

Návrh metodiky osvětlování obslužných komunikací

Tomáš Novák, Pavel Valíček, Petr Šebesta, Martin Wilk, Jiří Tesař

1. Úvod

Každý správce veřejného osvětlení se snaží o to aby jím obhospodařované osvětlovací soustavy spravoval pokud možno co neoptimálněji. K tomuto cíli je nezbytně nutné udělat první krok, kterým je návrh (instalace) osvětlovací soustavy. U průtahových komunikací, které jsou většinou výstavní skříní veřejného osvětlení není standardně nutné řešit žádné problémy zásadního charakteru. Jak technici, tak politici a bezpečnostní složky se shodují na závaznosti a dodržování norem a tedy i na provozu veřejného osvětlení, které odpovídá zatřídění příslušné průtahové komunikace.

Jak ale nakládat s tím zbytkem, který se dá obecně zařadit do skupiny komunikací obslužných?

Zpracování tohoto tématu iniciovali kolegové, kteří mají ve správě významné množství osvětlovacích soustav na obslužných komunikacích a přístup k údržbě i obnově VO řeší na denní bázi. Cílem zadání pro skupinu odborníků tedy bylo vypracování metodiky se stanovením možností a postupů pro pracovníky, kteří se zabývají projekcí, budováním, provozem a údržbou veřejného osvětlení.

Pro stanovení rámce celé metodiky byly nejprve vypracovány okrajové podmínky:

- Cílová skupina – malá obec, která nedosáhne na dotace.
- Řešené třídy komunikací - dominantně P4 – P6, maximálně M5 – M6.

Kromě okrajových podmínek se musely vyspecifikovat i základní požadavky, respektive oblasti, které jsou pro správce VO na obslužných komunikacích nejzásadnější:

- Závaznost norem na osvětlování komunikací.
- Potenciální kritické (rizikové) oblasti nočního dopravního prostoru.
- Priority ve vazbě na technické parametry řešených osvětlovacích soustav.
- Volba svítidel.
- Vyzařovací charakteristiky svítidel.
- Zóny světelného prostředí dle ČSN 36 0459.
- Nakládání s oslněním.
- Vyhodnocování světelného přesahu na obytných domech.
- Použití řízení osvětlovacích soustav VO.

Jádrem samotného návrhu metodiky, je tedy seskupení postupů vhodných pro optimalizaci soustav veřejného osvětlení zejména v malých obcích, na co nejmenším prostoru a s maximálním využitím odkazů na technické normy a doporučení včetně dílčích materiálů, které již byly pro VO zpracovány a jsou veřejně k dispozici.

2. Rozbor současného právního stavu

Rozbor současného právního stavu vyplývá z materiálu, který byl zpracován odborníky na bezpečnost a odborníky na veřejné osvětlení v rámci řešení energetické krize. Tento rozsáhlý a obecný materiál

s názvem „**Možnosti omezení nákladů na provoz veřejného osvětlení a analýza možných dopadů v době energetické krize**“ je kompletně k dispozici na webových stránkách:

https://csorsostrava.cz/index_publicace.htm.

Rozboru právního stavu se věnuje zejména příloha 1 tohoto materiálu s názvem „**Právní rozbor statusu VO**“.

Z dostupných materiálů a právních rozborů vyplývá následující:

- Pro osvětlování průtahových komunikací v obcích jsou technické normy závazné.
- Pro osvětlování obslužných komunikací jsou technické normy doporučené.
 - o Závaznost technických norem a požadavků lze nastavit v rámci smluvního vztahu.

Pro veřejné osvětlení v malých obcích s převažujícími třídami osvětlení M5, M6, P4, P5 a P6 s přilehlými veřejnými prostory a bez průtahových komunikací je tedy zásadní specifikace okrajových podmínek pro technické parametry nově budovaného, rekonstruovaného, nebo pouze provozovaného veřejného osvětlení.

- Při stanovování technických podmínek doporučujeme brát v potaz:
 - Technické normy.
 - Pasport veřejného osvětlení.
 - Generel veřejného osvětlení.
 - Grantové výzvy, které se veřejného osvětlení týkají.
 - o Lze vysledovat strategické záměry státního aparátu.
 - o Lze se technicky i časově připravit na potenciální čerpání dotací bez narušení koncepce veřejného osvětlení.
- Environmentální strategii státního aparátu, která je zejména propojena s národní normou ČSN 360 459 a intenzivní snahou o její zezávaznění.

3. Stanovení potenciálních kritických (rizikových) oblastí řešeného nočního dopravního prostoru

Stanovení potenciálně kritických míst nočního prostoru včetně nočního dopravního prostoru vychází z generelu VO. Generel je důležitý dokument pro sjednocení pravidel a pro komunikaci mezi vlastníkem, provozovatelem soustavy VO a ostatními účastníky, kteří se při své činnosti VO dotýkají, upravují nebo VO jako nové navrhují. Generel umožňuje strategické plánování osvětlení celého nočního prostoru, který je spravován municipalitami. Díky výhledové strategii umožňuje i plánování příprav VO tak, aby celý investiční celek fungoval jak v přítomnosti, tak v budoucnosti s minimálními investičními a provozními náklady při zajištění požadavků na viditelnost, bezpečnost a v neposlední řadě i na wellbeing a zrakovou pohodu.

Rizikovitost daného úseku je dle ČSN TR 13 201 – 1 posuzována v různých třídách komunikací (M,C,P) pomocí předdefinovaných tabulek, které berou v potaz komplikovanost řešeného nočního prostoru. Díky příslušnosti výše uvedeného ČSN TR 13 201 – 1 k technickým normám pro osvětlování komunikací (ČSN 13 201) lze konstatovat, že projektanti a designéři VO jsou dostatečně erudovaní v posuzování komunikací dle norem pro veřejné osvětlení a tudíž způsobilí pro municipalitu generel připravit. Pokud není generel VO k dispozici před započítáním obnovy VO, tak doporučujeme aby byl tento součástí vlastní obnovy VO.

Součástí generelu může, ale nemusí, být i stanovení kritických úseků komunikací v řešeném intravilánu. Pokud není, tak doporučujeme v rámci projektové přílohy tento doplnit o odkazy na veřejně dostupné databáze, které na základě matematických operací nad anonymizovanou policejní databází určují potenciálně nebezpečné úseky komunikací. Popis možností získávání relevantních dat je proveden v materiálu s názvem „**Možnosti omezení nákladů na provoz veřejného osvětlení a analýza možných dopadů v době energetické krize**“ který je k dispozici na webu:

<https://csorsostrava.cz/publikace/Metodik%C3%BD%20pokyn%20mo%C5%BEnosti%20omezen%C3%AD%20n%C3%A1klad%C5%AF%20na%20provoz%20ve%C5%99ejn%C3%A9ho%20osv%C4%9Btlen%C3%AD%20a%20anal%C3%BDza%20dopad%C5%AF%20b%C5%99ezen%202023.pdf>

Další existující a veřejně dostupné odkazy na stanovení kritických oblastí nočního dopravního prostoru řeší výše zmíněný materiál v příloze 3 - Možnosti ověření, vyhodnocení následků při omezování provozu VO z mapových a datových aplikací Policie ČR a CDV, kde je proveden popis jejich základních funkcionalit. Odkazy jsou uvedeny jak v původním materiálu, tak i zde:

- APLIKACE NEHODY POLICIE ČR – ODKAZ <https://nehody.policie.cz/>
- APLIKACE NEHODY CDV – ODKAZ <https://nehody.cdv.cz/>
- Aplikace Mapa kriminality – ODKAZ <https://kriminalita.policie.cz>
- Aplikace AVISON – ODKAZ <https://avison.cdvinfo.cz/>

Poslední z uvedených aplikací se pro použití při stanovení kritických úseků jeví jako nejvhodnější. Na základě stanovení potenciálního kritického úseku lze například provádět i historické analýzy s porovnáváním vazeb mezi výpadky, nebo obnovou VO a nehodovostí v noci.

V rámci stanovení potenciálních kritických oblastí není nutné spoléhat pouze na normativní odkazy, potažmo on-line databáze. S výhodou lze využít i faktické noční prohlídky řešených lokalit. On-site prohlídky se stanovením potenciálně kritických lokalit lze realizovat na základě certifikované **Metodiky provádění noční bezpečnostní inspekce**. Metodiku je možné získat na jejím originálním úložišti na Ministerstvu dopravy ČR, nebo na odkazu:

<https://csorsostrava.cz/metodika.htm>

Nespornou výhodou metodiky pro provádění noční bezpečnostní inspekce je možnost její aplikace od bezpřístrojové kontroly až po sofistikovanou odbornou měření s využitím jasového analyzátoru. Součástí této metodiky jsou kromě metodiky samotné i vzorové listy a ukázky noční inspekce ve fázi posouzení viditelnosti, kontrolního měření a speciální inspekce s již zmíněným využitím jasové analýzy.

4. Stanovení priorit ve vazbě na technické parametry řešených osvětlovacích soustav

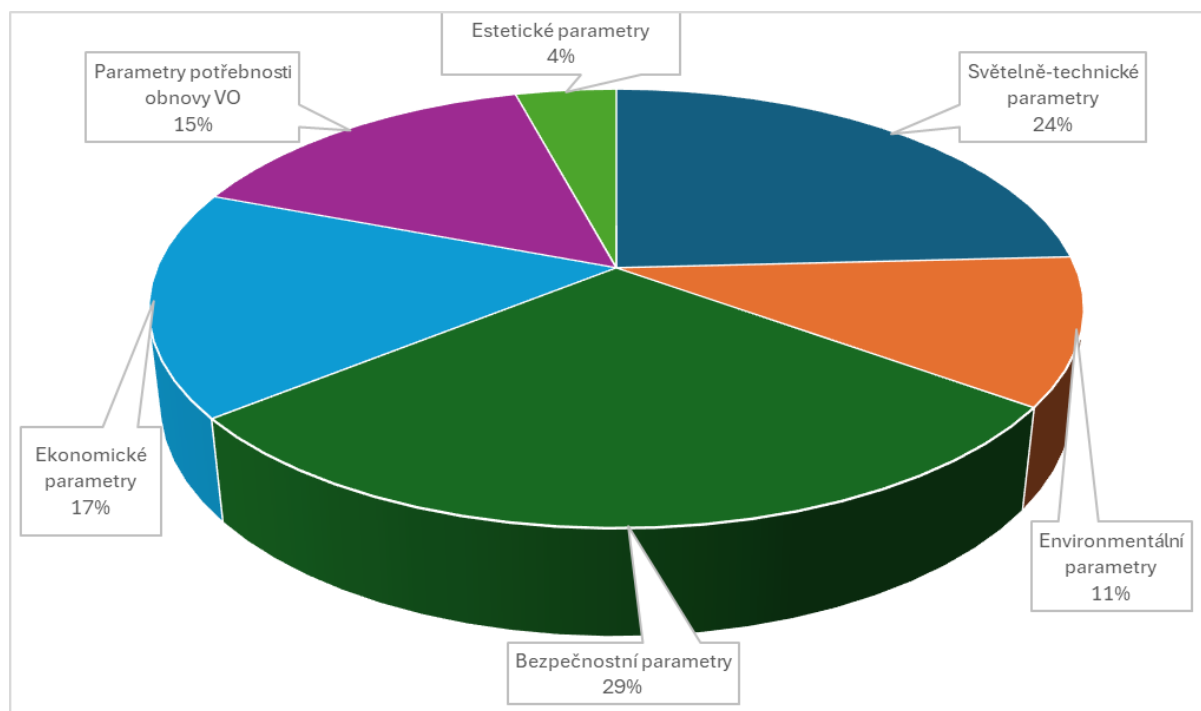
Tato část metodiky se zabývá podrobným návodem, jak pro konkrétní veřejné osvětlení (obec, město, správce VO) stanovit priority. Toto stanovení priorit vychází z materiálů, které byly zpracovány pro program EFEKT z MPO v roce 2013. Tento původní materiál z názvem „Návrh kritérií pro vyhodnocování žádostí o dotace na obnovu veřejného osvětlení“ je k dispozici na webu:

https://csorsostrava.cz/publikace/Navrh_kriterii_pro_vyhodnocovani_zadosti_o_dotaci_na_obnovu_VO/N%C3%A1vrh%20krit%C3%A9ri%C3%AD%20pro%20vyhodnocov%C3%A1n%C3%AD%20

Pro konkrétní potřeby osvětlování obslužných komunikací u zadavatele této metodiky byla váhová kritéria pro stanovení priorit rozdělena do šesti základních skupin (A až F).

- A. Světelně-technické parametry (priorita jednotlivých parametrů).
- B. Environmentální parametry (nejdůležitější aspekty).
- C. Bezpečnostní parametry (nejdůležitější bezpečnostní opatření).
- D. Ekonomické parametry (vliv nákladů na provoz a údržbu VO).
- E. Parametry potřebnosti obnovy VO (stanovení priorit pro obnovu).
- F. Estetické parametry (vliv VO na vzhled obce).

Stanovení váhových kritérií ukazuje na priority konkrétnímu správci VO tak, aby byl schopen provádět relevantní rozhodovací procesy na základě vlastních zkušeností ve vazbě na danou konkrétní municipalitu, která může být tímto jednoduchým způsobem do stanovení priorit zainteresována také.

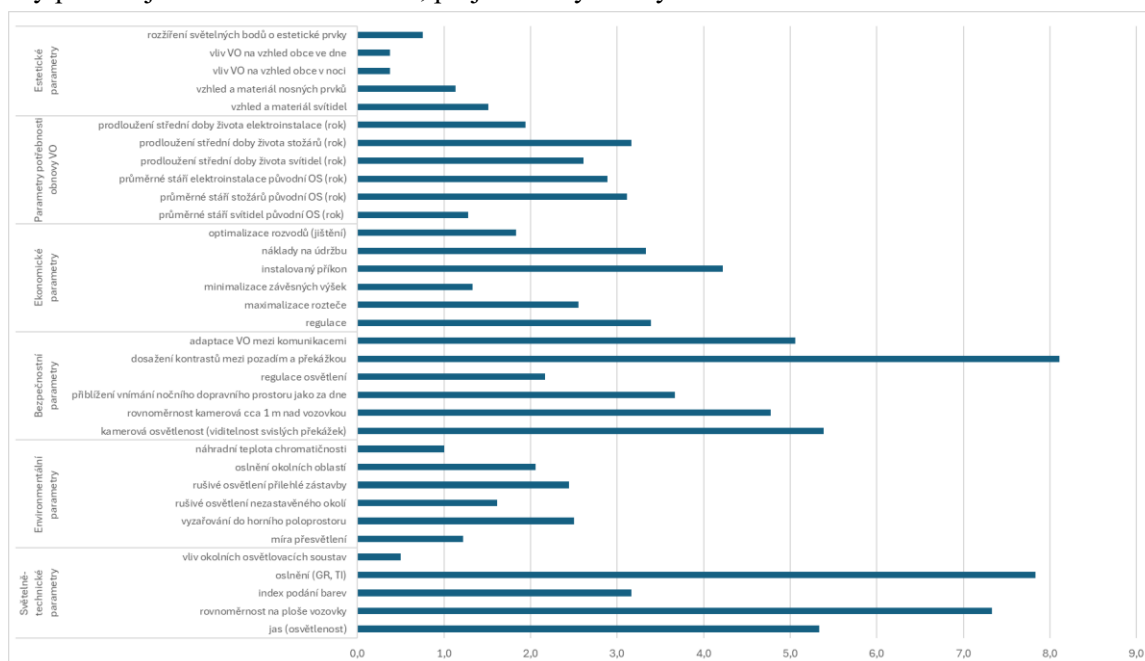


Graf 1: Příklad stanovení vah hlavních kritérií

Z výsledků námi provedeného příkladu je patrné, že hlavní důraz konkrétního zadavatele je kladen na bezpečnostní parametry. Za těmito teprve následují požadavky na parametry světelně-technické a ekonomické. Nejnižší váhy mají parametry environmentální a estetické.

Pro technické aplikace VO ale není stanovení vah hlavních kritérií dostatečné. Odborníci a specialisté by měli, v rámci jednotlivých hlavních kritérií, přistoupit ke stanovení a vyhodnocení vah jednotlivých konkrétních kritérií. Podíváme-li se opět na provedený příklad aplikace, dojdeme k velmi zajímavým

prioritám, na kterých odborníci a odborná veřejnost VO staví. Je nutné konstatovat, že ne vždy se tyto priority promítají do vlastních realizací, projektů a výběrových řízení.



Graf 2: Příklad stanovení vah všech kritérií

Jak již bylo avizováno, tak vcelku překvapivě je nejvyšší váha kladena na dosažení kontrastů, přičemž téměř žádný projekt tímto hodnocením primárně nedisponuje. Zajímavé je také zjištění, že odborníci výrazně preferují omezení oslnění a rovnoměrnost osvětlení před požadavky na jasy (osvětlenosti) a ve světelně-technických návrzích tyto preference vyznívají naprosto naopak. Výše uvedená zjištění ukazují na zajímavá fakta, která by bylo vhodné u komunikacích nižších tříd brát v potaz.

Pokud nebude možné technicky splnit některé normativní požadavky, tak je vhodné k realizaci nového, potažmo rekonstruovaného VO na obslužných komunikacích přistoupit s přihlédnutím na výše uvedené priority (váhy), které ale mohou být pro různé správce, různé oblasti a různé municipality různé. Pokud bude jednoznačně patrné, že technické podmínky, umístění VO v prostoru, nebo požadavky obce nebudou zcela standardní, tak doporučujeme projít stanovení vah (priorit) na základě konkrétních požadavků přímo se zástupci obcí a jednoznačně a neoddiskutovatelně tak stanovit priority, které se budou při návrhu a realizaci VO dodržovat a budou v souladu jak s technickými a normativními požadavky, tak s požadavky vyplývajícími z místních specifik. Pro úpravy a stanovování váhových kritérií lze využívat a upravovat tabulky zpracované v editoru EXCEL a dostupné jako přílohy k Návrhu kritérií pro vyhodnocování žádostí o dotace na obnovu veřejného osvětlení, které jsou dostupné na webu:

https://csorsostrava.cz/publikace/Navrh_kriterii_pro_vyhodnocovani_zadosti_o_dotaci_na_obnovu_VO/P%C5%99%C3%ADlohy.zip.

5. Doporučení pro volbu svítidel

Doporučení pro volbu svítidel se u každého provozovatele VO liší, nicméně mohou být podobná doporučením uvedeným níže. Tato by měla směřovat k eliminaci svítidel, která nemají dlouhodobý potenciál splňovat požadavky v rámci provozu a údržby veřejného osvětlení. Ukázky doporučení pro výběr svítidel:

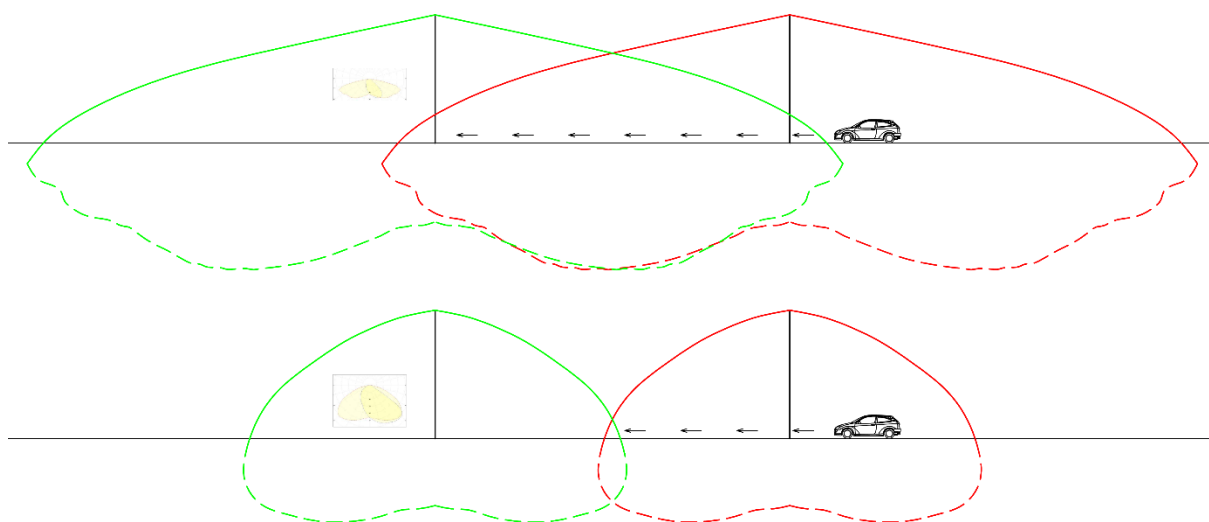
- Typ svítidla – svítidlo pro veřejné osvětlení.
 - Jiné typy, zejména s ASM vyzařovací charakteristikou lze akceptovat při rozšíření osvětlení komunikací o osvětlení velkých veřejných prostranství.
- Typ optického krytu – ploché sklo.
 - I když ploché sklo (už ze své fyzikální podstaty) snižuje účinnost svítidel veřejného osvětlení, tak je nutné tyto preferovat z důvodu tzv. „eliminace světelného smogu“.
 - S plochým sklem jde ruku v ruce i požadavek na vodorovnou montáž svítidel s nulovým vyklopením, a tudíž nulovým přímým vyzařováním svítidel do horního poloprostoru.
- Typ montáže – doporučuje se beznástrojová montáž.
 - Cena práce i montážních plošin se neustále zvyšuje (nejen absolutně, ale také proporcionálně k ostatním položkám osvětlovacích soustav VO).
- Typ uchycení – doporučuje se uchycení na dřík.
 - Eliminace přílišných momentů, kmitání a namáhání sloupů ve vazbě na jejich životnost a přesnost současných optických systémů.
- Údržba – samočisticí schopnost.
 - Zaměřit se na vrchní kryty svítidel, které neumožní usazování nečistot, a tudíž bude zajištěno kvalitní chlazení čipů během celé doby života svítidel.
- Typ LED – teple bílá barva světla 3000 K, respektive nižší.
 - 3000 K z důvodu optimální spolupráce s potenciálními bezpečnostními kamerovými systémy.
 - Nižší CCT z důvodu environmentálních požadavků státního aparátu.
 - Nižší CCT z důvodu preferencí zrakové pohody před zrakovým výkonem na veřejných prostranstvích a obslužných komunikacích.
- Typ křivky svítivosti – široká vyzařovací charakteristika pro osvětlení komunikací.
 - Maximalizace roztečí.
 - Zajištění kamerové osvětlenosti (pozitivní kontrast na svislé překážce) v rámci celé rozteče svítidel
 - Umožnění fungování retroreflexních prvků v celé délce roztečí svítidel VO.
- Ochrana proti přepětí.
 - Zejména u napájení venkovním vedením.
- Třída izolace – I.
 - Svítidla fungují jako Faradayova klec a elektronika je tudíž odolnější vůči vnějším elektro – magnetickým jevům, které mohou být spojeny jak s atmosférickými jevy, tak s blízkostí energetických zařízení přenosové a distribuční soustavy.
- Krytí – alespoň IP 65.
 - Poměr cena výkon, u svítidel s vyšším krytím, a tudíž s vyšší pravděpodobností nižšího „slepnutí“, se se zvyšujícím IP příliš nehorší.
 - Pozor na kvalitu průchodků a jejich mechanickou odolnost. Pokud dojde k montáži přívodního kabelu ve sloupu bez odlehčovací svorky, tak deklarované krytí může být dodrženo pouze po velmi krátkou dobu z důvodu nadměrného zatížení kabelové průchodky.
- Materiál krytu – Al.
 - Z důvodu jeho recyklovatelnosti a z důvodu eliminace rychlejší degradace plastů nejen vlivem UV.
- Stmívání – úspora elektrické energie.
 - Možnost regulace světelného toku podle aktuální viditelnosti.
 - Možnost připojení na DALI z důvodu okamžité diagnostiky a plánování údržby.
- Záruka – alespoň 5 let na celý výrobek včetně LED (možno i za příplatek).
 - Jde o cca ½ střední doby života LED, kdy by se měly potenciální závady projevit a má ještě smysl řešit náhradu adekvátní výměnou pouze 1 ks svítidla.
- Reference výrobce – doložení výroby a vývoje svítidel alespoň 10 let.
 - Eliminace výrobců a montérů bez schopnosti dodržet dlouhodobé závazky v horizontu životnosti zejména elektronické vybavy svítidel.

- Reference v realizacích v ČR – alespoň 2 doložené realizace veřejného osvětlení.
 - Výhodné z pohledu municipality a ověření zkušeností na této úrovni.

6. Doporučení pro použití vyzařovacích charakteristik svítidel

Vezmeme-li v potaz **vysoké váhy u bezpečnostních parametrů**, které se týkají adaptace VO mezi komunikacemi, dosažení kontrastu mezi pozadím a překážkou a kamerové osvětlenosti (viditelnost svislých překážek), tak je jednoznačně patrné, že **tyto parametry nejsou v klasických normativních požadavcích** (viz hlavní kritérium – světelně-technické požadavky) **popsané**, a tudíž v technických zprávách vyžadované, potažmo z klasických světelně-technických výpočtů přímo exportované.

Pro tvorbu kvalitních osvětlovacích soustav veřejného osvětlení je tedy vhodné používat **široké vyzařovací charakteristiky**, které budou schopny zajistit **vertikální složku** světelného toku **v rámci celé rozteče sloupů veřejného osvětlení** tak, jak je znázorněno na horní části obrázku 1. Dolní část tohoto obrázku zobrazuje standardní distribuci světelného toku, která není schopna zajistit vertikální složku světelného toku v celé rozteči.



Obrázek 1: Rozdíl ve vertikální složce světelného toku mezi sloupů VO u svítidla s širokou a klasickou vyzařovací charakteristikou

Díky využití výše uvedeného doporučení dojde k následujícím změnám v chování osvětlovací soustavy:

- Adaptace na VO mezi komunikacemi bude pozvolnější z důvodu delších úseků, které jsou osvětlovány z jednotlivých svítidel. Na koncích osvětlovacích soustav bude docházet k pozvolnějším přechodům mezi osvětlenou a neosvětlenou plochou a dojde i ke zvětšení adaptačního pásma.
 - Ve vazbě na rozteče svítidel VO a délky adaptačních pásem je vhodné provést odkaz na Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací MD ČR, kapitola 15 – osvětlení pozemních komunikací (TKP 15). Tento závazný materiál řeší v příloze č. 1 – přisvětlování přechodů i délku adaptačních pásem ve vazbě na dovolenou rychlost.
 - Adaptační pásmo 50 m je v tomto materiálu dostatečné pro maximální rychlost 30 km/h.
 - Při použití širokých charakteristik svítidel VO se dá k osvětlené oblasti okolo 50 m přiblížit i v rámci jednoho laloku křivky svítivosti.
- Zajištění kontrastu mezi pozadím a překážkou bude dosaženo díky široké vyzařovací charakteristice, která umožní vygenerování alespoň nějaké vertikální osvětlenosti na potenciální

překážce v rámci celé rozteče (viz Obrázek 1) a za předpokladu tmavého pozadí, tedy pozadí bez aktivních reklam, potažmo nákupních, průmyslových či sportovních center.

- Kamerová osvětlenost bude zajištěna za předpokladu umístění kamer na sloupech v blízkosti svítidel VO. Pokud bude tato v rámci celé rozteče sloupů, tak bude možné, v rámci bezpečnostního monitoringu, snímat potenciální problémové aktivity s pozitivním kontrastem. Pozitivní kontrast umožňuje rozpoznání obličeje potencionálního delikventa.

7. Doporučení pro zóny světelného prostředí dle ČSN 36 0459

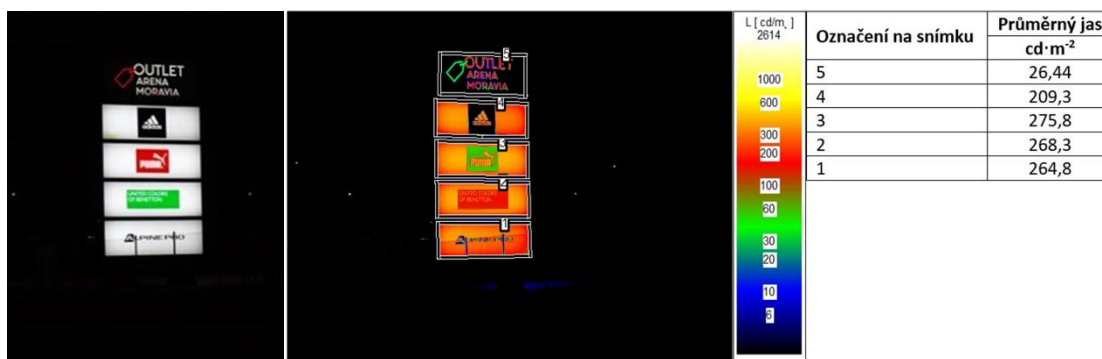
Z hlediska požadavků na cílovou skupinu, což jsou malé obce, které nedosáhnou na dotace, s obslužnými třídami komunikací (dominantně P4 – P6, maximálně M5 – M6) bylo provedeno zařídění tohoto druhu aglomerací do světelné zóny prostředí. Dle příslušné normy byly tyto obce zařazeny do skupiny „O1 – Obec bez statusu“. Z tohoto následně vyplývá zařazení do zóny světelného prostředí Z2:

- **Málo světlé oblasti.**
- **Zastavěná území a zastavitelné plochy v obcích.**

Následná doporučení (omezení) vycházejí z předpokladu klasické aplikace standardních postupů pro návrh veřejného osvětlení. Při aplikaci těchto doporučení nelze ale rezignovat na požadavky, které jsou uvedeny v tomto materiálu ve vazbě na křivky svítivosti a typy svítidel.

Upozornění na omezení, která mohou vyplývat z tabulky 4 příslušné normy pro zvolenou zónu světelného prostředí Z2:

- Jas fasády budovy:
 - o Omezení je stanoveno od 24 hodin do 6 hodin na hodnotu menší než 2 cd/m².
 - o Z toho plyne doporučení pro provoz případného architektonického osvětlení pouze do 24 hodin.
- Jas znaku:
 - o Omezení jasu na hodnotu menší než 200 cd/m² v době od 24 hodin do 6 hodin není pro malé obce v zásadě limitující.
 - o Jasy 200 cd/m² se vyskytují například na aktivních reklamních pylonech před nákupními centry velkých obchodních center na krajích měst (viz Obrázek 2).
 - o Tento parametr může využít municipalita pro řešení případných aktivních reklamních ploch, které nejsou v souladu s nočním prostředím obce.



Obrázek 2: Foto reklamního pylonu včetně jeho jasové analýzy

- Svislá osvětlenost na objektech – veřejné osvětlení:
 - o Osvětlenost na obydlených oknech je v této zóně požadována menší než 5 lx v době od 22 hodin do 6 hodin.

- V rámci návrhu osvětlovacích soustav doporučujeme implementovat do výpočetního software i svislé plochy stěn u objektů s kritickými okny a ověřit tak tento parametr pro celou osvětlovací soustavu.
- Volbou svítidla s vhodnou vyzařovací charakteristikou lze tento parametr bez problému splnit.
- Svislá osvětlenost na objektech – ostatní osvětlení:
 - Na obytných domech s okny je vyžadována hodnota menší než 1 lx od 22 hodiny.
 - Tyto hodnoty by mohly generovat například sportoviště, případně průmyslové areály.
 - Není na správci veřejného osvětlení, aby tyto zdroje řešil.
 - Norma tímto dává municipalitám nástroj na omezení zdrojů z objektů, které nejsou přímo v jejím majetku či správě.
- Třída svítivosti:
 - Třída svítivosti větší, než G3 má přímou vazbu na parametry svítidla a normy pro osvětlování komunikací.
 - Projektanti řeší tento parametr standardně na základě světelně-technického výpočtu a katalogových listů svítidel.
- Podíl horního světla:
 - Pro danou zónu platí požadavek, aby přímé záření do horního poloprostoru bylo menší nebo rovno 2,5 %.
 - Svítidla veřejného osvětlení s plochým sklem bez vyklopení nemohou vyzařovat žádnou přímou složku světelného toku do horního poloprostoru, a tudíž není nutné tento atribut u nových osvětlovacích soustav řešit.
 - Tento parametr může být využit municipalitou při požadavku na omezení vyzařování z objektů, na které nemají přímý vliv. Opět se jedná o sportoviště, průmysl, nebo obchodní prostory. Pokud budou přímo vidět (oslňovat) některá svítidla těchto osvětlovacích soustav, tak lze předpokládat, že tento parametr normy nebudou splňovat.
- Náhradní teplota chromatičnosti:
 - Tc menší nebo rovno 3000 K, nedává příliš velký výběr pro volbu barvy světelných zdrojů. Omezení sice platí od 22 hodin, nicméně používání světelných zdrojů s proměnnou Tc se jeví z hlediska poměru ceny a přínosu naprosto bezpředmětné.
 - V rámci VO doporučujeme používat maximální dovolenou Tc na komunikacích nižších tříd s prioritou bezpečnosti. V rezidenčních oblastech s prioritou zrakové pohody lze volit Tc nižší.
 - V aplikacích mimo VO se zaměřením na zrakový výkon (průmysl, sport) nedoporučujeme snižování Tc pod 3000 K.
 - V rámci problematických a konfliktních částí osvětlovacích soustav lze Tc zvýšit (viz kapitola 5.4.8 normy).

8. Doporučení pro nakládání s oslněním

Oslnění je fenomén, který se významně řeší v normách na osvětlování komunikací a ve formě prahového přírůstku TI je proapsán i do normy ČSN 360 459. Jakékoliv matematické vyjádření oslnění vychází z empirických vztahů, které se snaží přiblížit chování oka. Vzhledem k tomu, že oko (tak jako všechny ostatní receptory v lidském těle) je schopno rozpoznávat nikoliv absolutní, ale relativní hodnoty, tak se vždy jedná vyjádření jasu pozorovaného předmětu vůči jasu pozadí. Toto relativní číselné vyjádření je nutné chápat jak v čase, tak v prostoru.

- Matematické modelové vyjádření oslnění pomocí TI, GR, nebo dalších typů poměrů nemusí nutně odpovídat faktické zrakové situaci na řešené komunikaci.
- Z hlediska návrhů VO je vyjádření prahového přírůstku standardní částí výstupního protokolu světelně-technického výpočtu.

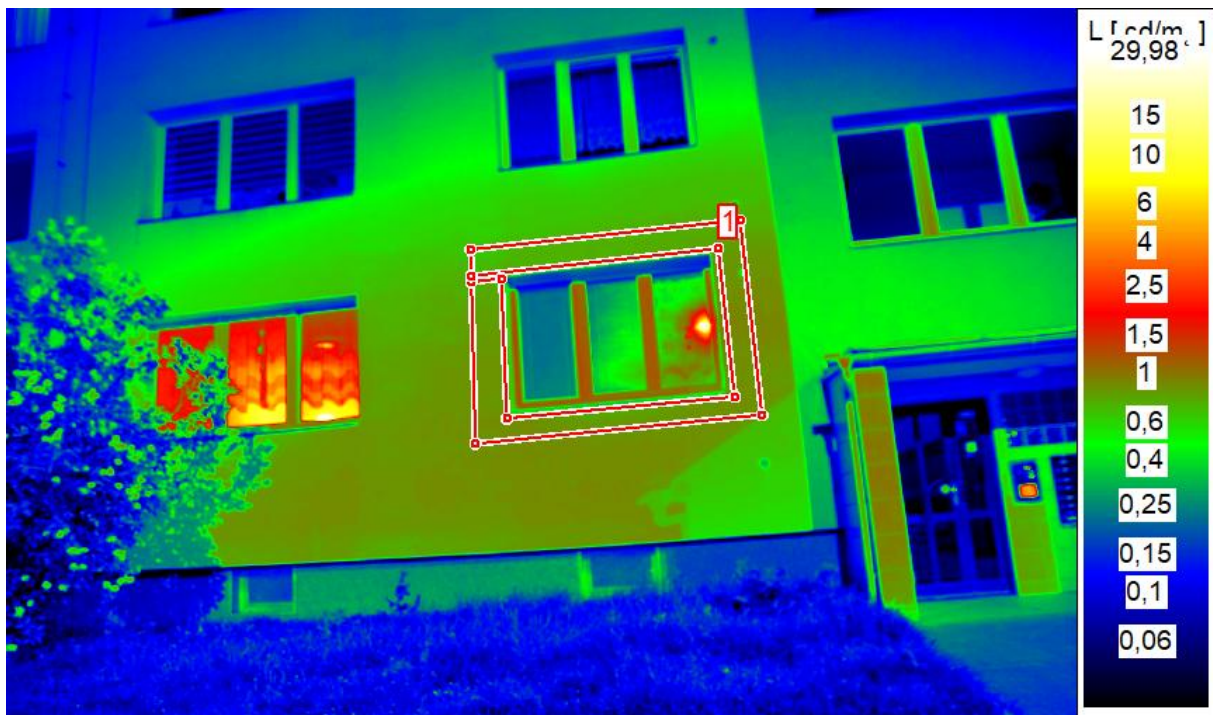
- Při použití svítidel s plochými skly bez vyklopení z horizontální roviny by projektanti neměli dosahovat maximálně akceptovatelných hodnot oslnění.
- Při použití svítidel s plochými skly bez vyklopení z horizontální roviny je minimalizováno i potenciální oslnění (saturace) kamerových systémů ve snímaném prostoru v blízkosti svítidel VO.
- Široké vyzařovací charakteristiky v oblasti směru vozovek jsou výhodné i z hlediska pozvolných přechodů jasů vozovky a zamezení nutnosti rychlé adaptace zraku mezi svítidly s nízkou rovnoměrností a na konci osvětlovací soustavy.
- Na potencionální oslnění a tzv. tunelový efekt, je navázán požadavek na určité procento světelného toku, které je nutné generovat mimo samotnou oblast vozovky.
 - Tento světelný tok nelze chápat jako světelný přesah, nebo světelné ztráty, protože umožňuje všem přítomným v osvětleném nočním (nejen dopravním) prostoru vidět a být viděn, ještě dřív, než vstoupí do nejnebezpečnější části prostoru, tedy do vozovky.
 - Tento světelný tok zvyšuje adaptační jas, a tudíž tak snižuje faktické hodnoty potencionálního oslnění.
 - Nespornou výhodou takto generovaného světelného toku je i zvýšená možnost orientace v prostoru obce. Jedná se o zlepšenou orientaci v prostoru intravilánu nejen pro řidiče, ale i pro chodce.
- Nebezpečné situace v nočním dopravním prostoru osvětleném pomocí VO mohou nastat i vlivem vnějších vlivů, které nelze samotnou instalací a provozem VO ovlivnit. Jedná se zejména o:
 - Nekoncepční instalace přídavných osvětlovacích soustav jako je například osvětlení přechodu pro chodce, které může nadměrně zvýšit jas v okolí přechodu pro chodce a znemožnit tak viditelnost překážek před a za přechodem.
 - Vždy je nutné toto přisvětlení koordinovat s požadavky již zmíněného TKP 15.
 - Pozor na nekoncepčnost chování při osvětlování přechodů. Preferencí marketingu nad bezpečností v daném regionu nemusí docházet ke snížení nehodovosti v kritických úsecích.
 - Výskyt významných světelných zdrojů v okolí komunikací, které svým vysokým jasnem zasahují do zorného pole řidičů a mohou vyvolat nejen přímé oslnění řidiče, ale také srovnání jasů potencionální vertikální překážky (chodce), který je dán příspěvkem VO a příspěvkem potkávacích světilen automobilu tak, že tato už bude disponovat obdobným jasnem jako pozadí a bude tedy nerozpoznatelná.
 - Informativní hodnoty průměrných jasů potencionálně problematických světelných zdrojů:
 - Okna obytných budov dosahují průměrných hodnot jasů v oblasti okolo 6 cd/m². Tato hodnota je z hlediska adaptace a kontrastů vůči vozovce, která se pro řešení aplikace pohybuje v oblasti pod 1 cd/m² akceptovatelná. Lze vycházet z teoretických doporučení pro omezení oslnění, že by jasy v zorném poli neměli kolísat ve větším rozsahu než 1/10 pro negativní kontrast, resp. 10/1 pro kontrast pozitivní.
 - Výlohy kanceláří, obchodů a restaurací dosahují hodnot jasů okolo 50 cd/m². Vypínání a zapínání těchto zdrojů už může způsobit změny viditelnosti překážek.
 - Aktivní reklamní plochy, znaky a obrazovky již přesahují hodnoty 200 cd/m² a v některých extrémních případech (např. čerpací stanice) se hodnoty jasů blíží až k 1000 cd/m².
 - Optické části svítidel venkovních osvětlovacích soustav (sportoviště, parkoviště, průmysl) samozřejmě disponují jasy ještě vyššími a při přímé viditelnosti LED světelných zdrojů se hodnoty maximálních jasů blíží až k jednotkám milionů cd/m².

- Měření a zejména vyhodnocování oslnění je velmi problematické, nicméně v kritických případech lze využít možností jasových analyzátorů pro prokázání výskytu jasů, které snižují bezpečnost v dané lokalitě. Některé jasové analyzátory umožňují i výpočet TI z nasnímané jasové mapy.

9. Doporučení pro vyhodnocování světelného přesahu na obytných domech

Vyhodnocování světelného přesahu na obytných domech lze řešit ve dvou fázích. První, již výše popsaná fáze, je fáze projekční. Druhá fáze je fáze ověřovací, tedy nasazení měřící techniky.

- V projekční fázi, tak jak již bylo popsáno, je nutná specifikace kritických oblastí obytných domů.
 - Jedná se o okna obytných místností v nejbližších vzdálenostech od svítidel VO.
 - Okna doporučujeme modelovat jako svislou překážku s výpočetními body normálové (vertikální) osvětlenosti.
 - Vyhodnocení osvětleností na fasádách je nutné provádět v nejkritičtějším stavu, což je nová osvětlovací soustava. Pro výpočet to znamená volba udržovacího činitele $MF = 1$, tedy výpočet E_0 .
- V ověřovací fázi, je po realizaci osvětlovací soustavy, možné provést měření na kritických fasádách domů s okny vedoucími do obytných místností.
 - Měření pomocí luxmetru – měření vertikální osvětlenosti přímo na úrovni okna je principiálně nejjednodušší a nejlevnější forma ověření, kterou lze získat přímo osvětlenost v kritickém bodě (oblasti).
 - Pokud budou naměřené hodnoty osvětleností vyšší než 5 lx doporučujeme provést identické měření ještě bez zapnutého VO, čímž se zjistí vliv ostatních venkovních světelných zdrojů, které je dle litery normy možné od vlivu VO odečíst.
 - Měření pomocí jasového analyzátoru (jasoměru) – je měření nepřímé a lze ho aplikovat v těch případech, kdy jsou okna obytných domů nepřístupná a nelze před ně umístit čidlo luxmetru.
 - Na základě stanovení okrajových podmínek lze z naměřených jasů v blízkém okolí kritických oken přepočítat vertikální osvětlenost na okně.
 - Okrajové podmínky měření a vyhodnocování:
 - Předpokládáme, že blízké okolí nepřímo měřeného okna bude disponovat identickou vertikální osvětleností jako okno samotné.
 - Předpokládáme, že stěny v blízkém okolí okna disponují tzv. difuzním (cosinovým, Lambertovským) odrazem.
 - Díky stanoveným okrajovým podmínkám lze provést přepočet mezi jasem (L) a osvětleností (E) na základě stanovení (dle tabulek) činitele odrazu (ρ) podle vztahu:
 - $\rho * E = \pi * L$
 - Doporučení pro provedení měření při zapnutém i vypnutém VO platí i pro měření jasů.



Obrázek 3: Ukázka jasové analýzy s vyznačením vyhodnocované plochy pro přepočet osvětlenosti

10. Vymezení možností použití řízení osvětlovacích soustav VO

Řízení osvětlovacích soustav je nutné brát v potaz z několika zásadních úhlů pohledu:

- První pohled, který musí mít vždy prioritu je ten, že není možné, aby poklesla viditelnost (obecně tedy světelné parametry) pod akceptovatelnou úroveň.
 - o **Veřejné osvětlení se nerealizuje primárně proto, aby se šetřilo**, ale proto aby se minimálně zajistila viditelnost a bezpečnost v nočním prostoru.
 - o Ve vazbě na VO doporučujeme mít na zřeteli základní heslo BESIP:
 - **Vidět a být viděn.**
- Omezení nákladů na provoz VO je v současné době stále rostoucích cen za elektrickou energii největší motivace pro instalování řízení osvětlovacích soustav.
 - o Do kalkulace vhodnosti je třeba brát v potaz návratnost systému, která by měla být výrazně kratší než střední doba života svítidel. Obecně lze vycházet z faktu, že střední doba života klasické elektroniky (tedy i LED svítidel VO) se pohybuje okolo 50 000 hod, což při provozu VO cca 4 000 h/rok činí dobu okolo 12 let.
 - o Do kalkulace doporučujeme brát v potaz i snížení nákladů na údržbu, které by měly být spojeny s možností diagnostiky svítidel pomocí DALI sběrnice.

Na základě obecného pohledu na použití regulace VO lze přistoupit i k jednotlivým konkrétním možnostem, které vyplývají z technických a investičních možností osvětlovacích soustav. Pro rozbor možností stmívání lze opět využít materiál „**Možnosti omezení nákladů na provoz veřejného osvětlení a analýza možných dopadů v době energetické krize**“ který v příloze 3 – Doporučení pro omezení nákladů na provoz VO řeší právě možnosti regulace VO. Tato kapitola ukazuje na možnosti úspor již od výměny klasického svítidla VO osazeného vysokotlakou sodíkovou výbojkou s příkonem 70 W, přes jejich náhradu LED svítidla a aplikaci různých možností smívání (regulace).

Vzhledem k potencionálnímu nástupu nutnosti nestandardních řešení při omezování spotřeby VO (prudký a neočekávaný nárůst cen elektrické energie, nebo její nedostatek) jsou zde popsána doporučení

z dlouhodobého hlediska, tedy v klasickém režimu, ale i řešení krátkodobá, která s sebou mohou přinášet i zásadní problémy spojené s viditelností.

- Dlouhodobá doporučení vycházejí z dodržování norem a předpisů, a tudíž se u aplikace regulace tohoto typu nepředpokládá snížení viditelnosti (bezpečnosti) pod akceptovatelnou hladinu, a tudíž není nutné řešit regulaci VO s dalšími kroky, které mohou být například spojeny s nižší dovolenou maximální rychlostí v regulovaných úsecích VO. Dlouhodobý pohled na regulaci bere v potaz možnosti řízení podle hustoty provozu, měření faktického jasu na komunikacích a v neposlední řadě řízení na základě vyhodnocení doby se sníženým provozem.
 - o Ve zmíněné příloze jsou důležitá doporučení a vlastnosti jednotlivých typů řízení zvýrazněny barevně.
- Krátkodobá řešení jsou řešení, která spolu se snížením příkonu, a tedy i regulací světelného toku, přinášejí spolu s přínosem úspory plateb za elektrickou energii i potenciální problémy, se kterými se municipality a provozovatelé musí vyrovnat a zejména za ně převzít zodpovědnost. V příloze jsou popsána opatření spojená s vypínáním VO jako celku, vypínáním VO ob stožár, přímou regulací na svítidlech, prodloužením doby regulovaného provozu VO, posunutím doby zapnutí a vypnutí VO, ale také vypínáním architektonického osvětlení či omezením montáže vánočního osvětlení.
 - o Ve zmíněné příloze jsou popsány pozitivní i negativní vlastnosti spojené s jednotlivými typy řízení. Zásadní vlastnosti jsou zvýrazněny barevně.

Z hlediska bezpečnosti a dodržení základní filozofie provozu VO **zásadně nedoporučujeme volit variantu regulace pomocí vypínání svítidel VO ob stožár**. Dojde sice k okamžitému poklesu příkonu o 50 % při minimálních nákladech (odstranění pojistky na příslušném sloupu), ale nedodržení kvalitativních parametrů osvětlení, které jsou spojené s rovnoměrností, nutností readaptace zrakového orgánu, eliminace kamerové složky osvětlenosti na významných úsecích atd. jsou de-facto nevykompenzovatelné.

11. Vyhodnocení

Domníváme se, že na základě výše uvedených rozborů a doporučení lze po aplikaci metodiky na konkrétní správce veřejného osvětlení a na jejich vnitřní předpisy a procesy ve vazbě na specifika jednotlivých spravovaných oblastí realizovat kvalitní veřejné osvětlení od jeho přípravy až po provoz s přesahem do budoucna.