



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
Fakulta umění a architektury ■

# FENOMÉN SVĚTELNÉHO ZNEČIŠTĚNÍ

*Autor práce: BcA. Jan Ramba*

*Liberec 2014/2015*

---

## PROHLÁŠENÍ

Byl jsem seznámen s tím, že se na mou diplomovou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

23. února 2015

Děkuji prof. Dr. Ing. arch Bořkovi Šípkovi za vedení práce a cenné konzultace a rady.

## ABSTRAKT

V mé práci se dám na stranu většiny společnosti, která ví, že problém světelného znečištění nelze za aktuálních podmínek vyřešit. Pro mě, je fenomén světelného znečištění jev, který patří k přirozenému vývoji městské zástavby a společnosti, která v těchto městech žije. Jedná se o jev spojený s rozvojem měst a s obydlováním planety. V daleké budoucnosti se tento jev určitě objeví i s osidlováním jiných planet. Má idea se přiklání k názoru, že světelné znečištění je jev související s rozvojem měst a společnosti a jde ho pouze redukovat různými způsoby. Proto v mé myšlence tento jev беру, jako daný a “ neřešitelný, patřící k městu. Snažím se ho řešit jako interesovaný divák, který miluje noční oblohu. Ví, vůbec, mladší generace obyvatel co je to temná obloha plná hvězd? Neví, bohužel. Veliká část populace je městy natolik pohlcená, že se nikdy nedostala pod absolutně temnou noční oblohu. Pokusím se tento překrásný jev obyvatelům měst přiblížit a přesvědčit je, že se zde doopravdy něco děje. Pokusím se jim i vysvětlit na co vše světelné znečištění působí a jak se této negativní situaci dá pomoci, a jako největší cíl si kladu ukázat lidem pravou noční oblohu ve městě, ať se sami zamyslí. Tuto, až romantickou myšlenku bych rád spojil s moderními technologiemi a dostal se tak blíže k již zahlcené a na světle závislé společnosti blíže, nejlépe až “ pod jejich kůži” a to díky návrhu aplikace, která jim alespoň částečně ukáže obrazy bez těchto jevů.

Klíčová slova:

světelné znečištění, světlo, město, noční obloha, jev, aplikace, augmented reality, chytrá zařízení, hvězdy



## ABSTRAKT

In my work I put myself on the side of the majority of society, who knows that the problem of light pollution can not be resolved under current conditions. For me, the phenomenon of light pollution, is a phenomenon, which belongs to the natural development of urban development and society that lives in these cities. This phenomenon is associated with the development of cities and colonisation of the planet Earth. In the far future, this phenomenon certainly occurs with colonisation of other planets. My idea is inclined to think that light pollution is a phenomenon related to the development of cities and society, and we can only reduce it in a various ways. Therefore, in my idea, I take this phenomenon like a consistent, unsolvable, belonging to the city. I try to resolve it as an interested spectator, who loves the night sky. Does the younger generation of citizens know, how does the night sky full of stars look like? Unfortunately no. Much of a population is absorbed by cities, that anyone of them has never seen absolutely dark night sky. I try to approach and satisfy this gorgeous phenomenon to the citizens and show them, that there is something wrong. I will also try to explain what negative effects entails the phenomenon of light pollution and how could we can help this negative situation. And my biggest goal is to show people real dark night sky with a lot of stars in a city and I would like them to think about these problems. I would like to join this such a romantic idea with a modern technologies, and I would also like to get closer to these already overburdened and light addicted society, in the best way, “under their skins” and I will try it with my concept of application, which will show them, at least partially, pictures without these negative phenomenons.

### Key words:

light pollution, light, city, night sky, phenomenon, application, augmented reality, smart devices, stars



## OBSAH

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| ÚVOD.....                                                                  | 9  |
| 1 ANALYTICKÁ ČÁST.....                                                     | 11 |
| 1.1. Obecný popis jevu.....                                                | 11 |
| 1.1.1. Světelné znečištění.....                                            | 12 |
| 1.1.2. Rozptyl světla a světelný smog.....                                 | 12 |
| 1.1.3. Odraz světla.....                                                   | 14 |
| 1.1.4. Souhrn jevů.....                                                    | 15 |
| 1.1.5. Hvězdná obloha versu světelné znečištění.....                       | 16 |
| 1.2. Vlivy světelného znečištění.....                                      | 18 |
| 1.2.1. Světelné znečištění a jeho vliv na lidské zdraví.....               | 18 |
| 1.2.2. Barvy světla.....                                                   | 20 |
| 1.2.3. Vliv světelného znečištění na faunu a floru.....                    | 21 |
| 1.2.4. Ekonomie a světelné znečištění.....                                 | 23 |
| 1.2.5. Osvětlení a kriminalita.....                                        | 23 |
| 1.3. Zkvalitnění veřejného osvětlení.....                                  | 25 |
| 1.3.1. Příklady zkvalitnění osvětlení ve městech ve zkratce.....           | 25 |
| 1.3.2. Earth hour - temp hodina na konci března.....                       | 26 |
| 1.4. Legislativa.....                                                      | 26 |
| 1.4.1 Průkopníci v legislativním boji proti světelnému znečištění.....     | 27 |
| 1.4.2. Legislativa spojená se světelným znečištěním v České republice..... | 28 |
| 2 NÁVRHOVÁ ČÁST.....                                                       | 30 |
| 2.1. Samotný vývoj a popis práce úvahy.....                                | 30 |
| 2.2. Augmented Reality - rozšířená realita.....                            | 30 |
| 2.3. Zdroje pro samotné provedení.....                                     | 37 |
| 2.4. Propojení aplikací - vysvětlení základního konceptu.....              | 39 |
| 2.5. Samotný návrh aplikace.....                                           | 40 |
| 2.6. Postup při představení konceptu.....                                  | 41 |
| 2.7. Popis procesu vývoje aplikace.....                                    | 44 |
| 2.8. Název, logo, ikona aplikace.....                                      | 50 |

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| 2.9. Jak aplikaci používat a co je potřeba k jejímu spuštění..... | 51 |
| 3 ZÁVĚR.....                                                      | 52 |
| SEZNAM LITERATURY A ZDROJŮ.....                                   | 53 |
| SEZNAM PŘÍLOH.....                                                | 57 |

## SEZNAM ILUSTRACÍ

|           |                                                                                                     |    |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Obr. 1.1  | Mapa světa s nejvíce viditelným světelným znečištěním.....                                          | 11 |
| Obr. 1.2  | Mapa Evropy - porovnání světelného znečištění z roku 1992 a z roku 2010.....                        | 12 |
| Obr. 1.3  | Mapa světelného znečištění v Praze.....                                                             | 13 |
| Obr. 1.4  | Světelný smog nad městem.....                                                                       | 14 |
| Obr. 1.5  | Graf ukázky směrů produkovaného světla z veřejného osvětlení.....                                   | 15 |
| Obr. 1.6  | Rozdělení tmavé oblohy dle místa.....                                                               | 17 |
| Obr. 1.7  | Mapa oblastí tmavé oblohy v České republice.....                                                    | 17 |
| Obr. 1.8  | Ukázka absurdně umístěného zdroje veřejného osvětlení.....                                          | 19 |
| Obr. 1.9  | Graf citlivosti lidského oka a citlivosti cirkadiánního systému člověka na vlnové délky světla..... | 21 |
| Obr. 1.10 | Zmatený pohyb hmyzu u zdroje veřejného osvětlení.....                                               | 22 |
| Obr. 2.1  | Ukázka Augmented Reality v reálném prostředí.....                                                   | 31 |
| Obr. 2.2  | Sensorama.....                                                                                      | 32 |
| Obr. 2.3  | Head Mounted Display SWORD - “ Damoklův meč.....                                                    | 33 |
| Obr. 2.4  | Head Mounted Display - HMD - modernější.....                                                        | 34 |
| Obr. 2.5  | ARQuake - jedna z prvních Augmented Reality her.....                                                | 35 |
| Obr. 2.6  | WikiTude Drive - Augmented Reality navigační software.....                                          | 36 |
| Obr. 2.7  | Logo aplikace Junaio.....                                                                           | 37 |
| Obr. 2.8  | Screenshot - ukázka aplikace Junaio.....                                                            | 37 |
| Obr. 2.9  | Logo aplikace Stellarium.....                                                                       | 38 |
| Obr. 2.10 | Screenshot - ukázka aplikace Stellarium.....                                                        | 39 |
| Obr. 2.11 | Jednoduché schéma - rovnice postupu práce.....                                                      | 39 |
| Obr. 2.12 | I.,II. a III. fáze práce s mapou světelného znečištění nad Prahou.....                              | 42 |
| Obr. 2.13 | Vstupní originální fotografie.....                                                                  | 44 |
| Obr. 2.14 | Fáze odřezávání nebe.....                                                                           | 45 |
| Obr. 2.15 | Fáze úpravy a nastavení světlosti, kontrastu a živosti fotografie.....                              | 46 |
| Obr. 2.16 | Zadávání vstupních hodnot pro generování oblohy ve Stellariu.....                                   | 47 |
| Obr. 2.17 | Vygenerovaná obloha na základě vstupních hodnot.....                                                | 48 |
| Obr. 2.18 | Výsledná kompozice.....                                                                             | 49 |
| Obr. 2.19 | Logo a ikona navrhované aplikace LOOK.....                                                          | 50 |

## ÚVOD

Otázku světelného znečištění jsem si vybral, jelikož se jedná o komplexní “ problém” současné společnosti a nejen společnosti, ale i vyspělých měst. Počínaje malými městy, přes metropole až po velké aglomerace a konurbace.

Prvním “ kopancem”, který mi vnuknul myšlenku pracovat s oblohou nad městem byla osobní zkušenost s negativním působením světelného znečištění a to na pražském festivalu “ Signál”, kde u jedné instalace jsem si povídal s kamarádem o tom jak nad námi, nad Karlovým mostem, létají ptáci, kterým jakoby svítí břicha a že to vypadá jako součást festivalu, jako světelná projekce do nebes. V tu chvíli k nám přistoupil muž z Asie a anglicky se nás nechápavě zeptal: “Is it a part of Signal festival? Is it a projection of birds?” ( Je to součást Signál festivalu? Je to projekce ptáku? Ono to bohužel tak doopravdy vypadalo, ale byli to pouze ptáci, na jejichž bříškách bílých bříškách se odráželo světlo, které Praha vyzařuje do nebe.

Od té doby jsem se začal o tento problém více zajímat. Jeho negativní dopady si člověk ani už neuvědomuje. Stali se pro nás samozřejmostí, kterou přehlízíme a snažíme se před tím chránit. Světelné znečištění, dle mého názoru a pozorování je řešitelný problém, ale bohužel ne za daných podmínek, které ve městech a v jejich společnostech jsou. Jedná se o globální problém, který zatím dostal pouze návrh řešení, ne zákon. Světelné znečištění není zakotveno v legislativě a trend dnešní společnosti je, že co není zákonem dáno, to se přeci dodržovat nemusí. Ale za jakých podmínek je člověk ochotný přijmout i daná doporučení. A jaké problémy lidem ve městech a jejich životům z toho plynou? O co doopravdy lidé přichází? Tyto otázky mi vyplouvají, když se podívám na noční oblohu ve velkoměstě jako je Praha. Dalo by se říci, že se jedná o bezhvězdné nebe, šedivé, bez hloubky a bez krásy, která je zastíněna, zde se hodí výraz spíše “ zasvícena” přebytečným a špatně voleným osvětlením. V těchto zimních měsících se mi stává, že občas nerozeznám den a noc. Nebe má skoro celých 24 hodin stejnou šedivou a nijakou barvu. Tento problém mě, a doufám, že i větší

množství obyvatel měst, deprimuje. Velice rád bych na problém upozornil a ukázal lidem co je pravá noční obloha. Aby se podívali a zamysleli se nad tím, o co každou noc přicházejí.

Bohužel při delším studiu a úvahách nad tímto jevem, jsem si položil další otázku. Je tento jev součástí vývoje města? Dokázalo by moderní město žít bez takzvaného světelného smogu? Myslím si, že lidé žijící v metropolích, městech ale i vesnicích se se světelným znečištěním dokázali natolik sžít, že jim tento problém přijde již zanedbatelný. Lidově řečeno, nad ním zlomili hůl.

Můj názor a mé myšlenky jsou odlišné, což je asi jasné, jinak bych se tímto tématem nezabýval. Ale jak jsem již zmínil, problém je to globální a již na tolik rozsáhlý, že nejde vyřešit “jedním mávnutím kouzelného proutku”. Za prvé by se jednalo o velice rozsáhlý a finančně abnormálně nákladný proces, který by trval možná i desítky let. Za druhé, by se musela doporučení, jak upravit stávající osvětlení a vše s ním spojené stát zákonem. A za třetí, je strašně důležité ukázat velkému počtu lidí, co to vlastně světelné znečištění je a jaké má důsledky. Na závěr, ukázat obyvatelům měst, jak doopravdy vypadá krásné nebe plné hvězd a jak jejich město dokáže transformovat a zvelebit. Dle mého názoru, nebe je další prostor, který je nutný brát jako součást veřejného prostoru, který lidem pomáhá při rozvoji jejich psychické nálady, ale i fyzické podoby a ne jen lidem. Problém fenoménu světelného znečištění je natolik provázaný, že jeho řešení je v daleké budoucnosti. Tak společnosti nabídnu alespoň požitek a ukázkou jak by nebe vypadalo nad zhasnutým městem. Ať se doopravdy sami zamyslí. Pokusím se tak s pomocí moderních technologií, jako jsou chytré telefony a podobné přístroje, pár aplikací, socialní sítě a s fyzicky známými prostředky, jako jsou billboardy.

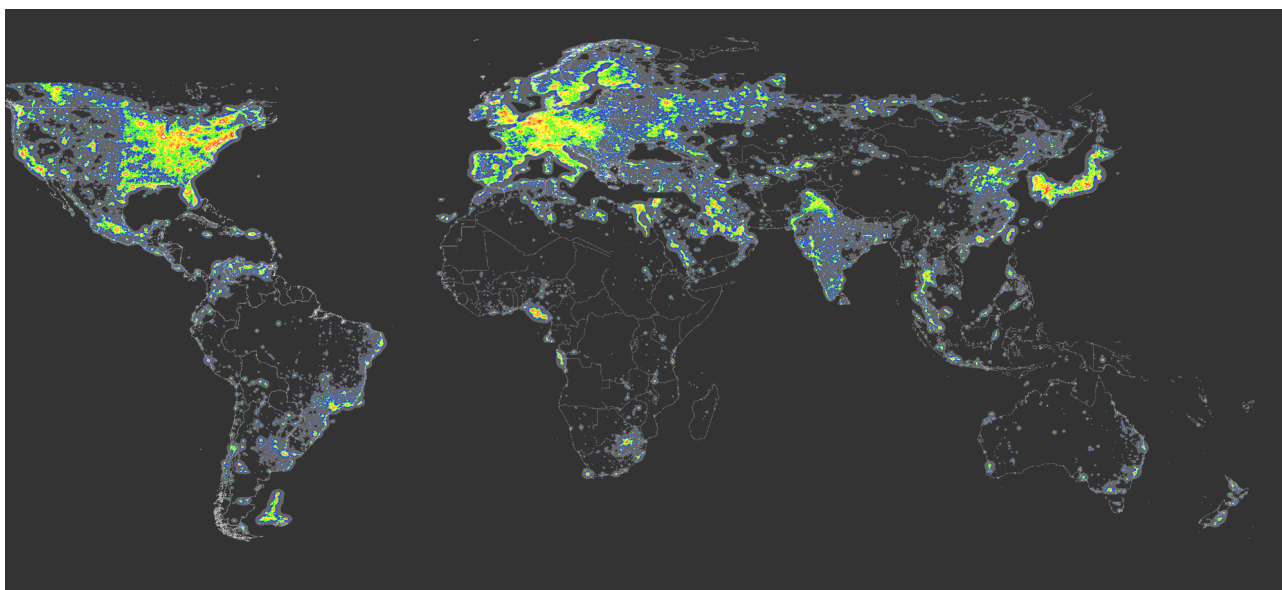
Samozřejmostí je vysvětlení “fenoménu světelného znečištění” a možnosti jeho řešení. Poukázání na problematiku a dopady tohoto problému na společnost.

## 1 ANALYTICKÁ ČÁST

### 1.1. Světelné znečištění

#### 1.1.1. Obecný popis jevu

Jedná se o existující jev, který se začal objevovat s rozvojem osvětlení ve městech. Značný rozvoj se objevil s užíváním veřejného osvětlení. Člověk, respektive společnost ve městech začala používat veřejné osvětlení ve značné míře na přelomu 19. a 20. století. Tento rozmach bohužel nebyl do dnešní doby nijak kontrolovaný a s příchodem vyspělých technologií si člověk žijící ve městech plných světel začal uvědomovat, že zde není něco v pořádku. “Dny” jsou delší a to jen díky používanému veřejnému osvětlení, které donedávna spíše svítilo do nebe než na místo, kde bylo potřeba.

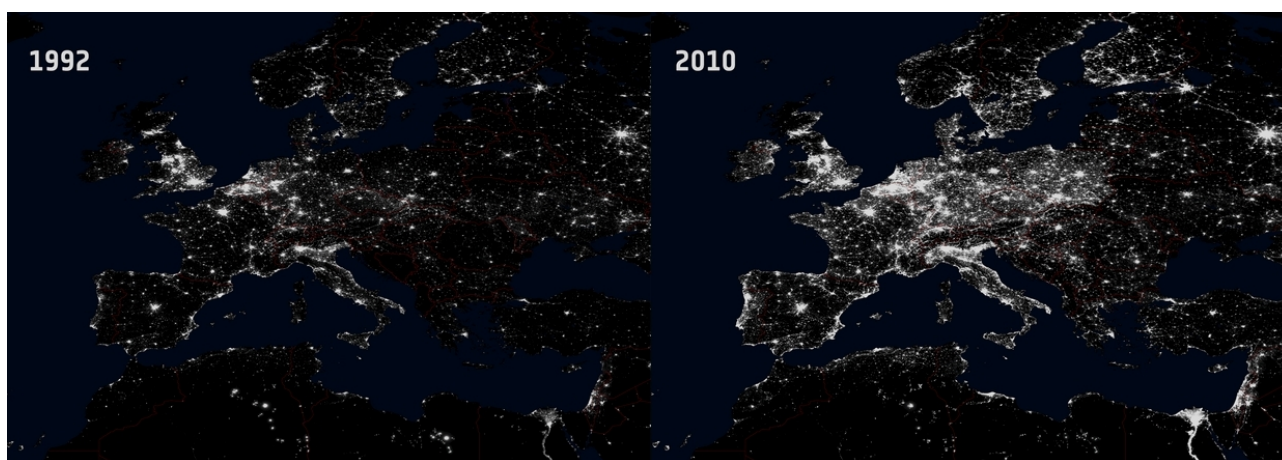


Obr. 1.1 Mapa světa s nejvíce viditelným světelným znečištěním

Pojem světelné znečištění, v anglickém jazyce *light pollution* nemá striktní definici. Tento termín vznikl nešťastným překladem. Jedná se o pronikání umělého světla do míst, kam by toto světlo vůbec pronikat nemělo. Příčinou může být přímé světlo ze svítidel, nebo světlo rozptýlené či



odražené v jeho okolí. Dalo by se říci, že se jedná o souhrnné označení všech negativních jevů, které s sebou umělé osvětlení přináší. Například pronikání světla z venkovního osvětlení do příbytků, oslnění, osvětlení oblohy díky špatně nasměřovaným a zvoleným reflektorům, které nasvěcují architekturu, billboardy a jiné reklamní, komerční, ale i nekomerční plochy. V prostředí světelné techniky se pro tento jev spíše používá pojem “ rušivé” světlo, v anglickém jazyce *obtrusive light*.

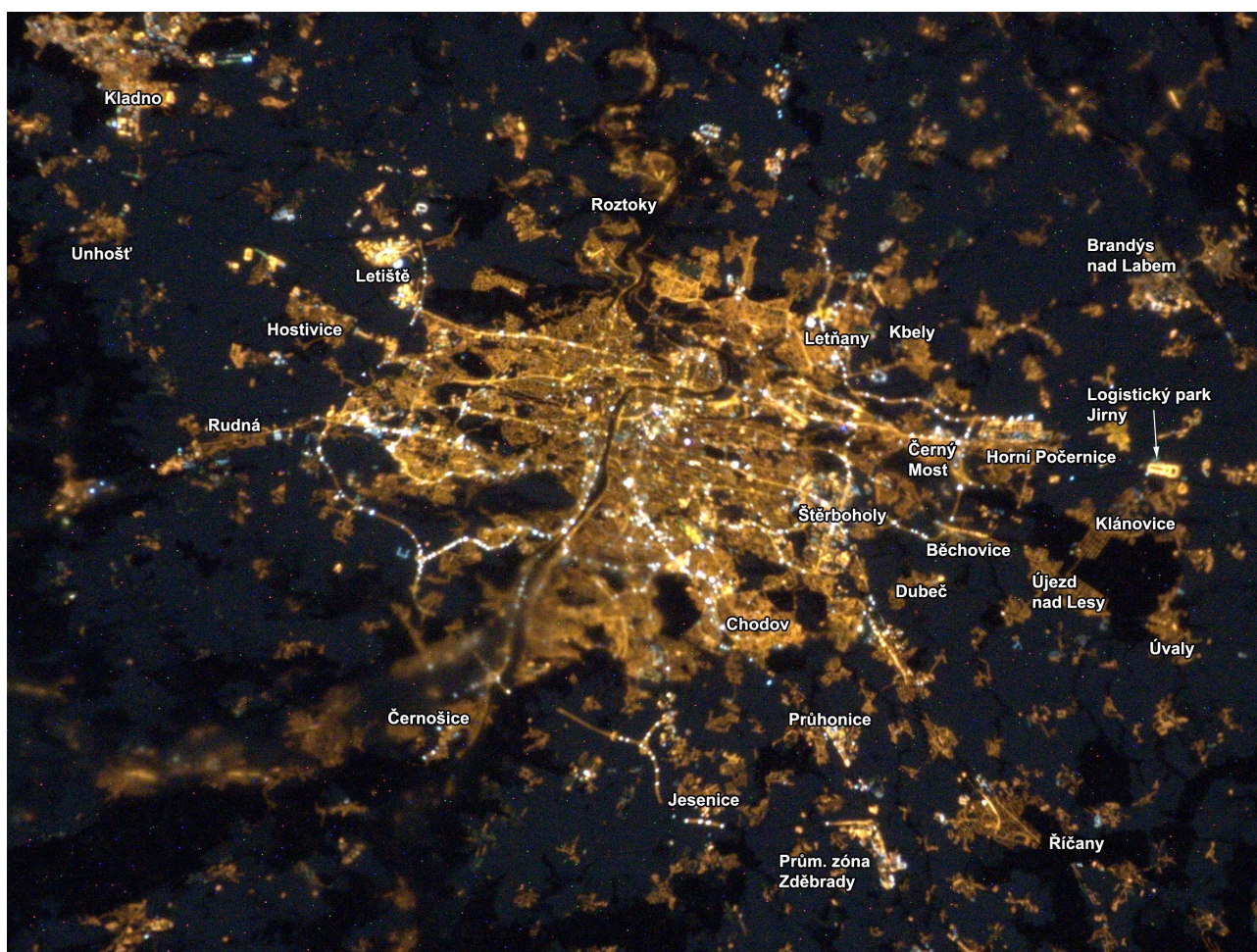


Obr. 1.2 Mapa Evropy - porovnání světelného znečištění z roku 1992 a z roku 2010

### 1.1.2. Rozptyl světla a světelný smog

Rozptyl a samozřejmě i minimální únik a odraz světla z umělého osvětlení je přirozený jev a to následkem obsahu různých mikročástic v atmosféře. Množství světla rozptýleného v atmosféře je určeno množstvím a velikostí částic, na kterých se světlo může rozptýlit. Je ovlivněno zejména atmosférickými podmínkami (mlha, inverse, zatažená obloha apod.). Mezi částice, které umožňují rozptyl světla, počítáme i zplodiny a další látky uvolněné do atmosféry v důsledku lidské činnosti. Rozptyl světla v atmosféře tedy může být indikátorem jejího skutečného znečištění. Špatnou prací se světelnými zdroji spojenou s horším ovzduším a větším obsahem mikročástic nad městy vzniká takzvaný závojevý jas oblohy, neboli světelný smog.

Bohužel tento rozptyl světla je více viditelný nad obydlenými oblastmi. Ale pozor, světlo se rozptyluje i v čistém ovzduší, záleží i na již zmíněných atmosférických jevech. Přirozeného světla není tolik, aby mohlo tvořit světelný smog a nebo rušivé světlo, natož ve velké míře přispívat světelnému znečištění.



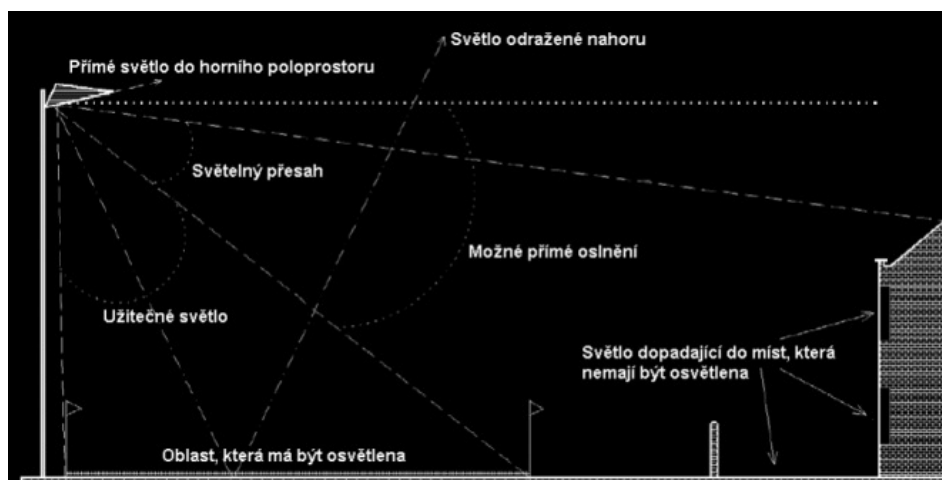
Obr. 1.3 Mapa světelného znečištění v Praze



Obr. 1.4 Světelný smog nad městem

### 1.1.3. Odraz světla

Dalším činitelem přispívajícím světelnému znečištění a jevů s ním spojeným je odraz světla. Odraz světla od různých povrchů je přirozený jev. Množství odraženého světla od různých povrchů můžeme charakterizovat činitelem odrazu, což je poměr mezi světelným tokem dopadajícím na danou plochu a světelným tokem od ní odraženým. U běžně osvětlovaných venkovních ploch (silnice, chodníky apod.) se tento činitel pohybuje kolem 20%. Chceme-li tedy tyto plochy osvětlovat, nezabráníme odrazu určitého podílu světla do prostoru nad nimi.



Obr. 1.5 Graf ukázky směrů produkovaného světla z veřejného osvětlení

#### 1.1.4. Souhrn jevů

Přímé světlo ze zdrojů světla může způsobit oslnění, jak člověka, ale mnohdy také zvíři žijící ve městech a poblíž nich, zejména ptákům. Světlo také může přímo dopadat do optických soustav

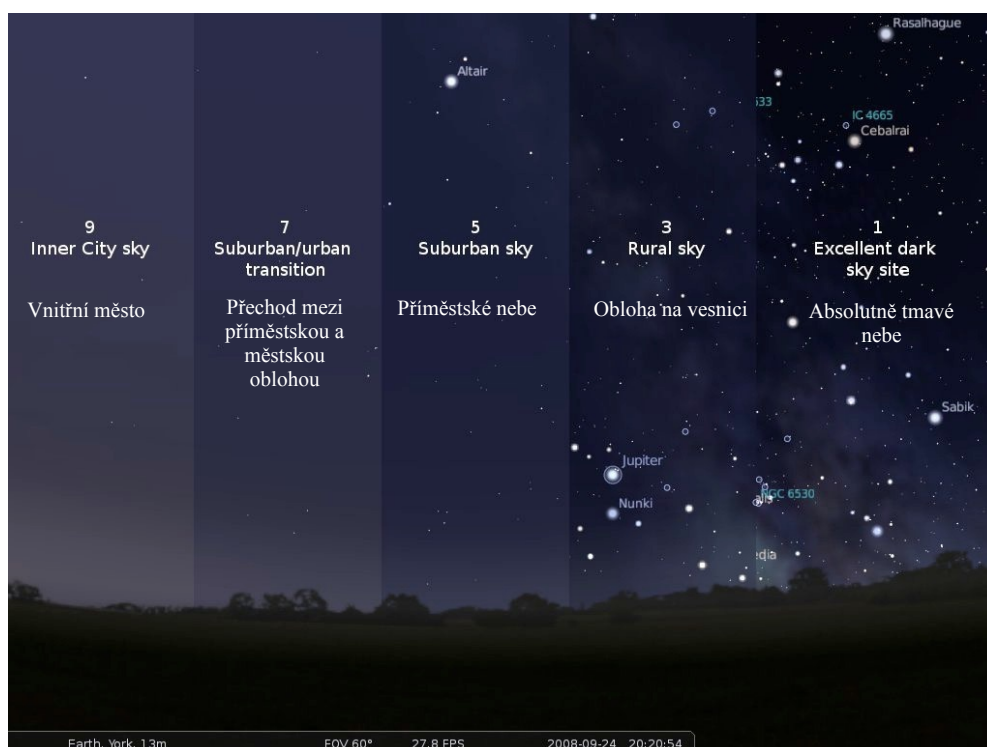
astronomických přístrojů, což znemožní astronomům jejich pozorování. Zjasněná noční obloha, neboli světelný smog, má negativní dopad na zdraví lidí či zvířat a způsobuje pokles mezi kontrasty jasů objektů na noční obloze, což má za následek sníženou schopnost pozorování noční oblohy, ke které člověk již od svého vývoje vzhlíží. Tyto problémy bych souhrně nazval rušivými účinky umělého světla, nebo-li světelné znečištění. Negativní dopady umělého osvětlení mohou být rozmanité a jistým způsobem se týkají téměř všech obyvatel vyspělého světa, ačkoliv si to většinou ani neuvědomují. Světelné znečištění představuje rizika ekologická, zdravotní i bezpečnostní.



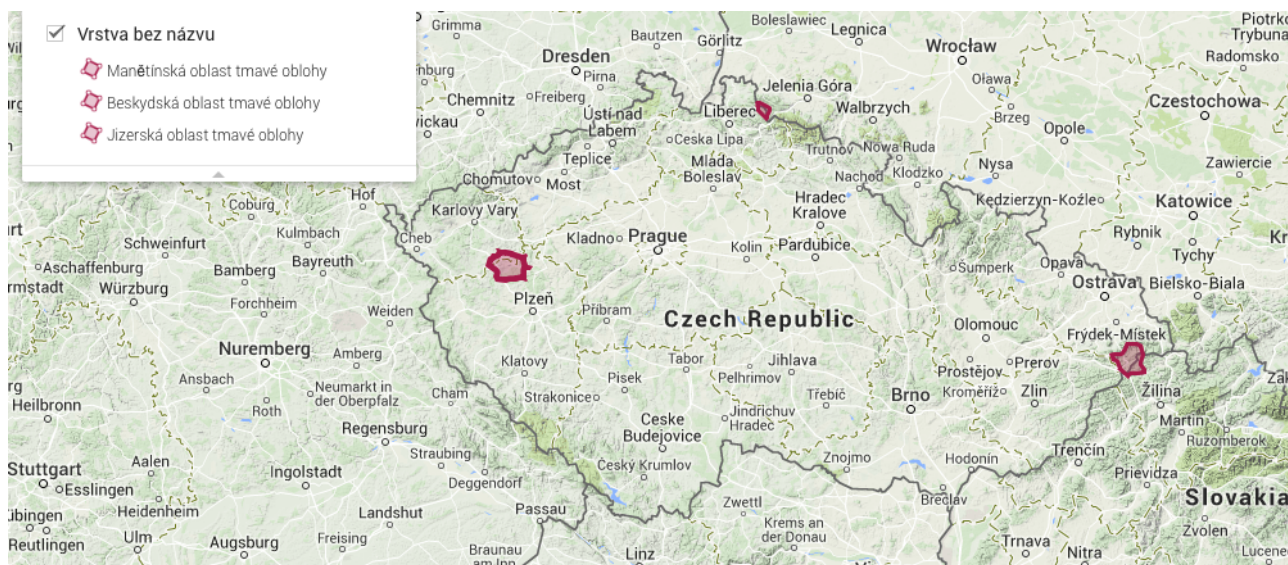
A když se zamyslím, tak taková tvorba světelného znečištění a jevů s ním spojených, stojí množství zbytečně vynaložených financí a energie, která by se dala využít jistě pro jiné, potřebnější účely, například na zkvalitnění veřejného osvětlení.

### 1.1.5. Hvězdná obloha versus světelné znečištění

Zvýšený jas noční oblohy, již zmíněný “světelný smog” je jedním z nápadných projevů světelného znečištění. V přírodě, daleko od městských sídel, jsou na noční obloze vidět tisíce hvězd a úchvatný pás Mléčné dráhy je nepřehlédnutelná dominanta. Tak tomu bylo ještě před několika desítkami let nad většinou našeho území. Dnes je bohužel situace zcela jiná a stále se zhoršuje. Nad každým městem je již z dálky viditelná oranžová “poklice”, skrze kterou prosvítá jen několik desítek, nanejvýš stovek hvězd. Mléčnou dráhu mnoho lidí vůbec nezná a ani na venkově už nemůžeme spatřit hvězdné nebe v celé jeho kráse. Příčinou je umělé světlo směřující vzhůru, které se rozptyluje v ovzduší až do vzdálenosti desítek kilometrů. Toto rozptýlené světlo činí oblohu světlejší a způsobuje, že se na ní mnoho hvězd a dalších nebeských objektů ztrácí. Dnes se situace otočila. V historii, na přelomu 19. a 20. století bylo umělé osvětlení minimální, spíše vzácné. Dnes je noční obloha plná hvězd vuácná a také proto se musí tvořit organizace, které se snaží zajistit a vytvořit rezervace s přirozeně tmavou noční oblohou s minimálním zásahem umělého osvětlení. V České republice máme již takovéto rezervace tři, Jizerská oblast tmavé oblohy, Beskydská oblast tmavé oblohy a Manětínská oblast tmavé oblohy. Doufejme, že tyto rezervace v budoucnu nebudou muset vznikat a lidé spatří temnou oblohu plnou hvězd i ve městech.



Obr. 1.6 Rozdělení tmavé oblohy dle místa



Obr. 1.7 Mapa oblastí tmavé oblohy v České republice

## 1.2. Vlivy světelného znečištění

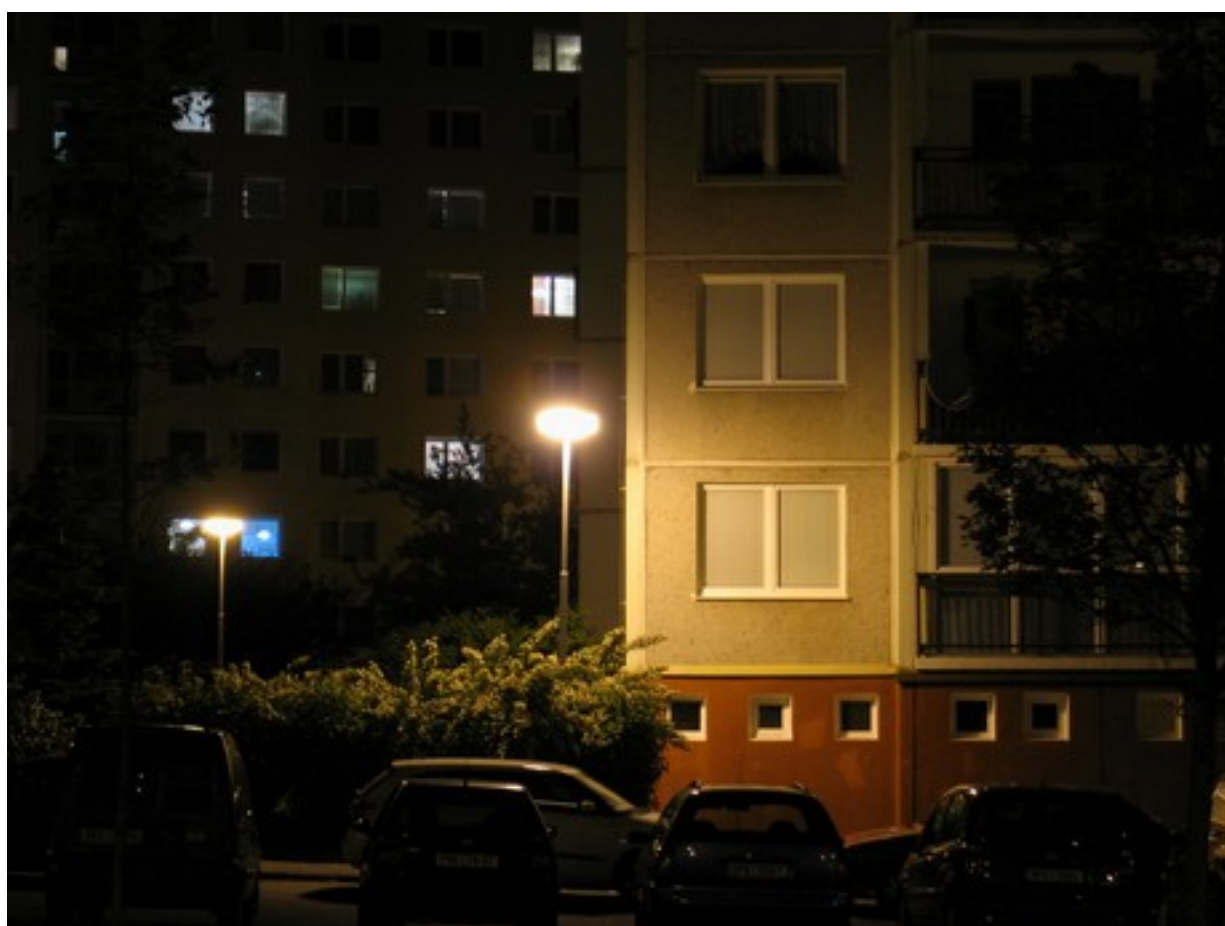
### 1.2.1. Světelné znečištění a vliv na lidské zdraví

Člověk, jako lidský organismus, je s nadsázkou nastaven na pravidelný 24hodinový, neboli *cirkadiánní* cyklus, jehož samozřejmou součástí je i spánek. Spánek je pro funkci našeho těla nezbytný. Nejvíce pro regeneraci nervového systému. Nedostatek spánku, nebo nekvalitní spánek vede k pocitu únavy, snížení pozornosti a výkonnosti. Dlouhodobě nekvalitní spánek může vést k velmi závažným duševním chorobám a také ke snížení kvality života obecně.

Velmi častou příčinou nekvalitního spánku jsou takzvané civilizační vlivy, mezi které patří i přítomnost nadměrného množství světla v noci, ačkoliv někteří lidé jsou zvyklí usínat se zapnutým světlem či televizí a myslí si, že se bez těchto rušivých vlivů neobejdou. Toto je omyl. Dle výzkumů většina lidí spí lépe ve tmě. Čím to je? Je to důsledek milionu let vývoje, kdy naši předci spali v noci ve tmě, nebo alespoň ve velice tmavém prostředí.

Ve spojení s mým tématem světelného znečištění, mě nyní může kdokoliv namítnout, že existují pomůcky, kterými zabráníme umělému světlu z venku narušovat náš spánek doma. Ano, měli byste pravdu, ale ani tyto bránící pomůcky nejsou správné. Stejně tak jako je pro nás v noci při spánku důležitá tma, tak je pro nás stejně důležité přirozené probuzení díky přirozenému rozednávání a obecně přítomnost denního světla v ranních hodinách. Vzpomeňte na letní a zimní čas. Kdy se Vám vstává lépe? Za tmy v zimě nebo za světla v létě? V přírodě nám dávalo signál k probouzení ranní svítání. V prostředí měst s narušeným cyklem střídání světla a tmy si lidé často zatemňují okna závěsy či žaluziemi, aby je v noci nerušilo pouliční osvětlení. Tím se však připravují i o přirozený „budící“ signál v podobě svítání, který nahrazuje budík. Je nasnadě, že takové probuzení nemusí naše tělo (pod dojmem stále hluboké noci) přijmout vždy s povděkem. Toto byla jen malá odbočka pro vysvětlení a další poukázání na špatný vliv nesprávně instalovaného umělého osvětlení v ulicích.

Klíčovou roli při synchronizaci našich vnitřních biologických hodin sehrává “spánkový” hormon melatonin, pro jehož tvorbu je úplná tma nezbytná. I relativně malé množství světla dokáže tvorbu melatoninu snížit či dokonce zastavit. Melatonin má kromě řízení spánku patrně i další důležité úkoly, které jsou v posledních letech předmětem intenzivního výzkumu lékařů. Je velmi pravděpodobné, že melatonin působí preventivně proti vzniku rakoviny, zpomaluje proces stárnutí a pomáhá proti Alzheimerově či Parkinsonově chorobě.



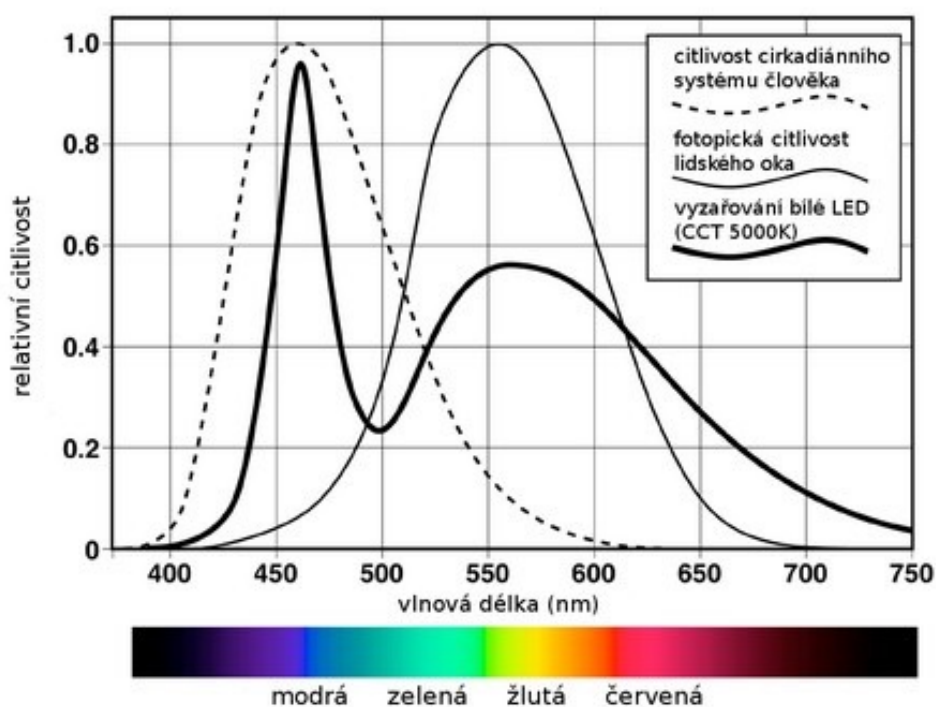
Obr. 1.8 Ukázka absurdně umístěného zdroje veřejného osvětlení



### 1.2.2. Barva světla

Z lékařských výzkumů vyplývá, že pro lidský organismus je kromě intenzity světla důležitá i barva tohoto světla. Nejsilnější účinek má světlo modré barvy, naopak světlo oranžové a červené nás ovlivňuje mnohem méně. Z tohoto hlediska představuje velké potenciální riziko vývoj a nasazování nových typů světelných zdrojů. Noční venkovní osvětlení máme spojené se žluto-oranžovým svitem sodíkových výbojek, které jsou u nás stále zdaleka nejrozšířenější. V posledních letech je ovšem trendem používat světelné zdroje vyzařující bílé světlo, které je přirozenější a má mnohem lepší podání barev. Toho se využívá především v průmyslových provozech, ale i v okolí obchodních center a na dalších místech, kde je kladen důraz na dobré rozeznávání barev. Mezi tyto nové technologie patří halogenidové výbojky (jistě znáte namodralé „xenony“ v reflektorech automobilů) a především světelné zdroje založené na technologii LED (diody emitující světlo).

Vážným problémem je ovšem skutečnost, že tyto „bílé“ zdroje vyzařují mnoho světla v modré oblasti spektra – právě tam, kde je lidský organismus (a nejen lidský) na narušení nočního prostředí nejcitlivější. Vzhledem k tomu, že během několika málo let je očekáván masivní nástup LED technologie do všech oblastí osvětlování, je překvapivé, jak málo pozornosti je možným nežádoucím účinkům na naše zdraví věnováno. Je nanejvýš žádoucí preferovat zdroje s teplou barvou světla (*warm white*) a co možná nejvíce omezit zdroje se studenou barvou světla (*cool white*), silně vyzařující v modré oblasti spektra.



Náš organismus je nejcitlivější na modrou složku světla, možná proto, že připomíná přirozené denní světlo. Nové světelné zdroje typu LED se studeným nebo neutrálním odstínem vyzařují z velké části právě v modré oblasti. Proto je vhodné preferovat typy s teplejším odstínem světla.

Obr. 1.9 Graf citlivosti lidského oka a citlivosti cirkadiánního systému člověka na vlnové délky světla

### 1.2.3. Vliv světelného znečištění na faunu a floru

Fenomén světelného znečištění není špatný a škodlivý pouze pro lidskou společnost, ale bohužel trápí faunu a floru. Krásnými příklady jsou ptáci, kterým světlo unikající na oblohu, nebo přímo mířené na oblohu, například světla z festivalů, světla na komínech a výškových budovách, narušuje jejich přirozeně vyvinutou navigaci v nočním prostředí. Ptáci následkem těchto negativních vlivů

zmateně krouží a nedokáží se orientovat v zářících “kupolích” nad městy a ztrácí tím schopnost přirozené migrace a často se na svých migračních trasách ztratí, zahynou vyčerpáním, nebo srážkou s jiným dezorientovaným ptákem a v nejhorších případech zahynou vyčerpáním nebo se stanou snadnou kořistí jiného dravce.

Hmyz je na tom dosti obdobně. Určitě jste si všimli, že hmyz letá za světlem, že kolem světelných zdrojů poletují neřízeně a zmateně hejna hmyzu. Toto je také vlivem světla, zde se jedná o jeho ultrafialovou část, dle které se hmyz orientuje. Ultrafialová část světelného spektra je silnou složkou rtuťových výbojek. Největším problémem je toto záření pro převážnou část nočního hmyzu. U něj stejně jako u ptáků dochází k dezorientaci a poté nejčastěji shořením u zdroje světla. Jak se říká, příroda je všemocná, jelikož některé druhy hmyzu, ale i jiných živočichů, převážně ale pavouci, někteří plazi a netopýři, se dokázali tomuto negativnímu záření přizpůsobit a využívají ho při lovu své potravy, snadné potravy. Vše je tak závazně propojeno, že důsledky jsou vážné. Objevují se zde dramatické změny ve vnitřní struktuře těchto společenstev.

Dokonce i říše rostlin není bez problémů. Jelikož se v aglomeracích často smazávají rozdíly mezi ročními obdobími a již zmíněnými fázemi cirkadiálního rytmu, tak rostliny, převážně dřeviny rostoucí v blízkosti zdrojů umělého světla opožděně na podzim shazují listí a často se jim deformují i koruny.



Obr. 1.10 Zmatený pohyb hmyzu u zdroje veřejného osvětlení

A společnost, bohužel, nedokáže tyto problémy vnímat, jelikož její převážná část se tomuto jevu snaží přizpůsobit a ne ho řešit, což si myslím, že je problém ještě větší.

#### 1.2.4. Ekonomie a světelné znečištění

Na umělé osvětlení je věnováno značné množství finančních prostředků, ale doopravdy se nejedná o jejich efektivní využití. Značná část energie vynaložené na osvětlování veřejných, ale i neveřejných prostor utíká formou nevyužitého a nebo spíše nesprávně zvoleného typu osvětlení právě do prostoru nad městy a značně se tím podílí na formování již zmíněného světelného smogu.

Ale přes tuto známou skutečnost se města a obce s rostoucí cenou elektrické energie nesnaží tento problém řešit. Pro ukázkou, IDA ( International Development Association - Mezinárodní asociace pro rozvoj) uvádí, že v USA všechna osvětlení vyplývají ročně energii za přibližně 2 miliardy amerických dolarů.

#### 1.2.5. Osvětlení, kriminalita a bezpečnost

Každý by si pomyslel, že většina trestných činů se odehraje v noci, ale opak je pravdou. Pro ukázkou, dle zprávy B. A. J. Clarka BSc, MAppSc, PhD se v USA 54 % trestných činů odehraje mezi 6:00 a 18:00, tedy za denního světla. Dalším důležitým faktorem ukazující na nepotřebnost přehnaného umělého osvětlování měst a obcí je fakt, že dle průzkumu je těžší spáchat trestný čin v tmavém prostředí. Silné pouliční světlo vrhá temné a ostré stíny, do kterých se pachatel lépe schová a dodají mu více odvahy pro spáchání trestného činu. Toto je zajímavé tvrzení, které je ale pravdou. Jak by pachatel ve tmě rozeznal například oběť? Pachatel světlo potřebuje. Z toho tedy vyplývá, že městské osvětlení v takovéto míře není v pořádku. Jedná se spíše o naučenou potřebu, pocit obyvatele města, že se světlem v noci je v bezpečí. Ano, člověk se tmy, přirozeně, již od pradávna obává.

Ale nenarážíme zde na podobný problém jako u hmyzu a jiných živočichů? I člověk se vyvíjí a adaptuje se na dané prostředí a ještě lépe než jiné organismy. Pachatelé se také adaptovali na dané prostředí a adaptují se kdykoliv, ať už za tmy nebo za světla.

Některé osvětlovací prvky ve městech mohou být nebezpečné i pro samotného člověka. Nyní tím myslím řidiče dopravních prostředků. Osvětlené billboardy, LEDkové televize poblíž vozovek a pouliční osvětlení na některých místech měst jsou často do očí “bijící”, strhávají pozornost řidiče a nebo ho oslňují takovým způsobem, že se na svou činnost nedokáže plně soustředit a následky mohou být až smrtelné.

### 1.3. Zkvalitnění veřejného osvětlení

#### 1.3.1. Příklady zlepšení osvětlení ve městech ve zkratce

Motto: “Sviťme jen tehdy, kdy je potřeba, pouze tolik, kolik je potřeba a jen tam, kam je potřeba. Sviťme na zem, ne do nebe a ostatním do očí.”

- Svítidla by měla být nainstalována vždy tak, aby svítila dolů na zem, nikdy ne vodorovně (do dálky) nebo dokonce vzhůru. Nakloněné reflektory, ale i svítidla veřejného osvětlení oslňují, obtěžují okolí a vytvářejí světelný smog. Pokud potřebujete svítidlo přesto naklonit, můžete použít clonky a stínítka a tím účinně omezit světelné znečištění.
- Pozdě v noci, když je většina lidí doma a spí, není zapotřebí svítit stejně jako ve večerní špičce. Veřejné osvětlení lze regulovat podle hustoty dopravy a významně tak ušetřit. Osvětlení parkovišť před obchodními centry, stejně jako světelná reklama, by mělo být po zavírací době vypnuto. V domovním osvětlení můžete ke spínání využít pohybová čidla.
- Barva světla je velmi důležitá. Studené odstíny narušují přírodní rovnováhu i náš biologický rytmus více než teplé. Zároveň se takové světlo více rozptyluje v ovzduší. Pokud chcete bílé světlo, vždy dávejte přednost teplým odstínům, které jsou příjemnější a šetrnější k noční přírodě. Opatrní buďte u světelných zdrojů typu LED – často bývají právě ve studeném bílém provedení.

Zde v bodech je vidět, že způsoby na zlepšení veřejného osvětlení jsou, ale myslím si, že v aktuální situaci ve městech jsou tato pravidla neuskutečnitelná. Dle mého názoru není možné z finančního hlediska vyměnit veškeré špatné části osvětlení a také není možné, z právního hlediska, investorům, reklamním firmám ( billboardy), zastupitelům měst rozkázat jak tuto věc zásadně vyřešit. Jedná se o problém politický, legislativní, finanční, společenský a zároveň z části i přirozený. Zatím veškeré snahy od různých organizací jsou ve fázi doporučení a záleží pouze na

jednotlivých zainteresovaných subjektech, jak se k dané situaci postaví. Bohužel si ale myslím, že situace se v brzké budoucnosti nezmění, ba naopak, situace se bude dále zhoršovat. Jediné co by mohlo značně posunout problém světelného znečištění je úprava v legislativě spojené s tímto jevem.

### 1.3.2 Earth Hour – temná hodinka na konci března

Velmi sympatický zvyk zavedla v roce 2007 Australská Sydney. Každý ve městě (kdo se připojí) poslední sobotu v březnu ve 20.30 večer vypne na hodinu všechna světla. Earth Hour byla zavedena na znamení boje proti nepřírodným změnám klimatu, ale vedlejším efektem je i příjemná tma a upozornění na enormní světelné znečištění noční oblohy. Zajímavé srovnání plného a značně omezeného nočního osvětlení se naskytlo i 28.března letošního roku, kdy se do projektu Earth Hour zapojilo přes 1000 měst ve více než 80 zemích světa.

## 1.4. Legislativa

Legislativa a zákony jsou tím největším problémem, který by mohl městům pomoci se vypořádat se světelným znečištěním. Česká republika se jako jedna z prvních na světě snažila tento problém řešit legislativními cestami, ale nakonec nevyužila tato navržená opatření, jelikož je nedokázala zakotvit ve svých zákonech. Vzory pro zákonnou cestu řešení problému se stali v Evropě státy jako např. Slovinsko a Itálie.

### 1.4.1. Průkopníci v legislativním boji proti světelnému znečištění

Slovinsko se stalo průkopníkem v boji proti jevu světelného znečištění. Jako první v roce 2007 přijalo zákon ( Uredbo o mejnih vrednostih svetlobnega oesnževavanja okolja), jehož cílem je snížení elektrické energie, ochrana obytných prostor před rozptýleným světlem a ochrana před oslněním a škodlivými účinky světelného znečištění ( Dark Skies Awareness 2007).

Tento zákon definuje 14 kategorií zdrojů, které nejvíce napomáhají světelnému znečištění, jako např. osvětlení dopravní infrastruktury, výrobních prostor, komerčních budov, sportovišť, kulturních památek, reklamních ploch a zařízení atd. (§ 3 odst. 4). Hlavním nařízením je zákaz pro naprostou většinu svítidel, aby vyzařovala nad horizont (§ 4) nebo-li do horního poloprostoru. Dokonce stanovuje maximální spotřebu elektrické energie u veřejného osvětlení a osvětlení silnic a dálnic (§ 5). Tyto důležité změny v legislativě v roce 2007 vedly k pozdějšímu úbytku energie dokonce až dvojnásobnému než tomu bylo v roce 2007. Dokonce dle (§ 11, odst. 3) musí být kulturní památky osvětleny tak, aby maximálně 10% světelných paprsků míjelo stavbu. Osvětlené části musí být pouze jeden metr od spodní hrany střechy nebo jeden metr od vrcholu památky, pokud střechu nemá. Sankce za nedodržení jsou 600 EUR, 2400 EUR a 12000 EUR. Na závěr zákon řeší i časový horizont úprav stávajících svítidel (§ 28) ( Dark Skies Awareness 2007)

Dalším průkopníkem v Evropě se stala Itálie, která se stala vůbec jednou z prvních zemí, kde se tato problematika řešila na úrovni regionálních vlád. V roce 2007 byl zákon proti světelnému znečištění v nějaké podobě prosazen v 75% Itálie. Jen pro zajímavost, prvním zákonem byl Benátský zákon z roku 1997. Nejznámějším je Lombardský zákon z roku 2000 upraven 2004. Účelem Lombardského zákona ( L- R. Lombardia 17/2000, L.R. Lombardia 38/2004) je snížení světelného znečištění a spotřeby elektrické energie, udržování ekologické rovnováhy a ochrana vědeckého výzkumu.

I další země na světě mají obdobné zákony, nebo vyhlášky, které omezují vznik světelného znečištění a nebo určují, jak a v jaké míře by se osvětlení ve městech mělo používat. Itálie a Slovinsko, jsem uvedl jako krásný příklad zemí, které se pokusily s problémem světelného znečištění a všim s ním spojeného něco udělat a výsledky tohoto snažení jsou viditelné.



### 1.4.2. Legislativa v České republice

#### Zákon o ochraně ovzduší

Česká republika právní problematiku podrobně neřeší. Nejvíce určujícím je zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší. Tento zákon ale chápe světelné znečištění, jako viditelné záření umělých zdrojů světla, která mohou obtěžovat osoby nebo zvěř. Zároveň jim může způsobovat zdravotní obtíže, případně narušovat jejich činnosti. Tento zákon umožňuje obci (§ 50 odst. 3 písm. c), aby vydala obecně známou vyhlášku, kterou by upravila opatření proti světelnému znečištění, např. promítání světelných reklam a efektů na oblohu.

#### Stavební zákon a obtěžování světlem

Obtěžování světlem by se měli vyvarovat již architekti a stavební inženýři při návrhu stavby, resp. již ve stavebním povolení ( před jeho vydáním v závazných stanoviscích nebo stanovisku EIA) by se mělo řešit a snažit ho eliminovat, jak nejvíce je to možné. Pro tyto případy se prováděcí předpisy ke stavebnímu zákonu ( zákon č. 183/2006 Sb.) věnují i těmto problémům. Konkrétně se jedná o vyhlášku č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, která upravuje podrobněji všeobecné požadavky pro ochranu zdraví, zdravých životních podmínek a životního prostředí. Každá stavba musí být podle této vyhlášky navržena a provedena tak, aby neohrožovala život a zdraví osob nebo zvířat, bezpečnost, zdravé životní podmínky jejich uživatelů ani uživatelů okolních staveb, životní prostředí nad stanovené limity. K výše uvedenému obtěžování může dojít kvůli nevhodným světelně technickým vlastnostem stavby. Kromě této vyhlášky se světelným znečištěním, specificky z reklamních zařízení, zabývá také vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území. Podle této vyhlášky se nesmí stavby pro reklamu a reklamní zařízení umisťovat tak, aby kromě jiného obtěžovaly okolí, zejména obytné prostředí, hlukem nebo světlem nad limitní hodnoty.

Často je příčinou rušení světlem veřejné osvětlení, ať už silniční nebo pouliční. Za silniční veřejné osvětlení nese odpovědnost vlastník dané komunikace, protože toto osvětlení je podle zákona o pozemních komunikacích (zákon č. 13/1997 Sb.) součástí dálnice, silnice nebo místní komunikace. To však platí jen mimo zastavěná území. Vlastníkem osvětlení je pak stát nebo obec.

Česká republika bohužel neřeší ve svých zákonech tuto problematiku tak razantně, jako například Itálie či Slovinsko. Jedná se zde pouze o nepřímá “nařízení”, která jsou velice diskutabilní. V budoucí době by ale bylo potřeba tyto zákony, nebo alespoň vyhlášky, prosadit a nastavit takové sankce za jejich nedodržení, že by se každý zamyslel, jak by postupoval. Je potřeba představit politikům a zákonodárcům jasné a průkazné studie a příklady, jak je tento problém akutní a také je přesvědčit o tom, že světelné znečištění nás sužuje již v takové míře, že je čas ho co nejdříve řešit.

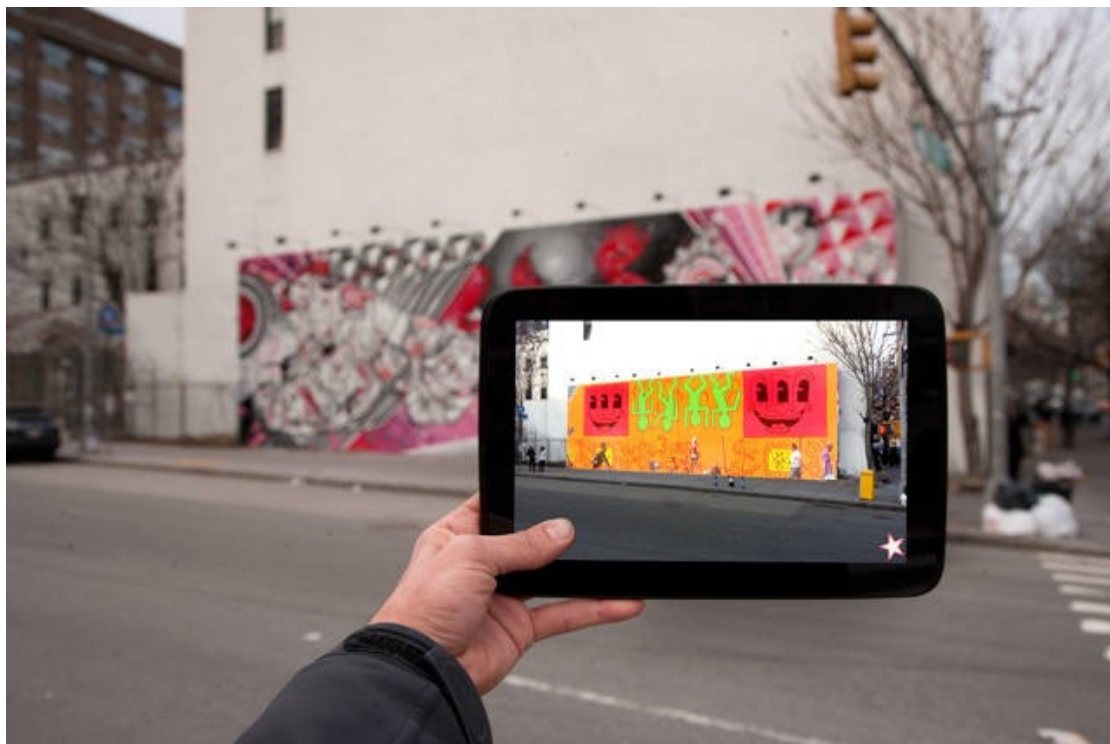
## 2 NÁVRHOVÁ ČÁST

### 2.1. Samotný vývoj a popis práce a úvahy

Zažít zhasnuté město s temnou oblohou? O tom se asi v dnešní době každému může pouze zdát. Vše je důsledkem politicko-ekonomicky-společenských problémů, na které se zatím díváme jen z povzdálí a neřešíme je. Co je důležité k přesvědčení občanů, zákonodárců a politiků? Předpokládám, že jsou potřeba pádné důkazy, nebo alespoň nastínění toho jak by města vypadala bez světelného znečištění. Pokusím se toto lidem alespoň ukázat. Představit temnou noční oblohu bez jakýchkoliv rušivých elementů světelného znečištění, absolutně bez umělého osvětlení. Jedná se pouze o iluzi, vytvořenou počítačově. Stvořil jsem aplikaci, která by měla působit jako reálná fotokoláž. Nepůjde ale pouze o nějakou upravenou fotografii, ale o aplikaci, která vznikla propojením “ Augmented reality”, “ rozšířenou realitou” a další již existující aplikací, o která by se dalo říci, že je encyklopedií hvězd a vesmírných objektů.

### 2.2. Augmented Reality - rozšířená realita

Co je to Augmented Reality? Jedná se o iluzivní svět, vlastně rošíření našeho světa o další digitální dimenzi schovanou v softwaru a v displejích našich chytrých přístrojů, kterých se pokusím využít. Rozšířená realita je pojem používaný pro zobrazení reality a následného přidání digitálních prvků. Velice jednoduchým příkladem může být vyfotografování budovy mobilním telefonem a následné přidání digitálních prvků, které doplní například text, 2D či 3D objekty, dokonce i animované obrázky, filmové klipy či zvuky. Výhodou je další propojení přes rozšířenou realitu na webové stránky, prezentace, E-shopy či html widgety. Co je pro uživatele jedinečné, je skutečnost, že se vše děje v reálném čase a užívání aplikace AR je zcela zdarma. Další velice oblíbenou funkcí, která se využívá v případě snímání kamerou chytrého telefonu, je využití například GPS navigace, digitálního kompasu a připojení k internetu. Aplikace již dokáže rozeznat, kde se uživatel s



Obr. 2.1 Ukázka Augmented Reality v reálném prostředí

telefonem nachází a na co se přes kameru telefonu dívá. Na základě toho, lze pomocí rozšířené reality doplnit do obrazu celou řadu informací, které jsou umístěné v databázi, kterou aplikace prohledává online přes internet.

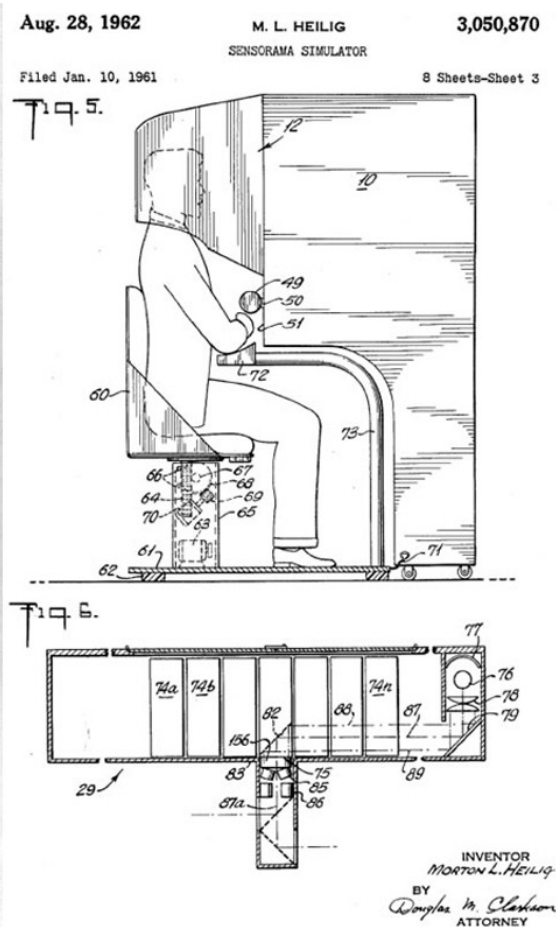
### Historie Augmented Reality

Od roku 1957, Morton Helig začal budovat zařízení nazývané *Sensorama*. Bylo navrženo, jako zařízení pro plnohodnotný filmový zážitek, který měl vtáhnout veškeré lidské smysly a tvary, spíše jako video hra z 80 tých let. Foukalo to na vás vítr, vibrovaly sedačky, pouštělo to zvuky a promítalo to z boků a zepředu vaší hlavy formu stereoskopického 3D prostředí. Měl to být impozantní demo film jízdy na kole skrze ulice Brooklynu. Nikdy se komerčně neprodával, jelikož

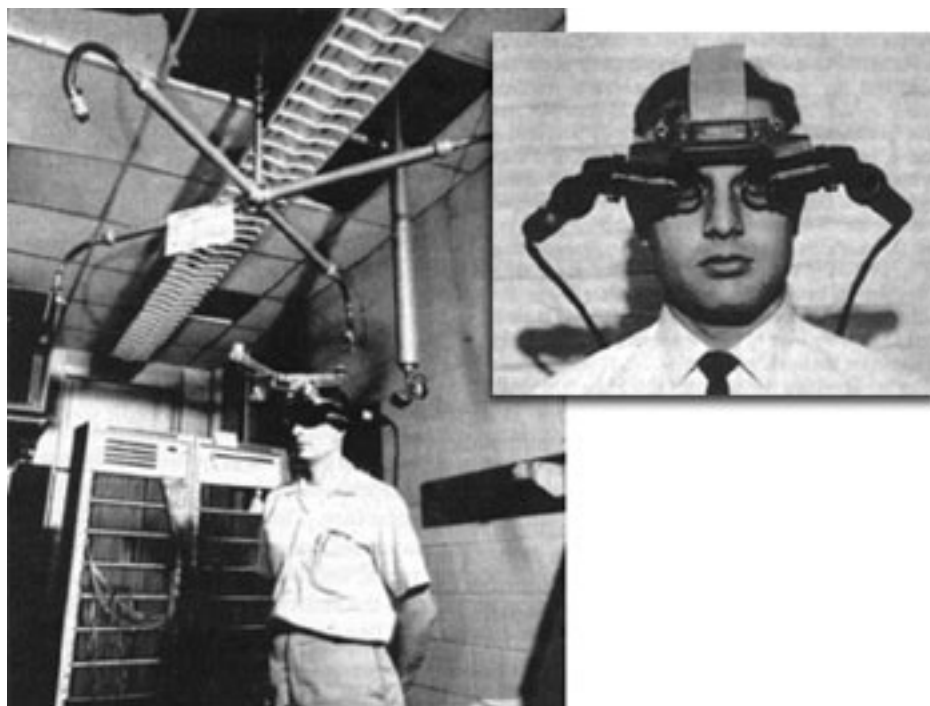
výroba jednoho takového demo filmu pro širokou veřejnost byla velice nákladná. Kameraman musel na sobě mít stále připevněné tři kamery a i když to bylo více dobrodružství v plně virtuální realitě, jsou zde jasné elementy AR. Obě zařízení byla zapojená v místě mezi uživatelem a prostředím. Toto prostředí existuje, reálný svět v reálném čase a situaci, i když je zaznamenáváno.



Obr. 2.2 Sensorama



V roce 1966 profesor elektrického inženýrství na Harvardské univerzitě, Ivan Sutherland, vymyslel první model jednoho z nejvíce důležitých zařízení užívaných jak v *AR - Augmented Reality*, tak i ve *VR - Virtual Reality* dneška - náhlavní brýle/displej nebo *HMD* ( *Helmet mounted display*). Jednalo se o monumentální kousek, který byl příliš těžký pro lidskou hlavu, aby ho nesla, tak místo toho visel od stropu laboratoře a proto si také získal přezdívku “ Damoklův meč”.



Obr. 2.3 Head Mounted Display SWORD - “ Damoklův meč”

V této ranné době počítačových technologií byly grafické schopnosti poměrně omezené, a to na prostředí vytvořené jednoduchými drátovými modely. Nicméně, jednalo se o první krok k vytvoření *AR*.

Předpokládá se, že fráze *Augmented Reality*, byla vytvořena profesorem Tomem Caudellem při jeho práci v počítačových službách firmy Boeing ( přesněji Boeing v Boeing's Computer Services' Adaptive Neural Systems Research) a ve vývojovém projektu v Seattlu. V hledání jednodušší cesty,

jak pomoci letecké společnosti ve výrobě a v inženýrských procesech, začal používat technologii virtuální reality a také přišel s komplexním softwarem, který mohl pokrýt pozice určitých kabelů v konstrukčním procesu. To znamenalo, že mechanici se nemuseli ptát nebo se snažit rozluštit tuto spleť kabelů.

Ve stejné chvíli, v roce 1992, dva další týmy udělaly velký krok do nového světa. LB Rosenberg vytvořil první funkční AR systém pro americké letectvo nazývaný, *Virtual Fixtures* (překlad - virtuální instalace), kde byly instalace, jak on popsal, jako nápady k pomoci uživateli s daným úkolem.

Druhý tým, Steven Feiner, Blair MacIntyre a Doree Steligmann, také našel cestu, jak věci uzavřít. Všichni z těchto vědců, kterým nyní vedou v oboru AR - předložili prototyp systému, který nazývali *Karma* (Knowledge - based Augmented Reality for Maintenance Assistance). Tým z kolumbijské university sestavil HMD s firmou Logitech a vytvořil také *trackery* připojené k *HMD* a k objektu, kterým se zabírali - tiskárna. Poté byl projekt vyvinut do 3D grafiky, která měla lidem ukázat, jak nakládat a servisovat stroje bez nutnosti mít instrukce.



Obr. 2.4 Head Mounted Display - HMD - modernější

A jen aby se dokázalo, že nejde jen o práci, AR se dostala do podvědomí umění. V roce 1994 se Julie Martin stala první osobou, která přinesla koncept do veřejného vystoupení. Julie vytvořila show, nazvanou *Dancing in Cyberspace* ( Tančení v kyberprostoru), kde tanečníci a akrobati vzájemně působili s virtuálními objekty promítanými do stejného fyzického světa, jako jsou oni samotní.

Do roku 1999, AR zůstalo spíše hračkou vědců. Drahé, rozměrné vybavení a komplikovaný software znamenalo, že zákazník nemohl vědět o tomto rostoucím oboru. Vše se ale mělo změnit, když Hirokazu Kato a Naru Institute of Science and Technology vypustil ARToolKit jako *open source* ( je počítačový software s otevřeným zdrojovým kódem). Jako první ARToolKit povolovalo zachycování *video trackingem* realného světa kombinovaného s interakcí virtuálních objektů a poskytovalo 3D grafiku, která mohla být spuštěna na jakémkoliv operačním systému. Ačkoli chytré telefony měly teprve v brzké době vyjít na trh, ruční zařízení s fotoaparátem a internetové připojení bylo to, co pomohlo rozšířit AR masám. Většina AR založených na Flashi ve vašich prohlížečích je většinou díky ARToolKit.

V roce 2000, Bruce Thomas a jeho tým ve Wearable Computer Lab na univerzitě v Jižní Austrálii demonstrovali první outdoorovou mobilní augmented reality video hru. Cílem bylo všechna monstra a zbraně umístit do realného prostředí, kde se uživatel mohl pohybovat. Tato aplikace se jmenuje *ARQuake*. Vše, co je potřeba, je připoutat počítačový batoh ke gyroskopu a GPS senzorům, které fungují tam, kde se pohybujete, převrátit head-mounted displej a najít parkoviště na University of South Australia, kde se spojili démoni a vy zde můžete s nimi bojovat. Když Bruce a WCL team stále vyvíjejí zkušenosti, nejsou zde plány na komercializaci.



Obr. 2.5 ARQuake - jedna z prvních Augmented Reality her



V pozdějších letech přišly první AR aplikace pro chytré telefony, kde si může uživatel doopravdy užívat konečně toho, k čemu se AR celým svým vývojem snažilo dosáhnout, dostat se do světa AR skrze mobilní zařízení a jeho fotoaparát a sledovat tak rozšíření našeho reálného světa o vyznačená různá místa zájmů, jako jsou restaurace, kina, obchody a podobné v blízkosti. Posléze se objevila i první AR navigační aplikace Wikitude Drive. A od té doby co se ARToolkit importovalo do Adobe Flash, můžeme s úspěchem říci, že AR dosáhla bodu, kde jsme nyní s AR dnes. Jsme schopni AR používat skrze internetový prohlížeč a naši webcameru stejně tak jako přes naše chytré zařízení, jako jsou chytré telefony, tablety, chytré brýle a hodinky. A budoucnost? AR je oblast technologií, která roste každou minutou a pluginy, předměty, scripty a všechny možné objekty, které vývojáři implantují do AR světa je “neomezená”. Jedná se o virtuální svět, do kterého se snažím také zasáhnout a poodhalit ho veřejnosti.



Obr. 2.6 WikiTude Drive - Augmented Reality navigační software

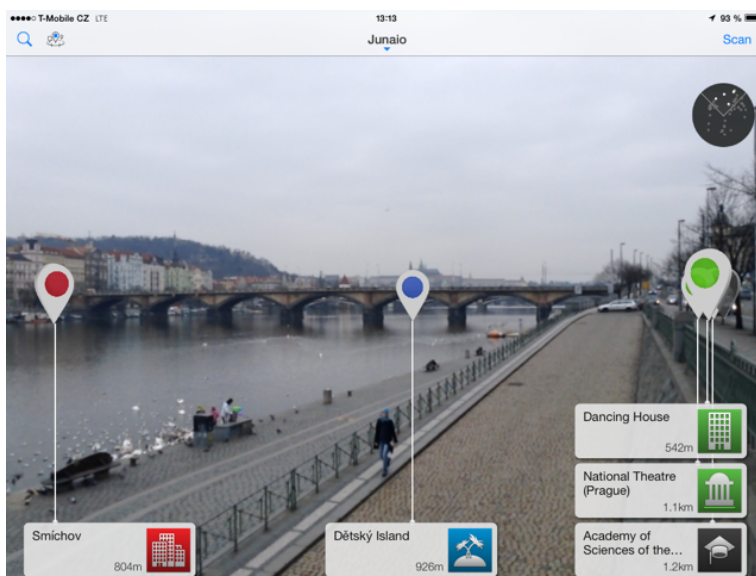
## 2.3.Zdroje pro samotné provedení

Junaio



Obr. 2.7 Logo aplikace Junaio

První aplikací, kterou jsem použil pro mou diplomovou práci, je *Junaio*. *Junaio* je aplikace pro chytré telefony a ne jen pro ně. Dokáže uživateli zpřístupnit tak zvanou *Augmented Reality - AR*, což je vlastně taková “ virtuální realita, další dimenze, prostor” v kterém se dá tvořit, propagovat, hrát a pohybovat. Jak se dá v této rozšířené realitě - *AR* pohybovat? Jednoduše. Vše, co snímá váš fotoaparát a co vidíte na displeji zařízení, je vlastně prostor *AR*, do kterého vývojáři, designéři, obchodníci, či jiné profese, které *AR* využívají, nahráli svůj daný obsah. Dokonce někteří vývojáři a designéři vtipně implantovali do tohoto prostoru zvířata, a různé další objekty. Na *AR* je dokonalé, že se jedná doopravdy o rozšíření dané reality o další prostor, volný prostor, který je otevřen všem nápadům. Myslím si, že screenshoty z aplikace vysvětlí mnohem více obrázky. ( viz. obr. 2.8 )



Obr. 2.8 Screenshot - ukázka aplikace Junaio

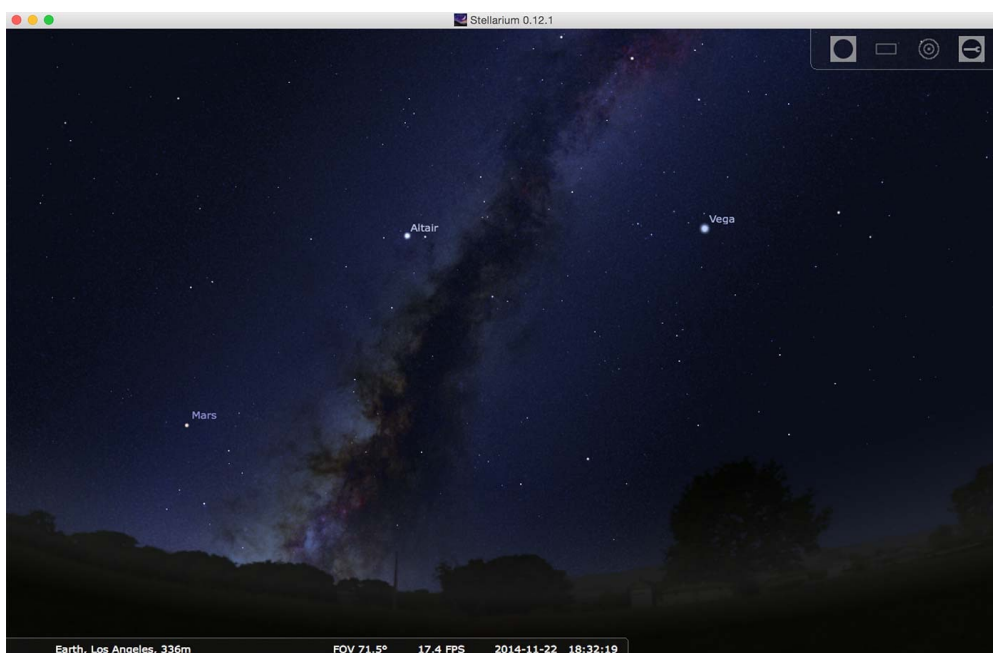
## Stellarium



Obr. 2.9 Logo aplikace Stellarium

*Stellarium* je aplikace pro pozorování hvězdné oblohy. V mé práci velice důležitý podklad bez kterého bych nebyl schopen nasimulovat noční oblohu v daném místě a v daném čase. Jedná se o otevřenou aplikaci vytvořenou pro počítače a chytrá zařízení. Ukazuje realistickou noční oblohu s přesnou pozicí, v daném čase, místě a nadmořské výšce. Dokonce je možno si přepnout mezi třemi režimy, a to pohled skrze dalekohled, teleskop a nebo pohled pouhým okem. Aplikace se dokonce používá v projektorech v planetáriích. *Stellarium* je natolik propracované, že můžete “zaměřit” jakoukoliv hvězdu na viditelné noční obloze (vašem displeji) a po kliknutí se dozvíte její název, vzdálenost od Země, a další možné informace. Data, která aplikace využívá, se neustále aktualizují, aby Váš pohled byl doopravdy aktuální. Jedná se o jednoduché rozhraní s kterým se naučí pracovat i méně zkušený uživatel.

*Stellarium* se stalo dokonalým zdrojem informací pro mou myšlenku. Na základě možnosti nastavení aktuální GPS polohy a času je možné *Stellarium* využít jako podkladový material pro výslednou aplikaci. Veškeré informace o hvězdách, planetách, souhvězdích, mlhovinách a dalších možných vesmírných tělesech a úkazech si uživatel může prozkoumat sám, skrze mnou vyvinutou aplikaci.



Obr. 2.10 Screenshot - ukázka aplikace Stellarium

## 2.4. Propojení aplikací - vysvětlení základního konceptu



Obr. 2.11 Jednoduché schéma - rovnice postupu práce

*Stellarium* a *Junaio* jsou aplikace, které se v konceptu pokusím propojit a popsat jejich fungování ve výsledné aplikaci.

Jedná se o propojení již zmíněné Augmented Reality (*Junaio*) s aplikací pro pozorování hvězd *Stellarium*. Křížením těchto dvou aplikací s mým kreativním zásahem, dosáhnu vlastně *AR*

s nadstavbou hvězdné oblohy. Co to tedy znamená? Podklad pro realný svět viditelný skrze Vaše fotoaparáty v chytrých zařízeních je Stellarium, generátor přesné pozice hvězdné oblohy. Vlastně, v mé aplikaci nazvané “LOOK” uvidíte temné město s hvězdnou oblohou, která by měla být v reálném čase právě nad Vámi. Bohužel světelné znečištění Vám neumožní tento nádherný úkaz vidět, tak se pokusím, jakoby “rentgenem”, prostoupit skrze světelný smog a pohlédnout skrze něj, nebo by se dalo říci nad něj.

Junaio také musím trochu poupravit a to do podoby města při *blackoutu*, neboli při rozsáhlém výpadku elektrické energie. Veškerá světla budou v *AR* zhasnutá abych dokázal nasimulovat nebe nad městem bez světelného znečištění. Město se stane absolutně temným, osvětleným jen noční oblohou plnou hvězd, tak jako tomu bývalo v historii. Obě aplikace pracují s přesnou GPS polohou, časem a internetovým připojením.

## 2.5. Samotný návrh aplikace

Jako prvním počinem, který jsem na začátku diplomové práce musel udělat, bylo shromáždění různých dat a zdrojů. Jelikož “Fenomén světelného znečištění” je globální problém, tak materiálů pro analýzu je dostatek.

Úplně první otázkou, kterou jsem musel řešit, co to vlastně světelné znečištění je a co ho způsobuje. Odpověď byla jasná. Jedná se o výsledek rozvoje městského prostředí. Hlavně o značný rozmach veřejného osvětlení a špatné využití světla v městském prostředí obecně. Na světě existuje několik “hnutí”, která se tímto problémem zabývají a snaží se prosadit zákony, které by stanovily, jak správně instalovat veřejné osvětlení. Dalším smutným zjištěním je, že na světě se otevírají tak zvané rezervace s temnou oblohou. Jedná se o rezervace, oblasti s nízkým světelným znečištěním a zachovalým nočním prostředím. V České republice se jedná o tři oblasti, “rezervace”. Nejnovější je Manětínsko, dále pak Beskydská oblast tmavé oblohy a nejstarší, vlastně i mezinárodní, je Jizerská oblast tmavé oblohy, *JOTO*, která se rozkládá na česko-polské hranici. Dokonce i po světě vznikají tyto rezervace.

Toto bylo jedním z faktorů, který mi vnuknul myšlenku, se otázkou světelného znečištění zabírat. Po prozkoumání, přečtení mnoha článků a vyslechnutí mnoha názorů na světelné znečištění, jsem si musel stanovit postoj, jak tento problém budu dále řešit. Stanu se zachráncem měst, ekologem? Ne, stanu se normálním občanem, který tento jev bere takový jaký je a také si uvědomuje, že tento jev patří k vývoji metropole, jako je například Praha. Stal jsem se člověkem, “umělcem”, který se pokusí lidem ukázat něco, co oni možná ani netuší. Něco krásného. Použiji k tomu médium digitální fotografie a její další postprodukce ve spojení s aplikacemi pro chytrá zařízení.

## 2.6. Postup při představení konceptu

Úplně první fází při výběru míst pro “projekci” noční oblohy byla mapa, fotografie pořízená vesmírnou stanicí ISS ( *International Space Station* - Mezinárodní kosmická stanice) . Jedná se o fotografii noční Prahy z vesmíru. Na “mapě” jsem začal zvýrazňovat místa s velkým počtem světel a poté jsem si definoval místa, kde je světél nejvíce, doslova, kde je jich největší hustota. Jedná se samozřejmě o centrum města, dost často o dopravní uzly a bussines centra, dále pak o průmyslové oblasti a sídliště. Po výběru několika míst s největší hustotou světelného znečištění, jsem se vydal do terénu tato místa zmapovat, vyfotografovat a analyzovat jejich prostředí ( doprava, pohyb chodců, život na daném místě). Daná místa bylo důležité navštívit, jak ve dne, tak i v nočních hodinách. Stejně tak i fotografie bylo důležité pořizovat jak ve dne, tak i v noci a to kvůli další postprodukci a prezentaci myšlenky. Důležitou součástí obhlídky bylo zjištění GPS souřadnice, kvůli další práci s místem a také kvůli zjištění přesné pozice noční oblohy nad daným místem.

Další fáze byla postprodukce fotografií pro brožuru a tzv. *screenshots* ( snímky obrázků), pro představení výsledné aplikace. Převážně se jednalo o práci se softwarem *Adobe* ( *Photoshop*, *Illustrator*), ořezávání, úprava barev, kontrastu a živosti, tak aby se z fotografie stal noční obrázek města. Následně pak vložení fotografie noční oblohy do již upravené fotografie “nočního města”.

Nakonec jen jemné doladění. Tímto procesem si musely projít veškeré fotografie nejvíce světelně znečištěných míst v Praze. Poslední fází bylo opět v *Adobe* softwaru přenést fotografie, jak oblohy z aplikace *Stellarium*, tak upravené fotografie “nočního města”, na displej chytrého zařízení a přidat ikonky z aplikace *Junaio*. To vše jen pro představu, jak by aplikace vypadala (vytvořit *screenshoty*) a nakonec vytvořit fotomontáž daného místa ,reálně osvětleného, kde si člověk prohlíží skrze chytré zařízení noční město a úchvatnou noční oblohu plnou hvězd. Vše uprostřed nejvíce zasažených míst světelným znečištěním. Jedná se o návrh aplikace, nikoliv fungující aplikaci, kterou lze doopravdy stáhnout.



Obr. 2.12 I.,II. a III. fáze práce s mapou světelného znečištění nad Prahou





Obr. 2.12 I., II. a III. fáze práce s mapou světelného znečištění nad Prahou



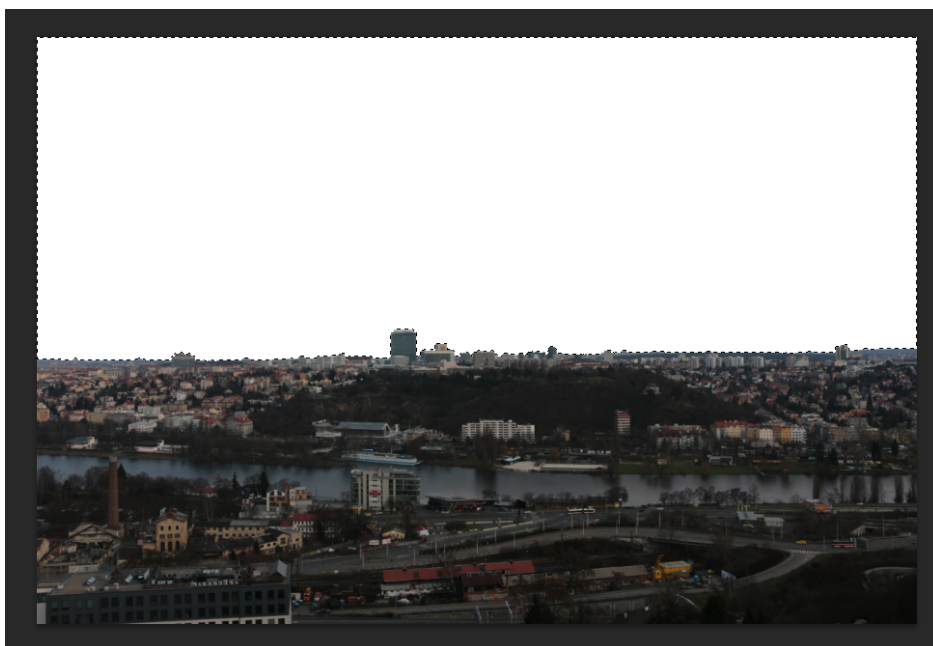
## 2.7. Popis procesu vývoje konceptu aplikace LOOK

Jako první při vývoji a ukázce, jak by výsledná aplikace měla fungovat, jsem potřeboval zdrojové materiály. Jedním z nejdůležitějších jsou digitální snímky města za denního světla. Toto denní světlo je zde potřebné pro kontrast mezi zastavěným horizontem, stavbou, či jiným objektem a nebem. ( viz. obr. 2.13)



Obr. 2.13 Vstupní originální fotografie

Tento kontrast dále využijí v programu *Adobe Photoshop* k přesnému oddělení nebe a ostatních prvků města od sebe. V tomto okamžiku je vlastně výsledkem pouze město v denním světle bez jakéhokoliv nebe. ( viz. obr. 2.14 )



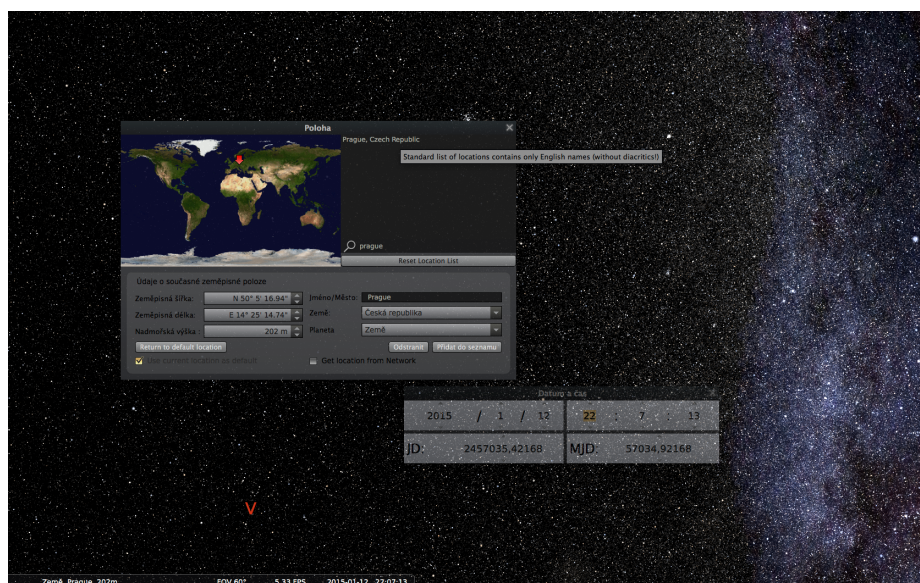
Obr. 2.14 Fáze odřezávání nebe

Další fází je úprava kontrastu, živosti a stínů a světlých ploch na upraveném snímku do podoby temného zhasnutého města. Bylo důležité doopravdy důsledně sledovat fotografii a její postupné “zatmavování”, aby výsledná úprava nenutila budoucího uživatele ( nebo-li diváka) pochybovat.



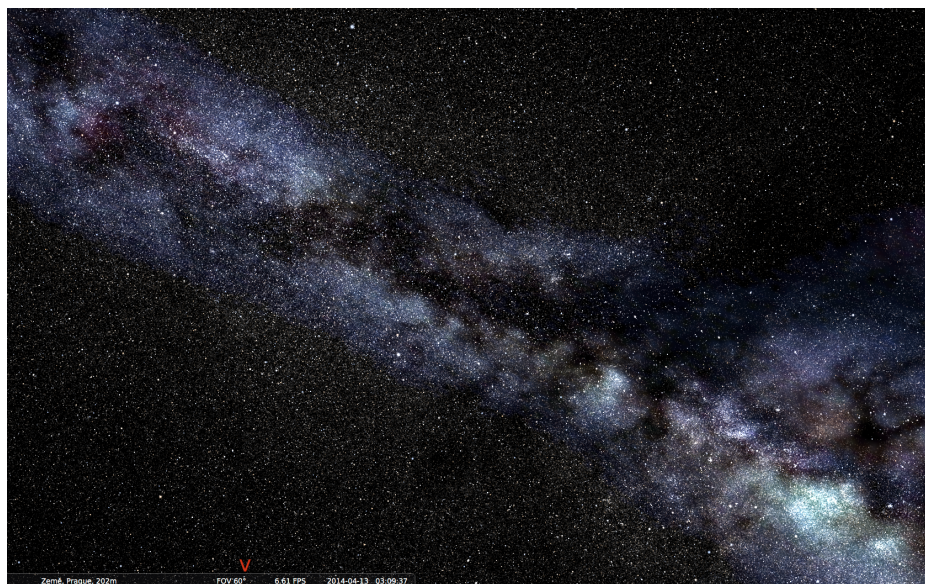
Obr. 2.15 Fáze úpravy a nastavení světlosti, kontrastu a živosti fotografie

Dalším krokem bylo využití již zmíněné aplikace *Stellarium*, kde bylo nutností nastavit GPS polohu, nadmořskou výšku, čas a datum místa, odkud budeme noční oblohu pozorovat, nebo-li získáme výsledný obraz hvězd a objektů na nebi. Tento obraz poté vložím zpět do *Adobe Photoshopu* jako vrstvu, která bude za již ořezanou a barevně upravenou vrstvou fotografie města. Upozorňuji, že veškeré vstupní informace do aplikace *Stellarium* se musí shodovat s informacemi původní fotografie města, samozřejmě až na čas, který jsem musel volit v nočních hodinách. Po sloučení vrstev do jednoho obrazu ( fotografie) máme hotovou jakousi koláž, kterou použiji dále jako *screenshot* pro předvední aplikace. Samozřejmě poté tuto fotokoláž opatřím v *Adobe Illustratoru* a *Photoshopu* dále ještě ikonami a nutnými popiskami, aby působila věrohodně jako opravdový *screenshot* funkční aplikace. Snažím se celou ideu dopracovat do finálního návrhu aplikace, který lze představit pouze ve 2D grafice.

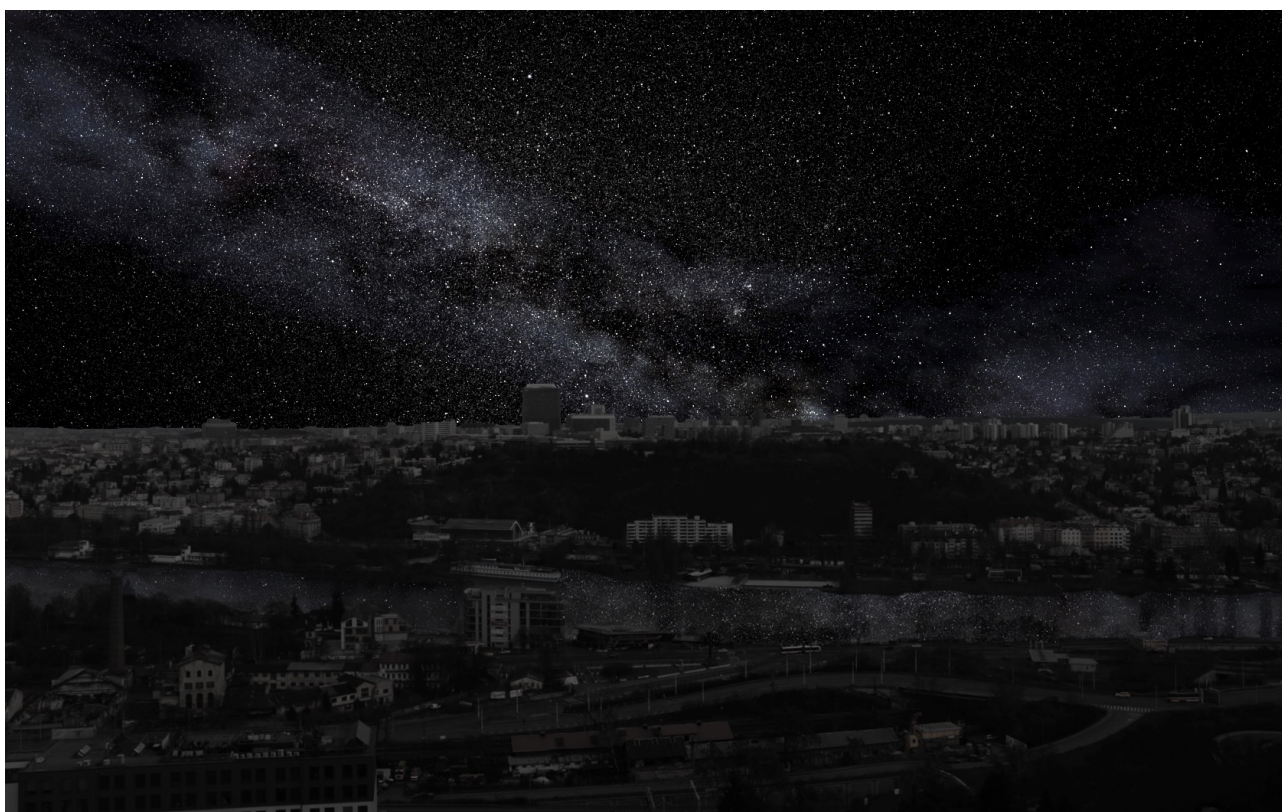


Obr. 2.16 Zadávání vstupních hodnot pro generování oblohy ve Stellarium





Obr. 2.17 Vygenerovaná obloha na základě vstupních hodnot



Obr. 2.18 Výsledná kompozice

## 2.8. Název, logo a ikona aplikace

Dalším důležitým prvkem každé aplikace je její název a logo. Jelikož má aplikace by měla uživatelům sloužit, jako “rentgen” skrze světelné znečištění ve městě, jako pohled skrze světelnou kupoli nad městem a nebo jako astronomický dalekohled, kterým se uživatel dokáže podívat na nebe, které možná v životě neuvidí, tak jsem zvolil anglické slovíčko “look”, v českém jazyce znamenající vzhled, pohled, hledět, podívat se, dívat se, směřovat, vést, atd. Slovíčko “look” je i jasné, výstižné a k tématu se jednoznačně hodí. I jako logo je slovo “LOOK” tvárné, obě písmena “O” vedle sebe jsou jako oči někam se dívající a “L” a “K” jsou jako jejich vysocí ochránci, kteří jakoby propíchnují světelné znečištění nad městem a dovolují očím sledovat krásu hvězd. Je to taková symbolika, která by, dle mého názoru, měla fungovat, jak v názvu, tak i v logu produktu, aplikace.



Obr. 2.19 Logo a ikona navrhované aplikace LOOK

## 2.9. Jak aplikaci používat a co je potřeba k jejímu spuštění

Jediné, co je poté potřeba k používání LOOK je funkční *smartphone* ( chytrý telefon), tablet, nebo jiné chytré zařízení s GPS, internetem, kamerou nebo fotoaparátem a staženou aplikací LOOK. Po zapnutí aplikace uvidíte skrze Vaši kameru, či fotoaparát svět nejdříve v reálné podobě, jako když běžně používáte Vášše zařízení, ale po načtení všech potřebných dat, jako je Vaše poloha, čas a datum a kliknutím na ikonku Look se obraz změní. Nyní se aplikovali veškeré filtry a aplikace LOOK běží na 100%. Nyní můžete v reálném čase sledovat temnou oblohu bez světelného znečištění a temné, zhasnuté město. Uvidíte oblohu plnou hvězd a jiných objektů, jakou jste nikdy neviděli a bohužel ani v brzké budoucnosti neuvidíte. Zkuste se prstem dotknout displeje v místě, kde se nachází nějaký objekt na obloze. Aplikace, jakožto i encyklopedie hvězd a vesmírných objektů, Vám dokáže vypsát veškeré info o daném objektu. Okolo Vás nyní svítí lampy, nebe je šedé a ne temné a na displeji Vašeho chytrého zařízení vidíte kouzlo. Hvězdnou oblohu, bez světelného smogu.



#### 4. ZÁVĚR

Aplikace by měla sloužit pro představení divákům, respektive lidem žijícím ve městech, jak by vypadala jejich města, spíše obloha nad ním bez umělého osvětlení, vlastně bez světelného znečištění a jiných faktorů, které omezují krásu noční oblohy. Ukázat lidem a nechat je prožít, alespoň chvíli pod jasnou oblohou plnou hvězd. Další přidanou hodnotou je možnost kdykoliv prstem kliknout na jakoukoliv hvězdu, či objekt na displeji zařízení a zjistit o ní vše. Stejně tak jako je tomu v encyklopedii nebo atlasu hvězd.

Aplikace by také měla vést k zamyšlení nad jevem světelného znečištění, o jak velký problém se jedná. Lidé si v dnešní době tento jev ani neuvědomují a proto většina z nich nedokáže pochopit, proč by se mělo s osvětlením ve městech něco dít, proč jej zkvalitňovat. Chtěl bych poukázat na světelný smog, který naše město, a nejen to, sužuje a doufám, že každý divák se alespoň na chvíli zastaví a dokáže se zamyslet, jak se s tímto problémem dále vypořádat, a nebo si alespoň případně užije onu magickou chvíli s krásným pohledem na hvězdy.

## SEZNAM LITERATURY A ZDROJŮ

ASTRONOMICTOURISM.COM Contaminación Lumínica, Light Pollution [ online]. [ cit. 2014-12-10]

Dostupné z: <http://www.astronomictourism.com/light-pollution.html>

BÁLSKÝ, M. ( 25.9.2009) Světelné znečištění [ online]. [ cit. 2014-12-10]

Dostupné z: <http://www.astropardubice.cz/svetelne-znecistení>

BENDA, A. 2011 Světelný smog aneb jak ztrácíme hvězdy nad hlavou [ online]. [ cit. 2014-12-12]

Dostupné z: <http://adambenda.net/index.php?id=10057>

BRAMLEY, E., V. Urban light pollution: why we're all living with permanent 'mini jet lag [ online]. [ cit. 2014-12-16].

Dostupné z: <http://www.theguardian.com/cities/2014/oct/23/-sp-urban-light-pollution-permanent-mini-jetlag-health-unnatural-bed>

BRITASTRO.ORG The disappearing stars [ online]. [ cit. 2014-12-21]

Dostupné z: <http://www.britastro.org/dark-skies/stars.html?40#astronomy>

CINZANO, P ( 2007) Laws against light pollution in Italy. [ online]. [ cit. 2014-12-22].

Dostupné z: <http://www.inquinamentoluminoso.it/cinzano/en/page95en.html>

CLARK, B., A., J. ( 2000) Outdoor lighting and Crime. [ online]. [ cit. 2014-12-21].

Dostupné z: [http://www.astro.cz/\\_data/files/2007/10/04/lp40cz.pdf](http://www.astro.cz/_data/files/2007/10/04/lp40cz.pdf)

ČAS ( 2011) Česká astronomická společnost. Světelné znečištění. [ online].

[ cit. 2014-12-20].

Dostupné z: <http://www.astro.cz/znecisteni/>

SVĚTELNÉ ZNEČIŠTĚNÍ.CZ Co je světelné znečištění [ online]. [ cit. 2014-12-10]

Dostupné z: <http://svetelneznecisteni.cz/co-je-svetelne-znecisteni/>

DARK SKIES AWARENESS ( 2007) Slovene Light Pollution Law. [ online]. 30.8.2007

[ cit. 2014-12-22].

Dostupné z: <http://www.darkskiesawareness.org/slovene-law.php>

GABZDYL, P. ( 2010) Dny bez nocí. [ online video]. [ cit. 2014-12-15].

Dostupné z: <http://www.asu.cas.cz/svetelne-znecisteni>

HOLLAN, J. RNDr ( leden 2104) Mapování světelného znečištění a negativní vlivy osvětlování umělým světlem na živou přírodu na území České republiky [ online].

[ cit. 2014-12-20]

Dostupné z: [http://amper.ped.muni.cz/noc/old/zprava\\_noc.pdf](http://amper.ped.muni.cz/noc/old/zprava_noc.pdf)

CHANEY, W. ( 2002) Does Night Lighting Harm Trees? [ online]. [ cit. 2014-12-20].

Dostupné z: [http://www.physics.fau.edu/observatory/lightpol-Plants.html#LAN\\_on\\_Trees](http://www.physics.fau.edu/observatory/lightpol-Plants.html#LAN_on_Trees)

CHARVÁT, J., KOTTOVÁ, A. ( 2014) Světelný smog se objevuje hlavně ve velkých městech, může narušit spánek nebo škodit zvířatům [ online]. [ cit. 2014-12-20].

Dostupné z: [http://www.rozhlas.cz/zpravy/zeme/\\_zprava/svetelny-smog-se-objevuje-hlavne-ve-velkych-mestech-muze-narusit-spanek-nebo-skodit-zviratum--1331780](http://www.rozhlas.cz/zpravy/zeme/_zprava/svetelny-smog-se-objevuje-hlavne-ve-velkych-mestech-muze-narusit-spanek-nebo-skodit-zviratum--1331780)

SVĚTELNÉ ZNEČIŠTĚNÍ.CZ Světelné znečištění má dopady na lidské zdraví. [ online]. [ cit. 2014-12-18].

Dostupné z: <http://svetelneznecisteni.cz/co-je-svetelne-znecisteni/lidske-zdravi/>

ŠTĚPÁNEK, J. ( 26.6.2009) Světelné znečištění: tichý nepřítel hvězd [ online]. [ cit. 2014-27-12]

Dostupné z: <http://josefstepanek.cz/384/svetelne-znecisteni-tichy-nepritel-hvezd.html>

WIKIPEDIA.ORG Světelné znečištění [ online]. [ cit. 2014-12-13]

Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Světelné\\_znečištění%C3%AD](http://cs.wikipedia.org/wiki/Světelné_znečištění%C3%AD)

SMITH, K. All About the Color BLACK [ online] [ cit. 2014-12-19]

Dostupné z: [http://www.sensationalcolor.com/color-meaning/color-meaning-symbolism-psychology/all-about-the-color-black-4382#.VHyMsYsn\\_OE](http://www.sensationalcolor.com/color-meaning/color-meaning-symbolism-psychology/all-about-the-color-black-4382#.VHyMsYsn_OE)

KONDZIOLKA, J., BAREŠ, M., Česká astronomická společnost ( 2011) Světelné znečištění ( v kostce) [ online]. [ cit. 2014-12-22]

Dostupné z: [http://svetelneznecisteni.cz/data/letacky/sz\\_v\\_kostce.pdf](http://svetelneznecisteni.cz/data/letacky/sz_v_kostce.pdf)

KONDZIOLKA, J. ( 2010c) Slovinské právo o světelném znečištění [ online].[ cit. 2014-12-22]

Dostupné z: <http://www.astronomie.cz/2010/01/slovinske-pravo-o-svetelnem-znecisteni>

KONDZIOLKA, J. ( 2010d) Světelný smog. [ online]. [ cit. 2014-12-14].

Dostupné z: <http://nehceme-billboardy.cz/clanky.php?id=svetelny-smog>

KOTEK, J. ( 2002) Snaha o legislativní úpravu světelného znečištění v České republice. [ online] 2002 [ cit. 2014-12-26]

Dostupné z: [http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=22919](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=22919)

LENŽA, L., SUCHAN, P. ( 2005) Proč se zabývat světelným znečištěním? [ online]. [ cit. 2014-12-26].

Dostupné z: [http://www1.asu.cas.cz/cesky/svetlo\\_a\\_tma.pdf](http://www1.asu.cas.cz/cesky/svetlo_a_tma.pdf)

LEVY, D. ( 2000) Saving the night. [ online video]. [ cit. 2015-01-02]

Dostupné z: <http://www.asu.cas.cz/svetelne-znecisteni>

NGDC.NOAA.GOV Cities At Night an orbital tour around the world [ online video]. [ cit.2015-01-03]

Dostupné z: <http://ngdc.noaa.gov/eog/movie/CitiesAtNightWorldTour720X480Edit7.wmv>

SUNG, D. ( 1.3. 2011) The history of augmented reality [ online]. [ cit. 2015-01-06]

Dostupné z: <http://www.pocket-lint.com/news/108888-the-history-of-augmented-reality>

## SEZNAM PŘÍLOH

1 x CD disk

1 x Tištěná publikace

