

Argumenty na vypracovanie návrhu pôvodného normalizačného dokumentu STN 36 xxxx

Osvetlenie. Osvetľovanie tunelov

LED osvetlenie tunelov patrí medzi základný systém zabezpečujúci bezpečnosť ich užívateľov, a to nielen počas normálnej prevádzky, ale aj v prípade mimoriadnej udalosti. Túto skutočnosť odrážajú aj novovytvorené kapitoly DIN 67524-1 a RVS 09.02.41.

Technická normalizačná informácia TNI CEN/CR 14380 Osvetlenie. Osvetľovanie tunelov bola vypracovaná Technickou komisiou CEN/TC 169 a schválená Európskym výborom pre normalizáciu CEN v novembri 2001. No podľa zákona č. 60/2018 Z. z. o technickej normalizácii sa nepovažuje za technickú normu. Avšak vzhľadom na skutočnosť, že na Slovensku neexistovala technická norma, ktorá by upravovala oblasť osvetľovania tunelov, bola na základe požiadavky TK 108 Svetlo a osvetlenie ÚNMS SR v marci 2009 prevzatá do sústavy slovenských technických noriem prekladom do štátneho jazyka. Keďže už v roku 2001 bola TNI CEN/CR 14380 prekonaná vo viacerých krajinách a CEN/TC 169 viac nepracovala na novom návrhu normalizačného dokumentu Osvetlenie. Osvetľovanie tunelov, vznikli v prvom rade v krajinách DACH (SRN, Rakúsko a Švajčiarsko) v súlade s vnútornými predpismi CEN/CENELEC vlastné predpisy a normy.

Vznik vlastných predpisov a noriem v jednotlivých štátoch

Nemecko

- RABT Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln (RABT Pokyny na vybavenie a prevádzku cestných tunelov); poslednú verziu tohto dokumentu zo 17. 5. 2017 má nahradiť EABT-80/100.
- EABT-80/100 Empfehlungen für die Ausstattung und den Betrieb von Strassentunneln mit einer Planungsgeschwindigkeit von 80 km/h oder 100 km/h (EABT-80/100 Odporúčania na vybavenie a prevádzku cestných tunelov pre návrhovú rýchlosť

80 km/h alebo 100 km/h); finálny návrh tohto dokumentu je z 24. 7. 2018.

- DIN 67524-1 Beleuchtung von Straßentunneln und Unterführungen. Teil 1: Allgemeine Gütemerkmale und Richtwerte (DIN 67524-1 Osvetlenie cestných tunelov a podchodov. Časť 1: Všeobecné kvalitatívne charakteristiky a smerné hodnoty); platí od januára 2019.
- DIN 67524-2: Beleuchtung von Straßentunneln und Unterführungen. Teil 2: Berechnung und Messung (DIN 67524-2: Osvetlenie cestných tunelov a podchodov Časť 2: Výpočet a meranie); platí od júna 2011.

Rakúsko

Ide o Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen (Pokyny a predpisy pre správu ciest), konkrétne vznikol:

- RVS 09.02.41 Tunnel. Tunnelausrüstung. Lichttechnik. Tunnelbeleuchtung (RVS 09.02.41 Tunel. Vybavenie tunela. Svetelná technika. Osvetlenie tunela); finálny návrh tohto dokumentu je z 9. 7. 2019.

Švajčiarsko

- SN 640 551-1 Öffentliche Beleuchtung in Strassentunneln, Galerien und Unterführungen. Teil 1: Lichttechnik, Anforderungen, Begriffe und Gütemerkmale (SN 640 551-1 Verejné osvetlenie v cestných tuneloch, galériách a v podchodoch. Časť 1: Svetelná technika, požiadavky, definície a kvalitatívne charakteristiky); platí od júna 2011.
- SN 640 551-2 Öffentliche Beleuchtung in Strassentunneln, Galerien und Unterführungen. Teil 2: Planung und Bemes-

sung der Beleuchtungsanlage (SN 640 551-2 Verejné osvetlenie v cestných tuneloch, galériách a v podchodoch. Časť 2: Plánovanie a dizajn osvetľovacieho zariadenia); platí od júna 2011.

- SN 640 551-3 Öffentliche Beleuchtung in Strassentunneln, Galerien und Unterführungen. Teil 3: Methoden zur Messung und Beurteilung der Gütemerkmale (SN 640 551-3 Verejné osvetlenie v cestných tuneloch, galériách a v podchodoch. Časť 3: Metódy merania a hodnotenia kvalitatívnych charakteristik); platí od júna 2011.
- SN 640 551-4 Öffentliche Beleuchtung in Strassentunneln, Galerien und Unterführungen. Teil 4: Betrieb und Unterhalt (SN 640 551-4 Verejné osvetlenie v cestných tuneloch, galériách a v podchodoch. Časť 4: Prevádzka a údržba); norma je v príprave.

Slovensko

U nás vznikla metodická príručka MP Požiadavky na osvetlenie cestných tunelov realizovaných a prevádzkovaných v podmienkach Národnej diaľničnej spoločnosti, a. s.; platí od 1. 5. 2015.

Spoločné znaky

Spoločným znakom všetkých dokumentov sú termíny obsiahnuté v STN EN 12665: 2018 Svetlo a osvetlenie. Dôležitým termínom je zákonom stanovená najvyššia dovolená rýchlosť (km/h). Všeobecne sa pri projektovaní pozemných komunikácií a tunelov berú do úvahy návrhové rýchlosti 50, 60, 70, 80 a 100 km/h. Spravidla sa počíta s pozdĺžnym sklonom vozovky 100 m pred vjazdovým portálom a za výjazdovým portálom v smere jazdy. V prípade návrhových rýchlostí nižších ako 80 km/h sa predmetný úsek pri oboch dopravných smeroch osobitne adekvátne skrúti.

Brzdná vzdialenosť x , ktorá sa často prehodnocuje, aby sa zabezpečil racionálny návrh osvetlenia tunela, predstavuje súčet dvoch úsekov komunikácie x_0 a x_b ,

kde

x_0 je vzdialenosť prejdená počas reakčného času t_r ,

x_b – vzdialenosť prejdená počas brzdenia.

Ak je v návrhová rýchlosť, ktorá je na začiatku brzdenia konštantná, platí, že



$$x_o = (v/3,6) \cdot t_o$$

$$x_b = (v/3,6)^2 / [2 \cdot g \cdot (f \pm s/100)]$$

kde

g je hodnota gravitačného zrýchlenia s konštantnou hodnotou 9,81 m/s²,

f – koeficient trenia platný pri všetkých návrhových rýchlostiach,

s – pozdĺžny sklon vozovky (%).

Znak + sa berie do úvahy pri stúpaní, znak – pri klesaní. Výsledná hodnota $x = x_o + x_b$ sa zaokrúhli na celé metre.

Základné odlišnosti

Odlišnosť citovaných predpisov a noriem spočíva v rôznom definovaní reakčného času t_o (pozn.: reakčný čas zahŕňa čas potrebný na spozorovanie udalosti, rozhodnutie a na reakciu na túto udalosť) a v zaokrúhlení koeficienta trenia f pri suchom a mokrom povrchu vozovky. Pri reakčnom čase t_o a prípustných hodnotách f pri nulovom pozdĺžnom sklone vozovky ($s = 0$) sú brzdné vzdialenosti x pri návrhovej rýchlosti 100 km/h podľa TNI CEN/CR 14380 a DACH dokumentov uvedené v tab. 1.

Pri policajnom odhade je pri návrhovej rýchlosti 100 km/h brzdná vzdialenosť $x = 100 + 10\% = 110$ m

Tab. 1 Brzdné vzdialenosti x pri návrhovej rýchlosti 100 km/h podľa TNI CEN/CR 14380 a DACH dokumentov

Dokument	TNI CEN/CR 14380	DIN 67524-1	RVS 09.02.41	SN 640 551-1
t_o (s)	1	1,5	1,2	1,1
f	0,31	0,37	0,65	0,41
x (m)	160	150	93	135

Počínajúc tunelom Lučivná sa od roku 2007 počíta pri projektovaní tunelov realizovaných a prevádzkovaných v podmienkach Národnej diaľničnej spoločnosti, a. s., s brzdnou vzdialenosťou pri nulovom pozdĺžnom sklone vozovky podľa RVS 09.02.41, t. j. pri návrhovej rýchlosti 80 km/h je to 65 m a pri návrhovej rýchlosti 100 km/h je to 93 m. Táto voľba poskytuje vodičom dostatok informácií o smerovaní pozemnej komunikácie, prípadných prekážkach, ako aj o prítomnosti iných, napríklad neosvetlených vozidiel a o ich pohybe.

Určenie hodnoty jasu

Na určenie hodnoty jasu v danom mieste medzného pásma tunela za vstupným portálom treba poznať jas približovacieho pásma L20. Ide o hodnotu priemerného jasu kužeľového zorného poľa ohraničeného vrcholovým uhlom 20° s vrcholom v strede oka prichádzajúceho vodiča a zameraného na stred vstupného otvoru tunela. Treba poznamenať, že jas približovacieho pásma L20 sa určuje zo vzdialenosti, ktorá sa rovná brzdné

vzdialenosti pred vstupným portálom tunela v osi príslušnej vozovky alebo jazdného pruhu. Počíta sa s hodnotou, ktorá sa počas roka vyskytuje pomerne často. Extrémne prípady sa neberú do úvahy. Zvyčajne sa v letných mesiacoch vychádza z poludňajšieho jasu pri bezmračnom počasí. V zimných mesiacoch ovplyvňuje hodnotu snehová pokrývka okolia otvorenej komunikácie pred vstupným portálom. V prípade západno-východnej orientácie portálov tunela treba brať do úvahy polohu slnka nad obzorom pri jeho východe alebo západe. Z praktických dôvodov treba upraviť okolie portálov tak, aby sa vychádzajúce alebo zapadajúce slnko nedostalo do štandardného 20-stupňového pohľadu prichádzajúceho vodiča alebo do jeho blízkosti.

V TNI CEN/CR 14380 a vo všetkých DACH dokumentoch sa uvádzajú tri alternatívne metódy odhadu jasu približovacieho pásma L20:

- V prvom prípade, ak sú k dispozícii len veľmi obmedzené informácie o vjazde do tunela, sa odhad hodnoty jasu L20



Komplexné riešenia OBO od vjazdu až po výjazd




Poľana
898 m


Ovčiarsko
2 367 m


Žilina
651 m


Sitina
1 440 m


Bôrik
995 m


Svrčinovec
445 m

www.obo.sk
Building Connections



určuje podľa tabuliek typických hodnôt jasu približovacieho pásma a príslušných poznámok založených na empirických výskumoch.

- Spofahlivejšia je ďalšia metóda určenia hodnoty jasu L20, ktorá sa zakladá na percentuálnom odhade podielu jasu oblohy, podielu jasu vozovky v rozsahu brzdných vzdialeností a na percentuálnom odhade podielu okolia (skaly, budovy, lúky a sneh) v hodnotiacom poli približovacieho pásma. Za účelom stanovenia percentuálneho podielu plôch požadovaných na výpočet jasu L20 treba zhotoviť fotografiu širokouhlým objektívom alebo snímku s jasovým analyzátorom zo vzdialenosti, ktorá sa rovná brzdných vzdialenosti pred vstupným portálom. Následne možno zo známych rozmerov záberu, napríklad z výšky vjazdového portálu a brzdných vzdialenosti určiť v mierke na fotografii alebo na LCD displeji počítača percentuálne podiely jasu pred vstupným portálom. Hodnota jasu L20 však môže byť v tomto prípade nadhodnotená, pretože pred vstupným portálom obvykle nenastane situácia, že hodnota všetkých troch zložiek (menovite oblohy, vozovky a okolia) je počas dňa v rovnakom čase maximálna. Okrem toho nie je známa početnosť výskytu týchto hodnôt jasu na danom území v priebehu roka.
- Napokon treba pri rekonštrukcii a obnove osvetľovacieho zariadenia tunela využívať údaje jasu približovacieho pásma L20 zaznamenané v riadiacom systéme tunela, ak spĺňajú tieto požiadavky:
 - meranie jasu približovacieho pásma L20 sa vykonávalo najmenej počas jedného roka;
 - namerané hodnoty jasu predstavujú stav, ktorý pretrváva aj po rekonštrukcii a obnove osvetľovacieho zariadenia.

Odchýlku polohy vonkajšieho jasomera pred vjazdovým portálom od polohy pozorovateľa treba opraviť korekčným činiteľom. Na stanovenie korekčného činiteľa približovacieho pásma L20 sa vykoná meranie približovacieho pásma L20 z predpísanej polohy pozorovateľa.

Výsledok merania L20 sa porovná s hodnotou vonkajšieho jasomera pred vjazdovým portálom. Korekčný činiteľ vonkajšieho jasomera zistený pri kalibrácii treba verifikovať 1-krát ročne.

Keďže prevádzka osvetlenia tunelov závisí

od národnej legislatívy, rozhodnutie o najvyššom uvažovanom jase približovacieho pásma L20 sa musí prijať na vnútroštátnej úrovni.

Podľa TNI CEN/CR 14380 a všetkých DACH dokumentov sa používajú v adaptačných pásmach tunelov asymetrické protismerné svietidlá. V tomto prípade súčiniteľ jasu $q \geq 0,5 \text{ cd/m}^2\text{x}$. Symetrické svietidlá sa používajú v prípadoch ($q \leq 0,5 \text{ cd/m}^2\text{x}$), keď je potrebné dobré presvetlenie adaptačných pásiem, napríklad v krátkych tuneloch s obojsmernou premávkou, čo je prípad tunela Stratená.

Pozn.: Súčiniteľ jasu q je podiel jasu L povrchu vozovky v kontrolnom mieste pri normalizovanom uhle pozorovania $\alpha = 1^\circ$ a horizontálnej osvetlenosti E v kontrolnom mieste. Platí teda, že

$$q = L/E$$

V prípade symetrických svietidiel sa musia použiť vyššie činitele pomeru jasu medzného pásma a jasu približovacieho pásma v bode

$$k = \frac{\bar{L}_{th}}{\text{jas približovacieho pásma L20}}$$

kde

k je pomer jasu medzného pásma a jasu približovacieho pásma v bode,

\bar{L}_{th} – jas medzného pásma.

Pozn.: Jas medzného pásma je priemerný jas povrchu vozovky priečného pásu v danom mieste medzného pásma tunela (ako funkcia siete kontrolných bodov na meranie).

Pri návrhu osvetlenia tunela treba stanoviť priemerný jas v čase, keď je osvetľovacia sústava nová (počiatočný priemerný jas \bar{L}_i). Udržiavaný jas \bar{L}_m (časovo minimálny priemerný jas) je hodnota, pod ktorú sa priemerný jas nemá znížiť. Podiel udržiavaného jasu a udržiavacieho činiteľa MF je definovaný ako počiatočný priemerný jas:

$$\bar{L}_i = \bar{L}_m / MF$$

Udržiavací činiteľ MF vyjadruje straty svetla, ktoré zahŕňajú vplyv znečistenia svietidiel, znečistenia povrchov stien a vozovky v tuneli a pokles svetelného toku zdrojov. Odporúčaná hodnota udržiavacieho činiteľa pri tuneloch je 0,67. Treba však povedať, že CEN TC 169/WG 12 pripravuje prepracovanie európskej normy EN 13201, časť 3, resp. spracovanie novej prílohy, ktorá zohľadní všeobecné

požiadavky na metódy merania odrazivosti povrchu vozoviek, metrologické vlastnosti reflektometrov a vyhodnotenie neistoty merania.

LED svietidlá v tuneloch

Rôzne pilotné projekty s LED svietidlami, ktoré sa úspešne realizovali v krajinách DACH, potvrdili lepšiu ekonomickú, ekologickú a sociálnu udržateľnosť osvetlenia tunelov. Vyššie investičné náklady osvetlenia tunelov s LED technológiou sú kompenzované nižšou spotrebou elektrickej energie a nižšími nákladmi na pravidelnú výmenu svetelných zdrojov (v prípade konvenčných výbojek každé dva až štyri roky, výmenných LED modulov alebo LED retrofitov raz počas životného cyklu 20 rokov). Dnešný odhad predstavuje 10-percentnú nákladovú úsporu. Pretože merný výkon LED svietidiel neustále rastie a výrobné náklady naďalej klesajú v dôsledku vyšších objemov LED jednotiek, úspory sa v budúcnosti ešte zreteľnejšie zvýšia. Vyšší merný výkon LED svietidiel má tiež pozitívny prínos na životné prostredie z hľadiska klímy. Rozsiahly výskum ukázal, že vodiči sa cítia komfortnejšie pri lepšom farebnom podaní, potlačení stroboskopického efektu, znížení obmedzujúceho oslnenia a pri pozdĺžnej rovnomernosti jasu povrchu vozovky blížiacej sa za určitých okolností k hodnote 1,0. Okrem toho sa znižujú aj reakčné časy vodičov motorových vozidiel. Skrátka, LED osvetlenie tunelov patrí medzi základný systém zabezpečujúci bezpečnosť užívateľov tunelov, a to nielen počas normálnej prevádzky, ale aj v prípade mimoriadnej udalosti. Túto skutočnosť odrážajú aj novovytvorené kapitoly DIN 67524-1 a RVS 09.02.41.

Dňa 30. júla 2019 sa preto uskutočnilo posudzovanie Skúšobného laboratória náterových látok a dopravného značenia (SL NL a DZ) Výskumného ústavu dopravného, a. s., Žilina, za účelom udelenia akreditácie v oblasti tunelov pozemných komunikácií podľa aktuálnej RVS 09.02.41, ako aj STN EN 16276 Evakuačné osvetlenie v cestných tuneloch a STN EN 1838 Svetlo a osvetlenie. Núdzové osvetlenie.

TEXT: Prof. Ing. Pavol Horňák, DrSc.

FOTO: OBO Bettermann

Pavol Horňák je člen TK 7 Pozemné komunikácie a TK 108 Svetlo a osvetlenie ÚNMS SR a expert CEN/TC 169/WG 6 Osvetlenie tunelov a expert SNAS.

Arguments for drafting the original standardization document STN 36 xxxx Lighting. Tunnel lighting

LED Tunnel Lighting is among the basic system ensuring the safety of its users, not only during normal operation but also in the event of an incident. This is also reflected in the newly created chapters DIN 67524-1 and RVS 09.02.41.