# Měření svítivosti výstražníků

Publikováno: 28. 2. 2011

## Anotace

Existuje obava, že svítivost výstražníkových světel na železničních přejezdech je nižší než svítivost ostatních světelných signalizačních zařízení používaných na pozemních komunikacích (křižovatky, přechody pro chodce, apod.). Důsledkem může být vyšší riziko, že uživatel pozemní komunikace světelnou výstrahu na přejezdu přehlédne. Řešitel projektu VaV AGATHA proto provedl sérii měření na různých typech výstražníků ve snaze získat o jejich svítivosti bližší představu. Měření probíhalo ve spolupráci s expertem na světelnou techniku.

## 1. Všeobecně

Právní význam červených světel výstražníků na železničních přejezdech je srovnatelný s právním významem signálu „stůj“ červeného světla běžného návěstidla pro řízení silničního provozu (na křižovatkách, přechodech pro chodce, atd.). V obou případech je řidič bezvýhradně povinen před tímto světelným signálem zastavit. Tato skutečnost je často zdůrazňována i ze strany Drážní inspekce, mj. v komentářích k nehodám, v rámci výchovných a osvětových kampaní, apod.

Panuje však obava, že světelně-technické vlastnosti světel výstražníků nemusí dosahovat parametrů světel klasického SSZ. Tato obava pramení jak z konzultací s uživateli přejezdů i drážním personálem, tak i osobní zkušenosti řešitele v roli řidiče. Případnou menší kvalitu světel výstražníků lze považovat za rizikový faktor, který může za nepříznivých okolností (např. nízkého slunce) usnadnit přehlédnutí výstražného signálu a vznik dopravní nehody.

Pro získání alespoň přibližné představy o světelně-technických vlastnostech výstražných světel CDV v rámci řešení výzkumného projektu VaV AGATHA provedlo ve spolupráci s expertem na optickou techniku (ing. Ivo Liškutín, CSc., Silniční vývoj s.r.o.) namátkové měření osové svítivosti světel několika výstražníků.

Zde prezentované informace lze s ohledem na počet měření chápat jako velmi orientační a namátkové, ale přesto je zřejmé, že obava z horších světelně-technických vlastností může být oprávněná. Výsledky měření jsou prezentovány v kapitole 3, závěry, shrnutí a doporučení v kapitole 4. Vlastnímu měření předchází krátká bilance projektových norem, které světelně-technické vlastnosti světel výstražníků i silničního SSZ definují.

## 2. Související technické normy

Dříve, než se budeme věnovat vlastnímu měření, stručně bilancujeme stav technických norem, které upravují svítivost návěstidel pro řízení silničního provozu a svítivost světel výstražníků a jejich srovnání.

### 2.1 ČSN EN 12368 Řízení dopravy na pozemních komunikacích – Návěstidla

Norma stanoví požadavky na světelně-technické vlastnosti běžných návěstidel pro silniční provoz. V článku 6 stanoví následující optické požadavky:

**Tvar a velikost světelného pole:**
Světelné pole je kruhové a musí mít ø 200 mm nebo 300 mm s tolerancí ±10 %,

**Svítivost návěstidel**

Osová svítivost: min. 200 cd, max. 800 cd

**Prostorové rozložení svítivosti v %**

- návěstidlo typu W (s širokým úhlem vyzařování, pro umístění vedle vozovky) dle následující tabulky:

| vertikální úhel<br>horizontální úhel | 0° | ± 5° | ± 10° | ± 20° | ± 30° |
|---|---|---|---|---|---|
| **0°** | 100 | 85 | 55 | 3 | 1 |
| **- 3°** | 80 | 75 | | | |
| **- 5°** | 60 | | 35 | | |
| **- 10°** | 30 | | | 8 | |
| **- 20°** | 2 | | | | 2 |

- návěstidlo typu M (se středně širokým úhlem vyzařování, pro umístění nad vozovkou) dle následující tabulky:

| vertikální úhel<br>horizontální úhel | 0° | ± 5° | ± 10° | ± 20° | ± 30° |
|---|---|---|---|---|---|
| **0°** | 100 | 75 | 40 | 1 | |
| **- 3°** | 75 | 60 | | | |
| **- 5°** | 50 | | 20 | | |
| **- 10°** | 12,5 | | | 6 | |
| **- 20°** | 1,5 | | | | |

**Rovnoměrnost jasu světelného pole**
Poměr nejmenšího a největšího jasu $L_{min} : L_{max} \geq 1 : 10$

**Barva světelného pole**
Rovnice hraničních přímek pro červenou $y = 0{,}290$ $y = 0{,}980 - x$ $y = 0{,}320$

**Fantomický signál**
Poměr skutečně naměřené svítivosti $I_s$ a maximální svítivosti fantomického signálu musí být pro červené světlo $I_s : I_{ph} \geq 4$

**Mezní hodnoty rozeznatelnosti signálů**
Norma nevyžaduje mezní hodnoty pro rozeznatelnost červených nebo zelených signálů s omezenou svítivostí od chybných signálů. Jako jednoduché pravidlo však již v úvodu norma uvádí, že červený signál se považuje za chybějící, pokud je osová svítivost $I \leq 10$ cd a zelený signál se považuje za plnohodnotný, pokud je svítivost $I \geq 0{,}05$ cd.

## 2.2 ČSN 34 2650 Železniční zabezpečovací zařízení – Přejezdová zabezpečovací zařízení

Norma v článku 4.1.2 stanoví následující optické požadavky na světla výstražníků:

**Tvar a velikost světelného pole:**

Světelné pole je kruhové o průměru 180 mm až 220 mm,

**Svítivost návěstidel:**
Osová svítivost min 100 cd, max 500 cd (u typů zavedených před účinností normy (10/1998) postačí minimální svítivost 50 cd.

**Prostorové rozložení svítivosti v % dle následující tabulky:**

| **vertikální úhel**<br>**horizontální úhel** | **0°** | **± 5°** | **± 10°** | **± 20°** | **± 30°** |
|---|---|---|---|---|---|
| **+ 3°** | 45 | 35 | | | |
| **0°** | 100 | 85 | 55 | 3 | 1 |
| **- 3°** | 80 | 75 | | | |
| **- 5°** | 60 | | 35 | | |
| **- 10°** | 30 | | | 8 | |
| **- 20°** | 2 | | | | 2 |

**Rovnoměrnost jasu světelného pole**
Poměr nejmenšího a největšího jasu Lmin : Lmax ≥ 1 : 15

**Barva světelného pole**
Rovnice hraničních přímek pro červenou y = 0,300 y = 0,980 – x y = 0,320

**Kmitočet**
Kmitočet musí být 60 cyklů za min ± 20% (tj. 48 až 72 cyklů/min), obě světla musí být navzájem v protifázi

## 2.3 Srovnání požadavků ČSN EN 12 368 a ČSN 34 2650

Z výše uvedených optických požadavků na jednotlivé druhy návěstidel vyplývá, že tvar světelných polí obou typů je kruhový a velikost světelných polí je prakticky stejná. Stejná je rovněž červená barva.

**Rozdíly však jsou v požadavcích na svítivost návěstidel.**

Požadavky na osovou svítivost návěstidla železničního přejezdového zabezpečovací zařízení jsou **podstatně nižší** a to asi poloviční ve srovnání s návěstidly pro řízení provozu na PK a až řádově nižší ve srovnání s návěstidly výstražných světel pro zvýraznění nebezpečných míst. U návěstidla železničního přejezdového zabezpečovací zařízení není požadavek na přepínání svítivosti ve dne a v noci.

V noci je stávající požadavek na (osovou) svítivost postačující, ve dne se však zdá být nedostatečný. Jas světelného pole návěstidla železničního přejezdového zabezpečovacího zařízení (při velikosti světelného pole Ø 200 mm a svítivosti 100 cd) je 3185 cd/m$^2$. Vycházející nebo zapadající slunce (cca 10º nad obzorem) osvětluje všechny předměty, tedy i výstražník železničního přejezdového zabezpečovací zařízení hodnotou asi 40 000 lx. I když výstražník je černý, jeho jas bude asi 1000 až 1500 cd/m$^2$, tedy třetinový až poloviční ve srovnání s jasem světelného pole. Svítící světelné pole na výstražníku bude tedy málo výrazné. Z toho vyplývá, že zejména za nízkého slunce je nebezpečí přehlédnutí světelné výstrahy v důsledku nižší svítivosti podstatně pravděpodobnější.

# 3. Provedení měření

### 3.1 Časové rozložení měření

První série měření se uskutečnila v roce 2008 (výsledky prezentovány v redakčně upravené zprávě výzkumného projektu VaV AGATHA za rok 2008). Ve snaze doplnit získané informace a poznatky

rozšířit i na další typy výstražníků pak měření pokračovala i v roce 2009. Poslední měření proběhlo 18.ledna 2010.

### 3.2 Výběr vhodných přejezdů

Výběr vycházel především z požadavku měření běžných („soudobých“) typů výstražníků, které se pro zabezpečení přejezdů v ČR užívají v hojné míře. V tomto smyslu byly do souboru zařazeny výstražníky AŽD 71 (starší i modernizovaná varianta), výstražníky VÚD a výstražníky vyráběné v současnosti (AŽD 97-PV).

V roce 2008 měřeny výstražníky na následujících lokalitách:

- Železniční přejezd Přízřenice (trať Brno-Břeclav, km 138,180, úsek Brno Horní Heršpice-Modřice), typ AŽD 71
- Železniční přejezd Ponětovice (trať Brno-Veselí nad Moravou, km 11,923, úsek Šlapanice-Blažovice), typ AŽD 71
- Železniční přejezd vzdálený asi 1 km od obce Moravské Bránice (trať Střelice-Hrušovany nad Jevišovkou, km 133,219), typ VÚD

V roce 2009 (jedno měření též leden 2010) měřeny výstražníky na následujících lokalitách:

- Železniční přejezd Olomouc-Řepčín (trať Olomouc-Senice na Hané, km 7,482), typ AŽD 71
- Železniční přejezd Horka nad Moravou (trať Olomouc-Senice na Hané km 8,674), typ AŽD 97-PV
- Železniční přejezd Příkazy (trať Olomouc-Senice na Hané, km 14,470), typ renovované AŽD 71
- Železniční přejezd Křenovice-horní nádraží (trať Brno-Přerov, km 23,930), typ AŽD 97-PV
- Železniční přejezd vzdálený asi 1 km od stanice Rakšice (trať Střelice-Hrušovany nad Jevišovkou, km 119,208, úsek Moravský Krumlov-Rakšice), typ VÚD

### 3.3 Metodika měření

Měření osové svítivosti bylo prováděno metodou měření osvětlení luxmetrem s následným výpočtem podle vztahu $I = E \cdot r^2$, kde I je svítivost, E osvětlení a r měřicí vzdálenost luxmetru od světelného pole návěstidla.
Konkrétní měření bylo prováděno v nočních hodinách luxmetrem Minolta T1, přičemž měřicí vzdálenost byla vymezena deskou ze sololitu se středem přibližně v ose návěstidla. zavěšenou na skládacím žebříku postaveným před návěstidlem (viz **obrázky 1 a 2**). Každé z návěstidel bylo pro eliminaci měřicí chyby měřeno dvakrát až třikrát (v rámci po sobě jdoucích světelných výstrah).

U měření v roce 2009 na místě spolupracovali zástupci SŽDC, díky nimž bylo měření snazší (zapnutí výstražných světel na trvalé svícení) a umožnilo i orientační zjištění svítivosti ve vybraných úhlech mimo osu světla. (pro vytvoření představy viditelnosti světla „do stran“)

Obrázek 2

### 3.4 Výsledky měření

**Železniční přejezd Přízřenice (15.12.2008), typ AŽD 71**

| | Osvětlení (lx) | měřící vzdálenost (m) | svítivost návěstidla (cd) |
|---|---|---|---|
| návěstidlo západní(od ul. Vídeňské) | 2,6 - 2,7 | 3,45 | 31 - 32 |
| návěstidlo západní (od ul. Vídeňské) | 2,4 - 2,5 | 3,45 | 29 - 30 |
| návěstidlo východní (od Přízřenic) | 7,1 - 8,3 | 2,47 | 43 - 50 |
| návěstidlo východní (od Přízřenic) | 3,7 - 4,2 | 3,74 | 52 - 59 |

**Železniční přejezd Ponětovice (15.12.2008), typ AŽD 71**

| | Osvětlení (lx) | měřící vzdálenost (m) | svítivost návěstidla (cd) |
|---|---|---|---|
| návěstidlo jižní (od Prace) | 7,9 - 8,4 | 3,30 | 86 - 91 |
| návěstidlo jižní (od Prace) | 5,5 - 5,8 | 4,10 | 92 - 97 |
| návěstidlo severní (od Ponětovic) | 5,7 - 6,4 | 3,05 | 53 - 58 |
| návěstidlo severní (od Ponětovic) | 3,4 - 3,8 | 4,00 | 54 - 61 |

**Železniční přejezd Moravské Bránice (19.12.2008), typ VÚD**

| | Osvětlení (lx) | měřící vzdálenost (m) | svítivost návěstidla (cd) |
|---|---|---|---|
| návěstidlo jižní (od Dol. Kounic) | 1,2 - 1,3 | 2,70 | 8,7 - 9,5 |

| | Osvětlení (lx) | měřící vzdálenost (m) | svítivost návěstidla (cd) |
|---|---|---|---|
| návěstidlo jižní (od Dol. Kounic) | 0,7 - 0,8 | 3,70 | 9,6 - 10,9 |
| návěstidlo jižní (od Dol. Kounic) | 1,4 - 1,6 | 2,25 | 7,1 - 8,1 |

**Železniční přejezd Olomouc-Řepčín (10.12.2009), typ AŽD 71**

| vertikální úhel<br>horizontální úhel | 0° | 5° | + 10° |
|---|---|---|---|
| **0°** | 82 | 61 | 40 |
| **5°** | 58 | | |
| **- 10°** | 38 | | |

**Železniční přejezd Horka nad Moravou (10.12.2009), typ AŽD 97-PV**

| vertikální úhel<br>horizontální úhel | 0° | 5° | + 10° |
|---|---|---|---|
| **0°** | 263 | 237 | 181 |
| **5°** | 100 | | |
| **- 10°** | 52,5 | | |

**Železniční přejezd Příkazy (10.12.2009), typ AŽD 71 po renovaci**

Přejezd Příkazy - km 14,470

| vertikální úhel<br>horizontální úhel | 0° | 5° | + 10° |
|---|---|---|---|
| **0°** | 132 | 89 | 49 |
| **5°** | 106 | | |
| **- 10°** | 64 | | |

**Železniční přejezd Křenovice-horní nádraží (16.12.2009), typ AŽD 97-PV**

Přejezd Křenovice - km 23,930

| vertikální úhel<br>horizontální úhel | 0° | 5° | + 10° |
|---|---|---|---|
| **0°** | 207 | 170 | 140 |
| **5°** | 125 | | |
| **- 10°** | 67 | | |

**Železniční přejezd Rakšice (18.1.2010), typ VÚD**

Přejezd Rakšice - km 119,208

| vertikální úhel<br>horizontální úhel | 0° | 5° | + 10° |
|---|---|---|---|
| **0°** | 21,5 | 19,2 | 16,4 |
| **5°** | 17,6 | | |
| **- 10°** | 15,4 | | |

## 4. Závěry z měření – shrnutí a doporučení

### 4.1 Stručné shrnutí

Celkově lze poznatky z měření shrnout následně:

- Rozpětí svítivostí je veliké (přibližně v rozmezí jednoho řádu); na síti železničních tratí v České republice se lze setkat s velmi slabě svítícími výstražníky i s výstražníky svítícími velmi dobře. Nejnižší naměřená hodnota svítivosti činila 8 cd, nejvyšší hodnota 263 cd.
- Svítivost starších zařízení (VÚD) je výrazně nižší než zařízení novějších (AŽD 71 a pozdější).
- I starší zařízení (např. AŽD 71) s modernizovanou optikou (Olomoucko) mohou dosahovat překvapivě dobrých hodnot svítivosti, která bohatě vyhoví požadavkům ČSN 34 2650.
- Současně vyráběná zařízení působí z hlediska svítivosti jako bezproblémová.
- Svítivost výstražníků „do stran“ (dle měření v roce 2009) většinou vyhoví empirickému požadavku, aby svítivost v horizontálním úhlu plus minus 10º nepoklesla výrazně pod úroveň poloviny hodnoty osové svítivosti (tento parametr zjevně nesplnil pouze výstražník na přejezdu v Horce).
- Porovnání výstražníků se silniční světelnou signalizací vychází nepříznivě (výstražníky svítí celkově hůře než SSZ), případná horší viditelnost v důsledku nižší svítivosti výstražníků však může být částečně kompenzována blikáním.
- Přesto však doporučujeme sjednocení nebo alespoň přiblížení "silničních" a "železničních" norem, jak je popsáno v aktivitě A 409 (Náměty na změny předpisů).

### 4.2 Doporučení s ohledem na kolísání vnějších světelných podmínek

Kromě různosti naměřených hodnot svítivosti, z nichž některé jsou výrazně pod úrovní požadavků současných předpisů, je vhodné diskutovat viditelnost světel výstražníků za různých světelných podmínek. Je nutné vzít v úvahu, že intenzita osvětlení okolí (resp. prostředí, v němž je výstražník umístěn), kolísá v rozmezí hodnot 1 lx (hluboká noc) – 100 000 lx (prudké slunce). Světelný signál musí být viditelný za každých podmínek, což klade odlišné požadavky na svítivost. I zjištěné minimální hodnoty svítivosti (okolo 8 cd na zařízení VÚD), které jsou za slunného odpoledne téměř katastrofálně nízké, za tmy bez problémů vyhoví (dobře viditelné světlo, které přitom neoslní).

Aby návěstidlo bylo dobře viditelné ve dne a přitom neoslňovalo v noci, je žádoucí diferencovat požadavky na svítivost den/noc. Všechny evropské normy týkající se silniční světelné signalizace tento požadavek zohledňují; vrcholem dokonalosti je pak ČSN EN 12966-1 týkající se proměnných dopravních značek ze světelných bodů, která rozlišuje nikoli dvě (den/noc), ale dokonce pět úrovní vnějšího osvětlení v pěti řádech (40 000 lx, 4000 lx, 400 lx, 40 lx až 4 lx) měřených fotobuňkou, kterým se svítivost značky v provozu průběžně přizpůsobuje. Rozpětí vnějšího osvětlení výstražníků je tak velké, že je velmi problematické požadavek na jejich svítivost „odbýt“ jedinou hodnotou.