

Energetické a ekologické aspekty veřejného osvětlení

Žák P

SRVO , www.srvo.cz, zakp@srvo.cz

Energetická náročnost a ekologické aspekty jsou velmi diskutovanými tématy dnešní doby. Před vlastním rozbohem těchto témat v oblasti veřejného osvětlení je vhodné popsat širší souvislosti mezi prostředím, světlem a člověkem. Člověk jako živočišný tvor se v průběhu svého, stovky tisíc let trvajícího, vývoje přizpůsoboval podmínkám okolního prostředí (adaptoval se), aby přežil. Součástí tohoto procesu adaptace bylo také přizpůsobení se světelným podmínkám, které jsou důležitým zdrojem informací o okolním prostředí. Přírodní světelné podmínky, které mají dva základní režimy, den (vysoké hladiny osvětlení) a noc (nízké hladiny osvětlení), vedly k vývoji dvou typů fotoreceptorů v lidském oku, tj. čípků (denní vidění) a tyčinek (noční vidění). Pravidelnému střídání dne a noci se přizpůbil i životní rytmus člověka. Ve dne je člověk aktivní a v noci odpočívá. Aby lidské tělo poznalo, kdy se mají biologické procesy v lidském těle tlumit a kdy aktivovat, využilo jako informaci přirozenou změnu světelných podmínek, tedy střídání dne a noci. Informace o změně světelných podmínek jsou snímány třetím typem receptorů v lidském oku a přenášeny do mimozrakových mozkových center, které řídí biologické pochody v lidském těle. Pravidelné střídání dne a noci je tedy přirozeným světelným prostředím, ve kterém se člověk vyvíjel po desítky tisíc let. S nástupem a rozvojem městských civilizací začal člověk intenzivněji využívat venkovní prostředí i v nočních hodinách. Vzhledem k tomu že světlo z měsíce a hvězd vytváří pouze velmi nízké úrovně osvětlení začal si člověk postupně noční prostředí světelně přetvářet s použitím umělých zdrojů světla, tak aby získal pocit bezpečí a přizpůbil si jej svým potřebám. Dle vývoje lidských sídlišť lze usuzovat, že mezi první osvětlená venkovní prostranství patřila centra sídlišť využívaná k rituálním obřadům a slavnostem. Ve starověkých městech se postupně začaly osvětlovat venkovní veřejné prostranství a komunikace. V pozdějším období se umělé osvětlení začíná používat v lodní a železniční dopravě a k osvětlení různých venkovních pracovišť a venkovních sportovišť. Obdobně jako ve vnitřních prostorech se umělé osvětlení ve venkovním prostředí začalo ve větší míře rozšiřovat po zavedení elektrických světelných zdrojů. Se zaváděním těchto světelných zdrojů začalo docházet k razantním změnám noční i denní podoby přirozeného světelného prostředí, na které byl člověk dlouhodobě adaptován. Od začátku 20. století se začíná postupně rozvíjet také nový obor, světelná technika. Přístup k osvětlování prostorů umělým světlem se mění od čistě intuitivního k předem promyšlenému procesu. Začali se zkoumat jednotlivé zrakové úkoly a činnosti a na základě reálných testů byly stanoveny potřebné světelné technické parametry. Ty se následně objevily v rámci národních a mezinárodních doporučení, předpisů a norem. Osvětlení venkovních prostorů se rozdělilo do čtyř základních aplikačních oblastí:

- osvětlení pozemních komunikací (veřejné osvětlení);
- osvětlení architektury a reklamní osvětlení;
- osvětlení venkovních pracovišť;
- osvětlení venkovních sportovišť.

Při návrhu osvětlení je třeba si uvědomit, že jeho primárním cílem je vytvoření vhodných světelných podmínek pro konkrétní prostor nebo zrakový úkol. Otázky energetické náročnosti a ekologické aspekty jsou až následná hlediska a nelze je při vlastním návrhu nadřazovat nad požadavky světelně technické. Je možné říci, že návrh osvětlení by měl být proveden tak, aby požadovaných světelně technických parametrů bylo dosaženo při minimální energetické náročnosti a minimálním negativním vlivu na okolní prostředí. Jinou, relevantní otázkou je, zda má význam daný prostor osvětlovat či nikoliv. V případě veřejného osvětlení lze jeho účel shrnout do následujících bodů:

- bezpečnost dopravy, osob a majetku;
- orientace v nočním prostředí;
- vytvoření atraktivního noční atmosféry.

Požadované světelně technické parametry při osvětlení veřejných komunikací jsou uvedeny v souboru norem ČSN EN 13 201. V následující části budou uvedeny základní informace ze směrnic, předpisů a norem, které se týkají energetické náročnosti a ekologických aspektů veřejného osvětlení.

2. ENERGETICKÁ NÁROČNOST VEŘEJNÉHO OSVĚTLENÍ

Energetickou náročnost lze ovlivňovat odlišným způsobem na různých úrovních, které na sebe navazují. Tyto úrovně se liší složitostí, rozsahem, a účinností použitých opatření. Regulaci energetické náročnosti lze provádět na následujících úrovních:

- úroveň technických zařízení;
- úroveň projektu;
- úroveň konceptu;

2.1 Regulace na úrovni technických zařízení

Regulace energetické náročnosti na úrovni používaných technických zařízení je prvním, nejjednodušším stupněm. Jedná se o regulaci energetické náročnosti jednotlivých prvků osvětlovacích soustav, mezi které patří světelné zdroje, předřadné přístroje a svítidla. Pravidla pro regulaci energetické náročnosti osvětlovacích soustav na této úrovni byla přijata v loňském roce v rámci evropské směrnice 245/2009 týkající se technických parametrů zářivek bez integrovaného předřadníku, vysokotlakých výbojek, předřadníků a svítidel. V letošním roce pak byla přijata směrnice 347/2010, která obsahuje změny směrnice 245/2009. Obě směrnice mají principiálně vazbu na dvě aplikačních oblastí: osvětlení kancelářských prostorů a veřejné osvětlení. Oblast kancelářských prostorů je primárně spojena s regulací energetické náročnosti lineárních a kompaktních zářivek, zářivkových předřadníků a zářivkových svítidel. Oblast veřejného osvětlení je pak primárně spojena s regulací energetické náročnosti vysokotlakých výbojek, předřadníků a svítidel pro vysokotlaké výbojky. I když požadavky na energetickou náročnost zmíněných technických zařízení vycházejí z uvedených aplikačních oblastí, jejich platnost v rámci přijatých směrnic je obecná, bez vazby na aplikační oblast. Přijímání jednotlivých opatření je ve směrnici [1] rozděleno do 3 hlavních fází a 2 mezifází (tabulka 1).

Tab.1 Fáze směrnice 245/2009 a počátek jejich účinnosti

FÁZE	PLATNOST OD
Fáze 1 (1 rok po vstoupení v platnost)	13. 04. 2010
Mezifáze 1 (18 měsíců po vstoupení v platnost)	13. 10. 2010
Fáze 2 (3 roky po vstoupení v platnost)	13. 04. 2012
Mezifáze 2 (6 let po vstoupení v platnost)	13. 04. 2015
Fáze 3 (8 let po vstoupení v platnost)	13. 04. 2017

S ohledem na pokrok v oblasti světelné techniky bude, nejpozději do 5 let od vstupu této směrnice v platnost, provedena její revize. Hlavní část směrnice tvoří technické parametry svítidel, předřadníků a svítidel, které mají být v jednotlivých fázích dosaženy. Dále obsahuje soubor informací, které musejí výrobci jednotlivých technických zařízení uvádět. V závěru dokumentu jsou uvedeny referenční hodnoty parametrů nejlepších výrobků na trhu. V následující části jsou popsány požadavky týkající se vysokotlakých výbojových zdrojů, jejich předřadníků a svítidel pro vysokotlaké výbojky.

Světelné zdroje (vysokotlaké výbojky)

Oblast platnosti směrnice pro vysokotlaké výbojky je vymezena následujícím způsobem:

- platí pouze pro vysokotlaké výbojky s patičkami E27, E40 a PGZ12;
- neplatí pro směrové vysokotlaké výbojky;

Mezi kritéria, kterými se v evropské směrnici [1] hodnotí světelné zdroje patří:

- index podání barev;
- měrný výkon světelného zdroje;
- činitel stárnutí světelného zdroje;
- činitel funkční spolehlivosti světelného zdroje;

První fáze a první mezifáze se netýkají vysokotlakých výbojových zdrojů. V rámci druhé fáze (2012) budou staženy standardní sodíkové výbojky a halogenidové výbojky, které nevyhoví požadovaným minimálním měrným výkonům. Požadované měrné výkony pro sodíkové výbojky ve druhé fázi jsou uvedeny v tabulce 2. Ve druhé mezifázi (2015) budou staženy rtuťové výbojky a sodíkové výbojky používané jako náhrada za rtuťové výbojky. V rámci třetí fáze (2017) budou staženy halogenidové výbojky, které nebudou odpovídat náročnějším požadavkům na měrný výkon.

Tab. 2 Vybrané typy čirých sodíkových výbojek, které vyhoví požadavkům druhé fáze (2012)

Jmenovitý příkon P (W)	Požadovaný měrný výkon η (lm/W)	Výrobce / výrobní řada / měrný výkon η (lm/W)			
		Osram, Vialox	Philips, Master SON-T	GE Lighting, Lucalox	Sylvania, SHP
		Super 4Y	PIA Plus	XO	TS
$P \leq 45$	≥ 60	x	x	x	61
$45 < P \leq 55$	≥ 80	80	83	88	83
$55 < P \leq 75$	≥ 90	93	91	94	96
$75 < P \leq 105$	≥ 100	102	107	107	106
$105 < P \leq 155$	≥ 110	116	117	117	114
$155 < P \leq 255$	≥ 125	128	130	132	129
$255 < P \leq 405$	≥ 135	140	138	141	140

Vedle měrných výkonů směrnice předepisuje hodnoty činitele stárnutí a činitele funkční spolehlivosti. V tabulce 3 jsou uvedeny hodnoty činitele stárnutí a činitele funkční spolehlivosti sodíkových výbojek s $R_a \leq 60$ požadované ve druhé fázi (2012).

Tab. 3 Požadované hodnoty činitele stárnutí a činitele funkční spolehlivosti sodíkových výbojek s $R_a \leq 60$

Jmenovitý příkon P (W)	Doba provozu t (hod)	Činitel světelného LLMF (-)	stárnutí zdroje	Činitel spolehlivosti zdroje LSF (-)	funkční světelného
$P \leq 75$ W	12 000	> 0,80		> 0,90	
$P > 75$ W	16 000	> 0,85		> 0,90	

Výrobci světelných zdrojů jsou povinni od první fáze (2010) poskytovat základní technické parametry na volně přístupných internetových stránkách a jinou formou jež považují za vhodnou. V případě vysokotlakých výbojek do těchto parametrů patří:

- jmenovitý a skutečný příkon;
- jmenovitý a skutečný světelný tok;
- skutečný měrný výkon po 100 h provozu při standardních podmínkách;
- skutečný činitel stárnutí světelného zdroje při 2 000, 4 000, 6 000, 8 000, 12 000, 16 000 a 20 000 hodinách s uvedením provozního režimu (50Hz nebo HF);
- skutečný činitel funkční spolehlivosti světelného zdroje při 2 000, 4 000, 6 000, 8 000, 12 000, 16 000 a 20 000 hodinách s uvedením provozního režimu (50Hz nebo HF);
- jmenovitý obsah rtuť (mg);
- index podání barev;
- teplota chromatičnosti.

Předřadníky

V první fázi nejsou v rámci směrnice uvedeny žádné požadavky na předřadníky pro vysokotlaké výbojky. Ve druhé fázi (2012) a ve třetí fázi (2017) jsou definovány minimální účinnosti předřadníků pro vysokotlaké výbojky uvedené v tabulce 4. Účinnost předřadníku se stanovuje jako poměr příkonu vysokotlaké výbojky k příkonu vysokotlaké výbojky s předřadníkem. Stejně jako výrobci světelných zdrojů jsou i výrobci předřadníků uvádět informace o svých výrobcích. U předřadníků pro vysokotlaké výbojky musí být od druhé fáze uváděna jejich účinnost (%).

Tab.4 Požadované účinnosti předřadníků pro vysokotlaké výbojové zdroje

Jmenovitý příkon světelného zdroje P (W)	Minimální účinnost předřadníku η_{pr} (%)	
	fáze 2 (2012)	fáze 3 (2017)
$P \leq 30$	65	78
$30 < P \leq 75$	75	85
$75 < P \leq 105$	80	87
$105 < P \leq 405$	85	90
$P > 405$	90	92

Svídla

Svídla pro vysokotlaké výbojky musí být ve třetí fázi kompatibilní s předřadníky splňujícími požadavky pro třetí fázi. V praxi to znamená, že ve třetí fázi by mělo dojít k přechodu na elektronické předřadníky. Výrobci svídel pro vysokotlaké výbojky se světelným tokem větším než 2000 lm jsou povinni uvést na volně přístupných internetových stránkách nebo jinou formou, kterou považují za vhodnou, uvádět následující informace:

- účinnost předřadníku, například EEI = A2 (dle informací výrobce předřadníku);
- měrný výkon světelného zdroje (lm/W);
- pokyny pro údržbu svítidla;
- informace o tom, zda je svítidlo určeno pro výbojku s čirou a/nebo matnou baňkou.

Uvedená směrnice je příkladem regulace energetické náročnosti na úrovni technických zařízení. Tento způsob regulace je z pohledu aplikace jednoduchý, jelikož se odehrává na straně výrobců těchto zařízení. V nabídce pro projektanty nebo uživatele jsou již jen energeticky účinná zařízení. Tento způsob regulace tedy zaručuje používání energeticky účinných technických zařízení, ale nezaručuje to, zda budou použita účinným způsobem.

2.2 Regulace na úrovni projektu

Tento způsob regulace je na rozdíl od prvního stupně obecnější. Obsahuje v sobě předchozí stupeň a zároveň zaručuje, že požadované světelně technické parametry budou dosaženy energeticky účinným způsobem. Tento způsob regulace energetické náročnosti osvětlovacích soustav, ale vyžaduje závaznost normativních předpisů a kvalitní projekční prostředí. V případě veřejného osvětlení vychází tento způsob regulace z toho, že každou pozemní komunikaci lze z pohledu jejího charakteru a využití zařadit do třídy osvětlení s předepsanými světelně technickými parametry. K zařazení komunikací, stanovení světelně technických parametrů a jejich ověřování slouží souboru norem ČSN EN 13201, který tvoří 4 části:

- ČSN CEN/TR 13201 – 1 – Osvětlení pozemních komunikací – Část 1: Výběr tříd osvětlení;
- ČSN EN 13201 – 2 – Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky;
- ČSN EN 13201 – 3 – Osvětlení pozemních komunikací – Část 3: Výpočet;
- ČSN EN 13201 – 4 – Osvětlení pozemních komunikací – Část 4: Metody měření.

Pozemní komunikace jsou v rámci tohoto souboru norem rozděleny do tří skupin: komunikace pro motorová vozidla (ME, MEW), komunikace pro chodce (S, A) a konfliktní oblasti (CE), v rámci kterých jsou definovány třídy osvětlení s konkrétními světelně technickými parametry. V současné době se připravuje úprava těchto tříd tak, aby korespondovala s třídami uvedenými v příslušné publikaci CIE [7]. Pro regulaci na úrovni projektu osvětlení je třeba konkrétním třídám osvětlení přiřadit parametr definující energetickou náročnost osvětlovací soustavy. V rámci Evropské normalizační komise se u normy EN 13201 připravuje Část 5: Požadavky na energetickou účinnost, která se týká energetické náročnosti veřejného osvětlení. Pro popis energetické náročnosti se v této připravované normě používají měrné příkony osvětlovací soustavy, tzv. kritérium SLEEC (Street lighting energy efficiency criterion). Toto kritérium se liší podle toho, zda jsou požadované světelně technické parametry uváděny v průměrných udržovaných hodnotách jasu nebo osvětlenosti. Pro jednotlivé skupiny komunikací jsou navrhovány následující měrné příkony:

- komunikace pro motorová vozidla (ME, MEW) $SL = 1,00 \text{ W} / (\text{cd} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{m}^2)$;
- komunikace pro chodce (S, A) $SE = 0,07 \text{ W} / (\text{lx} \cdot \text{m}^2)$;
- konfliktní oblasti (CE) $SE = 0,20 \text{ W} / (\text{lx} \cdot \text{m}^2)$.

Vedle normativních předpisů s hodnotami měrných příkonů je možné, na úrovni projektu, ovlivnit energetickou náročnost veřejného osvětlení použitím tzv. *adaptivního osvětlení* [7]. Návrh tohoto osvětlení spočívá v rozdělní

provozu osvětlovací soustavy na charakteristické časové úseku, ve kterých se mění některé charakteristiky, ovlivňující zatřídění komunikace (např. hustota provozu, jas okolí apod.). Pro jednotlivé časové úseky se pak definují požadované světelně technické parametry. S využitím řídicího systému a aplikací uvedeného časového provozního harmonogramu lze dosáhnout dalšího snížení energetické náročnosti veřejného osvětlení. Návrh adaptivního osvětlení vyžaduje kvalitní a vysoce profesionální projekční prostředí. Bez tohoto předpokladu velmi reálně hrozí, neefektivní využití investičních prostředků a nefunkčnost takové soustavy osvětlení

2.3 Regulace na úrovni konceptu

Nejvyšším a neúčinnějším stupněm regulace energetické náročnosti veřejného osvětlení je regulace na úrovni konceptu veřejného (venkovního) osvětlení celého města či obce. Předchozí stupně regulace řeší použití energeticky účinných zařízení a energeticky účinný návrh osvětlení veřejného prostoru nebo pozemní komunikace, ale neřeší zda jsou komunikace správně zatříděné. Toto zatřídění je poskytnuto projektantovi městem či obcí nebo jej projektant provede sám. Pro správné zatřídění komunikace je třeba znát širší souvislosti a mít k dispozici komplexnější soubor informací, které v rámci dílčích projektů rekonstrukce nebo výstavby veřejného osvětlení nejsou k dispozici. Správné zatřídění komunikací lze provést na základě zpracování koncepce veřejného osvětlení města jako celku, tzv. Základního plánu osvětlení (Lighting Masterplan). Takový koncepční dokument umožňuje postihnout celkovou situaci ve městě nebo obci, zohlednit požadavky místních obyvatel, strukturu města a předpokládaný budoucí vývoj města či obce. Na základě těchto informací lze pak určit základní strategie pro správu, obnovu a výstavbu veřejného osvětlení. Tento koncepční přístup se začíná používat v USA a v posledních letech se dostává také do Evropy. U nás zatímco takovýto přístup k řešení veřejného osvětlení neexistuje. V minulosti se zpracovávaly dílčí části takového dokumentu, tzv. generely osvětlení.

3. EKOLOGICKÉ ASPEKTY OSVĚTLENÍ

Popis problematiky vedlejších účinků umělého osvětlení ve venkovním prostředí není tak jednoduchý, jak by se na první pohled zdálo. Vzhledem k tomu, že umělé osvětlení je v přirozeném nočním světelném prostředí cizorodým prvkem, byl v počáteční fázi řešení této problematiky zaveden termín světelné znečištění (*light pollution*). Dle definice CIE je *světelné znečištění* všeobecný termín zahrnující všechny nepříznivé účinky umělého osvětlení [9].

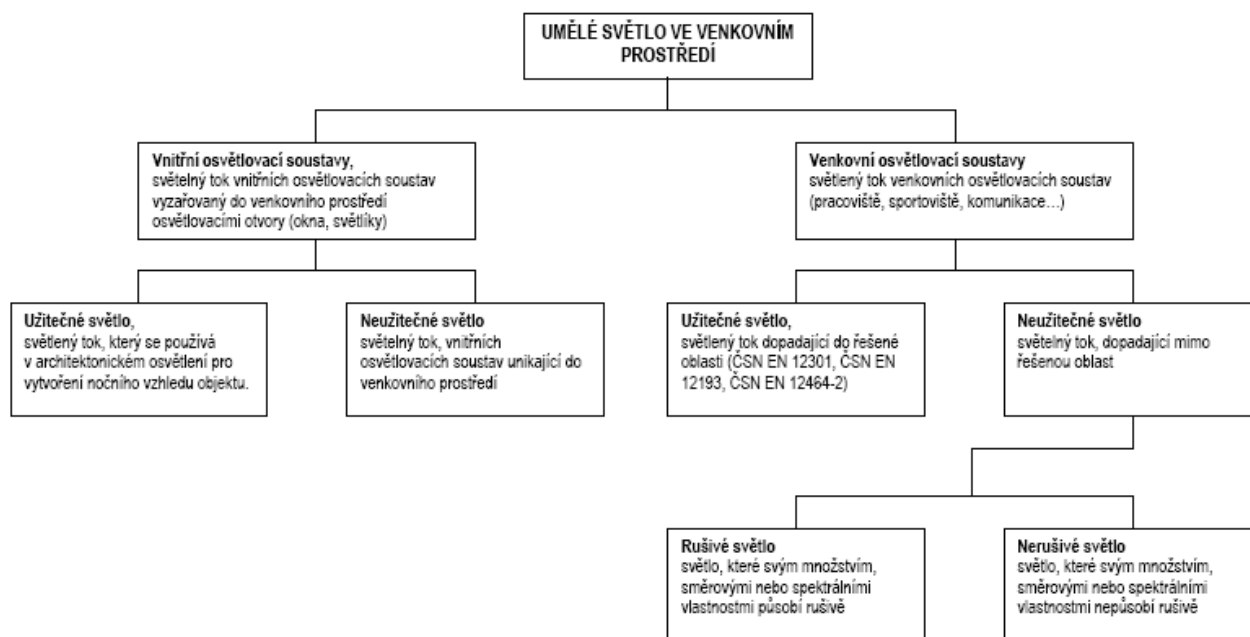
V takto komplexním pojetí však není problém řešitelný a je třeba jej podrobněji analyzovat. Zdrojem umělého světla ve venkovním prostředí jsou jak vnitřní tak i venkovní osvětlovací soustavy. V obou případech lze světelný tok z těchto osvětlovacích soustav dále dělit na světelný tok užitečný, který má konkrétní účel a na světelný tok neužitečný, který dopadá mimo osvětlovanou oblast a představuje parazitní světlo nebo také ztrátovou světelnou energii.

Vnitřní osvětlovací soustavy se pro účely venkovního osvětlení využívají ve velmi omezené míře. Jde téměř výhradně o oblast architekturního osvětlení, u kterého vnitřní osvětlovací soustava prosvětluje určitý objekt, čímž se vytváří charakteristický noční vzhled objektu. Neužitečné světlo vnitřních osvětlovacích soustav je z pohledu venkovního prostředí většina světelného toku, který uniká okny do venkovního prostředí. Uvedený vliv vnitřních osvětlovacích soustav spadá do oblasti návrhu osvětlení vnitřních prostorů, ale současné době není zohledňován.

Světelný tok venkovních osvětlovacích soustav lze opět rozdělit na světelný tok užitečný a neužitečný. Užitečný světelný tok slouží ke konkrétnímu účelu a dopadá do oblasti, kterou má osvětlovat, například na povrch komunikace, plochu sportoviště apod. Přímá složka v tomto případě nepůsobí rušivě jelikož dopadá do místa určení. Problémem je odražený světelný tok od osvětlovaných ploch řešeného prostoru, který již může působit rušivě. Nelze jej však odstranit, protože přímo souvisí s účelem osvětlovací soustavy, vykonávanou zrakovou činností a účelem osvětlení. Její nepříznivý vliv je možné snížit v rámci optimalizace provozu osvětlovací soustavy následujícími způsoby:

- kontrolou hladiny osvětlenosti;
- kontrolou časového využití osvětlovací soustavy.

Z principu takové optimalizace vychází například již zmiňované *adaptivní osvětlovací soustavy* veřejného osvětlení [7], které reagují na změnu podmínek, na základě kterých se stanovují požadované světelně technické parametry. Na podkladě časových plánů nebo údajů z reálných situací o hustotě provozu, klimatických podmínkách, jasu okolí apod. se přizpůsobují světelné podmínky na komunikacích.



Obr. 1 Umělé světlo ve venkovním prostředí

Jednoznačnou složkou světelného toku ve venkovním prostředí, jejíž eliminace neovlivní účel osvětlovací soustavy, sníží spotřebu elektrické energie a omezí nepříznivé účinky umělého osvětlení ve venkovním prostředí, je světelný tok venkovních osvětlovacích soustav dopadající mimo řešenou oblast. Řešení eliminace této složky světelného toku ve venkovním prostředí je v současné době věnována zvýšená pozornost. V rámci CIE byly zavedeny dva pojmy *neužitečné světlo* (spill light) a *rušivé světlo* (obtrusive light) [8], [9], které jsou pro další orientaci v této problematice důležité. *Neužitečné světlo* je světlo vyzařované osvětlovací soustavou za hranice osvětlovaného objektu. *Rušivé světlo* je *neužitečné světlo*, které svými kvantitativními, směrovými nebo spektrálními vlastnostmi v dané situaci zvětšuje obtěžování, nepohodu, rozptýlení nebo omezuje schopnost vidět nejdůležitější informace. Ekologickými dopady se v následujícím textu rozumí rušivé účinky světelného záření na okolní prostředí. Stejně jako v případě energetické náročnosti lze i ekologické dopady veřejného osvětlení regulovat na třech úrovních.

2.1 Regulace na úrovni technických zařízení

V rámci této úrovně lze ekologické dopady regulovat definováním světelně technických parametrů svítidel. V současné době se objevila snaha o zavedení takové regulace v rámci směrnice 245/2009. U svítidel je uveden podíl světelného toku do horního poloprostoru (ULOR) v závislosti na typu osvětlované komunikace (tabulka 5). Podíl světelného toku do horního poloprostoru je definován jako podíl světelného toku svítidla do horního poloprostoru a celkového výstupního světelného toku ze svítidla. Bohužel umístění pasáže týkající se této regulace v rámci směrnice není z pohledu struktury směrnice logické a z dokumentu není přesně zřejmé co je smyslem uvedení parametrů, týkající se omezení rušivých vlivů svítidel pro veřejné osvětlení. Zmíněné parametry jsou uvedeny v informativní příloze, která se týká dostupných výrobků s nejlepšími světelně technickými parametry.

Tab. 5 Orientační hodnoty maximálního podílu světelného toku do horního poloprostoru (evropská směrnice 245/2009)

Třída osvětlení	Světelný tok zdroje Φ_z (lm)	ULOR (%)
ME, MEW	x	< 3%
CE, S, A	$12\ 000 \leq \Phi$	< 5%
	$8\ 500 \leq \Phi < 12\ 000$	< 10%
	$3\ 300 \leq \Phi < 8\ 500$	< 15%
	$\Phi < 3\ 300$	< 20%

Dalším problémem takto koncipované regulace, jako je ve směrnici 245/2009, je to, že z pohledu rušivých vlivů se prostředí dělí do zón životního prostředí (tabulka 6), které nesouvisí s typem komunikace. Třídění svítidel z pohledu rušivých účinků by mělo proto primárně vycházet ze zón životního prostředí.

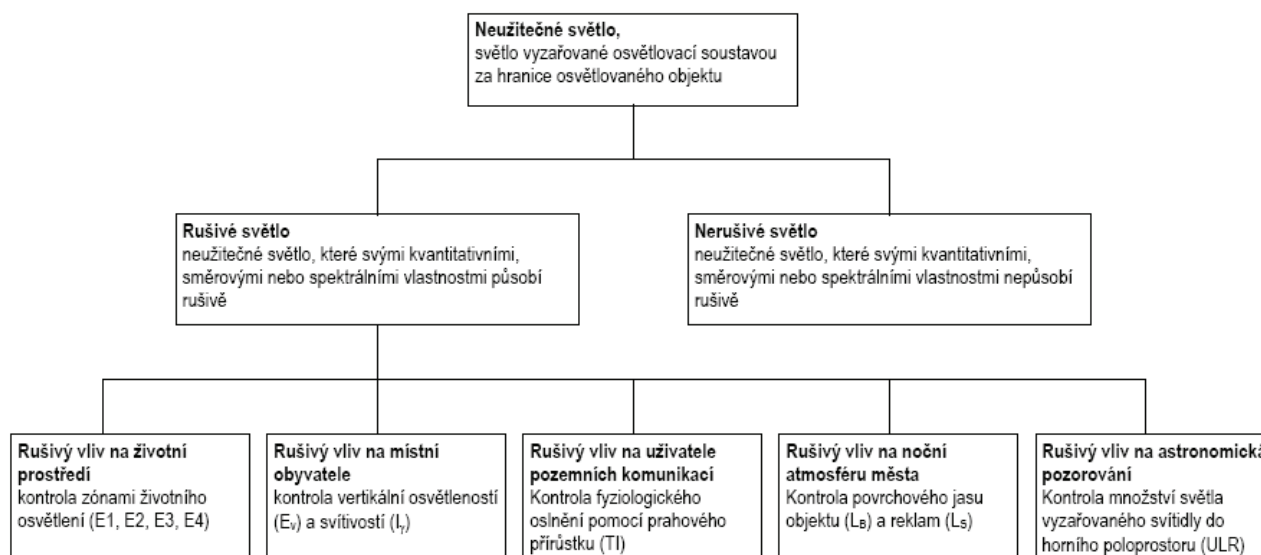
Tab. 6 Systém zónování venkovního prostředí

Zóna životního prostředí	Okolí	Světelné prostředí	Příklady
E1	Přírodní	Velmi tmavé oblasti	Národní parky a chráněná území
E2	Venkovské	Málo světlé oblasti	Průmyslové a obytné venkovské oblasti
E3	Předměstské	Středně světlé oblasti	Průmyslová a obytná předměstí
E4	Městské	Velmi světlé oblasti	Střed města a obchodní zóny

2.2 Regulace na úrovni projektu

Stejně jako v případě energetické náročnosti osvětlovací soustavy, tak také v případě rušivých vlivů může jejich regulace na úrovni technických zařízení (svítidel) přispět ke zlepšení celkového stavu. Nicméně regulace na úrovni svítidel nezaručuje, že svítidla budou v praxi správně použita. Proto komplexnějším přístupem je regulace na úrovni projektu. V současné době již pro venkovní aplikační oblasti jako jsou venkovní sportoviště a venkovní pracoviště existuje metodika pro omezení rušivého světla, která vychází ze zón životního prostředí (tabulka 6). V principu platí tato metodika i pro veřejné osvětlení, nicméně v normám pro veřejné osvětlení není ještě uvedena. Předpokládá se, že při aktualizaci těchto norem bude do nich zahrnuta.

V současné době jsou nepříznivé účinky rušivého světla popsány v rámci oblastí uvedených na obrázku 2.



Obr. 2 Schematický popis projevů rušivého světla venkovních osvětlovacích soustav

Účinky nočního umělého osvětlení na životní prostředí jsou zatím stále obtížně kvantifikovatelné. Je například známo, že noční osvětlení ovlivňuje chování hmyzu, který může být světlem přitahován i odpuzován. Chování hmyzu následně ovlivňuje chování savců, plazů nebo obojživelníků, kteří se hmyzem živí a dále predátorů, kteří tato zvířata loví. K omezení rušivých účinků na životní prostředí slouží systém zónování (tab. 17.1). Jednotlivé zóny jsou charakterizovány typem zástavby (lidské činnosti, osídlení), případně typem prostředí.

Rušivé účinky venkovního osvětlení z pohledu místních obyvatel jsou dvojího typu. Světlo z venkovních osvětlovacích soustav může pronikat do obytných místností, určených zpravidla ke spaní (např. ložnice, dětský pokoj). Tento rušivý vliv se kontroluje svíslou osvětleností E_v v úrovni fasády nebo na hranici plánovaného objektu. Při výpočtu se hodnotí příspěvky od všech svítidel venkovního osvětlení a zohledňuje se vliv pevných stínících překážek. Druhým rušivým účinkem může výskyt jasných částí svítidel v zorném poli při pohledu z obytných místností do venkovního prostředí. Tento rušivý vliv se kontroluje svítivostí svítidel v daných směrech I_v .

Rušivé účinky na uživatele přilehlých pozemních komunikací (např. motoristů, chodců apod.) se projevují snížením schopnosti vnímání, způsobené fyziologickým oslněním od svítidel a světelných zdrojů. Pro hodnocení tohoto rušivého vlivu se používá prahový přírůstek TI a hodnotí se pro konkrétní polohy pozorovatelů a směr pozorování podobně jako u pozemních komunikací pro motorovou dopravu.

Rušivé účinky venkovního osvětlení na astronomická pozorování se projevují jednak zjasněním tmavé oblohy vlivem rozptýleného umělého světla v atmosféře a jednak přímým dopadem světla do observatoří. Pro hodnocení

tohoto rušivého vlivu se hodnotí množství světelného toku vyzářeného do horního poloprostoru. Pro jeho vyjádření se používá tzv. účinnost svítidel nebo osvětlovací soustavy do horního poloprostoru *ULR*.

Nepřiměřené hodnoty jasů architekturního nebo reklamního osvětlení, mohou výrazným způsobem narušit noční atmosféru města nebo obce. Rušivý vliv architekturního a reklamního osvětlení se kontroluje omezením povrchového jasů fasád objektů L_b a reklamních ploch L_s .

Pro kontrolu jednotlivých projevů rušivého světla se používají světelně technické parametry uvedené v tabulce 7.

Tab. 7 Hodnoty světelně technických parametrů pro kontrolu rušivého světla

Zóna životního prostředí*)	Parametr							
	E_v (lx)		$I_{c,v}$ (cd)		TI (%)	ULR (%)	L_b (cd/m ²)	L_s (cd/m ²)
	$t_s < t_c$	$t_s < t_c$	$t_s < t_c$	$t_s < t_c$				
E1	2	0	2 500	0	15	0	0	50
E2	5	1	7 500	500	15	5	5	400
E3	10	2	10 000	1 000	15	15	10	800
E4	25	5	25 000	2 500	15	25	25	1000

*) Zóny životního prostředí jsou popsány v tabulce 6

V některých situacích, hlavně u obytné zástavby, se dostávají požadavky na osvětlení pro určitou zrakovou činnost do konfliktu s požadavky na omezení rušivého světla. Míra této konfliktní situace je přitom závislá na časovém období. Z tohoto důvodu byl zaveden termín *doba nočního klidu* (t_c), což je úředně stanovená hodina (doporučuje se 23:00 h, popř. dříve), který umožňuje předepsat jiné limitní hodnoty parametrů pro omezení rušivého světla před a po této hodině.

2.3 Regulace na úrovni konceptu

Podobně jako u regulace energetické náročnosti vyvstává u regulace rušivých účinků osvětlení otázka o správnosti a kvalitě zatřídění jednotlivých oblastí do zón životního prostředí na úrovni projektu. Ze stejných důvodů je proto nejúčinnějším nástrojem pro omezení rušivých účinků veřejného osvětlení koncept venkovního osvětlení města či obce jako celku.

Literatura a odkazy

- [1] Evropská směrnice 245/2009
- [2] Evropská směrnice 347/2010
- [3] ČSN CEN/TR 13201 – 1 – Osvětlení pozemních komunikací – Část 1: Výběr tříd osvětlení;
- [4] ČSN EN 13201 – 2 – Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky;
- [5] ČSN EN 13201 – 3 – Osvětlení pozemních komunikací – Část 3: Výpočet;
- [6] ČSN EN 13201 – 4 – Osvětlení pozemních komunikací – Část 4: Metody měření.
- [7] CIE 115/2010 – Lighting of roads for motor and pedestrian traffic
- [8] CIE 150/2003 – Guide on the limitation of of the effect of obtrusive light from outdoor lighting installations
- [9] CIE 126/1997 – Guidelines for minimising sky glow