



Optické signalizační zařízení obsahuje světelný zdroj, zabudovaný obvykle v barevném transparentním krytu, který je používán v mnoha aplikacích, mimo jiné pro doplnění a posílení účinku zvukového výstražného signálu v případě nebezpečí, nutnosti varování nebo jako zdroj stavové informace o pracovním stroji či o pracovním procesu ve výrobním nebo jiném systému.

Účinnost optických signálů

S možnou výjimkou stavové indikace je účelem řady optických signalizačních zařízení E2S upoutat pozornost ve srovnání se svítidly nebo celkovým osvětlením, které jsou určeny k osvětlení daného prostoru a nemusí tedy nutně přitahovat pozornost. Proto je účinnost nebo intenzita světla signalizačního zařízení, na rozdíl od jeho pouhé osvětlovací schopnosti, nesporně důležitým faktorem. Různé světelné zdroje mohou poskytovat výrazně odlišnou účinnou intenzitu světla a schopnost zaujmout pozornost, zejména při blikání; nicméně v kontrastu s uvedenými vlastnostmi, jejich schopnost osvětlit určitý prostor může být poměrně špatná.

Společnost E2S poskytuje informace o účinnosti optických signalizačních zařízení, získané při aktuálních zkouškách a měření každého modelu z vyráběné řady. Uvedené informace nejsou založeny na pouhých odhadech a aplikaci jednoduchých pravidel a předpokladů nebo na pouhých výpočtech. Máme tedy jistotu, že námi naměřené hodnoty světelných výstupů jsou věrohodné a lépe pomohou při snadnějším výběru vhodného produktu.

Zdroje světla, které jsou k dispozici:

- **Vláknová žárovka** – obvykle provozovaná ve spojení s přídatným obvodem, výstupní světelný signál je buď trvale svítící, nebo účinnější blikající. Žhavicí vlákno žárovky poskytuje při relativně nízké ceně odpovídající účinnost, která může být zvýšena použitím Fresnelovy čočky. Žárovka má ale malou životnost, která může být ještě snížena, pokud je vystavena i poměrně nízkým úrovním vibrací.
- **Halogenová žárovka** – vlákno žárovky je uzavřeno v baňce, do jejíž atmosféry je přidána sloučenina halového prvku (halogenu, např. bromu nebo jodu) a svítí (žhne) při mírně vyšší teplotě, než v běžné žárovce. Má vyšší světelnou účinnost a až třikrát vyšší životnost než běžná žárovka. Uvažujeme-li např. 40 W žárovku, pak u halogenové verze lze dosáhnout až o 80 % vyšší světelné účinnosti (měrný zářivý výkon o velkém světelném toku je oblouk mezi dvěma elektrodami, umístěnými v baňce, naplněné pod tlakem inertním plynem (xenon). Zážeh oblouku zajišťuje impuls vysokého napětí, generovaný střídačovým obvodem. Po zapálení oblouku je vytvořen okamžitý zářivý záblesk světla, které lze dále zesílit prostřednictvím Fresnelovy čočky. Energie záblesku je závislá na velikosti výbojky, napětí impulzu a kapacitě vybíjejícího se kondenzátoru. Vytvořené světlo má zhruba 3 x vyšší svítivost než u vláknových žárovek. Životnost výbojky je obvykle 5 - 8 milionů záblesků, poté dochází k postupnému útlumu světelného výstupu až k selhání funkce.
- **Xenonová výbojka** – zdrojem silného světla o velkém světelném toku je oblouk mezi dvěma elektrodami, umístěnými v baňce, naplněné pod tlakem inertním plynem (xenon). Zážeh oblouku zajišťuje impuls vysokého napětí, generovaný střídačovým obvodem. Po zapálení oblouku je vytvořen okamžitý zářivý záblesk světla, které lze dále zesílit prostřednictvím Fresnelovy čočky. Energie záblesku je závislá na velikosti výbojky, napětí impulzu a kapacitě vybíjejícího se kondenzátoru. Vytvořené světlo má zhruba 3 x vyšší svítivost než u vláknových žárovek. Životnost výbojky je obvykle 5 - 8 milionů záblesků, poté dochází k postupnému útlumu světelného výstupu až k selhání funkce.
- **LED (Light Emitting Diode)** – polovodičový světelný zdroj, který na rozdíl od žárovek se žhavicím vláknem a xenonových výbojek emituje pouze jednu frekvenci světla (tj. jednu barvu) v závislosti na jeho konstrukci. Technologie LED se neustále vyvíjí a nenabízí prozatím tak jasné možnosti aplikačního využití, jako xenonové výbojky, ale na druhou stranu se LED zdroje světla vyznačují mimořádně nízkým napájecím proudem a velmi dlouhou životností, což je velmi příznivé např. v aplikacích, kde je požadováno indikační hlášení nebo informace o stavu (statusu) strojů nebo výrobního procesu.

Jak E2S měří svítivost optického signálu?

K měření průměrné efektivní svítivosti kompletního majáku včetně čočky je užíván spektrometr. Výsledek měření je vyjádřen údajem efektivní svítivosti.

U zábleskových majáků s xenonovou výbojkou je měřena doba trvání světelného impulzu v úrovni 10 % špičkové amplitudy pulzu mezi nástupnou a sestupnou hranou impulzu. Sečtené úrovně světla během periody pulzu jsou pak vyjádřeny s využitím vzorce Blondel-Rey údajem efektivní svítivosti, což je stejná míra světelné intenzity, jaká by se jevila pozorovateli v případě pozorování zdroje se stálým výstupem světla.

Efektivní hodnota svítivosti (I_{eff}), vyjádřená v jednotkách candela (cd), se vypočítá pro každý měřený impulz podle níže uvedeného vztahu Blondel-Rey:

$$I_{eff} = \frac{\int_{t_1}^{t_2} I(t) dt}{a + (t_2 - t_1)}$$

Kde,

$I(t)$ je okamžitá hodnota svítivosti jako funkce času v jednotkách candela (cd);

a = vizuální časová konstanta užitá ve výpočtech s hodnotou 0,2 (noční podmínky) nebo 0,1 (denní podmínky)

$t_2 - t_1$ je doba trvání záblesku (světelného impulzu), měřena v úrovni 10 % špičkové amplitudy pulzu mezi nástupnou a sestupnou hranou impulzu.

Naměřená účinnost ve srovnání s účinností získanou pouze pomocí odhadů, aplikací jednoduchých pravidel a předpokladů nebo získanou pouze výpočtem – Zábleskové majáky s xenonovou trubicí

Při vyhodnocování nebo porovnávání výstupních parametrů více než jednoho optického signalizačního zařízení stojí nepochybně za zvážení metody, jakými byla data získána.

K získání údajů o účinnosti se obvykle používaly jednoduchá pravidla, předpoklady i výpočty, založené na energii zábleskové trubice uvnitř xenonového zábleskového majáku. Avšak, srovnáme-li odvozené výstupní parametry, získané výpočty založenými pouze na samotné energii, s výstupními parametry, měřenými pomocí spektrometru nebo podobného přístroje, pak tyto odvozené parametry jsou často nadhodnocené, zejména hodnoty svítivosti (candle power), zvláště však hodnoty maximální (špičkové) svítivosti (peak candle power) – maximální úroveň intenzity světla, generovaného zdrojem blikajícího světla během světelného impulzu. To vše může být velmi často zavádějící, a dokud nebyly změřeny výstupní parametry dvou optických zařízení, nelze přesně srovnávat jejich účinnost, pokud se jedná o výstupní svítivost (candela output).

E2S udává dva parametry, získané z měření efektivního světelného výkonu u všech zábleskových majáků s xenonovou trubicí. Oba parametry z měření, které se provádí na produktech kompletně smontovaných a výrobně osazených čirou čočkou, jsou uvedeny níže:

Efektivní svítivost (cd) – Naměřená: také známa jako effective candle power (starší definice), je naměřená efektivní hodnota svítivosti, ekvivalentní takové svítivosti, jaká by se jevila pozorovateli v případě pozorování výstupu zdroje se stálým výstupem světla. Tento údaj by měl být užit při porovnávání dvou různých optických signalizačních zařízení.

Maximální (špičková) svítivost (cd) – Naměřená: také známa jako peak candle power, je naměřená maximální hodnota svítivosti během světelného záblesku (pulzu), generovaného zábleskovým (blikajícím) zdrojem. Tento údaj se nedoporučuje používat při porovnávání dvou různých optických signalizačních zařízení.

U xenonových zábleskových optických zařízení (majáků) E2S uvádí, že vypočtené údaje, založené na energetickém vyhodnocení zábleskové trubice, které se obvykle používají v rámci průmyslu optických signalizačních zařízení jako podklad pro odhady a aplikaci jednoduchých pravidel a předpokladů, jsou pak předmětem mnoha nežádoucích odchylek, které zapříčiňují nárůst nepřesných a nadhodnocených výstupních parametrů. Příčinou mohou být také rozdíly ve velikosti a účinnosti čočky, tvarovém provedení xenonové zábleskové trubice, v uspořádání čočky a účinnosti samotné zábleskové trubice. Další faktory, v neposlední řadě vliv barvy čočky na velikost intenzity světelného zdroje, budou uvedeny níže.

Dále jsou uvedeny definice vypočtených světelných výstupních parametrů, zařazených zde pouze pro informaci. Rozdíl mezi hodnotami těchto vypočtených parametrů a skutečně naměřených výstupních parametrů je dokumentován níže.

Efektivní svítivost (cd) – Vypočtená: také známa jako effective candle power; obvykle se předpokládá, že energie hodnoty 1 Joule, dodaná do zábleskové trubice, vytvoří svítivost v hodnotě 50 cd (candela).

Maximální (špičková) svítivost (cd) – Vypočtená: také známa jako peak candle power; obvykle se předpokládá, že energie hodnoty 1 Joule, dodaná do zábleskové trubice, vytvoří svítivost v hodnotě 100000 cd (candela). Tento údaj se nedoporučuje užívat při porovnávání dvou různých optických signalizačních zařízení.

Příklad rozdílů mezi měřeními a vypočtenými hodnotami parametru Efektivní svítivost:

Jak již bylo uvedeno dříve, při porovnávání dvou optických signalizačních zařízení by měla být porovnávána hodnota údaje efektivní svítivost – naměřená, vůči hodnotě údaje efektivní svítivost - vypočtená. Hodnoty údaje maximální (špičková) svítivost by neměly být používány pro účely srovnávání, pokud jde o účinnost různých zařízení.

Všechny optické signalizační přístroje, uvedené níže, jsou xenonové zábleskové majáky s jmenovitou hodnotou energie 5 Joule. Konstrukčně se odlišují tvarem krytu i uspořádáním čočky. Tabulka 1 znázorňuje odchylky a předpoklady, které vedou k nepřesnostem, pokud byl údaj efektivní svítivost vypočten (nebo byly uplatněny odhady a aplikace jednoduchých pravidel), na rozdíl od skutečnosti, kdy byl tento údaj naměřen.

Tabulka 1: Srovnání naměřené efektivní svítivosti s vypočtenou efektivní svítivostí: tři různé majáky E2S s jmenovitou hodnotou energie 5 Joule.

Optický signál 5 J	NAMĚŘENO		
	Efektivní svítivost (cd)	Výstražná vzdálenost	
Produkt			
L101	200	22 m	73 ft
B300STR	125	18 m	58 ft
BExDG05D	105	16 m	53 ft
	VYPOČTENO		
	Efektivní svítivost (cd)		
L101	250	112 m	366 ft
B300STR	250	112 m	366 ft
BExBG05D	250	112 m	366 ft

Účinnost a dosah majáků

Častý dotaz, kladený v oboru optické signalizace, se týká dosahu daného zařízení. Údaj efektivní svítivosti (nebo také effective candle power) daného zařízení může být užit k určení účinného dosahu pomocí následujícího vzorce, který je také uveden ve standardu EN 54-23 a v publikaci IES (Illuminating Engineering Society of North America) - Příručka pro osvětlení, 5. vydání):

Níže uvedený vzorec může být použit pro převod efektivní svítivosti zařízení na účinnou výstražnou vzdálenost, což lépe vyjadřuje varovnou funkci než pouhou funkci informativní.

$$d = \sqrt{\frac{I_{eff}(av)}{0.4}}$$

Kde $I_{eff}(av)$ = Efektivní svítivost

d = vzdálenost (m)

Níže uvedený vzorec může být použit pro převod efektivní svítivosti na **sledovací vzdálenost (nebo dosah)**, udanou pro podmínky normální denní viditelnosti.

$$d = \sqrt{\frac{I_{eff}(av)}{(6.37L_b + 18.6)10^{-7}}}$$

Kde $I_{eff}(av)$ = efektivní svítivost

d = vzdálenost (ft) (ft – feet – stopa)

L_b = činitel jasu pozadí foot-Lambert (při normálních denních podmínkách $L_b = 2919$ ft-L)

Na základě přepočtu podle dvou výše uvedených vzorců jsou v následující tabulce znázorněny údaje výstražné vzdálenosti a sledovací vzdálenosti (dosahu), vyplývající z naměřené efektivní svítivosti.

Tabulka 2: Údaje výstražné vzdálenosti a sledovací vzdálenosti (dosahu), vyplývající z naměřené efektivní svítivosti.

Efektivní svítivost cd	Výstražná vzdálenost m	Výstražná vzdálenost ft	Sledovací vzdálenost m	Sledovací vzdálenost ft
5	3,54	11,61	16	52
10	5,00	16,40	22	73
25	7,90	25,92	35	116
50	11,18	36,68	50	164
100	15,81	51,87	71	232
150	19,36	63,52	87	284
200	22,36	73,36	100	328
250	25,00	82,02	112	366
300	27,39	89,86	122	401
350	29,58	97,05	132	434
400	31,62	103,74	141	464
450	33,54	110,04	150	492
500	35,35	115,98	158	518
550	37,08	121,65	166	544
600	38,72	127,03	173	568

Jak ovlivňuje barva čočky intenzitu světelného zdroje?

Vliv barvy čočky na intenzitu světelného zdroje, umístěného v průmyslovém prostředí, může být vyjádřen následujícím způsobem:

Čirá	Žlutá	Jantarová	Červená	Modrá	Zelená
100 %	93 %	70 %	23 %	24 %	25 %

Veďte na vědomí, že všechny výše uvedené informace jsou pouze orientační a NEZARUČUJÍ jmenovité výstupní parametry optického signalizačního zařízení nebo pokrytí světelným signálem.

Umístění optických signalizačních přístrojů

Při instalaci majáku by na prvním místě mělo být zajištění možnosti všesměrového rozptylu světla, s cílem zajistit volné proudění vzduchu kolem krytu majáku a tím předejít hromadění tepla světelného zdroje, emitovaného během normálního provozu majáku. U majáků s vláknovou žárovkou je zapotřebí vyloučit zejména možnost vibrací. Světlo se šíří přímým směrem, účinek optického signálu majáku bude mnohem výraznější, pokud bude instalován v podmínkách přímé viditelnosti a nebude spoléháno na možné odrazy světla. V podmínkách, kde v každém případě je požadován jako primární akustický výstražný signál, výstražný optický signál majáku bude pak užít jako vedlejší indikační hlášení nebo informace o stavu (status).

Barvy světelných návěstí dle ČSN IEC 73 (330170)

Barvy, použitelné pro světelná návěstí a ovládací tlačítka, musí odpovídat EU směrnici pro strojní zařízení 2006/42/ES.

- **ČERVENÁ** – bezprostřední nebezpečí, poplach, vyvolání okamžitého zásahu. Ohrožení života nebo nestřeženě pohybující se stroje, důležitá zařízení v chráněném prostoru
- **JANTAROVÁ** – výstraha: Pokračovat v procesu s pozorností. Neshoda, teplota nebo tlak se odlišují od normální úrovně.
- **ZELENÁ** – bezpečná funkce, bezpečnostní upozornění: Pokračovat. Kontrola dokončena, spustit stroj.
- **MODRÁ** – žádný zvláštní význam, význam určen dle dané potřeby. Předvolba připravenosti k provozu nebo dálkového ovládání.
- **BÍLÁ** – žádný zvláštní význam. Možné potvrzení předchozího hlášení.