

Výzvy inovácií a nových technológií

V dňoch 18. a 19. októbra 2007 sa v areáli Celoštátneho technologického centra Elektrotechniky a Informačnej techniky (bfe) v Oldenburgu konala konferencia s názvom *OLTUDA – Oldenburské dni tunelov 2007*. Organizátorom konferencie s medzinárodnou účasťou bol novo zriadený Tunnel – Portal (www.tunnel-portal.de) a bfe. Konferencia nadviazala na podujatie *Aktuality v oblasti osvetlenia tunelov*, ktoré prebehlo v dňoch 14. a 15. októbra 2003 na pôde Celoštátneho inštitútu pre cestné staviteľstvo (bast) v Bergisch – Gladbachu. V tomto štvorročnom cykle sa budú v Nemecku konať aj ďalšie konferencie venované otázke osvetľovania tunelov.

Na tomto svojho druhu najväčšom podujatí tunelárov v Európe, ktorí vybavujú systém osvetlenia tunelov mali zastúpenie účastníci z Nemecka, Rakúska, Švajčiarska, Holandska, Luxemburska, Českej republiky a Slovenska. Záštitu nad konferenciou prevzala Nemecká svetelnotechnická spoločnosť (LITG). Dvojdnový program so zameraním na výklad prijatej revízie národnej normy DIN 67524 *Osvetlenie cestných tunelov a podjazdov. Časť 1: Svetelnotechnické požiadavky a odporúčania* doplnili prezentácie výrobcov a predajcov technologických zariadení osvetlenia v tuneli. I keď norma DIN 67524 – 1 zosúladená s európskou smernicou *CR 14380 Light and Lighting - Tunnel Lighting (2003)*, ktorá je zavedená aj v sústave slovenských technických noriem (*TNI CEN/CR 14380 Osvetľovanie tunelov*) od 1. augusta 2007, nie je záväzná, platí po dohovore objednávateľa (investora) s dodávateľom projektovej dokumentácie, stavby či pri prevádzke hotového tunela.

Konferenciu otvoril predseda LITG Ing. W. Prah (www.litg.de). Po pripomenutí A. Stockmarom (LCI Light Consult International) podkladov na projektovanie osvetlenia tunelov za posledných 5 rokov, a to *CR 14380: Light and Lighting – Tunnel Lighting (2003)*; *RABT Richtlinien für die Ausstattung und Betrieb von Straßentunneln (2003/20006)*; *Guide for the road tunnels and underpasses. CIE Publication 88:2004*; *RVS 09.02.41 Projektierungsrichtlinien Tunnelbeleuchtung (2006)*, Ing. U. Carraro, PhD. (TU Drážďany) uviedol, že základným podnetom revízie DIN 67524 – 1 bolo prehodnotenie obsahu pôvodnej normy z roku 1987 a zapracovanie podmienok na osvetlenie krátkych tunelov, požiarne núdzové osvetlenie a ovládanie osvetlenia. S históriou a vývojom RABT sa zaoberal prof.

Ing. W. Baltzer, PhD. (BUNG Ingenieure AG). Taktiež konštatoval, že najkritickejší moment z hľadiska bezpečnosti nastane, keď dôjde k požiaru (napríklad tunel pod Mont Blanc, kde v marci 1999 prišlo o život 39 ľudí), kedy je vznikom dymu obmedzená účinnosť osvetľovacej sústavy a nemusia byť jasné únikové komunikácie pre účastníkov premávky. Núdzové svietidlá musia preto v prípade zadymania priestoru tunela zaručiť viditeľnosť z jedného svietidla na druhé. Vo vystúpení RNDr. D. Heuzerotha (bast) zarezonovali hlavne myšlienky o potrebe núdzového osvetlenia a požiarneho núdzového osvetlenia podľa DIN 67524 – 1. Príspevky Ing. W. Steltera (bfe), Ing. J. Meyera (bfe) a Ing. R. von Unruh (SSP Consult) boli zamerané na komunikačné zariadenia tunelov. Prednáškový blok 19. októbra otvoril Ing. K. Eberbach, PhD. (Ingenieurberatung für Lichttechnik). Jeho prednáška bola zameraná na porovnanie jasnosti približovacieho pásma odhadmi a prepočtami. Ing. H.-H. Meseberg (LSC Lichttechnik & Straßenausstattung Consult) upozornil na hlavné nedostatky približovacieho pásma, a sice:

- 1 podiel oblohy zo vzdialenosti rovnajúcej sa celkovej brzdnéj dráhe pred vjazdom do tunela je veľmi veľký;
- 2 portál a vjazd v zornom poli je veľmi svetlý;
- 3 povrch vozovky približovacieho pásma je veľmi svetlý;
- 4 povrch vozovky medzného a prechodového je veľmi tmavý;
- 5 steny v tunelových rúrach sú veľmi tmavé.

Účastníkov konferencie zaujali informácie o celkových nákladoch na vybudovanie 1 km diaľničného tunela v Nemecku: 20 až 40 mil. EUR, z toho na technologické vybavenie: 2 až 4 mil. EUR, v tom sú náklady na osvetlenie tunela (osvetlenie vozovky, požiarne núdzové osvetlenie, ovládanie osvetlenia a káblové rozvody): 0,6 až 1,2 mil. EUR. Podľa odhadov bast prevádzkové náklady na tunel predstavujú cca 300 000 EUR na km a rok, z toho ide 50 % až 75 % na osvetlenie. Ako sa ukázalo celkové náklady, ktoré vznikli pri výstavbe slovenských diaľničných tunelov sú v hraniciach dokumentov bast (Bundesanstalt für Straßenwesen). Prezentácia Ing. N. Kabotha (Stredich und Partner) bola zameraná na nové možnosti bezobslužnej regulácie a riadenia adaptačného a prejazdového osvetlenia, ktoré zabezpečia bezporuchovú a bezpečnú prevádzku tunela. Zistilo sa, že

prítom úspory elektrickej energie predstavujú až 40 % v porovnaní s doterajšími metódami ovládania osvetlenia tunelov pri súčasnom predĺžení životnosti svetelných zdrojov. Mimochodom, nekompletný softvér tunela Sitina, ktorý sa nedá doteraz použiť na ovládanie osvetlenia zvyšuje náročnosť na zásobovanie tunela elektrickou energiou. Preto v krátkom tuneli Lučivná sa pri spracúvaní projektovej dokumentácie vybral Tunnel Beleuchtungssystem LUMaticX firmy ELECTRIC – SPECIAL. Ing. T. Kratz (Gackstatter Beratende Ingenieure) pripomenul, že rovnako ako doteraz, aj teraz treba využívať *CR 14380: Light and Lighting – Tunnel Lighting (2003)*; *RABT Richtlinien für die Ausstattung und Betrieb von Straßentunneln (2003/20006)*; *Guide for the road tunnels and underpasses. CIE Publication 88:2004*; *RVS 09.02.41 Projektierungsrichtlinien Tunnelbeleuchtung (2006)*, pretože každý tunel je originálne dielo, ktoré zatiaľ v komplexe nerieši žiaden predpis alebo norma. Inými slovami, vychytať všetky omyly adaptačného osvetlenia môže iba projektant, ktorý pri projektovaní využíva interakcie: územie – doprava – osvetlenie tunela. Veľmi zaujímavá bola prednáška Ing. R. Noziczku (Baureferat der Landeshauptstadt München), ktorý porovnal typický pozdĺžny rez jednosmerným krátkym a dlhým tunelom. Adaptačný stav zraku vo vnútri tunela je z hľadiska metodiky výpočtu v oboch prípadoch rozdielny. Máme avíza, že pokiaľ si to dodávateľ projektovej dokumentácie neuvedomí, môže spôsobiť objednávateľovi (investorovi) predrazenie projektu o desiatky miliónov slovenských korún. Zaujala aj jeho prezentácia mnichovských cestných tunelov a podjazdov. V tomto príspevku bolo naznačené, že v Mnichove sa v súčasnosti využíva cca 400 cestných tunelov a podjazdov. Posledným prednášateľom bol Ing. architekt P. Brdenk (Licht - Koordinator der Stadt Essen), ktorý ocenil nové prístupy pri ochrane životného prostredia podchodov.

Konferencia v Oldenburgu priniesla predovšetkým nový bezpečnostný koncept (ide o ohrozenia a riziká), špecifický pohľad na dimenzovanie krátkych tunelov, zásady pre navrhovanie regulácie a riadenia adaptačného a prejazdového osvetlenia. Som presvedčený, že na ďalšej konferencii v Nemecku v roku 2011 budeme hodnotiť už jednotný predpis alebo normu pre osvetlenie cestných tunelov všetkých štátov EÚ.

Prof. Ing. Pavol Horňák, DrSc.

Osvetlenia krátkych cestných tunelov

Revízia normy STN 73 7507 Projektovanie cestných tunelov rozdeľuje tunely podľa dĺžky: *krátke* – do dĺžky 500 m; *stredné* – dĺžky od 500 m do 3000 m; *dlhé* – dĺžky nad 3000 m. Najmenšia dĺžka tunela sa uvažuje 100 m.

Projektovanie, priestorové usporiadanie a vybavenie osvetlenia cestných tunelov je uvedený v samostatných predpisoch – SN 150915 *Öffentliche Beleuchtung Straßentunnels, – galerien und – unterführungen. Leitsätze der Schweizerischen Lichttechnischen Gesellschaft (SLG) (1997); CR 14380: Light and Lighting – Tunnel Lighting (2003); RABT Richtlinien für die Ausstattung und Betrieb von Straßentunneln (2003/2006); Guide for the road tunnels and underpasses. CIE Publication 88:2004; RVS 09.02.41 Projektierungsrichtlinien Tunnelbeleuchtung (2006); DIN 67524 – 1: Beleuchtung von Straßentunneln und Unterführungen – Allgemeine Gütermerkmale und Richtwerte (2008)*. Obsah týchto predpisov sa v okolitých štátoch riešiacich projektovanie osvetlenia cestných tunelov pravidelne prepracováva. Základným podnetom revízie zahraničných predpisov je snaha zabezpečiť, aby prevádzka tunelov vyhovovala požiadavkám plynulej a bezpečnej premávky, bezpečnosti práce obsluhy a tiež podmienkam hospodárnosti, primeranej náročnosti a práci údržby tunelov pri ich prevádzke.

Rozhodujúcim rizikovým faktorom prevádzky a premávky v tuneli je činnosť vodičov. Tento faktor možno obmedziť dovolenou rýchlosťou vozidiel v tuneli. Táto rýchlosť nesmie prekročiť navrhovanú rýchlosť v tuneli. Krátke tunely sa navrhujú spravidla na navrhovanú rýchlosť príľahlých úsekov cestných alebo miestnych komunikácií. Navrhnutá dĺžka brzdnej dráhy je jednoznačne definovaná vzťahom

$$BD = v * t + \frac{v^2}{2 * g * (f \pm s / 100)}$$

kde

v – je navrhovaná rýchlosť v tuneli v km/h;
 t – normatívna hodnota reakcie vodiča v s;
 g – gravitačné zrýchlenie 981/s²;
 f – normatívna hodnota spomalenia vozidiel v relatívnych jednotkách;
 s – sklon vozovky v % (pri stúpaní +, pri klesaní -).

V SN 150915 *Öffentliche Beleuchtung Straßentunnels, – galerien und – unterführungen. Leitsätze der Schweizerischen*

Lichttechnischen Gesellschaft (SLG) (1997) je definovaná hodnota $t = 1,1$ s a hodnota $f = 0,41$.

Po úprave je navrhnutá dĺžka brzdnej dráhy pri nulovom sklone vozovky daná vzťahom

$$BD = 3 \left(\frac{v}{10} \right) + \left(\frac{v}{10} \right)^2$$

V CR 14380: *Light and Lighting – Tunnel Lighting (2003)* je definovaná hodnota $t = 1,1$ s a hodnota $f = 0,31$ (pre mokrý povrch vozovky).

V RVS 09.02.41 *Projektierungsrichtlinien Tunnelbeleuchtung (2006)* je definovaná hodnota $t = 1,2$ s a hodnota $f = 0,66$ (pre suchý povrch vozovky). Po úprave možno navrhnutú dĺžku brzdnej dráhy prepísať na tvar

$$BD = \frac{v}{3,6} * t + \frac{\left(\frac{v}{3,6} \right)^2}{2 * g * (f \pm s / 100)}$$

Preto dĺžka brzdnej dráhy je v prípade navrhovanej rýchlosti v tuneli 100 km/h podľa jednotlivých predpisov rôzna:

- SN 150915 *Öffentliche Beleuchtung Straßentunnels, – galerien und – unterführungen. Leitsätze der Schweizerischen Lichttechnischen Gesellschaft (SLG) (1997)* definuje 130 m;
- CR 14380: *Light and Lighting – Tunnel Lighting (2003)* definuje 160 m;
- RVS 09.02.41 *Projektierungsrichtlinien Tunnelbeleuchtung (2006)* definuje 93 m. Pri hrubom odhade je:
- 100 + 10 % = 110 m

Poznámka: Dĺžka brzdnej dráhy prípade navrhovanej rýchlosti v tuneli 100 km/h bola v Rakúsku zavedená už v RVS 9.27 *Tunnel. Projektierungsrichtlinien. Beleuchtung v roku 1991*. Dosať túto hodnotu, ktorá je kritériom investičných nákladov na osvetlenie cestných tunelov, nikto v tejto alpskej krajine nespochybnil.

Teoretické spracovanie otázok osvetlenia vozovky vnútri a mimo cestných tunelov je podľa citovaných predpisov v prípade stredných a dlhých tunelov zhodné. Takisto predpisy CR 14380: *Light and Lighting – Tunnel Lighting (2003); Guide for the road tunnels and underpasses. CIE Publication 88:2004; RVS 09.02.41 Projektierungsrichtlinien Tunnelbeleuchtung (2006); DIN 67524 – 1: Beleuchtung von Straßentunneln und Unterführungen – Allgemeine Gütermerkmale und Richtwerte (2008)* sa za posledných 5 rokov zblížili aj v prípade osvetlenia vjazdového a výjazdového osvetlenia krátkych tunelov. Z pohľadu

projektanta je najdokonalejšie prepracovaný manuál RVS 09.02.41 *Projektierungsrichtlinien Tunnelbeleuchtung (2006)*, ktorý v kapitole 7 *Krátke tunely* najprv analyzuje podľa stavebného konceptu a charakteru cestnej premávky potrebu adaptačného osvetlenia krátkeho tunela, následne na základe pridelenia tunela do určitej kategórie definuje kroky vybavenia tunela adaptačným osvetlením na novom princípe. Tunel delí na 5 úsekov, z ktorých sú najdôležitejší svetlikový úsek [v DIN 67524 – 1: *Beleuchtung von Straßentunneln und Unterführungen – Allgemeine Gütermerkmale und Richtwerte (2008)*] sa nazýva v pracovnom preklade svetelné vzdúvadlo] a úsek doplnkového denného osvetlenia. V tomto prípade je stred tunela intenzívne osvetlený, čím sa zabezpečuje pri rôznom vizuálnom prostredí (vjazdové a výjazdové pásmo) požadovaný kontrast na bezpečný prejazd tunelom. Základným podnetom tohto usporiadania adaptačného osvetlenia krátkeho tunela bolo prehodnotenie investičných nákladov, ako aj nákladov na prevádzku, údržbu a čistenie svietidiel. Preto rakúsky predpis RVS 09.02.41 *Projektierungsrichtlinien Tunnelbeleuchtung (2006)* bol prijatý Národnou diaľničnou spoločnosťou (NDS) pri špecifikácii objednávky osvetlenia krátkeho tunela LUČIVNÁ.

Krátky tunel LUČIVNÁ je daň za ochranu životného prostredia. Je síce pravda, že na prechod zverí v celej oblasti Važec – Mengusovce by stačil podjazd dĺžky 100 m, ale prijaté riešenie so súhlasom stavebníkov je 250 m. Na základe RVS 09.02.41 *Projektierungsrichtlinien Tunnelbeleuchtung (2006)* firma Philips Rakúsko navrhla spolu pre obe tunelové rúry 192 svietidiel. Verbálny projekt z dielne inej zahraničnej firmy navrhuje 800 svietidiel. Pre porovnanie v dlhom tuneli SITINA (východná rúra meria 1 415 m a západná 1 440 m) je použitých 565 svietidiel. Súdny čitateľ určite pochopí, že 800 svietidiel pre tunel LUČIVNÁ je úlet, ktorý nemá žiadne vysvetlenie. Slabou stránkou cestných tunelov BRANISKO, HORELICA a SITINA je riadenie a regulácia svietidiel. Preto v tuneli LUČIVNÁ sa prvýkrát použije preverený softvér firmy ELECTRIC – SPECIAL Photronicsysteme. Preto verím, že tím *elhyco Bratislava, Philips Slovakia a Philips Rakúsko, Siemens, ELECTRIC – SPECIAL Photronicsysteme a ELZA* odovzdajú vzorové technologické vybavenie krátkeho tunela v stredo európskom priestore.

Prof. Ing. Pavol Horňák, DrSc.