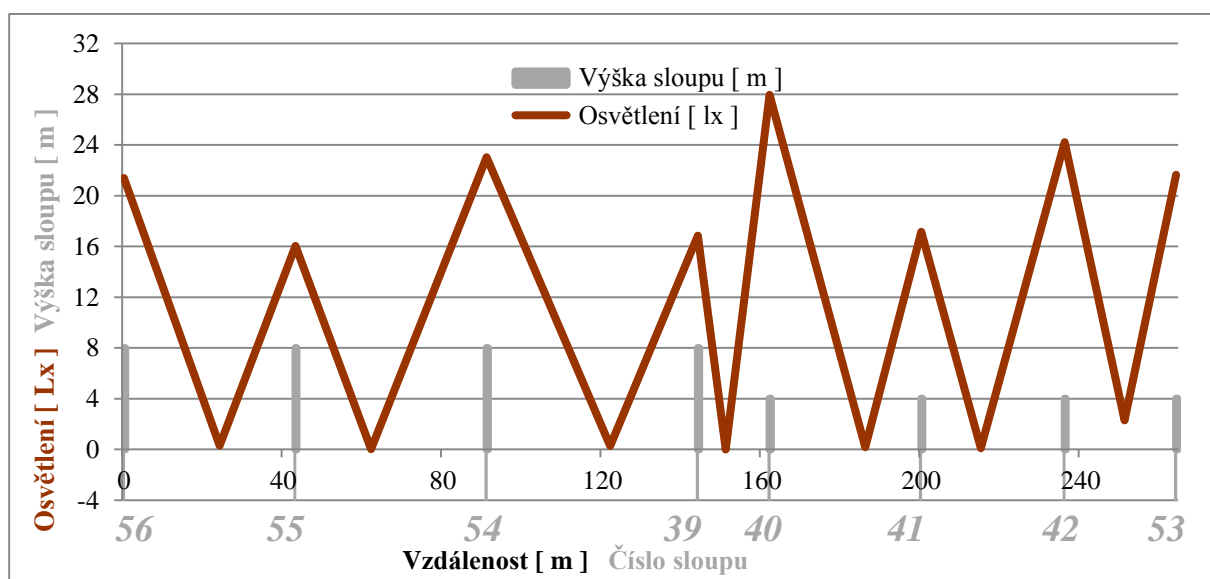
Graf 22: Trasa G Librantice

Tabulka 28: Trasa H Librantice

# Trasa H

# Librantice

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Výbojka	Příkon [ W ]
56	0	21,40	8	Sodíková	70
	25	0,29			
55	43	16,05	8	Sodíková	70
	63	0,02			
54	91	23,04	8	Sodíková	70
	122	0,28			
39	145	16,84	8	Rtuťová	70
	151	4,46			
40	163	27,96	4	Sodíková	70
	186	0,16			
41	201	17,15	4	Sodíková	70
	216	0,08			
42	237	24,21	4	Sodíková	70
	252	2,28			
53	265	21,64	4	Sodíková	70



Graf 23: Trasa H Librantice

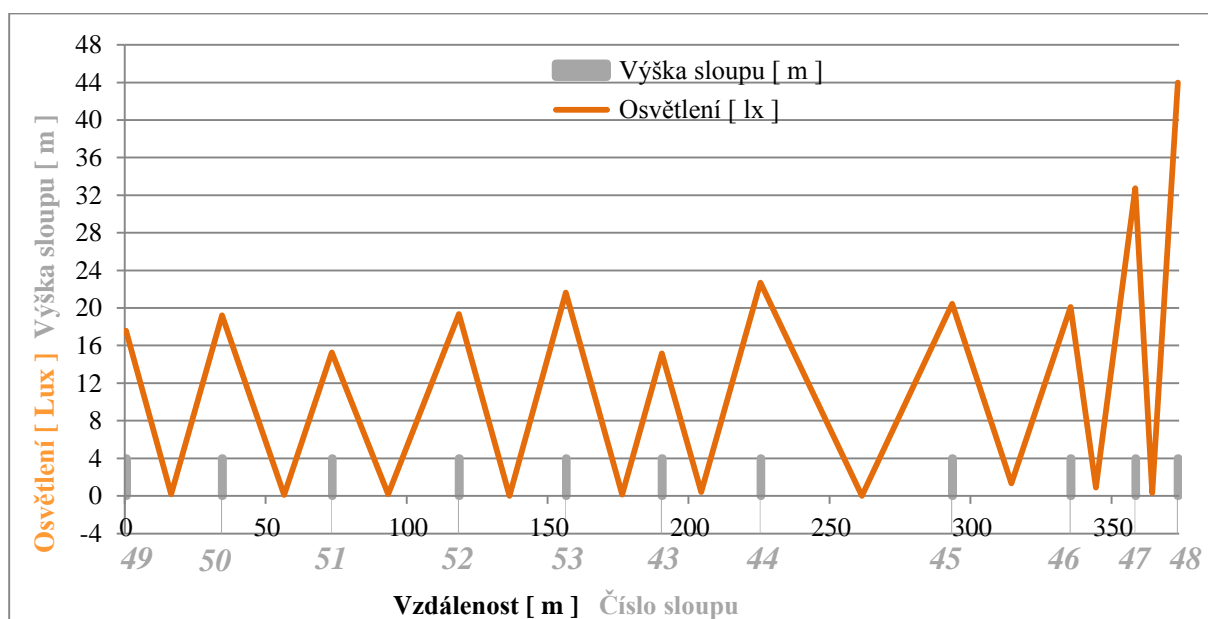


Tabulka 29: Trasa I Librantice

# Trasa I

# Librantice

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Výbojka	Příkon [ W ]
49	0	17,57	4	Sodíková	70
	17	0,17			
50	35	19,23	4	Sodíková	70
	56	0,11			
51	73	15,25	4	Sodíková	70
	93	0,17			
52	119	19,34	4	Sodíková	70
	136	0,2			
53	156	21,64	4	Sodíková	70
	176	0,15			
43	190	15,18	4	Sodíková	70
	204	0,42			
44	226	22,70	4	Sodíková	70
	262	0,47			
45	294	20,43	4	Sodíková	70
	315	1,34			
46	336	20,10	4	Sodíková	70
	344	0,90			
47	359	32,74	4	Sodíková	70
	365	0,30			
48	373	44,00	4	Sodíková	70



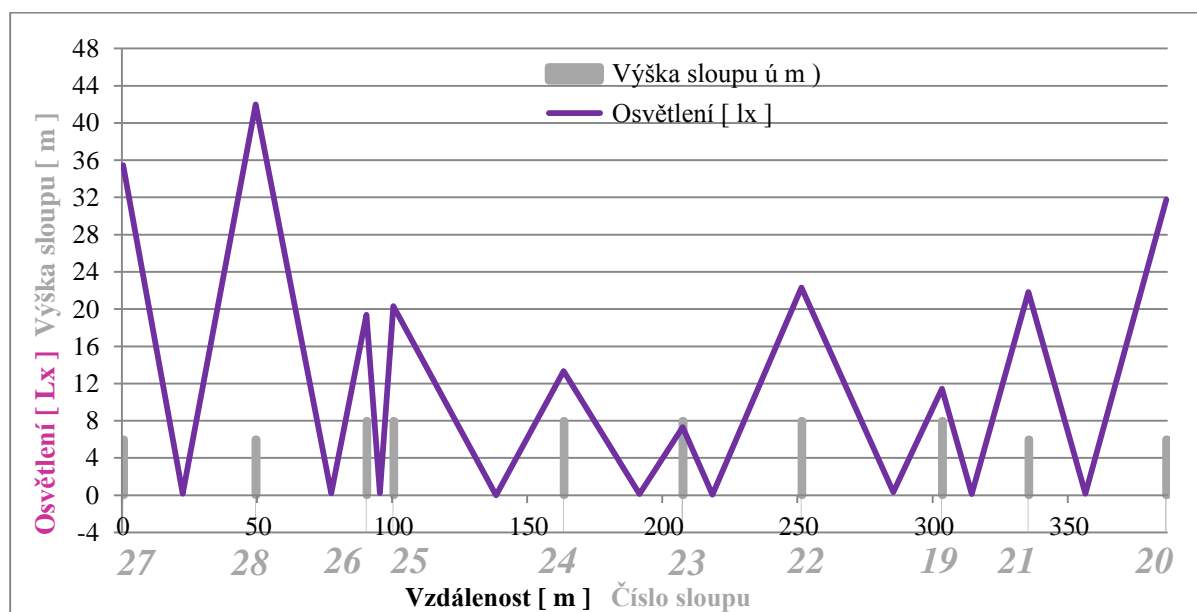
Graf 24: Trasa I Librantice

Tabulka 30: Trasa J Librantice

# Trasa J

# Librantice

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Výbojka	Příkon [ W ]
27	0	35,46	6	Sodíková	70
	23	0,17			
28	49	42,00	6	Sodíková	70
	77	0,20			
26	90	19,39	8	Sodíková	70
	95	0,23			
25	101	20,31	8	Sodíková	70
	138	0,12			
24	163	13,33	8	Sodíková	70
	192	0,13			
23	207	7,33	8	Sodíková	70
	218	0,05			
22	251	22,32	8	Sodíková	70
	286	0,34			
19	303	11,44	8	Sodíková	70
	314	0,11			
21	335	21,82	6	Sodíková	70
	356	0,17			
20	386	31,79	6	Sodíková	70



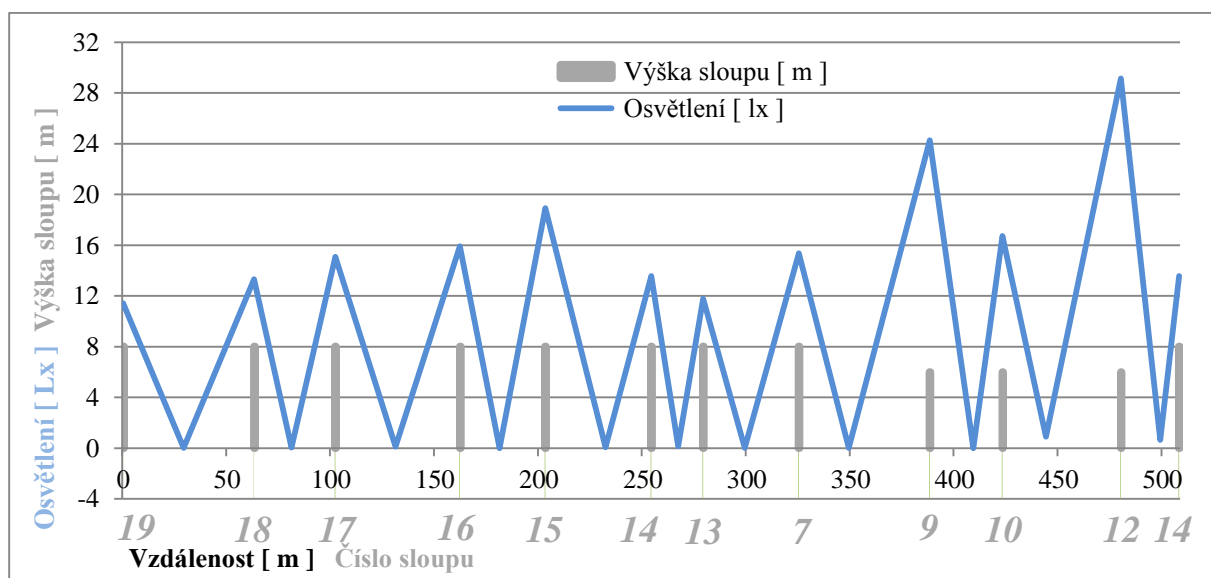
Graf 25: Trasa J Librantice

Tabulka 31: Trasa K Librantice

# Trasa K

# Librantice

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Výbojka	Příkon [ W ]
19	0	11,44	8	Sodíková	70
	29	0,03			
18	64	13,32	8	Sodíková	70
	82	0,05			
17	103	15,09	8	Sodíková	70
	132	0,13			
16	163	15,93	8	Sodíková	70
	181	0,57			
15	204	18,92	8	Sodíková	70
	233	0,07			
14	254	13,58	8	Sodíková	70
	268	0,14			
13	280	11,78	8	Sodíková	70
	299	0,02			
7	325	15,37	8	Sodíková	70
	350	0,01			
9	389	24,28	6	Sodíková	70
	410	0,51			
10	424	16,72	6	Sodíková	70
	444	0,91			
12	480	29,14	6	Sodíková	70
	500	0,65			
14	509	13,58	8	Sodíková	70



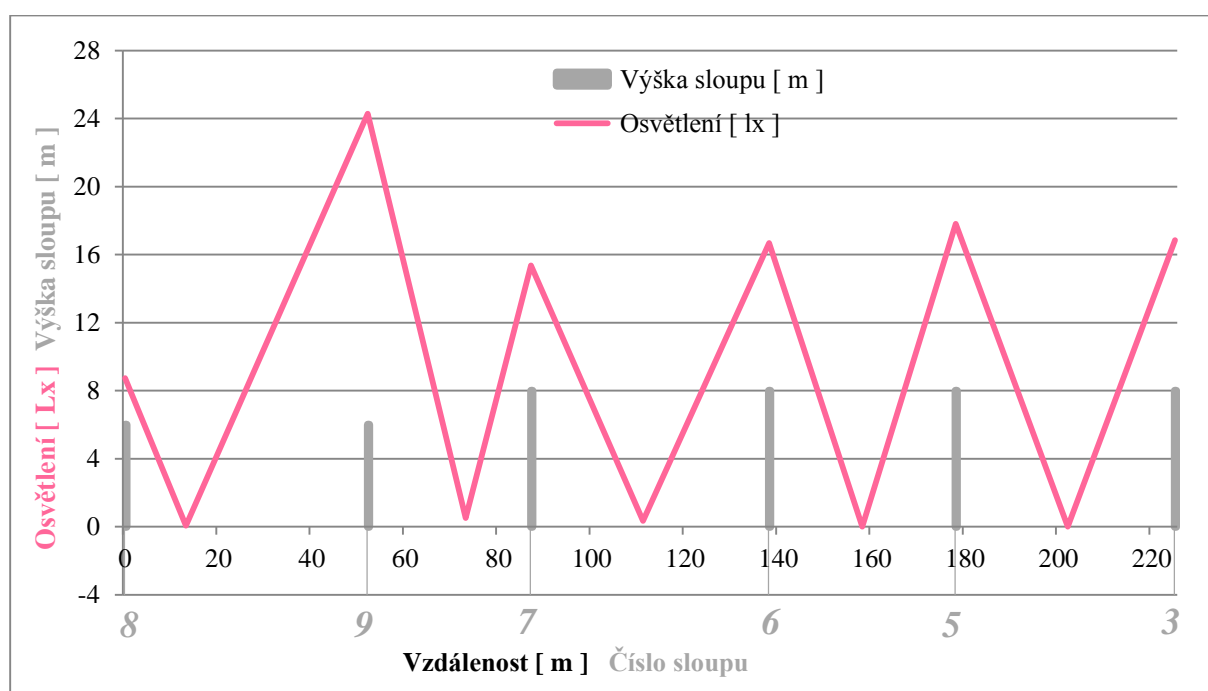
Graf 26: Trasa K Librantice

Tabulka 32: Trasa L Librantice

# Trasa L

# Librantice

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Výbojka	Příkon [ W ]
8	0	8,75	6	Sodíková	70
	14	0,06			
9	52	24,28	6	Sodíková	70
	74	0,51			
7	87	15,37	8	Sodíková	70
	112	0,35			
6	139	16,69	8	Sodíková	70
	158	0,31			
5	179	17,82	8	Sodíková	70
	203	0,92			
3	225	16,85	8	Sodíková	70



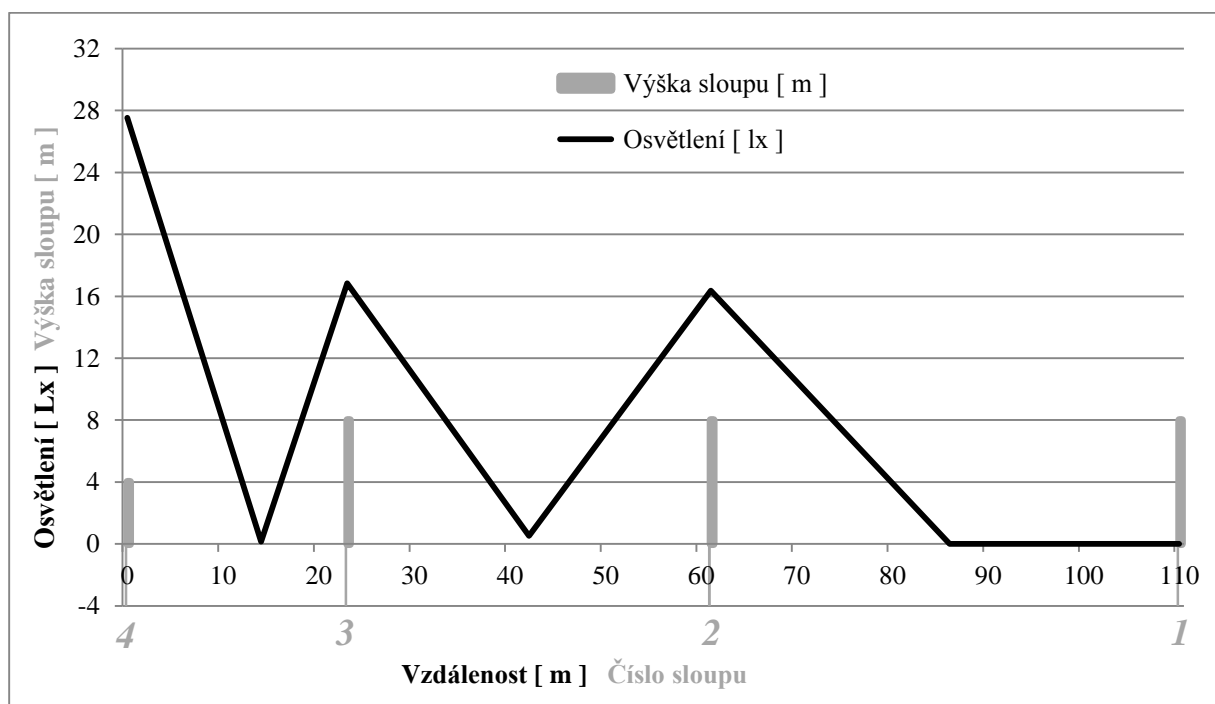
Graf 27: Trasa L Librantice

Tabulka 33: Trasa M Librantice

# Trasa M

# Librantice

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Výbojka	Příkon [ W ]
4	0	27,53	4	Sodíková	70
	15	0,15			
3	23	16,85	8	Sodíková	70
	43	0,52			
2	62	16,36	8	Sodíková	70
	86	0,00			
1	111	0,00	8	Sodíková	70



Graf 28: Trasa M Librantice

Tabulka 34: Osvětlení Librantice

## Osvětlení

## Librantice

Číslo sloupu	Zdroj světla	Výška sloupu [ m ]	Koeficient korekce výšky sloupu	Osvětlení [ lx ]	Normované osvětlení [ lx ]	Příkon [ W ]	Měrná intenzita osvětlení [ lx/kW ]
1	Sodíková	8	1,00	0,00	0,00	70	0,00
2	Sodíková	8	1,00	16,36	16,36	70	233,71
3	Sodíková	8	1,00	16,85	16,85	70	240,71
4	Sodíková	4	4,00	27,53	6,88	70	98,32
5	Sodíková	8	1,00	17,82	17,82	70	254,57
6	Sodíková	8	1,00	16,69	16,69	70	238,43
7	Sodíková	8	1,00	15,37	15,37	70	219,57
8	Sodíková	6	1,78	8,75	4,92	70	70,31
9	Sodíková	6	1,78	24,28	13,66	70	195,11
10	Sodíková	6	1,78	16,72	9,41	70	134,36
11	Sodíková	6	1,78	0,00	0,00	70	0,00
12	Sodíková	6	1,78	29,14	16,39	70	234,16
13	Sodíková	8	1,00	11,00	11,00	70	157,14
14	Sodíková	8	1,00	11,78	11,78	70	168,29
15	Sodíková	8	1,00	18,92	18,92	70	270,29
16	Sodíková	8	1,00	15,93	15,93	70	227,57
17	Sodíková	8	1,00	15,09	15,09	70	215,57
18	Sodíková	8	1,00	13,32	13,32	70	190,29
19	Sodíková	8	1,00	11,44	11,44	70	163,43
20	Sodíková	6	1,78	31,79	17,88	70	255,46
21	Sodíková	6	1,78	21,82	12,27	70	175,34
22	Sodíková	8	1,00	22,32	22,32	70	318,86
23	Sodíková	8	1,00	7,33	7,33	70	104,71
24	Sodíková	8	1,00	13,33	13,33	70	190,43
25	Sodíková	8	1,00	20,31	20,31	70	290,14
26	Sodíková	8	1,00	19,39	19,39	70	277,00
27	Sodíková	6	1,78	35,46	19,95	70	284,95
28	Sodíková	6	1,78	42,00	23,63	70	337,50
29	Sodíková	4	4,00	28,44	7,11	70	101,57
30	Sodíková	4	4,00	26,69	6,67	70	95,32
31	Sodíková	4	4,00	0,00	0,00	70	0,00
32	Sodíková	4	4,00	21,12	5,28	70	75,43
33	Sodíková	4	4,00	36,68	9,17	70	131,00
34	Sodíková	4	4,00	26,59	6,65	70	94,96
35,36	Sodíková	8	1,00	0,00	0,00	140	0,00
37	Sodíková	6	1,78	22,27	12,53	70	178,96
38	Sodíková	6	1,78	22,13	12,45	70	177,83
39	Sodíková	8	1,00	19,84	19,84	70	283,43
40	Sodíková	4	4,00	27,96	6,99	70	99,86

Číslo sloupu	Zdroj světla	Výška sloupu [ m ]	Koeficient korekce výšky sloupu	Osvětlení [ lx ]	Normované osvětlení [ lx ]	Příkon [ W ]	Měrná intenzita osvětlení [ lx/kW ]
41	Sodíková	4	4,00	17,15	4,29	70	61,25
42	Sodíková	4	4,00	24,21	6,05	70	86,46
43	Sodíková	4	4,00	15,18	3,80	70	54,21
44	Sodíková	4	4,00	22,70	5,68	70	81,07
45	Sodíková	4	4,00	20,43	5,11	70	72,96
46	Sodíková	4	4,00	20,10	5,03	70	71,79
47	Sodíková	4	4,00	32,74	8,19	70	116,93
48	Sodíková	4	4,00	44,00	11,00	70	157,14
49	Sodíková	4	4,00	17,57	4,39	70	62,75
50	Sodíková	4	4,00	19,23	4,81	70	68,68
51	Sodíková	4	4,00	15,25	3,81	70	54,46
52	Sodíková	4	4,00	19,34	4,84	70	69,07
53	Sodíková	4	4,00	21,64	5,41	70	77,29
54	Sodíková	8	1,00	23,04	23,04	70	329,14
55	Sodíková	8	1,00	16,05	16,05	70	229,29
56	Sodíková	8	1,00	21,40	21,40	70	305,71
57	Sodíková	4	4,00	0,00	0,00	70	0,00
58	Sodíková	4	4,00	0,00	0,00	70	0,00
59	Sodíková	8	1,00	19,44	19,44	70	277,71
60	Sodíková	6	1,78	15,28	8,60	70	122,79
61	Sodíková	8	1,00	16,47	16,47	70	235,29
62	Sodíková	8	1,00	16,33	16,33	70	233,29
63	Sodíková	8	1,00	21,16	21,16	70	302,29
64	Sodíková	8	1,00	20,97	20,97	70	299,57
65	Sodíková	6	1,78	22,38	12,59	70	179,84
66	Sodíková	6	1,78	12,27	6,90	70	98,60
67	Sodíková	6	1,78	13,61	7,66	70	109,37
68,69	Sodíková	8	1,00	31,14	31,14	140	222,43
70	Sodíková	8	1,00	14,83	14,83	70	211,86
71	Sodíková	8	1,00	16,93	16,93	70	241,86
72,73	Sodíková	8	1,00	33,65	33,65	140	240,36
74	Sodíková	8	1,00	18,56	18,56	70	265,14
75	Sodíková	8	1,00	13,84	13,84	70	197,71
76	Sodíková	8	1,00	17,28	17,28	70	246,86
77	Sodíková	8	1,00	14,46	14,46	70	206,57
78	Sodíková	8	1,00	11,66	11,66	70	166,57
79	Sodíková	8	1,00	19,07	19,07	70	272,43
80	Sodíková	6	1,78	20,80	11,70	70	167,14
81	Sodíková	8	1,00	19,11	19,11	70	273,00
82	Sodíková	8	1,00	21,03	21,03	70	300,43
83	Sodíková	8	1,00	16,47	16,47	70	235,29
84	Sodíková	6	1,78	13,45	7,57	70	108,08
85	Sodíková	6	1,78	16,45	9,25	70	132,19

Číslo sloupu	Zdroj světla	Výška sloupu [ m ]	Koeficient korekce výšky sloupu	Osvětlení [ lx ]	Normované osvětlení [ lx ]	Příkon [ W ]	Měrná intenzita osvětlení [ lx/kW ]
86	Sodíková	6	1,78	9,29	5,23	70	74,65
87	Sodíková	6	1,78	21,67	12,19	70	174,13
88	Sodíková	6	1,78	25,92	14,58	70	208,29
89	Sodíková	6	1,78	22,60	12,71	70	181,61
90	Sodíková	6	1,78	27,38	15,40	70	220,02
91	Sodíková	8	1,00	18,46	18,46	70	263,71
92	Sodíková	8	1,00	20,13	20,13	70	287,57
93	Sodíková	8	1,00	21,60	21,60	70	308,57
94	Sodíková	8	1,00	22,73	22,73	70	324,71
95	Sodíková	8	1,00	16,82	16,82	70	240,29
96,97	Sodíková	8	1,00	29,53	29,53	140	210,93
98	Sodíková	8	1,00	18,19	18,19	70	259,86
99	Sodíková	8	1,00	23,31	23,31	70	333,00
100	Sodíková	8	1,00	18,31	18,31	70	261,57
101	Sodíková	8	1,00	7,07	7,07	70	101,00
102	Sodíková	8	1,00	9,70	9,70	70	138,57
103	Sodíková	8	1,00	14,82	14,82	70	211,71
104	Sodíková	8	1,00	11,12	11,12	70	158,86
105	Sodíková	8	1,00	19,58	19,58	70	279,71
106	Sodíková	6	1,78	23,93	13,46	70	192,29
107	Sodíková	6	1,78	24,69	13,89	70	198,40
108	Sodíková	6	1,78	21,50	12,09	70	172,77
109	Sodíková	6	1,78	21,57	12,13	70	173,33
110	Sodíková	6	1,78	27,26	15,33	70	219,05
Celkem	Sodíková				13,14	7700	181

### 3.2.4 Obec Uhřínovice

Je vesnice, která se nachází u Voděrad v Královéhradeckém kraji. Je součástí obce Voděrad. Uhřínovice mají rozlohu 3,06 km<sup>2</sup>. Nachází se zde 59 domů. Počet obyvatel je 134. Zeměpisné souřadnice jsou 50° 11' 34" s. š., 16° 9' 38" v. d..

Nachází se zde 25 lamp. Používá se zde Typ svítidel MODUS LV žárovka 2x36W. Výška stožáru je 5-6 metrů. Mají zde režim spínání. Soumrakový spínač, který má noční vypínání hodinami 23:00 – 4:30. Životnost zářivek je 5 let. Jedna žárovka stála 152,- Kč včetně DPH. To znamená, že 25 lamp, ve kterých jsou 2 žárovky, stálo 7 600 Kč. Určil jsem si 10 tras, díky nimž změřím trasu se svítidly. Hlavně minimum mezi dvěma svítidly a maximum pod jedním svítidlem. V Uhřínovicích začne zdroj svítit, při stmívání (cca v 20:00) a svítí až do 23:00. Ráno začne zdroj světla svítit v 4:30 a vypíná se při rozbřesku (cca v 6:00). Zrealizováno osvětlení v roce 2009.

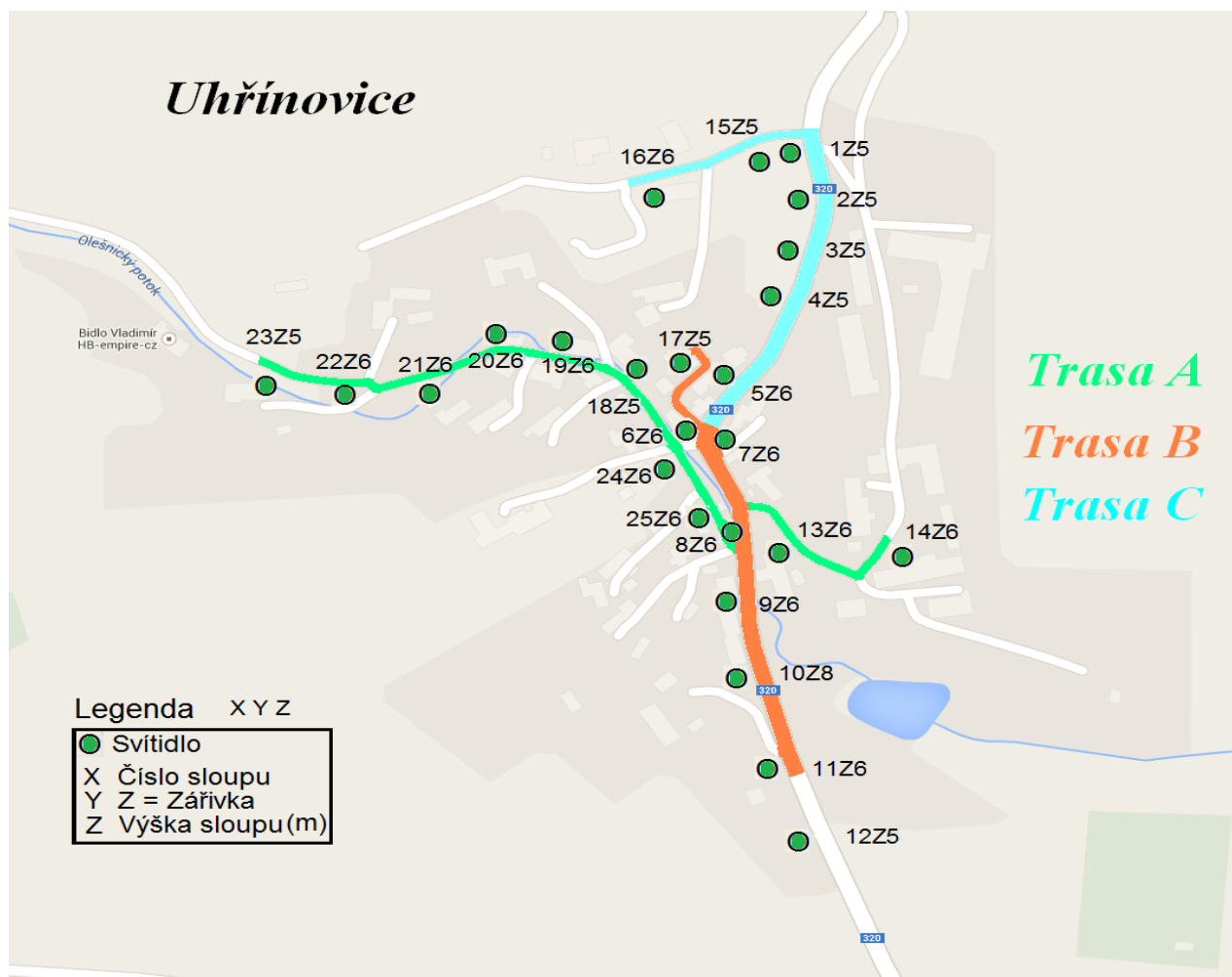




Obrázek 22: Zářivka



Obrázek 23: Zářivka znečištěná



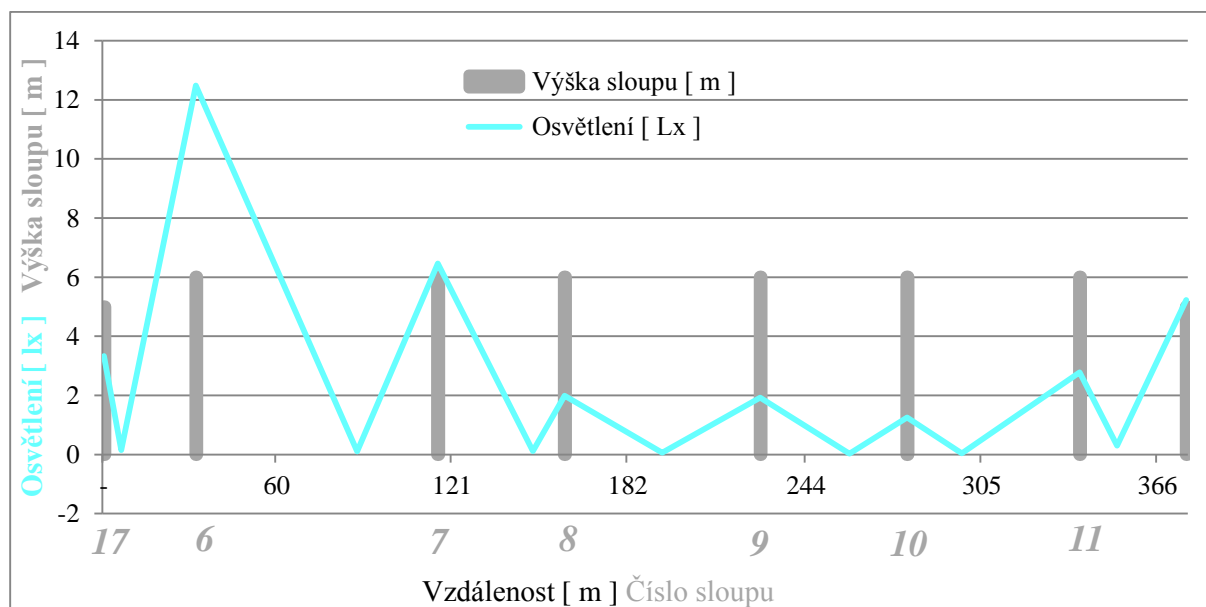
Obrázek 24: Mapa tras světél v Uhřetovicích

Tabulka 35: Trasa A Uhřínovice

# Trasa A

# Uhřínovice

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Zdroj světla	Příkon [ W ]
17	0	3,33	5	Zářivka	72
	7	0,15			
6	33	12,48	6	Zářivka	72
	88	0,11			
7	117	6,46	6	Zářivka	72
	150	0,12			
8	160	1,99	6	Zářivka	72
	195	0,06			
9	228	1,93	6	Zářivka	72
	259	0,03			
10	279	1,25	6	Zářivka	72
	298	0,04			
11	340	2,78	6	Zářivka	72
	353	0,30			
12	376	5,23	5	Zářivka	72



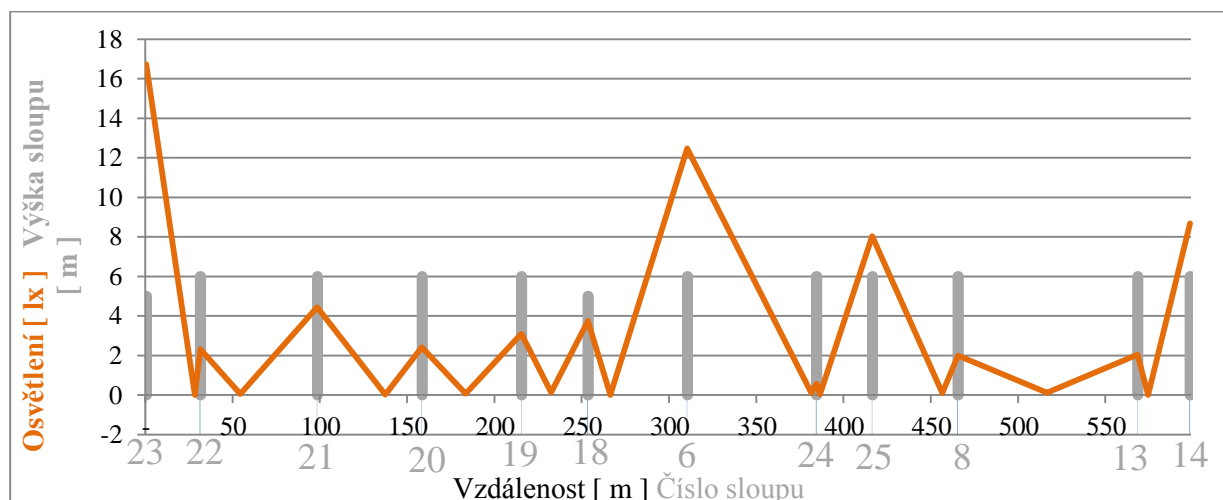
Graf 29: Trasa A Uhřínovice

Tabulka 36: Trasa B Uhřínovice

## Trasa B

## Uhřínovice

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Zdroj světla	Příkon [ W ]
23		16,73	5	Zářivka	72
	28	0,0			
22	32	2,32	6	Zářivka	72
	55	0,06			
21	99	4,45	6	Zářivka	72
	137	0,02			
20	158	2,42	6	Zářivka	72
	183	0,07			
19	215	3,10	6	Zářivka	72
	232	0,14			
18	253	3,75	5	Zářivka	72
	266	0,01			
6	311	12,48	6	Zářivka	72
	381	0,10			
24	384	0,57	6	Zářivka	72
	386	0,03			
25	416	8,04	6	Zářivka	72
	456	0,10			
8	466	1,99	6	Zářivka	72
	517	0,12			
13	569	2,04	6	Zářivka	72
	574	0,01			
14	599	8,68	6	Zářivka	72



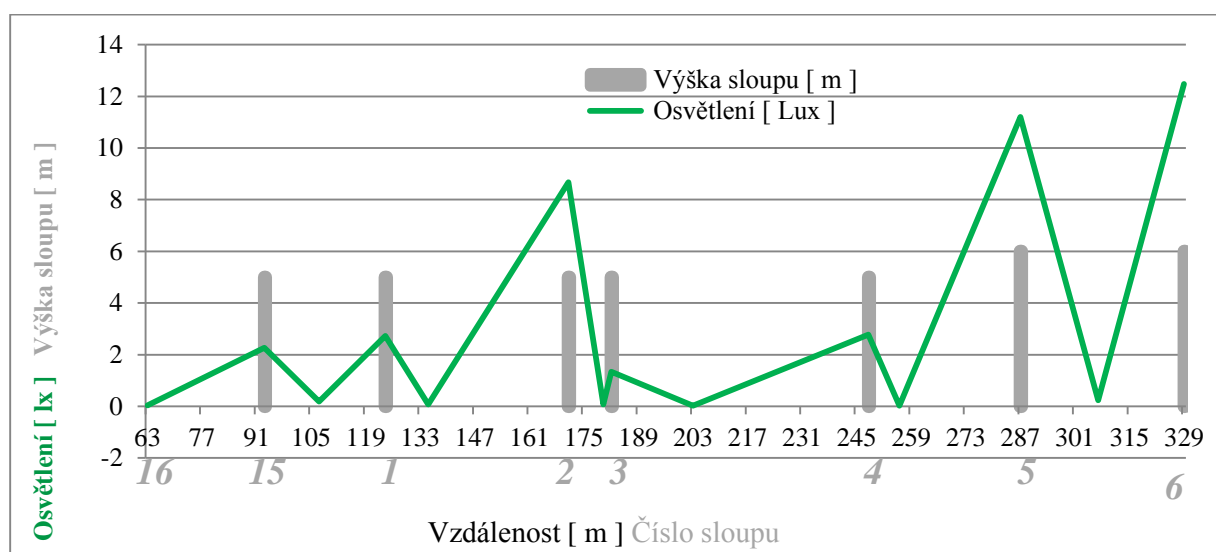
Graf 30: Trasa B Uhřínovice

Tabulka 37: Trasa C Uhřínovice

## Trasa C

## Uhřínovice

Číslo sloupu	Vzdálenost [ m ]	Osvětlení [ lx ]	Výška sloupu [ m ]	Zdroj světla	Příkon [ W ]
16		4,81	6	Zářivka	72
	63	0,04			
15	93	2,27	5	Zářivka	72
	107	0,19			
1	125	2,73	5	Zářivka	72
	136	0,07			
2	171	8,68	5	Zářivka	72
	181	0,08			
3	182	1,34	5	Zářivka	72
	204	0,02			
4	249	2,78	5	Zářivka	72
	256	0,03			
5	288	11,20	6	Zářivka	72
	308	0,24			
6	330	12,48	6	Zářivka	72



Graf 31: Trasa C Uhřínovice

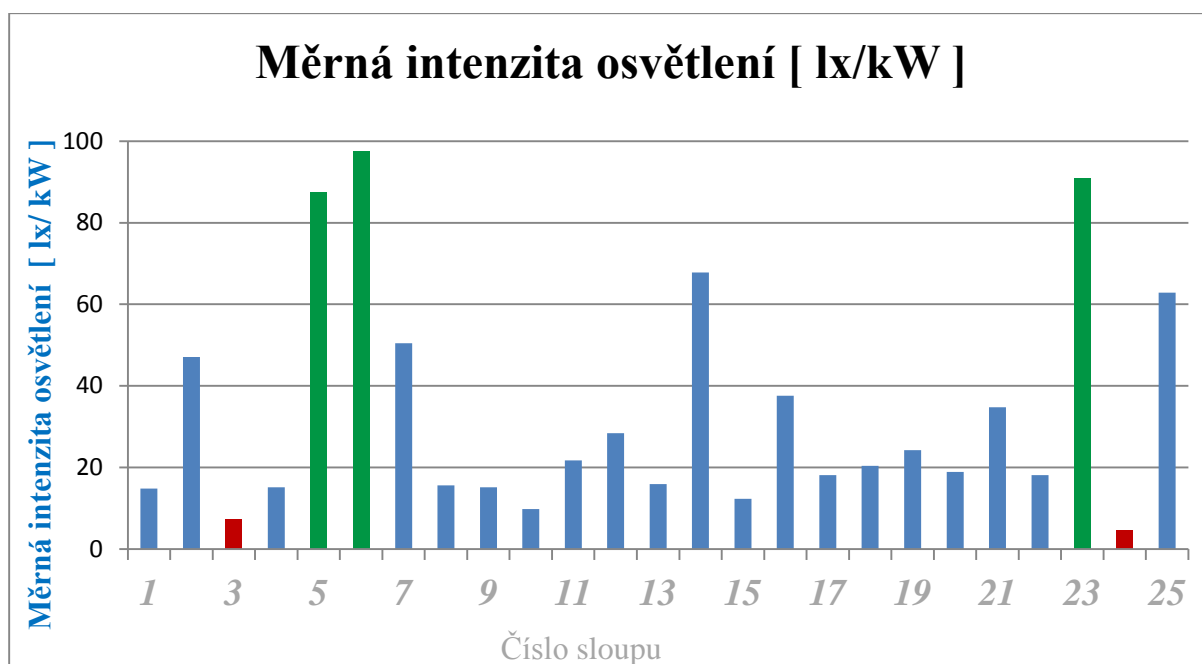
Tabulka 38: Osvětlení Uhřetov

# Osvětlení

# Uhřetov

Číslo sloupu	Zdroj světla	Výška sloupu [ m ]	Koeficient korekce výšky sloupu	Osvětlení [ lx ]	Normované osvětlení [ lx ]	Příkon [ W ]	Měrná intenzita osvětlení [ lx/kW ]
1	Zářivka	5	2,56	2,73	1,07	72	14,81
2	Zářivka	5	2,56	8,68	3,39	72	47,09
3	Zářivka	5	2,56	1,34	0,52	72	7,27
4	Zářivka	5	2,56	2,78	1,09	72	15,08
5	Zářivka	6	1,78	11,20	6,30	72	87,50
6	Zářivka	6	1,78	12,48	7,02	72	97,50
7	Zářivka	6	1,78	6,46	3,63	72	50,47
8	Zářivka	6	1,78	1,99	1,12	72	15,55
9	Zářivka	6	1,78	1,93	1,09	72	15,08
10	Zářivka	6	1,78	1,25	0,70	72	9,77
11	Zářivka	6	1,78	2,78	1,56	72	21,72
12	Zářivka	5	2,56	5,23	2,04	72	28,37
13	Zářivka	6	1,78	2,04	1,15	72	15,94
14	Zářivka	6	1,78	8,68	4,88	72	67,81
15	Zářivka	5	2,56	2,27	0,89	72	12,32
16	Zářivka	6	1,78	4,81	2,71	72	37,58
17	Zářivka	5	2,56	3,33	1,30	72	18,07
18	Zářivka	5	2,56	3,75	1,46	72	20,35
19	Zářivka	6	1,78	3,10	1,74	72	24,22
20	Zářivka	6	1,78	2,42	1,36	72	18,91
21	Zářivka	6	1,78	4,45	2,50	72	34,77
22	Zářivka	6	1,78	2,32	1,31	72	18,13
23	Zářivka	5	2,56	16,73	6,54	72	90,77
24	Zářivka	6	1,78	0,57	0,32	72	4,45
25	Zářivka	6	1,78	8,04	4,52	72	62,81

Celkem	Zářivka				2,41	1800	33
--------	---------	--	--	--	------	------	----



Graf 32: Měrná intenzita osvětlení

## 4 Závěr a diskuze

Pro vyhodnocení výsledků měření a jejich vzájemné porovnání je vhodné tyto údaje dát do tabulky. Z ní vyplývají zajímavé závěry, které jsme před měřením nepředpokládali. Dále je třeba si uvědomit, že měření a přístup k informacím je dán možnostmi středoškoláka. Např. nebylo možné provést měření na patě sloupu a zjistit tak skutečnou spotřebu zdroje světla. Je také všeobecně známé, že zdroje světla stárnou a postupně ztrácí své vlastnosti a to především svítivost. Také se víc zahřívají, čímž zase více podporují proces stárnutí atd. Je třeba si uvědomit také, že prakticky nebylo možné zahrnout náklady na údržbu do ekonomického pohledu, neboť pouze 2 obce byly schopné říci, kolik je stojí roční údržba. Ostatní dvě mají rozpočet společně s přidruženými obcemi.

Porovnání jsem provedl u čtyř obcí, které každá má jiný druh osvětlení a zároveň každá má jiný režim života obce. Habřina je moderní obec, která žije standardním způsobem života. S tím jsou spojené požadavky na kvalitní osvětlení, i když jí prochází pouze silnice III. a IV. třídy. Libranticemi prochází silnice II. třídy a tedy požadavek na osvětlení je také vysoký. Obdobně je to mu i v Uhřínovicích, kterými také prochází silnice II. třídy, a požadavek na osvětlení je také vysoký. Jinak je tomu u Jeřiček, kterými prochází pouze silnice II. a IV. třídy a krom toho je tato malá obec umístěna stranou od ruchu větších i

menších měst. Z toho důvodu také požadavky na osvětlení jsou daleko menší, což se pochopitelně projevuje na stavu veřejného osvětlení.

Naměřené výsledky jsou uvedeny v tabulkách 7 - 39 a grafech 1 – 32. Výsledky lze hodnotit z mnoha hledisek. Jedním z nich je pohled z hlediska jasů osvětlení. V tomto případě jednoznačně nejvyšší hodnotu průměrného maximálního osvětlení mají Librantice se sodíkovými výbojkami, následuje Habřina a poslední jsou téměř shodně Uhřínovice s Jeřičkami. Jiná situace je pokud budeme hodnotit náklady na spotřebu energie, pak na prvním místě je Habřina, následují Librantice, Jeřičky a nakonec Uhřínovice se zářivkami. Velmi zajímavý je ekonomický pohled zhodnocení provozu a investic za 12 let (uváděná životnost LED světla). Oproti očekávání zde z toho vyšlo nejlépe veřejné osvětlení se zářivkami v Uhřínovicích, ty následovalo LED osvětlení v Habřině, třetí byly sodíkové výbojky v Libranticích a na konci se umístila směs rtuťových a sodíkových výbojek v Jeřičkách.

Bez zajímavosti není také subjektivní hodnocení barvy a dostatku světla. V tom vyhrálo osvětlení s LED, následované rtuťovými i sodíkovými výbojkami a nakonec se umístily zářivky. U zářivek jsem měl pocit, že je tam málo světla, což potvrdily i výsledky měření. Jak jsem již uvedl výše, možností vyhodnocení naměřených a shromážděných dat je mnoho a ukazují nám jednu věc, že v současnosti neexistuje jednoznačně nejvýhodnější druh zdroje osvětlení. V současnosti je trend upřednostňovat osvětlení s LED, ale jak vidíme, ne ve všech parametrech jsou zdroje světla v současnosti nejlepší. V ekonomičnosti s nimi mohou konkurovat zářivky, v případě požadavku na opravdu silné osvětlení jsou prozatím sodíkové výbojky nedostižné. Pravděpodobné však je, že obrovský nástup LED technologií dříve nebo později bude hrát dominantní roli v oblasti osvětlovací techniky, což můžeme například vidět v automobilovém průmyslu.

Na závěr jsem připravil modelový příklad obce Jeřičky, ve které je osvětlení ve špatném stavu a potřebovalo by rekonstrukci. Do tabulky 40 jsem zadal údaje odpovídající realitě při náhradě stávajících světelných zdrojů různými novými zdroji a jejich provozu po dobu 12 let. Pro vyhodnocení používám katalogové údaje světelných zdrojů s požadovaným maximálním osvětlením alespoň 12 lx. V tabulce 41 je vyhodnocení všech dostupných informací pro výpočet nákladů na výměnu stávajících zdrojů světla včetně svítidel za nové. V tabulce nepočítám s náklady na práce spojené s výměnou, neboť jsou pro všechny typy zdrojů téměř stejné a také jejich hodnotu ani neznám. Tato skutečnost však neovlivňuje mnou sledované výsledky uvedené v tabulce.

Tabulka 39: Závěrečné vyhodnocení

Položka	Habřina	Jeřičky		Librantice	Uhřetov
Druh osvětlení	LED	Rtuťová	Sodíková	Sodíková	Zářivka
Počet svítidel [ ks ]	71	10	6	110	25
Délka osvětlené trasy [ km ]	4,49	0,82		4,88	1,31
Průměrná vzdálenost mezi sloupy [ m ]	63	51		44	52
Průměrné maximální osvětlení [ lx ]	11,9	5,8	6,7	19,0	4,9
Měrná intenzita osvětlení [ lx/kW ]	362	48	75	181	33
Instalovaný příkon svítidel [ kW ]	2,1	1,2	0,5	7,7	1,8
Spotřeba energie [ MWh/rok ]	8,23	1,99	0,89	32,9	5,3
Průměrná roční spotřeba energie na světlo [ kWh ]	116	199	148	<b>299</b>	212
Doba životnosti zdroje světla [ hodin ]	50 000	16 000	16 000	16 000	20 000
Cena svítidla [ Kč ]	5 554	3 000	3 000	3 000	1400
Cena zdroje světla [ Kč ]	0	100	200	200	60
Roční náklady na údržbu 1 světla [ Kč ]	200	400	400	400	400
Spotřeba zdrojů světla za 12 let [ ks ]	1	3,5	3,5	3,5	2,5

Přímé náklady na techniku za 12 let [ Kč ]	5554	3350	3700	3700	<b>1550</b>
Přímé náklady za 12 let provozu [ Kč ]	<b>3 204</b>	9 234	<b>11 404</b>	6 922	6 559
Přímé náklady za 12 let na údržbu [ Kč ]	<b>2400</b>	<b>4800</b>	<b>4800</b>	<b>4800</b>	<b>4800</b>
Celkové náklady za 12 let provozu [ Kč ]	<b>11 158</b>	17 384	<b>19 904</b>	15 422	12 909

Index podání barev Ra [ % ]	<b>&gt; 80</b>	> 50	> 25	> 25	<b>&gt; 80</b>
Subjektivní hodnocení - barva světla - stupnice 1-5, 1 nejlepší	<b>1</b>	2	<b>4</b>	<b>4</b>	2
Subjektivní hodnocení - dostatek osvětlení	<b>1</b>	3	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
Celkové subjektivní hodnocení	<b>1</b>	2,5	2,5	2,5	3



Tabulka 40: Výpočet nákladů na osvětlení s reálnými zdroji světla pro osvětlení 12 lx

Druh světelného zdroje	LED	Rtuťová výbojka	Sodíková výbojka	Zářivka
Požadavek na osvětlení [ lx ]	12			
Příkon reálných zdrojů světla [ W ]	30	80	50	36
Měrný světelný výkon [ lm/W ]	100	50	76	93
Celkový světelný výkon [ lm ]	3 000	4 000	3 800	3 348
Osvětlení reálné [ lx ]	12	16	15	13
Doba svícení 12 hod/den, 365 dní/rok [ hod ]	4380			
Celková spotřeba na jedno světlo činí [ kWh ]	131	350	219	158
Počet roků	12			
Celková spotřeba za 12 let na 1 světlo [ kWh ]	1 577	4 205	2 628	1 892
Cena za kWh za 12 let [ Kč ]	2,30 Kč			
Náklady na energie na 1 světlo za 12 let [ Kč ]	3 627 Kč	9 671 Kč	6 044 Kč	4 352 Kč

Tabulka 41: Náklady na pořízení a provoz 1 světla za 12 let provozu

Druh světelného zdroje	LED	Rtuťová výbojka	Sodíková výbojka	Zářivka
Pořizovací náklady na světlo [ Kč ]	5 554	3 350	3 700	1 550
Náklady na energie na provoz [ Kč ]	3 627	9 671	6 044	4 352
Náklady na údržbu [ Kč ]	2 400	4 800	4 800	4 800
Celkové náklady provozu [ Kč ]	11 581	17 821	14 544	10 702

Tabulka 42. Porovnání nákladů na pořízení svítidel a provoz na 12 let se stávajícím stavem v Jeřičkách

Druh světelného zdroje	LED	Rtuťová výbojka	Sodíková výbojka	Zářivka	Stávající stav
Počet světel	16				16
Pořizovací náklady na 1 světlo [ Kč ]	5 554	3 350	3 700	1 550	150
Celkové pořizovací náklady na všechna světla [ Kč ]	88 864	53 600	59 200	24 800	2400
Náklady na energie na provoz [ Kč ]	49 866	148 088	120 888	87 039	99 360
Náklady na údržbu [ Kč ]	2 400	4 800	4 800	4 800	4800
Celkové náklady provozu [ Kč ]	146 684	209 838	188 588	118 189	106 710

**Tabulka 43: Porovnání nákladů na energie pro osvětlení s reálnými zdroji světla se stávajícím stavem v Jeřičkách**

Druh světelného zdroje	LED		Rtuťová výbojka		Sodíková výbojka		Zářivka		Stávající osvětlení
	6	12	6	12	6	12	6	12	
Požadavek na osvětlení [ lx ]	6	12	6	12	6	12	6	12	6,1
Počet světel	10	6	10	6	10	6	10	6	16
Příkon reálných zdrojů světla [W]	15	30	50	80	50	50	36	36	
Měrný světelný výkon [ lm/W ]	100	100	40	50	76	76	93	93	
Světelný výkon [ lm ]	1500	3000	2000	4000	3800	3800	3350	3350	
Osvětlení reálné [ lx ]	6	12	8,0	16,0	15,2	15,2	13,4	13,4	
Průměrná doba svícení (12 hod/ den, 365 dní/rok [ hod ])	4380								
Celková spotřeba na 1 světlo za rok činí [ kWh ]	66	131	219	350	219	219	158	158	180
Počet roků	12								
Spotřeba za 12 let na 1 světlo [ kWh ]	788	1577	2628	4205	2628	2628	1892	1892	2160
Cena za kWh za 12 let [ Kč ]	2,30 Kč								
Cena energie za 12 let na 1 světlo [ Kč ]	1 813	3627	6044	9 671	6044	6044	4352	4352	4968
Cena energie za 12 let celkem [ Kč ]	18133	21760	60444	58026	60444	36266	43520	26112	79 488 Kč
Celkem [ Kč ]	39 893 Kč		118 470 Kč		96 710 Kč		69 631 Kč		

Úspora oproti stávajícímu stavu [ Kč ]	<b>39 595 Kč</b>	<b>-38 982 Kč</b>	<b>-17 222 Kč</b>	<b>9 857 Kč</b>
--	------------------	-------------------	-------------------	-----------------

V tabulce 40 jsou uvedeny údaje pro porovnání nákladů na výměnu a provoz osvětlení při zadání osvětlení 12 lx a použití reálných zdrojů světla. Náklady na energie vychází nejlépe pro LED osvětlení, následující s malým odstupem zářivkami, dále sodíkovými výbojkami a nejhůře vychází osvětlení rtuťovými zářivkami.

V tabulce 41 jsou dohromady porovnány náklady na pořízení svítidla a zdrojů světla, na předpokládanou údržbu a na energie po dobu 12 let (doba předpokládané životnosti svítidel) pro jedno světlo. Z toho nejlépe vychází osvětlení zářivkou, následované LED osvětlením, sodíkovou lampou a poslední je opět osvětlení rtuťovou výbojkou.

Další tabulky se týkají modelového výpočtu osvětlení Jeřiček tak, aby to odpovídalo stávajícímu osvětlení. V Jeřičkách jsou 2 úrovně osvětlení a to osvětlení hlavní cesty (6 světel s více než 11 lx) a osvětlení ostatních komunikací v obci (10 světel pouze s 6 lx). Dále pak byly použity údaje reálně vyráběných zdrojů světla tak, aby osvětlení odpovídalo

současnému stavu (nejmenší rtuťové i sodíkové výbojky se dělají 50W, zářivky se vyrábí v rozměru 1200 mm pouze 36W).

Tabulka 42 ukazuje celkové náklady na výměnu svítidel za nové s různými zdroji světla a jejich porovnání s náklady na provoz stávajícího stavu osvětlení po dobu 12 let. Nejlevněji vychází stávající stav provozu, avšak vlastní svítidla jsou ve špatném stavu. Na druhém místě by bylo osvětlení se zářivkami, třetí je provoz po výměně svítidel za reálná LED svítidla. Následuje výměna za osvětlení se sodíkovými lampami. Nejhuře vychází rtuťové výbojky. Z tohoto pohledu se jeví jako nejvýhodnější je provést rekonstrukci se svítidly s LED zdroji světla.

V tabulce 43 jsou údaje sloužící pro výpočet nákladů na energie za modelového příkladu v obci Jeřičky, kde nejúspornější jsou LED zdroje světla, které by za tuto dobu uspořily téměř 40000 Kč na energie. Druhé jsou zářivky s úsporou 9857 Kč, třetí pak stávající stav bez úspory, čtvrté jsou sodíkové výbojky s navýšením 17222 Kč (je třeba však připomenout že osvětlení by bylo vyšší cca o 3 a 9 luxů) a poslední je osvětlení se rtuťovými výbojkami, kde navýšení činí 38982 Kč (i zde je třeba však připomenout, že úroveň osvětlení by byla vyšší o 2 a 4 luxy).

Z uvedeného se jeví jako nejvhodnější pro obec Jeřičky rekonstrukci stávajících svítidel za zářivky, které však neumožňují možnost regulace a tím i dosažení dalších úspor. Nebo provést výměnu za LED zdroje 15W a 30W, kde by obec s jejich provozem ušetřila na energiích téměř 40000 Kč během období 12 let. Krom toho by obec měla i osvětlení, které má další možnosti úspor jako jsou snížení osvětlení v nočních hodinách (až o 80%), pohybová čidlo v nočních hodinách (některá světla by se zapínala pouze tehdy, když by to bylo třeba) atd. V neposlední řadě deklarovaná životnost 12 let je dle zkušeností více než dvojnásobná, běžně bývá až 30 let, pak by úspora na energiích činila téměř 100000 Kč, a to neberu v úvahu postupné zvyšování cen energií.

Na závěr bych chtěl poznamenat, že pro porovnání rentability a možnosti úspor na osvětlení jednotlivých obcí je třeba vždy vypracovat studii požadavků a reálných možností realizací tak, aby výsledné řešení splňovalo jak ekonomické požadavky, tak i požadavky na kvalitu a subjektivní vnímání různých druhů osvětlení. Neexistuje z této práce jednoznačný vítěz, ale pouze informace, že každý druh osvětlení má své místo a důvod proč jej používat.

## 5 Seznamy

### 5.1 Seznamy použité literatury

- 1) *Osram: Světelné zdroje a systémy 2012/2013*. Praha.
- 2) *Sylvania: Lamps 2010-2011*.

### 5.2 Seznam použitých internetových stránek

1. PRE. [online]. Pražská energetika, 2008 [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://www.pre.cz/pre/nase-spolecnost/muzeum-pre/soukrome-sbirky/zarovsky-slabyhoudk/expozice.html>
2. Wikipedia: Otevřená encyklopedie. [online]. [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Sv%C4%9Btlo>
3. Veřejné osvětlení. [online]. [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://verejneosvetleni.wz.cz/technika.htm>
4. Elektro Lumen. [online]. 2012 [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://el-lumen.cz/index.php/nove-produkty/62-titania-led>
5. Výbojkopedie. [online]. [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: [http://www.vybojky-zarovsky.cz/vp\\_sodik.html](http://www.vybojky-zarovsky.cz/vp_sodik.html)
6. Svítíme. [online]. [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://elektross.gjn.cz/svitime/zarivka/zarivka.html>
7. Rtuťové výbojky. [online]. [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://www.vo.wbs.cz/Vybojky.html>
8. Světelné zdroje – vysokotlakové rtuťové výbojky. [online]. [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetelne-zdroje-%E2%80%93-vysokotlake-rtutove-vybojky-smesove-vybojky-38296.html>
9. SVĚTELNÉ ZDROJE A SVÍTIDLA PRO VEŘEJNÉ OSVĚTLENÍ V ROCE 2012. [online]. 2012 [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://www.svn.cz/assets/files/informacni-materialy/2012/Svetelne-zdroje-a-svitidla-ve-VO.pdf>
10. Záskladní informace o světelné technice. [online]. [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: [http://ledkovezarovsky-zarovsky.cz/zakladni\\_informace.html](http://ledkovezarovsky-zarovsky.cz/zakladni_informace.html)
11. Záskladní údaje. [online]. [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://www.lightinghouse.cz/?name=dulezite-informace&page=fotoredsystem&skupina=179&prezent=61&sk=16173&reklama=no&vyberstl>

12. Candela. [online]. [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: [http://www.fktechnics.cz/cz/clanky/teorie-a-praxe/art\\_106/candela-lumen-lux.aspx](http://www.fktechnics.cz/cz/clanky/teorie-a-praxe/art_106/candela-lumen-lux.aspx)
13. Phillips. [online]. [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: [http://www.ecat.lighting.philips.cz/l/svetelne-zdroje-profesionalni/vybojky/vysokotlake-sodikove-vybojky-son/master-son-t-apia-plus-xtra/928150119227\\_eu/](http://www.ecat.lighting.philips.cz/l/svetelne-zdroje-profesionalni/vybojky/vysokotlake-sodikove-vybojky-son/master-son-t-apia-plus-xtra/928150119227_eu/)
14. Osram. [online]. [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: [http://www.osram.com/osram\\_com/products/lamps/fluorescent-lamps/fluorescent-lamps-t8/lumilux-t8/index.jsp](http://www.osram.com/osram_com/products/lamps/fluorescent-lamps/fluorescent-lamps-t8/lumilux-t8/index.jsp)
15. Phillips levně. [online]. [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://www.philips-levne.cz/p/ph-hpl-n-80w-542-e27/>
16. Sylvania rtuťové výbojky. [online]. [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://www.sylvania-pro.cz/rtutove-vybojky/rtutova-vybojka-hsl-bw-standard>
17. Sylvania zářivky. [online]. [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://www.sylvania-pro.cz/zarivky-sylvania/zarivka-t8>
18. E-light. [online]. [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://www.e-light.cz/svitidla/26/>
19. Elektro Palouček. [online]. [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://www.elektro-paloucek.cz/zarovsky-a-zarivky/vybojky/vybojky-sodikove/vybojka-sodikova-philips-master-son-t-pia-plus-70w-e27>
20. Žárovky inshop. [online]. [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://zarovsky.inshop.cz/inshop/scripts/shop.aspx>
21. Osram shop. [online]. [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://www.osram-shop.cz/hql/>
22. Osram shop zářivky. [online]. [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://www.osram-shop.cz/zarivky-t8/>
23. Srovnání cen. [online]. [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://www.srovnanicen.cz/>
24. Zboží. [online]. [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://www.zbozi.cz/>
25. Heureka. [online]. [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://www.heureka.cz/>
26. Movable type scripts: Calculate distance. [online]. [cit. 2014-01-28]. Dostupné z: <http://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong.html>
27. Kalendář Beda: Staročeský kalendář. [online]. [cit. 2014-01-31]. Dostupné z: <http://kalendar.beda.cz/mesicni-starocesky>
28. LED eye. [online]. [cit. 2014-01-31]. Dostupné z: <http://www.ledeye.cz/eshop/Produit/16343/27/ve%C5%99ejne-osv%C4%9Btleni/econa-30w>

## 5.3 Seznam použitých obrázků

1. Elektro Lumen. [online]. 2012 [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://el-lumen.cz/index.php/nove-produkty/62-titania-led>

2. Wikipedie: LED dioda. [online]. [cit. 2014-01-30]. Dostupné z:  
[http://cs.wikipedia.org/wiki/LED\\_dioda](http://cs.wikipedia.org/wiki/LED_dioda)
3. Připojování LED diod: Zapojování LEDEK. [online]. [cit. 2014-01-30]. Dostupné z:  
<http://zajimavebastleni.sweb.cz/ledky.html>
4. Veřejné osvětlení: Výbojky. [online]. [cit. 2014-01-30]. Dostupné z:  
<http://www.vo.wbs.cz/Vybojky.html>
5. NetMart: Teplota chromatičnosti. [online]. [cit. 2014-01-30]. Dostupné z:  
<http://www.netmart.cz/detail.aspx?id=77>
6. FyzWeb: Záření černého tělesa. [online]. [cit. 2014-01-30]. Dostupné z:  
<http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=109>