

Posouzení přechodových svítidel

Ing. Petr Holec, Ing. Tomáš Maixner, Ing. Jiří Skála, Jaroslav Smetana, Jiří Tesař

Úvod

Vidět a být viděn je zásada bezpečného provozu na pozemních komunikacích. Na přechodech pro chodce to je pak doslova otázka života a smrti. Proto je vhodné jakoukoli překážku na přechodu (a tedy i chodce) nějakým způsobem zvýraznit. V tomto textu se chceme zabývat jedním z možných způsobů, a to jejich osvětlením.

Osvětlování přechodů pro chodce je „řešeno“ velice stručně a neurčitě přílohou B normy ČSN EN 13201-2 Osvětlení pozemních komunikací. Píše se tam, že chodce lze na přechodu zdůraznit pozitivním nebo negativním kontrastem vůči pozadí (vozovce). Přitom negativní kontrast lze zajistit základním osvětlením komunikace (podotýkáme, že správně navrženým).

Poměrně rozsáhlý průzkum prováděný z jedoucího vozidla potvrdil, že se dostatečného negativního kontrastu opravdu dosáhne pouhým celkovým osvětlením komunikace. Postačí, aby byl přechod umístěn ve vhodné poloze vzhledem k rozmístění svítidel. Vytváření negativního kontrastu „uměle“, tedy vytvořením prosvětleného prostoru za chodcem nic neřeší, spíše naopak. Dokonce mohou být za určitých povětrnostních podmínek takové přechody nebezpečnější, než kdyby nebyly osvětleny vůbec.

O pozitivním kontrastu se ve zmíněné normě praví, že jas osvětlované osoby má být „výrazně vyšší“ než jas vozovky. Co to znamená, však již předpis neříká.

Aby bylo možné dosáhnout pozitivního kontrastu, je nutné samostatně osvětlit přechod /respektive překážku na vozovce – chodce/. Smyslem takového osvětlení je to, aby se

- zvýšenou osvětleností přechodu zvýraznila poloha přechodu;
- barvou světla odlišnou od barvy světla použité pro osvětlení průběžné komunikace zvýraznil přechod a dopředu tak byl řidič na jeho existenci upozorněn; dokonce ještě ani nemusí vlastní přechod vidět;
- zvýšenou osvětleností chodce ze směru jízdy vozidla směrovým osvětlením se dosáhlo požadovaného vyššího jasu chodce oproti temnější vozovce za přechodem (názorně je to vidět na modelových situacích na obrázcích v další části textu); tak se dosáhne pozitivního kontrastu;
- použitím svítidel asymetrických ve směru pohledu řidiče dosáhlo nejen zvýšené osvětlenosti chodce, ale současně se minimalizoval jas svítidla k řidiči; to znamená, že taková svítidla prakticky nebudou oslňovat, což je další bezpečnostní aspekt osvětlení přechodu.

Použitím odlišné barvy a intenzity osvětlení je dosaženo toho, že přechod i chodec na něm je zvýrazněn a jeho obraz nesplývá s pozadím osvětleným běžným uličním osvětlením.

Základní úvahy o osvětlování přechodů

Osvětlování přechodů je velice komplikovaná a odborná činnost, která je v současné době silně podceňována. Projektování a následná realizace je prováděna často na základě doporučení různých firem a propagačních letáků mizivě odborné úrovně. Na základě těchto doporučení jsou potom přechody osvětlovány jednotně a povětšinou nesprávně. Tento postup může z předpokládaného bezpečného přechodu vytvořit přechod pro chodce velice nebezpečný.

Je známo, že oko vnímá jasy. A rovněž je známo, že při nízkých adaptačních jasech (které jsou i na nejlépe osvětlené komunikaci) je možné rozlišit poměr jasů v poměru asi 1:3. Chodec by tedy měl mít alespoň trojnásobný jas než má vozovka, aby byl „výrazně“ více osvětlen. Ze známého vztahu mezi jasem a osvětleností lze odvodit:

$$E_{ch} = 3 L_{kom} \cdot \frac{\pi}{\rho}, \quad (lx; cd \cdot m^{-2}, -) \quad (1)$$

kde E_{ch} je osvětlenost chodce

L_{kom} je jas komunikace

ρ je střední činitel odrazu světla chodce (Lambertovský)

Za předpokladu, že je ρ přibližně 0,20, tak pro osvětlenost chodce bude platit:

$$E_{ch} = 45 L_{kom} \quad (\text{lx; cd.m}^{-2}) \quad (1a)$$

Pro komunikace třídy osvětlení ME jsou odpovídající hodnoty osvětlenosti chodce uvedeny v tabulce 1. Pro třídy CE (tabulka 2) jsou nejprve osvětlenosti komunikace přepočteny na jasy (předpokládaný střední činitel odrazu povrchu vozovky je 0,10) a dále se již postupuje shodně jako v případě tříd ME. Jedná se samozřejmě o osvětlenost svislé roviny. Protože se chodci mohou nacházet na kterékoliv části přechodu, je nejdříve nutné zvolit počet a umístění srovnávacích rovin na přechodu (napříč komunikací). Příloha B normy (i selský rozum) doporučuje osvětlit také nástupní prostor, tedy chodník do vzdálenosti cca jednoho metru od krajnice. Zde by neměla být osvětlenost nižší více než o jeden stupeň.

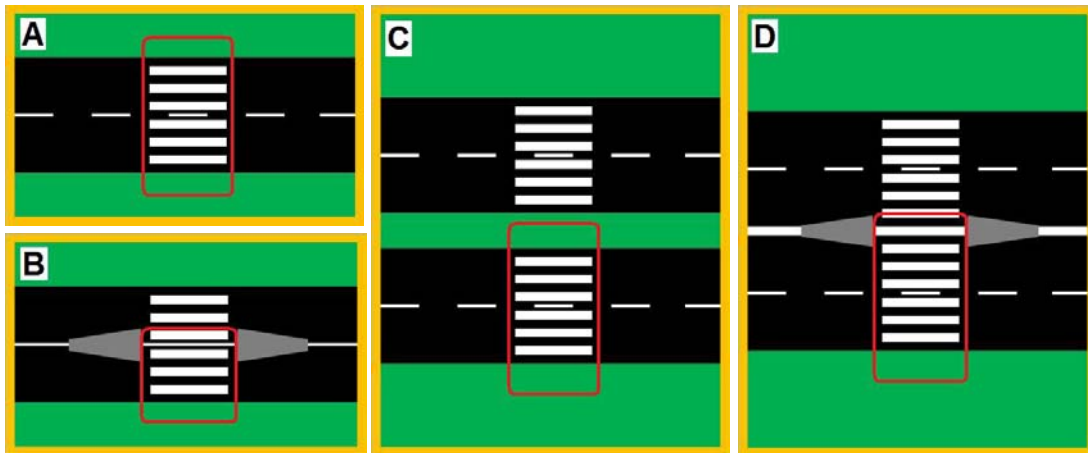
Třída	L_{kom} (cd.m ⁻²)	E_{ch} (lx)	E_v (lx)
ME1	2,0	90	100
ME2	1,5	67,5	75
ME3	1,0	45	50
ME4	0,75	33,8	50
ME5	0,5	22,5	30
ME6	0,3	13,5	15

- Tabulka 1 Minimální osvětlenost chodce – vypočtené hodnoty jsou zaokrouhleny nahoru podle normalizované řady osvětleností. L_{kom} je jas komunikace, E_{ch} odpovídající osvětlenost chodce. E_v osvětlenost vertikální roviny (zaokrouhleno podle normalizované řady osvětleností)

Třída	E_{kom} (lx)	L_{kom} (cd.m ⁻²)	E_{ch} (lx)	E_v (lx)
CE0	50	1,59	71,6	75
CE1	30	0,96	43,2	50
CE2	20	0,64	28,8	30
CE3	15	0,48	21,6	30
CE4	10	0,32	14,4	15
CE5	7,5	0,24	10,8	15

- Tabulka 2 - Osvětlenost chodce – vertikální roviny (E_v); E_{kom} je osvětlenost komunikace; ostatní - viz tab. 1

Stanovit průměrné hodnoty vertikální osvětlenosti chodce však nestačí. Pro zajištění bezpečnosti chodce je nutné zajistit jeho viditelnost pro přijíždějícího řidiče. Je tedy nutné zajistit dostatečnou hladinu osvětlení vertikální roviny nástupního prostoru, celého přechodu a prostoru výstupního. Za výstupní prostor přechodu lze definovat místo, kde již není chodec ohrožen účastníky silničního provozu a tím může být protější chodník, středový pás nebo prostor mezi betonovými bloky. Vybrané typy přechodů, které posloužily jako vzorové modely pro další výklad, jsou znázorněny na obrázku 1.



- Obrázek 1 - vybrané typy přechodů; definování oblastí pro osvětlování u vybraných typů přechodů pro řidiče příjezděcího zleva; je samozřejmé, že pro opačný směr budou kontrolní oblasti odpovídajícím způsobem „převráceny“.

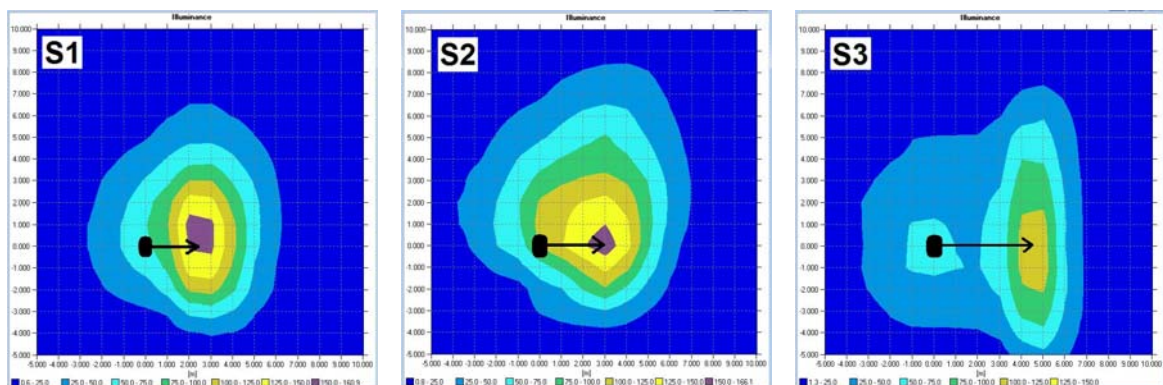
Z výše uvedené definice je tedy patrné, že nutnost zajištění vertikální osvětlenosti chodce (z pohledu příjezděcího řidiče) není vždy nutné zajišťovat po celé délce přechodu ale pouze v té části, kde je chodec příjezděcím vozidlem bezprostředně ohrožen. Na obrázku 1 jsou tyto části přechodu vyznačeny červeným rámečkem.

Volba svíslé roviny pro kontrolní výpočty se liší podle jednotlivých autorů. Často se používá zjednodušeného modelu, kdy se hodnotí vertikální osvětlenost v podélné ose přechodu ve výšce 1,2 m nad vozovkou (výše hlavy dítěte). V naší práci jsme se rozhodli provést výpočty podrobněji. Ve třech rovinách výškově v rozsahu 1÷1,5 m nad komunikací. Roviny jsme umístily tak, že základní je v ose přechodu (podélné ve smyslu směru chůze) a další dvě metr před a metr za základní rovinou.

Umístění svítidla

Opakovaně zdůrazňujeme, že polohu svítidla, jeho typ i typ světelného zdroje je možné určit pouze na základě světelného výpočtu! Každá situace je svým umístěním a vazbou na okolní prostředí jedinečná!

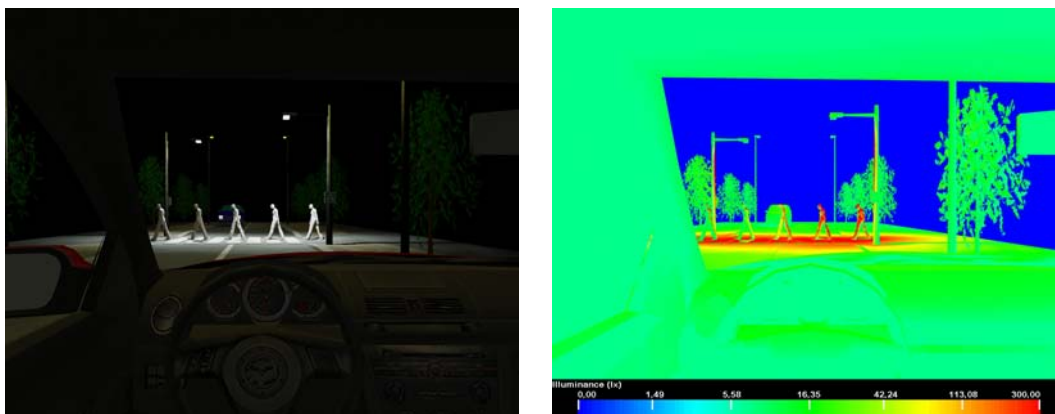
Zpracovali jsme výpočty pro devět typů svítidel používaných pro osvětlování přechodů. Svítidel s různými optickými vlastnostmi (Označených S1÷S9). Pro názornost uvádíme na obr. 2 tři z nich. To proto, aby bylo zřejmé, jak odlišně taková svítidla svítí. Již to je dostatečným potvrzením opodstatněnosti našeho tvrzení o nutnosti vždy provádět světelně technický výpočet.



- Obrázek 2 - rozložení horizontální osvětlenosti od tří různých svítidel umístěných ve výšce 6 metrů nad komunikací; stejně zabarvené plochy vymezují oblasti se stejným rozsahem osvětlenosti. Je zřejmá odlišnost svítidel.

Umístění svítidla podle „optimální“ horizontální osvětlenosti

Naše opakované tvrzení o nutnosti navrhovat osvětlení kvalifikovaně potvrzuje další text. Provedli jsme výpočty, kdy jsme svítidla umísťovali výhradně na základě výpočtu horizontální osvětlenosti. Ve většině případů stačila dvě svítidla. Poté jsme provedli prostorovou modelaci pohledu na přechod z pozice řidiče. Rovněž jsme určili velikost osvětlení vertikálních rovin. Příklad takové modelace je na obrázku 3. Závěr byl do jisté míry překvapivý. Nevyhověla žádná z modelových situací. Hlavním důvodem byla ve všech případech nerovnoměrnost vertikální osvětlenosti; nebyla zajištěna vertikální osvětlenost chodce přicházejícího z levé strany. V některých případech šlo o nedostatečně širokou charakteristiku vyzařování, jindy se ukázalo, že byla nesprávně umístěna svítidla.



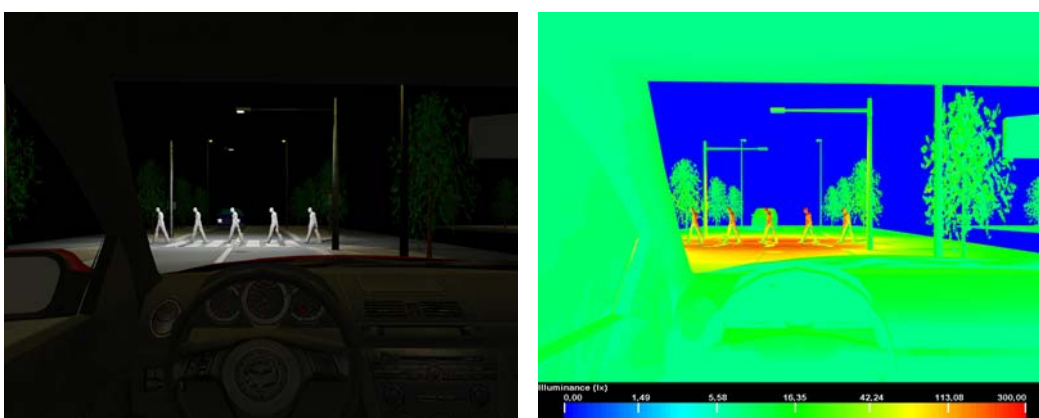
- Obrázek 3 - prostorová vizualizace osvětlenosti chodce (svítidlo S1) – NEVYHOVUJE (chodci v levé polovině přechodu splývají s pozadím)

Upřesnění pozice svítidla podle „optimální“ vertikální osvětlenosti

Po vyhodnocení výsledků získaných na základě umístění svítidel podle horizontální osvětlenosti jsme upřesnili pozice svítidel z hlediska vertikální osvětlenosti (nutno podotknout, že se tím snížila rovnoměrnost horizontální osvětlenosti a to někdy velice výrazně). Již z výsledků získaných v první části bylo jasné, že pro dosažení určité rovnoměrnosti vertikální osvětlenosti chodce nebudou některé typy instalací se 2 svítidly vyhovovat. Takovéto případy bylo nutné doplnit dalšími 2 svítidly na protější straně (samozřejmě s opačnou charakteristikou).

Přechod typu A (2 jízdní pruhy, použití 2 svítidel)

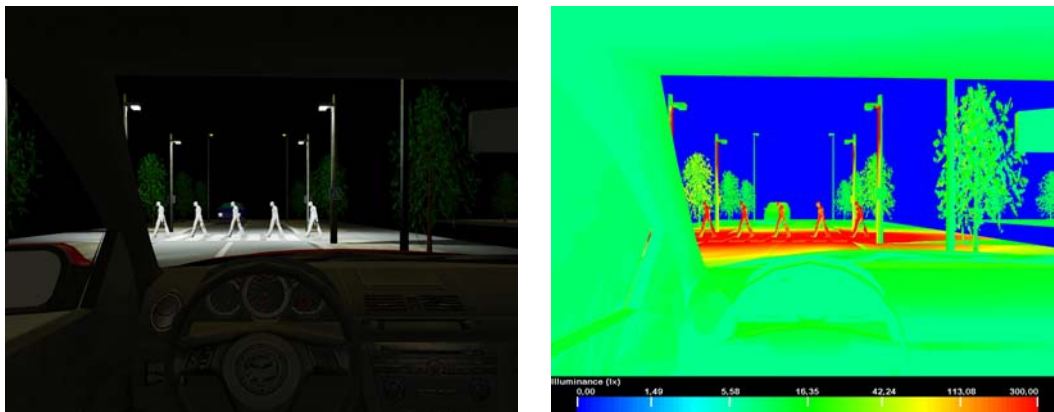
Tomuto typu instalace vyhověla pouze některá svítidla. Společným znakem nevyhovujících instalací byla nerovnoměrnost vertikální osvětlenosti (nedostatečné osvětlení chodce v levé polovině přechodu). Příklad dobrého osvětlení je na obrázku 4.



- Obrázek 4– Prostorová vizualizace osvětlení přechodu (svítidlo S3) – VYHOVUJE

Přechod typu A (2 jízdní pruhy, použití 4 svítidel)

Aby byl přechod dostatečně osvětlen po celé délce, je nutné v některých případech použít dalších doplňujících svítidel. Opět připomínáme, že s opačným směrem vyzařování. Toto řešení bylo vyhovující pro všechny zkoumané typy svítidel. Příklad řešení je uveden na obrázku 5.

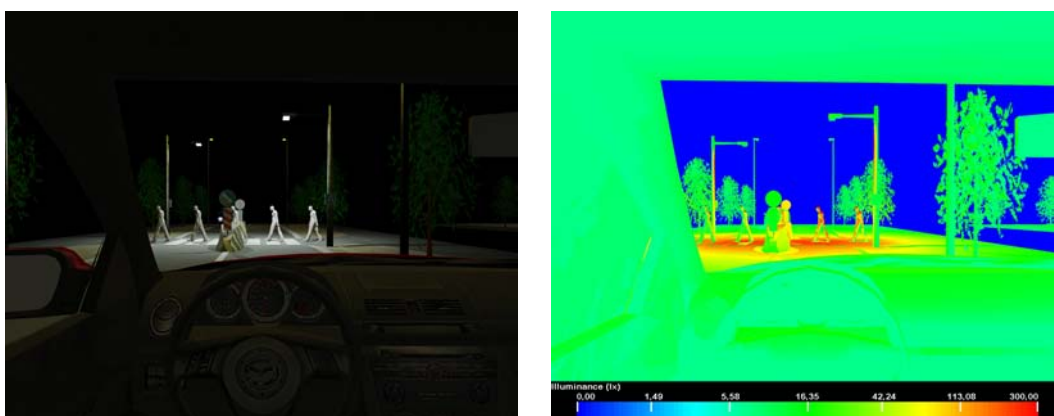


• Obrázek 5 – Prostorová vizualizace osvětlení přechodu při použití 4 svítidel (svítidlo S2) – VYHOVUJE

Přechod typu B (2 jízdní pruhy s ostrůvkem, použití 2 svítidel)

Tento typ přechodu je charakteristický ochranným ostrůvkem uprostřed přechodu. Ten bývá vytvořený betonovými bloky. Protože tím je vymezena i oblast, kde je třeba dobře rozlišit chodce, není nutné dokonale osvětlit chodce v levé polovině, za ostrůvkem. Samozřejmě, že neukázněný řidič může projet i levou polovinou přechodu. Osvětlení však bezohledného řidiče nezastaví.

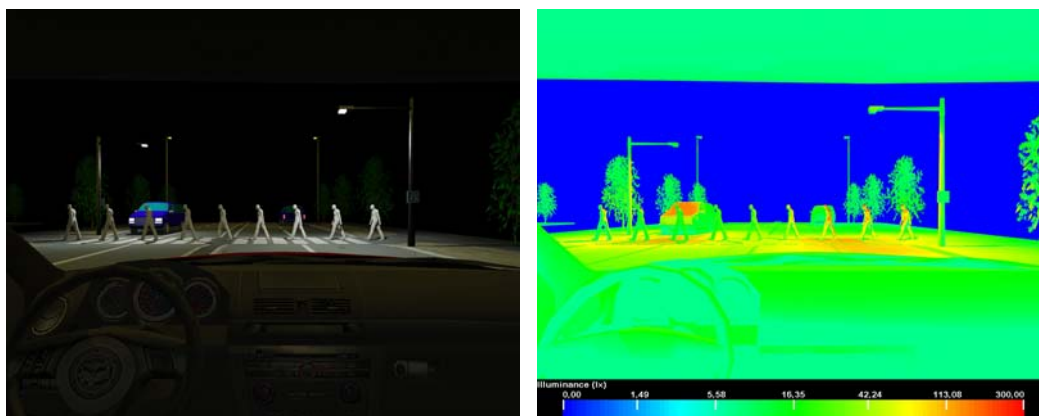
Díky zkrácení oblasti, v které bylo nutné zajistit vyhovující osvětlení a po několika případných korekcích pozice svítidel se dosáhlo toho, že vyhovující byla svítidla všech typů. Příklad je na obrázku 6.



• Obrázek 6 – Prostorová vizualizace osvětlení přechodu s ostrůvkem (svítidlo S9) - VYHOVUJE

Přechod typu C (D) (4 jízdní pruhy, použití 2 svítidel)

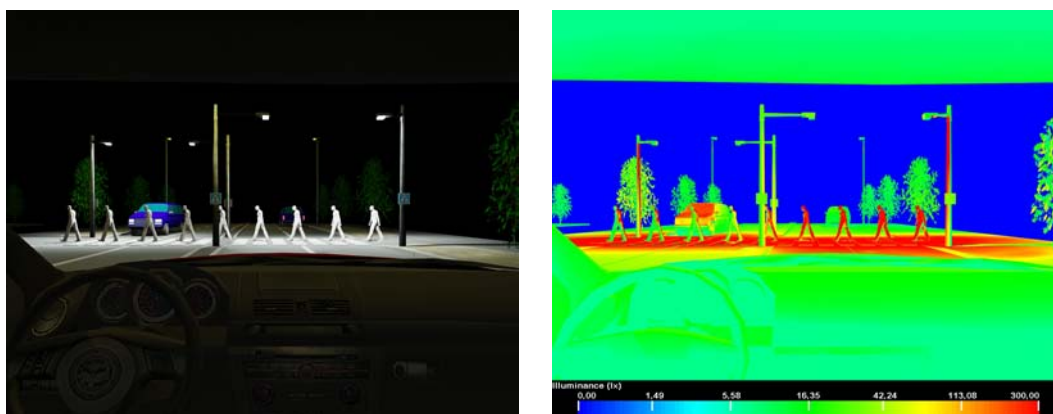
Situace je velmi podobná typu A. Jde o to, osvětlit vyhovujícím způsobem úsek mezi chodníkem a středním dělicím pásem nebo ostrůvkem. Podobné jsou i závěry. Ne vždy se podařilo nalézt vyhovující řešení se dvěma svítdly (obr. 7).



• Obrázek 7 – Prostorová vizualizace osvětlení přechodu na dvoupruhové komunikaci se středovým dělicím pásem (svítidlo S4) - NEVYHOVUJE

Přechod typu C (D) (4 jízdní pruhy, použití 4 svítidel)

V případě, že se však použijí 4 svítidla, pak je možné zajistit požadované osvětlení se všemi zkoumanými svítlidly.



• Obrázek 8 – Prostorová vizualizace osvětlení přechodu na dvoupruhové komunikaci se středovým dělicím pásem (svítidlo S2) - VYHOVUJE

Vyhodnocení

Celkové shrnutí výsledků je uvedeno v tabulce 3. V této tabulce je názorným způsobem ukázáno, která svítidla lze použít pro konkrétní typ přechodu.

Typ přechodu	Počet svítidel	Svítidlo								
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
A 2 jízdní pruhy	2	X	X	Vyhovuje	X	Vyhovuje	X	X	X	X
	4	Vyhovuje	Vyhovuje	X	Vyhovuje	X	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje
B 2 jízdní pruhy s bet.blokem	2	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje
C/D 4 jízdní pruhy s bet.blokem/stř. pásem	2	X	X	Vyhovuje	X	Vyhovuje	X	X	X	X
	4	Vyhovuje	Vyhovuje	X	Vyhovuje	X	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje

• Tabulka 3 - Vyhovující varianty osvětlení přechodu dle vertikální osvětlenosti

Parametry pro vyhodnocení byly následující:

- a) Poměr průměrné vertikální osvětlenosti dvou sousedních jízdních pruhů > 75%
- b) Poměr průměrné vertikální osvětlenosti prostoru vstupu a výstupu z vozovky > 75%
- c) Poměr průměrné vertikální osvětlenosti jízdních pruhů a prostoru vstupu s výstupem > 50%

Závěr

Nelze zakončit jinak, než zopakováním základního pravidla, které zní: Umístění svítidla, jeho typu a typu světelného zdroje je možné navrhnout jedině na základě kvalifikovaného světelně technického výpočtu! To proto, že každá situace je svojí geometrií a vazbou na okolní prostředí jedinečná!

Umístění svítidel nelze provádět podle rovnoměrnosti horizontální osvětlenosti přechodu. Vždy je nutné prověřovat vertikální osvětlenost roviny ve výšce od 1,0 do 1,5m umístěné v podélné ose přechodu a dále 1m na každou stranu (výpočet pro více rovin zkvalitňuje celkový výsledek).

Světelným výpočtem bylo prokázáno, že použití 2 svítidel nelze obecně považovat za dostatečné zajištění bezpečnosti chodce.

Nejnebezpečnější situace většiny stávajících přechodů nastává při přecházení chodce z levé strany. Důvodem je snížený výhled díky clonění pohledu levým sloupkem čelního skla vozidla. Nebezpečí může ještě zvýšit nedostatečné vertikální osvětlení chodce, ke kterému dochází v případě, kdy je návrh řešen pouze na základě výpočtů horizontální osvětlenosti; tedy bez vyhodnocení situace s pohledu osvětlenosti svislé roviny (rovin).

Autoři článku považují za nutné ve spolupráci s dalšími odborníky, zejména dopravními psychology, zpracovat zásady osvětlování přechodů pro chodce formou normativních požadavků a Technických podmínek. Věříme, že se podaří vypracovat konečnou podobu Technických podmínek osvětlování přechodů dříve, než se bude toto téma probírat v souvislosti s vážnými nehodami, které na přechodech vznikají.