

Dynamický směr VO po roce 2018

Za ČSO RS Brno zpracoval: Ing. Radim Václavíček, vaclavicek@cso-brno.lighting, <http://www.cso-brno.lighting>
Odborná spolupráce: RNDr. Hana Konrádová, Ph.D., Univerzita Karlova, doc. RNDr. Zdeňka Bendová, Ph.D., Univerzita Karlova, doc. Ing. Petr Baxant, Ph.D., Vysoké učení technické v Brně, Pavel Suchan, Akademie věd České republiky

Abstrakt: Zásadní změny v poznatcích o fotoperiodickém řízení organismů až na buněčné úrovni a převratný nástup LED technologie do světelné techniky začátkem 21. století přivedly vědeckou komunitu k úvahám o novém pohledu na účinky a přínos umělého světla. Ve společenském kontextu akcentované pozornosti na klimatické změny Země a celkového posunu v respektování přirozeného životního prostředí dochází i na revizi přístupu k tomu, jak pohlížet na instalaci zdrojů světla do veřejného prostoru a jak čelit problémům s rušivým světlem a fenoménem „světelného znečištění“.

1 Impulsy pro novou generaci VO

Letos jsou to právě 3 roky od spuštění provozu projektu VO s využitím svítidel pro “Eco-Friendly” noční osvětlování tam, kde je snaha minimalizovat dopady vyzařování do přirozeného prostředí. Projekt celkem logicky vzbudil pozornost u odborné, ale i laické veřejnosti a získal cenu E.ON Energy Globe Award 2018, jedná se o projekt označovaný “Cyklostezka Jesenice”.

Z technického pohledu se jednalo o řešení využívající dynamické řízení intenzity a filtraci bílých LED pro potlačení modré složky spektra. Zároveň to byla první instalace tohoto produktu na evropské půdě (předchozí realizace s filtry C&W * se týkaly většinou oblastí s vyšším stupněm ochrany životního prostředí na americkém kontinentu).

Okamžik, kdy byl dokončený projekt slavnostně uveden do provozu za účasti ministra životního prostředí, můžeme označit za počátek českého období vážných debat a případných sporů o to, jak má VO do budoucna vypadat, co musí splňovat, kdo o jeho podobě může rozhodovat atd.

Návrhy projektů VO byly v minulých dobách připravovány a posuzovány téměř výhradně pohledem “energetickým” a “ekonomickým” (zde ponecháme stranou obecnou motivaci k budování VO s ohledem na zajištění “bezpečnosti” či “pocitu bezpečí”). U jesenické cyklostezky ovšem padla zažitá konvence jednostranného posuzování přes lineární logiku energeticko-ekonomických čísel, i když ta rozhodně také nemohou být při investicích z veřejných prostředků opomíjena.

To, že vedení obce našlo realizátora s otevřeným přístupem k inovativním technologiím, a navíc pořádný kus odvahy vystoupit z tisíckrát opakovaných schémat, se stalo i hmatatelným příkladem pro další obce a subjekty v oboru světelné techniky.

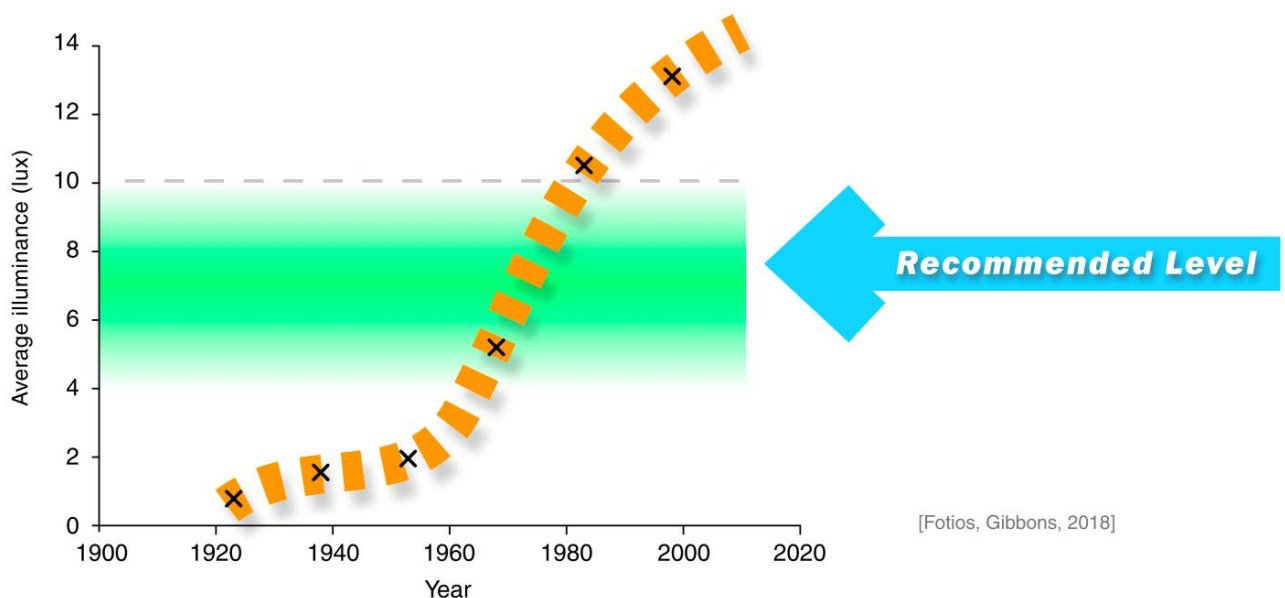
2 Motivace ke změnám

Bylo zmíněno, že projekt cyklostezky v Jesenici se koncepčně liší od těch předchozích a za svou "jinakost" si vysloužil náležitou pozornost a také ono ocenění v soutěži E.ON. Proč se ale lidé u zrodu této realizace rozhodli takto si komplikovat život a vydat se neprošlapanou cestou, jaká motivace je přivedla k tomuto postupu?

Primárním důvodem k návrhu osvětlení s dynamickým průběhem intenzity a případně i kontrolou spektrálního charakteru záření je ekologický fenomén zvaný "světelné znečištění" /převzato z *anglického Light Pollution*/.

O tomto průběžně rostoucím jevu narušování přirozených podmínek nočního prostředí umělým světlem se vědecká obec i veřejnost začala dozvídat od astronomů, kteří reportovali výrazný skok ve světelném příspěvku u městských aglomerací od poloviny minulého století. Do té doby lidstvo žilo s naprosto samozřejmým předpokladem, že noční prostředí je "nebezpečné", a že je společenským úkolem civilizace tmu porazit zvýšeným úsilím v instalacích stále většího počtu silnějších a účinnějších zdrojů světla do veřejného prostoru.

Nyní když máme možnost zpětného posouzení se ukazuje, že v otázce intenzit byly kvantitativní hodnoty pro účelnou bezpečnost ve vyspělých zemích dosaženy zřejmě někdy na přelomu 70. a 80. let /viz Obr. 1 / a následující vývoj by bylo přínosné zaměřit přednostně na kvalitativní parametry ve smyslu optimalizace kam, jak a kdy se svítí a nikoli dále navyšovat světelné toky. Bohužel dle každoročního vyhodnocení růst celkově vyzářeného světla lidmi neustále pokračuje v řádu několika procent za rok, což jsou z pohledu planetární rovnováhy opravdu dramaticky vysoká čísla [3], [4].



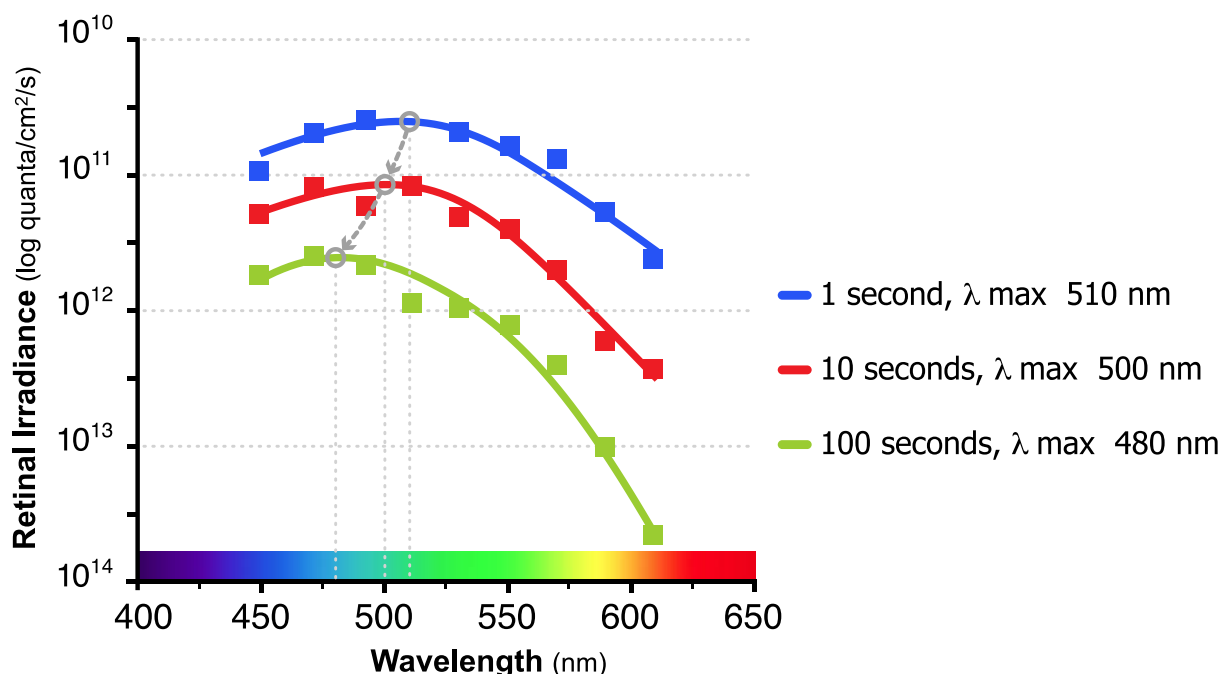
Obr.1 Postupné zvyšování průměrné osvětlenosti na silnicích Velké Británie přesáhlo úroveň považovanou za optimální již na konci minulého století [5]

Mimo atmosférický rozptyl světla v podobě nepřírozené záře v širším okolí měst a průmyslových lokalit je potřeba ještě zmínit srovnatelně závažný problém “rušivého světla” /v mezinárodní zdrojích uváděno jako “Obtrusive light”/. Tím je míněno přímé nežádoucí působení umělých zdrojů světla v jejich blízkém okolí, případně na dohled pozorovatele.

Tyto projevy nočního svícení do exteriéru se ovšem netýkají jen člověka jako zamýšleného příjemce vyrobeného světla, naopak tím výraznějším důsledkem, kterého se vědci obávají, je dopad na ekosystémy, které mimo jiné tvoří základnu našeho potravního řetězce. Bez těch “správných” rostlin by nám totiž všechny běžné potraviny zmizely.

Na rostlinách coby primárních producentech přímo či nepřímo závisí ostatní organismy, lidstvo nevyjímaje. Podobně jako u živočichů, i rostliny řídí své nejdůležitější vývojové procesy fotoperiodicky.

Vědecké týmy hledající cesty, jak trend světelného znečištění zastavit (nebo alespoň zmírnit), dochází k průniku názorů ohledně využití technických prostředků k tomu, aby se mohlo v obydlených lokalitách nadále svítit pro zajištění dostatečného zrakového komfortu ve večerních hodinách, ale zároveň snížit celkový úhrn vyzářené energie za celou noc. Velkou šancí jak v takovém zadání reálně uspět již s dnešními technologiemi jsou právě dvě kategorie změn zmíněné v úvodu. První se týká dynamického řízení intenzit a druhá pak změn ve spektrálním složení světla. Zajímavý potenciál poskytuje kombinace změny obou těchto parametrů v promyšleně spráženém režimu, kdy lze výhodně využít nelineárních vlastností lidského zraku souvisejících např. se spektrální závislostí pupilárního reflexu a také celkově nelineárním vnímáním jasu /viz Obr. 2 /.



Obr.2 Spektrální závislost pupilárního reflexu lidského oka vykazuje nelineární průběh a dokumentuje řádově odlišnou reakci na modré světlo (450-500 nm) oproti např. oranžovému světlu ze sodíkových výbojek (~ 590 nm). Reakční citlivost se snižuje s dobou expozice a posouvá se ke kratším vlnovým délkám [1]

3 Světlo pro budoucnost

V návaznosti na zmíněný projekt se v řadách světelných techniků dostaly do samého popředí otázky ohledně toho, jak má či "musí" vypadat ideální osvětlení veřejného prostoru. Bohužel se velká část prezentovaných názorů podřizovala osobním preferencím a zájmům, nebo také značně naivním předpokladům bez předchozího hlubšího zamyšlení nad významem a integrací VO do života člověka a biologického prostředí planety v kontextu 21. století. Jedním z typických unáhlených pohledů na optimální umělé osvětlení bývá inspirace v přirozeném denním osvětlení, kdy si snadno spojíme tu zrakovou a celkovou pohodu uprostřed slunečného dne s předpokládaným ideálem. Výsledkem těchto myšlenek potom bývá snaha osvětlovat noční prostředí tak, aby vypadalo skoro jako ve dne, což technikovi může připadat jako skvěle zvládnutý úkol s pocitem vítězství nad tmou. Biologové ovšem mají v tu chvíli jasno, že to vlastně znamená v principu konec podmínek, za kterých tu miliardy let vznikala a fungovala jakýkoli život, se kterým se běžně setkáváme - téměř všechny organismy na Zemi totiž v souvislosti s její rotací potřebují k životu střídání světla ve dne a tmy v noci. I několik málo dní mimo tento přirozený cyklus působí některým organismům značné komplikace základních životních funkcí.

Svícení intenzivním bílým světlem napodobující den i v noci zjednodušeně znamená, že tradiční přirozená noc v daném prostředí byla zrušena, a to je potřeba si uvědomit ještě před tím, než se pustíme do hodnocení kladů a záporů takového řešení.

Proč se tu ale v textu k VO najednou píše o biologickém pohledu? Není osvětlení náhodou kompetencí světelných techniků a elektro-inženýrů?

Na oficiálních akcích a v textech z oblasti světelné techniky se běžně dozvídáme, např. že "VO se buduje aby se ušetřila elektrická energie" nebo "aby se využili dotace z EU" apod., málokdy se ale mluví o tom, že by se budovalo pro "zrakové potřeby člověka". Člověk je totiž zatím jediným organismem, pro kterého má VO potenciál kladně vnímaného přínosu, a protože toto hlavní využití světla směřuje ke zraku živého tvora, tak je zcela logické, že funkční řešení je užitečné hledat právě s odborníky z oborů, kde se potřebami a fungováním živých tvorů zabývají.

A když uvážíme principy řízení společnosti ve které žijeme, není zrovna žádoucí ponechat utváření veřejného prostoru pouze na úzce zaměřených technických oborech nebo komerčních subjektech, byť by jejich odbornost byla sebelepší.

V souvislosti s uvedeným významem střídání dne a noci pro život je v moderním uvažování o účelném využití umělého světla vhodné převzít od biologů základní termín "cirkadiánní cyklus", což je označení pro periodické opakování základních procesů v organismech v rámci jedné otáčky Země okolo své osy (což formálně označujeme jako den s dělením na 24 hodin). Vlastní výraz "circa dian" vyjadřuje genetické nastavení tzv. "vnitřních hodin" organismů, které v izolaci od solárního cyklu vykazují mírně rozdílné, ale podobně dlouhé cykly s periodou přibližně jeden den, tedy našich 24 hodin. Tento vnitřní cyklus je výsledkem evoluce života v podmínkách střídání světla a tmy, avšak zatím evoluce nepokročila tak daleko, aby tento cirkadiánní časový systém dokázal zvládnout časové dezinformace, které sebou přináší „zasvětlování“ nočního prostředí.

4 Dynamika ve VO

Pokud začneme uvažovat o tom, jak uspokojit požadavky na osvětlení veřejného prostoru v podmínkách střídání ročních období (annuální cyklus) tak, aby bylo vyhověno konkrétní zrakové úloze společně s nároky na ekonomické parametry provozu a ještě s ohledem na zachování přirozeného životního prostředí, celkem nevyhnutně se s možnostmi současných technologií dostaneme k myšlence “dynamického” systému, který by byl schopen měnit výsledné světlo s přihlédnutím k relativní fázi zmíněného 1-denního cyklu. Samozřejmě i přizpůsobení tomu ročnímu cyklu je důležité, když se v zeměpisných podmínkách ČR mění délka denního svitu mezi létem a zimou v rozmezí ~ 50-100%.

Když je řeč o dynamické změně světla, kterých vlastností by se to mělo (nebo mohlo) týkat? Na prvním místě seznamu bude zřejmě intenzita (resp. osvětlenost), nejenže je historicky nejsledovanějším parametrem u zdrojů umělého osvětlení, ale má přímou souvislost jak se zrakovým “výkonem”, tak i s provozními náklady. Navíc když vezmeme v úvahu, že různé stmívací technologie byly reálně provozovány i v minulém století, tak to bude zřejmě základní funkce i u toho uvažovaného “dynamického” osvětlení. Ovšem při hlubším obeznámení s problematikou dynamických změn v podmínkách přirozeného osvětlení v rámci cirkadiánního cyklu zjistíme, že mimo změn v intenzitě dochází i ke značným změnám v relativním rozložení zářivé energie na ose vlnových délek, tedy “spektrálního složení” světla /dále značeno též mezinárodní zkratkou SPD - Spectral Power Distribution/.

Takže na druhém místě se v dynamickém osvětlování mluví o změně spektrálního charakteru, což je bohužel velmi často zjednodušeno na změnu “barevnosti” nebo “teploty chromatičnosti”. To, že při biologicky motivované změně SPD dojde i ke změně člověkem vnímané barevnosti světla v obrazové části vidění, je ale fakticky jen jakýsi průvodní jev či “vedlejší efekt”. Takovou změnu SPD lze v mnoha případech nepřímou vyčíslit i jako změnu náhradní teploty chromatičnosti v Kelvinech (CCT), což pochopitelně svádí k dojmu, že by se mělo jednat o ten hlavní důvod. Tím klíčovým impulsem pro optimalizaci SPD jsou ovšem synchronizační signály, které jsou ve spojitosti s určitým složením spektra vnímány u biologických příjemců (u člověka hovoříme o “neobrazovém vidění”, NIF - Non Image Forming).

Pro někoho mohou již tyto 2 požadavky na řízení intenzity společně se spektrálním průběhem představovat dostatečně ucelenou a na realizaci náročnou úlohu. K přirozenému ideálu však ještě jedna důležitá položka v řešení chybí, tou je “distribuce” zářivého toku, tedy geometrické uspořádání a vztahy mezi počtem světelných zdrojů, jejich velikostí a pozicemi osvětlovaných ploch a příslušných pozorovatelů.

O dynamických systémech zahrnujících i logické provázání změn geometrie v distribuci světla s jeho intenzitou a SPD však aktuálně uvažuje jen malá skupina vývojářů, takže s reálnou instalací takto komplexního systému se ve veřejném prostoru v blízké době ještě setkávat asi nebudeme.

To co ale už můžeme na vlastní oči zažít jsou první pilotní projekty zahrnující programovatelné řízení prvních dvou vlastností, tedy intenzity a SPD, pro které se u nás v posledních letech vžilo označení “bio-dynamické” /*souvisí s inspirací přírodou a obvyklým subjektem přijímajícím světlo*/. Výrobci na mezinárodním trhu pro své nejnovější produkty splňující zásady svícení šetrného k přírodě a zraku člověka přišli ještě s novým přívlastkem “Dark Sky Friendly” /*navazuje na organizace a území chránící tvz. “tmavou oblohu”*/, záměr zůstává samozřejmě shodný.

Reakce dodavatelů techniky pro VO na mezinárodním i našem trhu v posledním roce jasně říkají, že hlavní bariéry v hledání řešení pro ohleduplné svícení v nočním režimu nejsou na straně technologií. Je zřejmě na těch, co VO navrhují a spravují, aby aktuálním možností a požadavkům ze strany konečných uživatelů věnovali svou pozornost.

Příklady projektů s technologií pro bio-dynamiku:

- Pilotní test prvního BD-svítilna pro trh EU, VUT Brno 2019 (Tungsram BD)
- Kraví Hora, Brno 2019 (Tungsram BD)
- Sušice ČR, Dynamic Light - Interreg Central Europe EU, 2017-2019
- Řevnice, Corso Pod Lipami, 2018
- Havlíčkovo Borová, Lumbio, 2020
- Cumbria Dark Sky, Cumbria County Council UK, 2020 (Thorn NightTune)

/pozn: k 1.10. 2021 jsou v ČR evidovány realizované projekty s celkem přes 1 000 svítidel řady Tungsram SLBt Biodynamic/

**C&W Energy Solutions, USA - dodavatel osvětlení pro ekologicky chráněná území*

Literatura a odkazy

- [1] CIE TN 003:2015 - First International Workshop on Circadian and Neurophysiological Photometry 2013
- [2] CIE S 026/E:2018 - System for Metrology of Optical Radiation for ipRGC-Influenced Responses to Light
- [3] The Dark Side of Light: A Transdisciplinary Research Agenda for Light Pollution Policy, Ecology and Society, 12.2010
- [4] Artificially lit surface of Earth at night increasing in radiance and extent, Ch. C. M. Kyba et al., ScienceAdvances, 2017
- [5] Road lighting research for drivers and pedestrians: The basis of luminance and illuminance recommendations, S. Fotios, R. Gibbons, Lighting Research & Technology, 1.2018
- [6] Review of the Class and Quality of Street Lighting, Crabb, Beaumont, Webster, 2009.
- [7] Biorytmy a světlo v noci, doc. Z. Bendová (Pátečníci - Stream 5.3.2021), <https://www.youtube.com/watch?v=DPucyzq_XVU>
- [8] Photoreceptor inputs to pupil control, M. Spitschan, Journal of Vision, 8.2019