

# Osvetlenie krátkych tunelov

Krátke tunely sa vyskytujú tam, kde prechádza cestná komunikácia pod inou komunikáciou (aj pod migračnou trasou zvierat) či železničným priecestím, alebo je zakrytá – ako v prípade miestnych komunikácií. Konkrétne najkratší diaľničný tunel na Slovensku – Lučivná –, ktorý má dĺžku 250 m a nachádza sa na diaľnici medzi Važcom a Mengusovcami, slúži ako biokoridor. Dvojpruhový obojsmerný tunel Stratená na ceste prvej triedy I/67 s dĺžkou 324 m obchádza zasa dopravne ťažko prechodný Stratený kaňon.

Tunel Lučivná bol otvorený 11. decembra 2007, t. j. v čase, keď sa osvetlenie krátkych tunelov (do dĺžky 500 m) na transeurópskej cestnej sieti TEM riešilo s použitím plného osvetlenia vjazdového pásma ako v prípade stredných tunelov (dĺžky od 500 m do 3 000 m) alebo dlhých tunelov (dĺžky nad 3 000 m). Zmluvu o dielo na odstránenie o. i. nevyhovujúceho osvetlenia v tuneli Stratená podpísala Slovenská správa ciest (SSC) so spoločnosťou Tubau, a. s., v decembri 2019 na základe verejného obstarávania, v ktorom predložilo ponuky deväť uchádzačov. Osvetlenie by malo byť dodané podľa projektovej dokumentácie zabezpečenej objednávatelom, t. j. SSC, v režime štandardizovaných zmluvných podmienok podľa Červenej knihy FIDIC ešte tento rok.

## Určovanie potreby osvetlenia cez deň v krátkych tuneloch

Podľa TNI CEN/CR 14380 Osvetlenie a osvetľovanie tunelov, ktorá je platná v sústave slovenských technických noriem od 1. augusta 2007, sa potreba osvetlenia krátkeho tunela cez deň posudzuje podľa pomerného výhľadu (LTP) prichádzajúceho vodiča z brzdennej vzdialenosti pred vstupným portálom na pozadí výstupného portálu. Matematicky je pomerný výhľad definovaný ako podiel viditeľnej plochy výstupného portálu a viditeľnej plochy vstupného portálu tunelovej rúry s obdĺžnikovým prierezom v percentách. V predpise [1] bol zavedený korekčný činiteľ, ktorý slúži na porovnanie priečného obrisu portálov s klenbou a portálov s obdĺžnikovým prierezom a v prípade, ak je tunel vodorovne a zvisle zakrivený, vyžaduje sa v predpise určiť z pôdorysu a zo zvislého rezu výkresu alebo z fotografie zrakové uhly, ktoré vymedzujú viditeľnú časť zdanlivého výstupného a vstupného portálu. Strop tunela sa neberie do úvahy, pretože normálne netvorí pozadie, s ktorým by mohli splynúť používatelia komunikácie alebo prekážky. Zároveň treba povedať, že hodnotu pomerného výhľadu ovplyvňuje prenikanie denného svetla pri portáloch, ktoré skracaie zdanlivú vizuálnu dĺžku tunela. Je overené, že zdanlivý vstupný portál je posunutý do tunela asi 5 m a zdanlivý výstupný portál okolo 10 m. Pomerný výhľad sa požaduje stanoviť v osi jazdného pruhu, v prípade viacerých jazdných pruhov sa určuje pre každý z nich. Najkritičejšia situácia je v najbližšom jazdnom pruhu k stene tunela v smere dopravy.

Na základe odporúčania TNI CEN/CR 14380 Osvetlenie a osvetľovanie tunelov platí, že pri:

- LTP < 20 % je umelé osvetlenie cez deň vždy potrebné,

- LTP > 50 % nie je umelé osvetlenie cez deň nikdy potrebné,
- 20 % < LTP < 50 % môže byť umelé osvetlenie cez deň potrebné.

Rozhodnutie, či je v prípade 20 % < LTP < 50 % cez deň potrebné umelé osvetlenie, by malo vzniknúť na základe posúdenia viditeľnosti kritického relevantného objektu, ktorý sa umiestňuje v osi jazdného pruhu. Kritické relevantné objekty musia byť v krátkom tuneli viditeľné ako tmavé siluety na svetlom pozadí výstupného portálu. Ak je jediným povoleným užívateľom cestnej komunikácie motorová doprava, predstavuje tento objekt motorové vozidlo – obdĺžnik so šírkou 1,6 m a výškou 1,4 m. V prípade zmiešanej dopravy sa počíta s chodcami alebo cyklistami – obdĺžnik so šírkou 0,5 m a výškou 1,8 m. Umelé osvetlenie cez deň je v prípade motorovej dopravy potrebné, ak viac ako 30 % kritického objektu reprezentujúceho motorové vozidlo nie je rozoznateľné oproti zdanlivému výstupnému portálu, v prípade zmiešanej dopravy je potrebné, ak viac ako 30 % kritických objektov predstavujúcich chodcov/cyklistov nie je viditeľných oproti zdanlivému výstupnému portálu.

## Hlavné parametre návrhu osvetlenia tunela Stratená

Tunel Stratená je priamy dvojpruhový obojsmerný tunel s klenbovým prierezom, čo zodpovedá výhľadovému dopravnému zaťaženi. Investičná výstavba a správa ciest, Košice schválila pre návrh osvetlenia tunela tieto hlavné parametre:

- dĺžka krátkeho tunela – 324 m,
- orientácia tunela – východ/západ,
- priečne usporiadanie v tunelovej rúre:
  - šírka jazdného pruhu – 3,50 m,
  - šírka betónového poklopu priliehajúceho k chodníku – 0,50 m,
  - šírka medzi zvýšenými obrubníkmi – 8,00 m (0,5 + 2 × 3,50 + 0,5),
  - výška obrubníka – 0,10 m,
  - šírka nízkeho chodníka – 2 × 0,40 m,
  - šírka tunelovej rúry v päte – 8,80 m (2 × 0,40 + 8,00),
  - výška prejazdneho prierezu – 4,80 m,
  - výška klenutého tunela – 6,10 m,
- trieda odrazivosti povrchu vozovky v tuneli R3 s odhadnutým priemerným súčiniteľom jasu  $q_0 = 0,06 \text{ sr}^{-1}$ ,
- odraznosťou plechových stien tunela do výšky 2 m – 25 %,
- návrhová rýchlosť – 70 km/h,
- brzdná vzdialenosť – 52 m,
- odhadovaný jas približovacieho pásma L20 podľa [1] – 2 040  $\text{cd/m}^2$ ,
- požiadavky platné pre celkovú a pozdĺžnu rovnomernosť jasu:  $U_0 \geq 0,4$ ;  $U_1 \geq 0,6$ ,

- udržiavací činiteľ – 0,8,
- umiestnenie symetrických svietidiel v tunelovej rúre,
- umiestnenie svietidiel 5,5 m nad vozovkou,
- umiestnenie svietidiel na doplnkové denné osvetlenie TEB a svietidiel v pásme na osvetlenie svetelného bazénu medzi jazdnými pruhmi; umiestnenie svietidiel na osvetlenie vnútorného pásma v jednom rade 0,75 m od stredu tunelovej rúry,
- svetelný stred prvého svietidla na osvetlenie vnútorného pásma – 10 m od portálu, posledného na kóte cca 314 m; svetelný stred prvého svietidla na doplnkové denné osvetlenie TEB – 1 – 96 m od portálu po hranicu cca 138 m, doplnkové denné osvetlenie TEB – 2 bude od hranice 184 m po 226 m; svetelný stred prvého svietidla na osvetlenie svetelného bazénu bude od 140 m po hranicu 182 m;
- jas LED svietidiel na doplnkové denné osvetlenie TEB a svietidiel v pásme na osvetlenie svetelného bazénu sa plynulo reguluje vonkajším jasomerom na 100, 75 a 50 % udržiavaného jasu; poznámka: pri návrhovej rýchlosti 70 km/h sa jas môže znižovať iba na úroveň 50 % udržiavaného jasu; nočné osvetlenie vnútorného pásma sa znižuje na úroveň 50 % denného osvetlenia.

## Pásma osvetlenia tunela Stratená počas dňa s podporou svetelného bazéna

Osvetlenie krátkeho tunela cez deň s podporou svetelného bazéna reprezentuje úspornú alternatívu konvenčného denného prevádzkového osvetlenia cestných tunelov. Poznámka: Termín svetelný bazén sa používa v norme [2]. V literatúre sa v pracovnom preklade často nahradzuje termínom svetlík, svetelné vzdúvadlo alebo svetelná kaluž. Jeho úlohou je z pohľadu vodiča zabezpečiť viditeľnosť kritického relevantného objektu v prvej polovici krátkeho tunela zvýšením jasu jeho pozadia, t. j. zvýšením ich kontrastu. Dostatočná viditeľnosť kritického relevantného objektu v druhej polovici tunela je zaručená denným svetlom výstupného portálu. Tým vznikne vnem dvoch na seba nadväzujúcich kratších tunelov.

Na dosiahnutie tohto zámeru sa osvetlí krátko pásma v strednej časti tunela. Udržiavaný jas na povrchu vozovky a jas stien do výšky 2 m v pásme svetelného bazéna je pritom odvodnený od udržiavaného jasu v prvej polovici medzného pásma konvenčného denného prevádzkového osvetlenia cestného tunela ( $L_{\text{ter}}$ ). S ohľadom na predpokladaný jas približovacieho pásma L20 a stanovený koeficient pomeru jasu medzného pásma k pri symetrických svietidlách platí pre jas  $L_{\text{ter}}$  že:

$$L_{fe} = k_{SYM} \times L20 = 0,06 \times 2040 \approx 125 \text{ cd/m}^2.$$

*Poznámka:* Koeficient  $k_{SYM}$  závisí od druhu osvetlenia a od návrhovej rýchlosti. Pri symetrickom osvetlení a návrhovej rýchlosti 70 km/h je  $k_{SYM} = 0,06$ .

Následne počiatočný priemerný jas na povrchu vozovky bude:

$$(L_{fe})_p = L_{fe} / 0,8 \approx 150 \text{ cd/m}^2.$$

Podľa [1] treba tieto hodnoty jasu pre pásmo svetelného bazénu pri návrhovej rýchlosti 70 km/h upraviť redukčným činiteľom 0,55, potom budú:

$$(L_{fe})_b = 125 \times 0,55 \approx 70 \text{ cd/m}^2,$$

$$(L_{fe})_{bp} = 150 \times 0,55 \approx 85 \text{ cd/m}^2.$$

Dĺžka svetelného bazéna v strednej časti dvojpruhového obojsmerného tunela a pásma doplnkového denného osvetlenia TEB sa podľa [1] rovná 44 m.

Trvalá prevádzka svetelného bazéna pri maximálnom výkone odvodenom od hodnoty jasu približovacieho pásma L20 by bola nevhodná. Preto treba zabezpečiť reguláciu osvetlenia svetelného bazéna na základe údajov vonkajšieho jasomera, práve tak ako v prípade jasu prvej polovice medzného pásma konvenčného denného prevádzkového osvetlenia cestného tunela.

Keďže stupeň vnikania denného svetla do krátkeho tunela Stratená je nedostatočný, treba pridať pásmo doplnkového denného osvetlenia TEB. Dĺžka tohto pásma zo sme-

ru východného aj západného portálu sa rovná dĺžke svetelného bazéna (cca  $2 \times 44$  m). Udržiavaný jas na povrchu vozovky v tomto pásme je bez ohľadu na návrhovú rýchlosť a intenzitu dopravy  $15 \text{ cd/m}^2$ . Následne počiatočný priemerný jas doplnkového denného osvetlenia TEB bude:

$$(L_{fe})_{TEBp} = (L_{fe})_{TEB} / 0,8 \approx 25 \text{ cd/m}^2.$$

Prvé úseky vnútorného pásma tunela za východným a západným portálom s dĺžkou  $2 \times 10$  m si cez deň nevyžadujú umelé osvetlenie.

Pre udržiavaný priemerný jas vnútorného pásma  $L_{fi}$  platí podľa [1], že:

$$L_{fi} \approx 2 \text{ cd/m}^2.$$

Počiatočný jas vnútorného pásma  $(L_{fi})_p$  bude:

$$(L_{fi})_p = 2 / 0,8 \approx 3 \text{ cd/m}^2.$$

V noci sa zabezpečuje v celej dĺžke tunelovej rúry stále osvetlenie s jasom 50 % z požadovanej hodnoty maximálneho jasu vnútorného pásma.

V úseku 2-násobku dĺžky brzdného vzdialenosti pred a za portálom treba zabezpečiť osvetlenie pozemnej komunikácie. Jas vozovky v týchto úsekoch má v noci dosahovať 33 % hodnoty jasu v tunelovej rúre v noci.

### Záver

Prevzatú metódu osvetlenia krátkych tunelov s podporou svetelného bazéna z normy [1] dopracoval autor tohto projektu v Me-

todickej príručke: Požiadavky na osvetlenie cestných tunelov realizovaných a prevádzkovaných v podmienkach Národnej diaľničnej spoločnosti, a. s., ktorú schválil: Ing. Štefan Török, prevádzkový riaditeľ, člen predstaviteľstva s účinnosťou od 1. 5. 2015.

TEXT: prof. Ing. Pavol Horňák, DrSc.

Pavol Horňák je autor projektu osvetlenia krátkeho tunela Stratená.

### Literatúra

1. RVS 09.02.41Tunnel. Tunnelausrüstung. Lichttechnik. Beleuchtung.
2. DIN 67524-1 Beleuchtung von Straßentunneln und Unterführungen – Teil 1: Allgemeine Güte-merkmale und Richtwerte.

### Lighting of short tunnels

Short tunnels are found where a road passes under another road (including under an animal migration route) or a railway crossing, or is covered as in the case of local roads. Specifically, the shortest motorway tunnel in Slovakia - Lučivná - which has a length of 250 m and is located on the motorway between Važec and Mengusovce, serves as a biocorridor. The two-lane two-way tunnel Stratená on the first-class road I / 67 with a length of 324 m, bypasses the difficult-to-pass Stratená canyon.

## Riešenia OBO pre bezporuchovú prevádzku a maximálnu bezpečnosť pri stavbe tunelov

Zvyčajne sú neviditeľné, ale zabezpečujú dobrý a bezpečný pocit. Systémy OBO na stavbu tunelov:

- ✓ zabezpečujú pasívnu požiaru bezpečnosť
- ✓ spoľahlivo fungujú v prípade poruchy
- ✓ zabezpečujú bezchybné napájanie a prenos dát
- ✓ spĺňajú všetky požiadavky modernej požiarnej ochrany

[www.obo.sk](http://www.obo.sk)

Building Connections

**OBO**  
BETTERMANN