

Světelné místo - SM

Světelný zdroj

Světelný zdroj je primárním prvkem světelné soustavy.

Jeho světelné a další parametry tedy limitují celou osvětlovací soustavu jak po stránce světelně technické, tak po stránce i provozně ekonomické i z hlediska provozní údržby.

Používání světelných zdrojů pro veřejné osvětlení se odvíjí od jejich užitečných vlastností.

Je ovšem třeba mít neustále na zřeteli, že mnohé užité vlastnosti jsou závislé na použitém svítidle a jeho vybavení předřadným zařízením.

Volba světelného zdroje pro veřejné osvětlení

Volba světelného zdroje vyplývá již ze základních požadavků na veřejného osvětlení. Dalším hlediskem je pak ekonomika provozu a údržby.

Kriteria pro výběr světelného zdroje pro veřejné osvětlení:

- hledisko úspory el. energie při instalaci nových zdrojů (max. měrný výkon, optimální využití svět. toku ve svítidle, rychlost poklesu svět. toku...)
- ekonomické hledisko při údržbě veřejného osvětlení (život, průběh úmrtnostní křivky v čase = počet kusových výměn při údržbě, plošné výměny...)
- estetické hledisko (barva světla)
- pořizovací náklady vzhledem k užitečným vlastnostem

V tabulce tab. 0-1: Orientační přehled parametrů vybraných typů světelných zdrojů je uveden přehled světelných zdrojů, které jsou používány v soustavách VO. Uvedeny jsou porovnávací hodnoty života zdrojů, měrných výkonů a světelných toků a pro další volbu z hlediska použitelnosti i hodnoty indexu barevného podání a teploty chromatičnosti.

Typ světelného zdroje	Světelný tok* (lm)	Měrný výkon (lm/W)	Život** (hod)	Index bar. podání Ra	Teplota chromatičnosti (K)
žárovka klasická	dle příkonu	11-15	1 000	100	2 700
zářivka kompaktní		až 60	až 12 000	až 80	2 700-6 500***
rtuťová vysokotlaká výbojka 125 W	6 300	50,5	6-12 000	cca 50	3 200
rtuťová vysokotlaká výbojka 250 W	13 000	Až 52	6-12 000	cca 50	3 200
halogenidová výbojka 250 W (křemenný hořák)	23 000	92	15 000	cca 65	3 000-4 200
halogenidová výbojka 400 W(křemenný hořák)	38 000	95	20 000	cca 65	3 000-4 200
halogenidová výbojka 70 W (korundový hořák)	6 500	93	12 000	80-90	3 000-4 200
halogenidová výbojka 150 W (korundový hořák)	13 000	87	12 000	80-90	3 000-4 200
sodíková vysokotlaká výbojka standard 50 W	3 500	70	až 28 000	23	cca 2 000
sodíková vysokotlaká výbojka standard 70 W	6 500	93	až 28 000	23	cca 2 000
sodíková vysokotlaká výbojka standard 100 W	9 600	96	až 28 000	23	cca 2 000
sodíková vysokotlaká výbojka standard 150 W	15 000	100	až 30 000	23	cca 2 000
sodíková vysokotlaká výbojka standard 250 W	27 000	108	až 32 000	23	cca 2 000
sodíková vysokotlaká výbojka zvýš.svět tok 50 W	4 000	80	až 28 000	23	cca 2 000
sodíková vysokotlaká výbojka zvýš.svět tok 70 W	6 500	93	až 28 000	23	cca 2 000
sodíková vysokotlaká výbojka zvýš.svět tok 100 W	10 000	100	až 28 000	23	cca 2 000
sodíková vysokotlaká výbojka zvýš.svět tok 150 W	17 500	117	až 30 000	23	cca 2 000

sodíková nízkotlaká výbojka 35W	4 550	123	cca 16 000	0	cca 1 800
sodíková nízkotlaká výbojka 55W	7 800	140	cca 16 000	0	cca 1 800
sodíková nízkotlaká výbojka 90W	13 000	146	cca 16 000	0	cca 1 800
sodíková nízkotlaká výbojka , zvýšený sv. tok 26W	3 500	125	cca 16 000	0	cca 1 800
sodíková nízkotlaká výbojka , zvýšený sv. tok 36W	5 800	157	cca 16 000	0	cca 1 800
sodíková nízkotlaká výbojka , zvýšený sv. tok 66W	10 500	148	cca 16 000	0	cca 1 800
sodíková nízkotlaká výbojka , zvýšený sv. tok 91W	16 000	167	cca 16 000	0	cca 1 800
bezelektrodové (indukční) výbojky					
Philips QL 165W	12 000	73	očekávaný: 100 000	cca 80	3 000 - 4 000
Osram Endura 150 W	12 000	80	60 000	cca 80	3 000 - 4000

pozn.:

1. měrný výkon zdroje s předřadníky:

sodíkové vysokotlaké výbojky nižší o cca 10 - 15%

sodíkové nízkotlaké výbojky nižší o cca 23 %

2. měrný výkon: z počáteční hodnoty světelného toku

*) – střední hodnoty z katalogů výrobců

**) – střední hodnoty z katalogů výrobců, hodnota do 50% svítících kusů ze sled. souboru

***) – podla příkonu , průměru výb. trubice, použitého luminoforu

tab. 0-1: Orientační přehled parametrů vybraných typů světelných zdrojů

Pro osvětlování komunikací převážně pro motorovou dopravu není tak přísný požadavek na barvu světla, resp. na barevné podání osvětlovaných předmětů, hlavní hledisko je maximální možná úspora e. energie spotřebované na osvětlení.

Světelný zdroj s nejvyšším měrným výkonem (lm/W) jsou **sodíkové nízkotlaké výbojky**. Vedle nevhodného barevného podání těchto výbojek (index barevného podání = 0) tyto zdroje, díky svým velkým rozměrům a geometrii výbojové trubice lze obtížně umístit do odrazné plochy zrcadla a světelný tok ze zdroje je nedostatečně využit a usměrněna na osvětlovanou plochu. Svítidla pro tento typ zdrojů velkých rozměrů se všemi důsledky z toho vyplývajícími: vysoká hmotnost, obtížné ušetření, obtížná montáž, údržba. Jejich život je nižší oproti sodíkovým vysokotlakým výbojkám je nižší a mají vyšší pokles světelného toku v čase.

Poznatky z Belgie: svítidla na dálnicích (výroba převážně Schröder) jsou vesměs silně znečištěna, účinnost cca 50%. V nových instalacích jsou používány již vysokotlaké sodíkové výbojky.

V České republice jsou pro veřejné osvětlování využívána pouze okrajově např. v Klášterci nad Ohří. V zemích Beneluxu nalézají uplatnění k osvětlení dálnic a komunikací mimo zastavěné oblasti, v některých případech k osvětlení tunelů. V nových instalacích jsou nahrazovány vysokotlakými výbojkami.

Sodíkové vysokotlaké výbojky

Některé typy těchto zdrojů se hodnotách měrného výkonu již přibližují nízkotlakým sodíkovým výbojkám. Jejich život, pokles světelného toku, průběh úmrtnostních křivek a poměrně vyhovující barevné podání dnes tyto výbojky řadí k nejrozšířenějším typům pro VO.

Vzhledem k hromadné a většinou plně automatizované výrobě (poznatky v výrobních závodů GE Budapešť a Philips Lighting Turnhout) je zaručena dobrá reprodukovatelnost a cena těchto zdrojů je dostupná.

Vlastního zdroj záření, výbojová trubice, má relativně malé rozměry a světelný zdroj lze lépe umístit do ohniska reflektoru a usměrnit světelný tok s větší účinností (zdroje s čirou baňkou).

Vysokotlaké sodíkové výbojky jsou pro využití v uličním osvětlení jako nejuvhodnější a jsou v ČR nejrozšířenější, i když jistý podíl mají stále rtuťové výbojky a objevují se i kompaktní zářivky. Je to dáno

i pořizovací cenou svítidla s tímto zdrojem, což je argument na který mnoho, zvláště menších obcí, potýkajících se s obecními rozpočty, slyší.

Provedení sodíkových vysokotlakých výbojek a jejich použití

Sodíkové vysokotlaké výbojky jsou dnes vyráběny v řadě typů.

Podle vnější baňky:

- ve válcové číré baňce

Tyto zdroje jsou využívány zpravidla ve cloněných svítidlech s optickým systémem, reflektory s výraznou zrcadlovou složkou.

- v eliptické baňce (zpravidla opatřené rozptylnou vrstvou)

Vlastní zdroj záření je celý povrch eliptické baňky. Využívají se zpravidla ve svítidlech bez nebo s nedokonalým optickým systémem, svítidla původně určená pro rtuťové vysokotlaké výbojky nebo tam, kdy by při použití zdroje v číré baňce mohlo docházet k oslnění.

- speciální provedení

Např. sodíkové vysokotlaké výbojky v provedení sufit, tj. v křemenné vnější baňce malého průměru a s oboustranně vyvedenými proudovými přírady pro použití ve svítidlech např. pro slavnostní osvětlení, v baňce s dvoukolíkovou patičí apod. Speciální využití.

Podle měrného výkonu

- výbojky řady standard – ukončování jejich výroby

Základní, finančně nejdostupnější řada tohoto typu zdrojů. Nalézají nejširší uplatnění.

- výbojky se zvýšeným světelným tokem.

Tyto typy výbojek mají oproti standardní řadě vyšší světelný tok o cca 17%. Nalézají uplatnění zvláště u návrhu nových soustav, kde je možnost při vhodném využití ve svítidle zvětšit rozteče stožáru nebo tam, kde možno snížit příkonový stupeň zdroje. Řada výrobců přechází již na tyto řady zdrojů a cenově se přibližují řadě standard.

Z hlediska doby života

- se standardní dobou života

Doba života sodíkových vysokotlakých výbojek je výrobcem udávána zpravidla jako výpadek 50% souboru, provozovaných za předepsaných podmínek. Tyto hodnoty je třeba vnímat pouze jako orientační, neboť chování výbojek v reálných podmínkách provozu je odlišné.

- s prodlouženou dobou života

Převážně jsou řešeny jako výbojky se dvěma hořáky ve společné baňce. Zapálí vždy ten hořák, který má v daný okamžik nižší hodnotu zápalného napětí. Celkový život zdroje se tím prodlouží téměř na dvojnásobek. Další předností tohoto typu je okamžitý znovuzápal při mžikovém výpadku proudu, jednohořáková výbojka musí pro opětovný start vychladnout cca 3 min. Nevýhodou je nedefinovaný světelný střed hořáku a horší využití v precizních opt. systémech.

Nalézají uplatnění zpravidla v místech, kde je obtížná nebo nákladná výměna výpadků.

- s nízkým počtem výpadků v průběhu života

Někteří výrobci (a trendy vývoje k tomu obecně směřují) nabízejí výbojky s plochým průběhem úmrtnostní křivky, čímž docílují po 16000 hod života (4 roky) výpadky v množství cca 5% ze souboru. Tyto zdroje přinášejí úspory při provádění plošných výměn. V dnešních cenách se již např. zdroje NAV 4 Y Osram přibližují standardním řadám.

Z hlediska barevného podání

- „klasické“ sodíkové vysokotlaké výbojky

Tyto zdroje, určené převážně pro osvětlení ulic a komunikací bez vyšších nároků na rozlišení barev mají index barevného podání cca 23, bez ohledu na příkon, typ, vnější baňku. Pro většinu aplikací, kdy ještě částečně rozeznáme barvu předmětů, je to postačující.

- sodíkové vysokotlaké výbojky se zlepšeným barevným podáním

Pro rozšíření možností využití vysokotlakých sodíkových výbojek někteří výrobci uvádějí tyto zdroje se zlepšeným barevným podáním, Ra až 60. To postačuje k osvětlení těch prostorů, např. pěších zón apod., kde je potřeba lepšího rozlišení barev. Objevily se i zdroje s přepínatelnou teplotou chromatičnosti. Tyto typy zdrojů pracují na elektronických předřadnících. K masovému nasazení, vzhledem k vysokým pořizovacím nákladům a funkční konkurenci halogenidových výbojek, nedošlo.

Pro aplikace např. v Architekturním osvětlení má papř. Firma Philips sodíkovou výbojku se zvýšeným podílem červené složky.

Z ekologického hlediska

- sodíkové vysokotlaké výbojky s rtuť v hořáku.

Většina výbojových světelných zdrojů, a tedy i sodíkové výbojky, obsahují ve výbojovém prostoru inertní plyn, rtuť, případně další páry kovů nebo sloučenin. V hořáku vysokotlaké sodíkové výbojky je vedle inertního plynu (Ar, Xe) a sodíku i jisté množství rtuti (cca 20% z hmotnosti obsaženého amalgamu), která slouží jednak k rozhoření výboje a za provozu ke stabilizaci výboje a obloukového napětí.

- sodíkové vysokotlaké výbojky bezrtuťové

Výbojové světelné zdroje obsahují zpravidla rtuť podle vyhlášky nebezpečný jed. Nefunkční výbojové zdroje je nutno ekologicky zneškodňovat. Někteří výrobci přistoupili k výrobě výbojek tzv. bezrtuťových, kde je celkové množství Hg v hmotnostní jednotce odpadu pod limitem nebezpečného odpadu. Masové rozšíření těchto výbojek nenastalo. Mají kratší život oproti klasickým zdrojům a barva světla se v průběhu života blíží k nízkotlaké výbojce (výsledky terénních zkoušek).

Příkon soustavy zdroj + předřadník

Je nutné připomenout, zvláště pro projektovou činnost nových osvětlovacích soustav a dimenzování součástí vzhledem k celkovému příkonu, že celkový svítidla s induktivními předřadníky je o cca 15 - 20 % vyšší, než by byl příkon vypočtený podle hodnoty světelného zdroje. Jedná se převážně o ztráty na induktivním předřadníku, při použití elektronických předřadníků jsou tyto ztráty o řád nižší.

Někteří výrobci světelných zdrojů uvádějí ve svých technických katalozích celkový příkon zdroj + předřadník. Pokud jsou k dispozici, jsou uvedeny v *tab. 4-2 Světelně technické parametry vybraných typů sodíkových vysokotlakých výbojek.*

Náběhový proud

Hodnoty náběhového proudu jsou pro daný typ zdroje prakticky shodné u všech výrobců.

Podle těchto údajů výrobců světelných zdrojů by se měly hodnoty náběhových proudů pohybovat v hodnotě cca 1,5 vyšší než proudy jmenovité.

Rtuťové výbojky od roku 2012 se nebudou již vyrábět

Halogenidové výbojky

Účinnou možností, jak zlepšit spektrum vyzařované rtuťovým výbojem, je doplnění spektra o spektrum některých prvků či sloučenin. Některé mají velmi silné spektrální rezonanční čáry, jejichž vhodnou

kombinací lze docílit požadované barvy světla (Tl, .In, Cs, Li, Th ...), jiné mají velice husté čárové spektrum a docilují velmi dobrého podání barev (Sn, Dy, Ho, Tm...).

Aby bylo dosaženo dostatečného parciálního tlaku par těchto příměsí ve výboji, vnášejí se zpravidla v formě sloučenin, halogenidů, nebo tyto sloučeniny vznikají v technologickém procesu v hořáku..

Tyto zdroje lze tedy popsat jako výbojové zdroje, kde světlo vzniká zářením par kovů a produktů štěpení halogenidů. Pro umožnění zápalu hořák obsahuje i inertní plyn a Hg.

Hořák výbojky je umístěn ve vnější baňce, která mimo jiné filtruje nežádoucí UV záření a udržuje provozní teplotu hořáku.

Výbojky jsou provozovány v el. obvodu s tlumivkou a zapalovačem se zapalovacím impulsem 4,5 kV. Náběhová doba cca 5 min, náběhový proud až 200% jmenovitého. Opětovné znovuzapálení po cca 10 min.

Díky široké možnosti úpravy barev a barevného podání těchto zdrojů nalézají uplatnění v celé škále aplikací, od interiérových, před veřejné osvětlení až po osvětlení stadionů a ploch nádraží. K těmto účelům se vyrábějí v celé škále provedení a s různými patičkami.

Příkonová řada od 35 W až po 3,5 kW, nap. napětí 230 a 400V.

V katalozích předních výrobců se objevily **halogenidové výbojky s keramickým hořákem** pro veřejné osvětlení jako **přímá náhrada sodíkových vysokotlakých výbojek**. Mají shodný světelný střed, shodný rozměry baňky a shodnou patičku, jsou tedy využitelní v optickém systému pro sodíkové trubkové výbojky a především jsou použitelné s předřadníky pro sodíkové vysokotlaké výbojky odpovídajícího příkonu. V Tab. 0-2 jsou uvedeny typy těchto zdrojů .

výrobce	typ	Příkon (W)	Proud (I)	Sv.tok (lm)	Měr.výkon (lm/W)	Index bar. podání. (Ra)	Život (hod)
Osram	HCI – TT 70/WDL	70	0,95	6 500	93	83	9 000
Osram	HCI – TT 150/WDL	150	1,8	14 000	93	85	9 000
GE	CMH 70/ TT/UVC/830/E27	70		6 400	90	83	12 000
GE	CMH 150/ TT/UVC/830/E40	150		14 000	90	85	12 000
Philips	CDM – TT 70/ 830	70	1,0	6 300	88	83	*)
Philips	CDM – TT 100/ 830	100	1,1	9 000	90	85	*)
Philips	CDM – TT 150/ 830	150	1,8	13 500	92	85	*)

*) – život neuvádí, k dispozici úmrtnostní křivky

Tab. 0-2 Halogenidové výbojky s křemenným hořákem, přímá náhrady sodíkových výbojek

Ve venkovním osvětlení se v současných trendech začínají stále více uplatňovat požadavky kvalitativní, tj. věrné podání barev zdroji s vysokým indexem podání barev, mezi něž halogenidové výbojky bezesporu patří. Tento trend souvisí i s důvodem estetickým, soustava VO je chápána jako městský mobiliář, který dotváří charakter jednotlivých městských částí.

Podle posledních průzkumů bylo zjištěno, že nejen množství, ale i kvalita světla ovlivňuje zrakový výkon a rychlost reakce. Má to souvislost s fyziologií lidského oka jako receptoru a jednoznačný výsledek je, že v soustavách s halogenidovými výbojkami postačují pro stejné reakční časy nižší hladiny osvětlenosti, než u soustav s jinými zdroji. Neboli kvalita barevného podání souvisí i s bezpečností např. silničního provozu.

Masovému rozšíření halogenidových výbojek ve VO stále brání vysoká pořizovací cena, nižší měrný výkon v porovnání se sodíkovými výbojkami a kratší život.

Zářivky

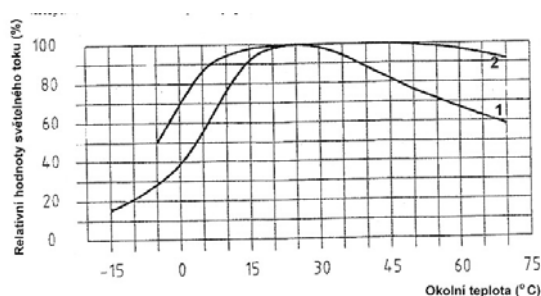
V některých aplikacích veřejného osvětlení se používají i zářivky (nízkotlaké výbojové zdroje), ať kompaktní, kruhové i jiné, výrobci nabízejí již celou řadu svítidel, zejména pro dvoutrubicové zdroje až

do příkonu 55 W. Je to dáno např. požadavkem na bílou barvu světla, nebo i nízkými pořizovacími náklady na tato svítidla některých výrobců (např. Modus)

Z celé škály dnes vyráběných zářivek je možno volit požadované barevné podání i teplotu barvy světla. Využití světelného toku zářivek ve svítidle však, díky geometrickým rozměrům, není ideální a nacházejí využití zejména v malých obcích a jako doplňkové nebo efektné osvětlení. Zářivky mají pro venkovní aplikace jednu podstatnou nevýhodu: poměrně značnou závislost světelného toku na okolní teplotě a ne vždy dojde k ustálení teploty ve svítidle na optimální pracovní teplotu. Z tohoto důvodu je velice obtížný výpočet osvětlení.

Na Obr. 0-1 Závislost svět. toku zářivky na okolní teplotě je na křivce 1 naznačena závislost klasické zářivky plněné Hg, na křivce 2 pak dosahované hodnoty při použití technologie s amalgamem india.

Někteří výrobci dodávají zářivky s posunutým maximem účinnosti k nižším teplotám pro venkovní aplikace.



Obr. 0-1 Závislost svět. toku zářivky na okolní teplotě

Zářivky nalézají oprávněné uplatnění např. pro prosvětlení ciferníků veřejných hodin, osvětlení staničních sloupků apod.

Chování světelných zdrojů v čase

Důležitým údajem, souvisejícím s ekonomikou provozu světelných zdrojů je **život světelného zdroje(hod)**. Výrobci světelných zdrojů zpravidla uvádějí hodnoty života, kdy ještě svítí 50% sledovaného souboru za stanovených podmínek. Znamená to, že jsou provozovány v předepsaném režimu na zkušebnách se stabilizovaným napájecím napětím. Pochopitelně v terénu nemůžeme tyto podmínky splnit. Vedle kolísání napájecího napětí sítě (v některých soustavách veřejného osvětlení bývá eliminováno provozováním regulátorů-stabilizátorů napájecího napětí) k tomu přistupuje i chvění a další vlivy. Pro zjištění hodnoty života výbojových zdrojů není známa žádná metoda urychleného zjištění hodnoty života, výbojové zdroje si musí svoje hodiny skutečně odsvítit.

Chceme-li se něco dozvědět o chování (životě) sodíkových vysokotlakých a vůbec výbojových zdrojů v terénu, nezbyvá, než většinou sbírat svoje zkušenosti nebo konzultovat s dalšími provozovateli VO.

Pokles světelného toku

Světelný tok každého zdroje se v čase života mění. Tyto změny zachycují křivky poklesu světelného toku. Určují, opět jako laboratorní hodnoty udané výrobcem zdrojů, jaký je procentuální pokles počáteční hodnoty svět. toku po 100 hod života v závislosti na počtu odsvícených hodin.

Tento údaj je důležitý pro návrhy a výpočty soustav, počáteční hodnoty výpočtu je třeba nadhodnotit o tolik, aby na konci intervalu výměny zdroje hodnota světelného toku, resp. osvětlenosti ještě vyhovovala ČSN.

Vývojové trendy sodíkových výbojek hlavních výrobců

Halogenidové výbojky

Halogenidové výbojky s hořáky z korundové keramiky jsou považovány za perspektivní skupinu světelných zdrojů. Vlastnosti těchto zdrojů umožňují konstruovat materiálově úsporná svítidla s velmi dobrými optickými parametry, s vysokými požadavky na kvalitu osvětlení. Výrobci dnes nabízejí tento typ zdrojů pro přímou náhradu sodíkových výbojek.

Pro osvětlení center měst, dotvoření charakteru místa budou mít tyto výbojky stále větší uplatnění a tam, kde bude třeba osvětlení v bílé barvě jistě brzy vytlačí zářivky i rtuťové výbojky.

Masovému nasazení dosud brání cena cca 4 x vyšší než u sodíkové výbojky a kratší jm. život a nižší měrný výkon.

Výbojky se vyznačují:

- kompaktními rozměry hořáku a následně i vnější baňky, využitím ve svítidla pro sodíkové výbojky
- velkou účinností 85 až 95 lm/ W při nízkých příkonech 70 a 150 W,
- vynikajícím podáním barev s $R_a > 80$,
- možností provozu s indukčním předřadníkem pro sodíkové výbojky (existuje však již i elektronický předřadník),
- stabilitou kolorimetrických parametrů v průběhu života (na rozdíl od klasických halogenidových výbojek)

Bezelektroodové výbojové zdroje

Lze očekávat postupné doplňování typové řady, není vyloučen ani vývoj zdroje s podstatně menšími rozměry pro lepší využití ve svítidle. Pro využití stávajících typů (QL – výrobce Philips, Endura – výrobce Osram) jsou již navržena svítidla pro uliční osvětlení i osvětlení tunelů, vč. asymetrických, jejich katalogy jsou k dispozici. Zmíněné výbojky jsou vhodné pro použití zejména v osvětlovacích soustavách, kde je obtížná častější výměna světelných zdrojů.

Jejich společné přednosti lze charakterizovat takto:

- velký měrný výkon 65 - 80 lm/W,
- extrémně dlouhý život až 100 000 hod, limitovaný konstrukcí vf zdroje - napájení;
- vysoká stabilita světelného toku během svícení, minimální náklady na údržbu osvětlovací soustavy.

LED diody

V posledních letech se stále výrazněji v různých světelnotechnických aplikacích prosazují LED diody. Diody spolehlivě vytlačují miniaturní žárovky a nacházejí i zcela nové použití, např. v dopravní signalizaci, při osvětlení exponátů citlivých na UV záření, byla popsána i aplikace pro veřejné osvětlení, objevují se i architekturním osvětlení.

Trendy vývoje u LED jsou ze všech typů zdrojů nejrychlejší. Podle údajů výrobců se každým rokem zhruba zdvojnásobí dosažená hodnota světelného toku, rozšiřuje se sortiment pro nejrůznější aplikace: svazky (clustery), fokusované v nejrůznějších úhlech, barevné spektrum apod.). Výrobci předpokládají během tří let dosažení hranice 100 lm/W. Cena se bude úměrně snižovat díky hromadné technologii.

K jejich významným technickým přednostem patří:

- minimální spotřeba elektrické energie (typická spotřeba elektrického výkonu 50 mW);
- minimální rozměry, jde v podstatě o bodové zdroje;

- široký sortiment výrazných (syťých) barev (červená, zelená, žlutá, modrá), nejnověji i bílá;
- nízká provozní povrchová teplota;
- malá závislost parametrů na teplotě okolí;
- poměrně dobrá účinnost, závisající na barvě až 10 lm/W, což převyšuje účinnost trpasličích žárovek;
- extrémně dlouhý život, výrazně převyšující život těchto žárovek;
- možnost dosáhnout velké směrové svítivosti použitím vhodné čočky;
- malé provozní napětí;
- dobrá odolnost proti vibracím;
- nevyzařují v oblasti UV záření;
- minimální pokles světelného toku během života;

Souhrn – trendy vývoje

Z tohoto přehledu jednoznačně vyplývá, že i do budoucna lze počítat s dalším rozvojem světelných zdrojů, který svým tempem nijak nezaostává za rozvojem ostatních oblastí vědy a techniky.

I v této oblasti je třeba neustále sledovat vývoj techniky, být v neustálém kontaktu s výrobními firmami, čerpat technické informace (což při současném způsobu zastoupení, prodeje zdrojů i od předních firem nebývá jednoduché, činnost je zaměřena obchodně a nikoliv technicky), sledovat a ověřovat novinky z uživatelského pohledu.

Svítidlo

Výběr svítidla pro veřejné osvětlení

V celém souboru prvků, který tvoří venkovní osvětlovací soustavu, je svítidlo finálním prvkem, který vzhledově a zejména funkčně celou soustavu zhodnocuje a také významně rozhoduje o ekonomičnosti osvětlovací soustavy.

Abychom mohli dosáhnout těchto **základních cílů**:

- úspora elektrické energie při provozu veřejného osvětlení
- maximálně možné snížení nákladů na provozní údržbu
- jednoduchou montáž a manipulaci pro zkrácení doby a zlevnění údržby

měli bychom na svítidlo pohlížet z několika **základních hledisek**:

- design svítidla
- světelně technické parametry
- technické provedení
- provozně ekonomické vlastnosti
- obchodní podmínky

Design svítidla

Význam tohoto hlediska stoupá přímo úměrně s architektonickou hodnotou prostoru, do kterého má být svítidlo použito. V takovém případě do výběru svítidla podstatně zasahuje názor architektů, památkářů apod. Většina osvětlovacích soustav je mimo tyto citlivé oblasti a tak je estetické hledisko ve výběru svítidla méně podstatné.

Světelně technické parametry

Světelně technické parametry zásadně ovlivňuje:

- provedení a životnost odrazné plochy reflektoru a opt. stálost refraktoru
- nastavitelnost polohy světelného zdroje
 - upravení vyzařovací křivky svítidla vzhledem k šířce osvětlované komunikace
- nastavitelnost sklonu svítidla na dřívku nebo výložníku
 - při využití je ale nutná kontrola oslnění
- těsnost celé světelně činné části
 - rozhoduje o hodnotě udržovacího činitele při výpočtu
 - má vliv na životnost refraktoru
 - snižuje náklady údržby

Technické provedení

Technické provedení svítidla je důležité z hlediska jeho montáže, připojení a následné údržby. Proto bychom při výběru svítidla měli posuzovat:

- provedení upevňovacího prvku na výložník nebo dřívk stožáru
- způsob otvírání krytu předřadníku

- počet nezbytných úkonů a použití nástrojů
- zda umožňuje otevření tohoto krytu současně provést i výměnu světelného zdroje
- zajištění krytu před odpadnutím
- zajištění krytu v otevřené poloze před působením větru
- provedení spojovacích a zajišťovacích prvků z hlediska klimatických vlivů
- **způsob provádění výměny světelného zdroje**
 - světelně činná část se musí otevřít
 - provedení těsnění
 - pevnost a stabilita těsnění
 - počet nezbytných úkonů nutných k otevření a použití nástrojů
 - zajištění krytu před odpadnutím
 - zajištění krytu v otevřené poloze před působením větru
 - provedení spojovacích a zajišťovacích prvků z hlediska klimatických vlivů
 - světelně činná část se neotevívá
 - způsob vyjímání bloku objímky zdroje
 - filtr pro „dýchání svítidla“
 - automatické odpojení el. přívodu zdroje při vyjmutí bloku objímky
- odolnost svítidla proti otřesům, zkouška na dynamické namáhání (nutné pro montáž na trakční stožáry)
- provedení připojovací svorkovnice svítidla
 - pevné připojení svodového kabelu
 - konektorové připojení umožňující odpojení svítidla bez nástroje
- upevnění a elektrické připojení jednotlivých prvků předřadníku
 - počet úkonů a použití nástrojů při výměně
 - výměna celého bloku bez nástroje
- poloha předřadníku
 - přístup ze spodu - nutná práce nad hlavou
 - přístup z vrchu - práce v přirozené pozici

Provozně ekonomické vlastnosti

Výběr svítidla ovlivňuje následné finanční náklady na provoz a údržbu osvětlovací soustavy. K volbě svítidla je v zásadě možno přistupovat z následujících hledisek:

vybírám svítidlo pro návrh nové osvětlovací soustavy

- vyšší vstupní cena při vynikajících světelně technických parametrech je zcela kompenzována nebo dokonce zajišťuje úsporu snížením budoucích provozních nákladů za spotřebu el. energie a údržbu VO - snížením počtu světelných míst, nižší spotřebou elektrické energie

vybírám svítidlo pro výměnu na stávající osvětlovací soustavě

- neumožňuje zcela využít dražší svítidla s vynikajícími světelně technickými parametry, protože jsou dány stávající malé rozteče, vycházející z výpočtů pro tehdejší méně výkonné typy svítidel

Pro objektivní výběr svítidla podle hlediska provozně ekonomických vlastností je nezbytně nutné:

- porovnání výsledných hodnot podle firemních výpočetních programů pro vzorovou osvětlovací soustavu dané komunikace
- porovnání návrhů osvětlovacích soustav pro zadanou vzorovou komunikaci a stupeň jejího zařazení z hlediska osvětlení. Z výsledků je nejdůležitější:
 - výsledný počet světelných míst
 - dodržení hodnoty intenzity osvětlení nebo jasů podle zařazení
 - hodnota rovnoměrnosti
 - dodržení hranice oslnění
 - poměrný instalovaný příkon na 1 km komunikace
- porovnání výsledků světelně technického výpočtu a skutečně naměřených hodnot při výběru svítidla, které již bylo někde montováno
- u zcela nového neznámého typu, méně známého výrobce apod. provést montáž na krátkém úseku a toto porovnání provést před konečným rozhodnutím o větším nasazení těchto svítidel
- stálost parametrů, spolehlivost - je důležitá z hlediska umístění svítidla, kdy každý zásah, oprava vyžaduje přítomnost drahého montážního mechanismu
 - těsnost a provedení světelně činné části
 - nevyžadující čištění v cyklu podle předpokládané četnosti výměny zdrojů
 - nesnižuje život světelného zdroje
- provedení předřadníku
 - stálost a dodržení parametrů (vliv na život zdroje)
 - nezbytná doba na identifikaci poruchy
- možnosti opravy předřadníku
 - nutná výměna jednotlivých prvků
 - možná výměna celého bloku předřadníku
 - jednoduchá výměna celého svítidla
- ekologické hledisko - výrobek je z recyklovatelných materiálů, aby provozovatel po uplynutí doby životnosti svítidla nestál před nákladným a těžko řešitelným problémem likvidace odpadu

Obchodní podmínky

Nejedná se pouze o cenu, ale i řadu dalších údajů, které by obchodník měl sdělit a garantovat.

- cena svítidla a její další perspektiva
 - nabídka vývoje ceny podle velikosti odběrů
 - stálost ceny i po zavedení výrobku v daném městě, obci
- dopravné

- zajištění dodávek náhradních dílů a garance jejich cen po celou dobu životnosti svítidla
 - zkušenost s tím, že cena náhradního dílu u provozovaného svítidla po tzv. zaváděcí akci dosáhla až 75 % původní ceny celého svítidla
- poskytnutí záruky výrobce, dovozce na celý výrobek
- poskytnutí záruky výrobce, dovozce na jednotlivé komponenty svítidla
- doložení certifikátu zkušebny, prohlášení o shodě
- místo odběru zboží
- okamžité dodání výpočetního programu

Trendy vývoje svítidel

Trendy vývoje ve svítidlech se budou odvíjet

- nové materiály pro výrobu součástí svítidla (zrcadla, refraktory)
- dokonalejší optické systémy díky využívání výpočetní techniky pro konstrukci opt. částí a reprodukovatelným geometrickým rozměrům zdrojů
- dokonalejší technologie pro zachování parametrů svítidla, vyšší krytí optické i el. části
- vývoje nových světelných zdrojů a jejich optických vlastností
- osazování novými (elektronickými) předřadníky s vývojem nových předřadných zařízení

K tomu, vedle čistě technických a technologických hledisek, budou stále více přistupovat hlediska ekonomická, tj. potřeba co nejefektivnějšího využívání světelného toku zdrojů soustředěním do dolního poloprostoru a na osvětlovanou plochu, zvýšení účinnosti svítidla, což je však i hledisko ekologické – odstranění nežádoucího světelného znečištění.

Stále častějším využitím elektronických předřadníků se prodlouží i životy světelných zdrojů a tím se prodlouží intervaly údržby.

Dalším inovačním trendem bude i vybavení svítidel indikátorem provozního stavu, který bude podávat hlášení o stavu jednotlivých svítidel do centrálního dispečinku (takováto zařízení jsou již v nabídce, jejich cena však je srovnatelná s cenou svítidla).

V důsledku tyto kroky povedou k používání světelných zdrojů stále nižších příkonů a k úspoře elektrické energie i úspoře nákladů za údržbu.

Současně s tím již přední výrobci hovoří o studiích s využitím naprosto nových přístupů k veřejnému osvětlení využitím s využitím LED diod, jejichž předpokládaný vývoj by mohl dosáhnout měrných výkonů srovnatelných s výbojovými světelnými zdroji.

Posuzování nových svítidel

Budeme-li vycházet ze zásad pro posuzování užitečných vlastností svítidla, pak je důležité seznámit se s fyzickým vzorkem svítidla, posoudit světelně technické vlastnosti:

účinnost, modelový výpočet podle výpočetního programu.

K dosažení maximální objektivizace posouzení je nutný názor alespoň tří posuzovatelů, přihlédnout i k názorům praktiků z údržby a montáže.

Je nutné přihlédnout i k materiálovému provedení (těsnění apod.), které zaručí dlouhodobé garantování parametrů svítidla v čase.

Pokud jsou k dispozici pouze katalogy, pak je posouzení v podstatě orientační.

K technickým kritériím přistupují i pohledy obchodní : cena, dodací podmínky, náhradní díly apod.

Pro váhu jednotlivých kritérií je třeba vytvořit algoritmus kritérií a jejich vah podle nějž pracují jednotliví experti a výsledek je zpracován. Ve váze jednotlivých kritérií je nutno zohlednit i další hlediska:

- Lokalita (centrum, okrajové oblast, průmyslová zóna, prostranství, významné architektury, památkově významné oblasti)
- Vztah prostoru k pohybu obyvatel (frekvence chodců a dopravy)
- Hledisko vandalismu (místa se zvýšeným rizikem výskytu závadových osob)
- Společenský význam osvětlení(význam prostoru či místa)

Příklad takového hodnocení, navržený z pohledu ekonoma, je v tabulce.tab. 0-3 Tabulky vah kritérií při vyhodnocování

	K1	K2	K3	K4	K5	u5
K1	x					0
K2		x				0
K3			x			0
K4				x		0
K5					x	0

Poznámka k vlastnímu vyhodnocení. Expert srovnává každé kritérium se všemi zbylými ostatními. Je-li srovnávané kritérium důležitější než porovnávané, pak запиše do přísluš. pole 1 a naopak. Např.: krit. K1(vertik. sl.) je důležitější než K2(vodor. sl.) = 1

Výpočet vah kritérií dle jednotlivých expertů:

	u1	u2	u3	u4	u5	Suma u	Suma u/ Suma n
K1	1	0	0	0	0	1	0,10
K2	2	0	0	0	0	2	0,20
K3	2	0	0	0	0	2	0,20
K4	1	0	0	0	0	1	0,10
K5	4	0	0	0	0	4	0,40
						Suma n:	10
							Váhy jednotliv. krit.

tab. 0-3 Tabulky vah kritérií při vyhodnocování

Udržovací činitel ve veřejném osvětlení

Světelná výkonnost osvětlovacích soustav v průběhu jejich životnosti není konstantní. Okamžitá hodnota osvětlenosti nebo jasů v určitém čase je podmíněna mnoha okolnostmi, z nichž některé mají krátkodobý charakter a během denní doby se často mění, jiné pak nabývají charakteru vratných nebo nevratných změn a projevují se v delším časovém období. Do první skupiny patří vliv okamžitých hodnot napětí, frekvence a teploty, do druhé vlivy znečištění, stárnutí a poruchovosti zdrojů a zařízení.

Udržovací činitel zahrnuje dlouhodobé změny účinnosti osvětlovací soustavy, které závisí na vlastnostech použitých svítidel a světelných zdrojů a jsou ovlivnitelné údržbou osvětlovací soustavy. Obecně se udržovací činitel stanoví jako součin dílčích činitelů:

$$Z = Z_z \cdot Z_s \cdot Z_p \cdot Z_{tz}$$

- kde
- Z_z je činitel stárnutí světelných zdrojů,
 - Z_s činitel stárnutí a znečištění svítidel,
 - Z_p činitel znečištění ploch osvětlovaného prostoru,
 - Z_{tz} činitel funkční spolehlivosti světelných zdrojů.

Osvětlované prostory ve venkovním prostředí obvykle nebývají ohraničeny stěnami a stropem, takže je ve výše uvedeném vztahu možno vynechat činitel z_p (uvažovat $z_p = 1$). Pokud je výměna světelných zdrojů prováděna bezprostředně po jejich výpadku, lze totéž učinit v případě činitele z_z . Udržovací činitel se pak vypočte jako součin pouhých dvou dílčích činitelů:

$$z = z_z \cdot z_s$$

V daném prostředí (s určitou úrovní znečištění ovzduší) má tedy na velikost udržovacího činitele zásadní vliv volba světelného zdroje (a s ní související průběh poklesu světelného toku v průběhu života) a volba svítidla (především jeho konstrukční řešení, použité světelně činné materiály a jejich technologické zpracování).

Pro udržovací činitel dále platí:

$$z = \frac{E_{pk}}{E_{p0}} < 1$$

kde E_{pk} je místně průměrná a časově minimální osvětlenost srovnávací roviny (pod níž osvětlenost během provozu nesmí nikdy klesnout),

E_{p0} místně průměrná a časově maximální osvětlenost srovnávací roviny (na počátku provozu).

Pozn.: Stejný vztah platí i v případě jasových požadavků (uplatňovaných např. při osvětlení silničních komunikací vyšších stupňů osvětlení), pouze osvětlenost E se nahradí jasnem L .

Hodnota udržovacího činitele uvažovaná při návrhu osvětlovací soustavy zásadně ovlivňuje investiční i energetickou náročnost osvětlovacích soustav. Např. hodnota udržovacího činitele $z = 0,5$ znamená, že v novém stavu soustava zajišťuje dvakrát vyšší hladinu osvětlení než je požadovaná nejnižší provozní hodnota (předepsaná normou nebo jiným předpisem). Je tedy žádoucí používat vyšších hodnot udržovacího činitele. Použitá velikost udržovacího činitele však musí odrážet reálné vlastnosti osvětlovacích prostředků a reálný plán údržby.

Hodinová sazba údržby venkovního osvětlení (např. veřejného osvětlení měst a obcí) bývá vyšší než v případě osvětlení vnitřních prostorů, protože se většinou musí provádět z mobilních vysokozdvizných pracovních plošin a vzdálenosti světelných míst jsou velké. Z hlediska nákladů na údržbu je výhodné, aby intervaly mezi zákroky údržby byly co nejdelší. Skutečně použitý udržovací činitel by v ideálním případě měl vycházet z minimalizace celkových nákladů na osvětlení.

Z výše uvedených důvodů se např. v případě veřejného osvětlení jeví jako nejvýhodnější provádění čištění svítidel současně s výměnou světelných zdrojů, přičemž výměna světelných zdrojů by měla být prováděna plošně (tzv. skupinová výměna) v kombinaci s individuální výměnou malého množství světelných zdrojů v mezidobí. Kvalitní vysokotlaké sodíkové výbojky v současné době umožňují provádět skupinovou výměnu světelných zdrojů v dlouhých intervalech.

Optimální délka intervalu výměny světelných zdrojů závisí především na průběhu jejich úmrtnostní křivky a poklesu světelného toku, na ceně světelných zdrojů a na výši nákladů na skupinovou a individuální výměnu těchto zdrojů. Jsou známy případy, kdy se ve veřejném osvětlení provádí skupinová výměna světelných zdrojů jednou za čtyři roky, ale i jednou ročně. Častější výměna výbojek může eliminovat rychlejší pokles světelného toku a kratší život levnějších výbojek.

Odvození konkrétní hodnoty udržovacího činitele

Zkusme dále odvodit reálnou hodnotu udržovacího činitele pro lákavý čtyřletý interval výměny světelných zdrojů a čištění svítidel (48 měsíců), kdy mají výbojky odsvíceno cca $4 \times 4000 = 16000$ hodin.

Pokles světelného toku zdrojů

V publikaci CIE 97 – 1992. Maintenance of indoor electric lighting systéme je uveden obvyklý pokles světelného toku vysokotlakých sodíkových výbojek po 16000 hodinách na 85% jmenovité hodnoty (činitel 0,85),

přičemž zůstává svítit 80% světelných zdrojů. Pro zajímavost uvedeme i hodnoty vysokotlakých rtuťových výbojek (61% / 80%), vysokotlakých halogenidových výbojek (56% / 60%).

Nejmenší pokles světelného toku vysokotlakých sodíkových výbojek po 16000 hodinách provozu uvádějí výrobci na 95% jmenovitého světelného toku (činitel 0,95). Hodnoty činitele stárnutí výbojek se ale obvykle liší pro různé jmenovité příkony, přičemž výbojky malého příkonu mívají hodnoty činitele stárnutí nižší. Např. firma Philips uvádí pro výbojky SON-T plus následující činitele stárnutí: Pro příkon 50 W je to 0,84 a pro příkon 100 W 0,86. V případě standardních výbojek jsou ovšem tyto poklesy podstatně větší (viz výše).

Znečištění a stárnutí optických systémů svítidel

Údaje o poklesu světelné účinnosti zašpiněním svítidel ve venkovním prostředí, v závislosti na stupni ochrany optických částí svítidel před vniknutím cizích předmětů, uvádí např. publikace CIE 136 – 2000 Tyto údaje jsou uvedeny v Tab. 0-4 *Hodnoty činitele znečištění svítidel* doplněním hodnot pro systém Sealsafe® firmy Schröder.

Stupeň krytí optické části svítidla	Znečištění ovzduší	Hodnoty činitele znečištění svítidel v závislosti na délce intervalu čištění v měsících				
		12	18	24	30	36
IP 2X	malé	0,90	0,82	0,79	0,78	0,75
	střední	0,62	0,58	0,56	0,53	0,52
	velké	0,53	0,48	0,45	0,42	0,41
IP 5X	malé	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88
	střední	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82
	velké	0,89	0,87	0,84	0,80	0,76
IP 6X	malé	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89
	střední	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
	velké	0,91	0,90	0,88	0,86	0,83
Sealsafe® IP 66 (Schröder)	malé	0,97	0,96	0,95	0,95	0,95
	střední	0,94	0,92	0,91	0,91	0,91
	velké	0,93	0,91	0,90	0,89	0,89

Tab. 0-4 Hodnoty činitele znečištění svítidel

Uvedené hodnoty mimo jiné ukazují, jak velký vliv má krytí svítidel na hodnotu udržovacího činitele. Vzhledem k charakteru uvedeného poklesu zanedbáme v následujících úvahách případně jeho případné další změny pro interval čištění delší než 36 měsíců a budeme tedy pro interval čištění 48 měsíců uvažovat stejné hodnoty jako pro 36 měsíců.

Malé znečištění ovzduší znamená, že v okolí se provozují aktivity, při nichž nedochází k vývinu kouře a prachu. Předpokládá se mírná intenzita dopravy a koncentrace prachových částic nepřesahující hodnotu 300 µg/m³ (venkov prostředí).

Střední znečištění ovzduší znamená, že v okolí se provozují aktivity, při nichž dochází k mírnému vývinu kouře a prachu. Předpokládá se vyšší intenzita dopravy a koncentrace prachových částic nepřesahující hodnotu 600 µg/m³ (obytné čtvrti a oblasti s lehkým průmyslem).

Velké znečištění ovzduší znamená, že kouř a prach vyvíjený provozovanými aktivitami v okolí může příležitostně zahalit svítidlo (oblasti s těžkým průmyslem).

Přitom vliv nevratných změn je jistě významný. Interval výměny svítidel přece obvykle bývá delší než 15 let, a během nich k významným nevratným změnám optických vlastností určitě dochází. Pro stanovení hodnoty činitele stárnutí lze však ťžko nalézt podklady

Údaje o nevratných změnách optických systémů uličních svítidel byly nalezeny pouze v dokumentaci ke svítidlům M2A firmy GE. Pokles světelného toku během 15 let, jen vlivem stárnutí světelné části svítidel, je v ní uveden ve výši 6% (činitel stárnutí svítidel 0,94).

Z výše uvedených důvodů je tato hodnota činitele stárnutí použita v následujících úvahách.

Udržovací činitel

V Tab. 0-5 *Hodnoty udržovacího činitele pro hodnotu činitele stárnutí optických systémů svítidel 0,94 a hodnotu činitele stárnutí světelného zdroje 0,85* jsou uvedeny hodnoty udržovacího činitele pro hodnotu činitele stárnutí optických systémů svítidel 0,94 (podle údajů GE pro svítidlo M2A, provozované po dobu 15 let) a pro hodnotu činitele stárnutí světelného zdroje 0,85 (obvyklý pro vysokotlaké sodíkové výbojky). Jsou to tedy hodnoty uvedené v Tab. 4 - 12 vynásobené činiteli 0,94 a 0,85. Součin uvedených dvou činitelů je zaokrouhleně roven hodnotě 0,80.

Stupeň krytí optické části svítidla	Znečištění ovzduší	Hodnoty činitele znečištění svítidel v závislosti na délce intervalu čištění v měsících				
		12	18	24	30	36
IP 2X	malé	0,72	0,66	0,63	0,62	0,60
	střední	0,31	0,46	0,45	0,42	0,42
	velké	0,42	0,38	0,36	0,34	0,33
IP 5X	malé	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70
	střední	0,72	0,70	0,69	0,67	0,66
	velké	0,71	0,70	0,67	0,64	0,61
IP 6X	malé	0,74	0,74	0,73	0,72	0,71
	střední	0,74	0,73	0,71	0,70	0,70
	velké	0,73	0,72	0,70	0,69	0,66
Sealsafe® IP 66 (Schröder)	malé	0,78	0,77	0,76	0,76	0,76
	střední	0,75	0,74	0,73	0,73	0,73
	velké	0,74	0,73	0,72	0,71	0,71

Tab. 0-5 Hodnoty udržovacího činitele pro hodnotu činitele stárnutí optických systémů svítidel 0,94 a hodnotu činitele stárnutí světelného zdroje 0,85

V Tab. 0-6 jsou uvedeny hodnoty udržovacího činitele pro hodnotu činitele stárnutí optických systémů svítidel 0,94 (podle údajů GE pro svítidlo M2A, provozované po dobu 15 let) a pro hodnotu činitele stárnutí světelného zdroje 0,95 (pro vysokotlaké sodíkové výbojky s nejnižším poklesem světelného toku, viz též kapitolu 3.1 tohoto příspěvku). Jsou to tedy hodnoty uvedené v Tab. 4 – 12 vynásobené činiteli 0,94 a 0,95. Součin uvedených dvou činitelů je zaokrouhleně roven hodnotě 0,89.

Stupeň krytí optické části svítidla	Znečištění ovzduší	Hodnoty činitele znečištění svítidel v závislosti na délce intervalu čištění v měsících				
		12	18	24	30	36
IP 2X	malé	0,80	0,73	0,71	0,70	0,67
	střední	0,55	0,52	0,50	0,47	0,46
	velké	0,47	0,43	0,40	0,38	0,37
IP 5X	malé	0,82	0,81	0,80	0,79	0,79
	střední	0,80	0,79	0,77	0,75	0,73

	velké	0,79	0,78	0,75	0,71	0,68
IP 6X	malé	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79
	střední	0,82	0,81	0,79	0,79	0,77
	velké	0,81	0,80	0,79	0,77	0,74
Sealsafe® IP 66 (Schröder)	malé	0,87	0,86	0,85	0,85	0,85
	střední	0,84	0,82	0,81	0,81	0,81
	velké	0,83	0,81	0,80	0,79	0,79

Tab. 0-6 Hodnoty udržovacího činitele pro hodnotu činitele stárnutí optických systémů svítidel 0,94 a hodnotu činitele stárnutí světelného zdroje 0,95

Závěry a doporučení – udržovací činitel

Nevratné změny optických systémů svítidel nelze ignorovat. Údaje o nevratných změnách by měli uvádět výrobci pro každou verzi svítidla. Nejsou-li k dispozici hodnoty pro konkrétní typ svítidla, bylo by vhodné použít výše uvedeného údaje firmy GE a **počítat s velikostí činitele stárnutí svítidla 0,94**.

V případě návrhu běžných osvětlovacích soustav uličního osvětlení, u nichž nemůžeme zabezpečit použití konkrétního typu vysokotlaké sodíkové výbojky, by měl být uvažován činitel stárnutí světelných zdrojů podle dokumentu publikace CIE 97 – 1992. Maintenance of indoor electric lighting Obecně by tedy pro čtyřletý cyklus výměny vysokotlakých sodíkových výbojek měla být **použita hodnota činitele stárnutí světelného zdroje 0,85**.

Z výše uvedených důvodů je vhodné obecně **pro čtyřletý cyklus výměn světelných zdrojů a čištění svítidel používání hodnot udržovacího činitele podle Tab. 4 - 13** konkrétně hodnot pro interval čištění 36 měsíců. Vzhledem k tomu, že norma nedovoluje použití nižší hodnoty udržovacího činitele než 0,6, lze z tabulky vyčíst, že obecně pro čtyřletý cyklus výměn světelných zdrojů a čištění svítidel **nelze použít svítidla s nižším stupněm krytí optické části než IP 5X**.

Hodnoty podle Tab. 4 - 14 by se měly používat opravdu opatrně tam, kde můžeme skutečně zaručit používání vysokotlakých sodíkových výbojek s tak nízkým poklesem světelného toku. Údaje uvedené v Tab. 4 - 14 pro interval čištění 36 měsíců je nutno považovat za nejvyšší reálně použitelné hodnoty udržovacího pro čtyřletý cyklus čištění svítidel a výměny výbojek.

Průběh skutečného poklesu světelné účinnosti osvětlovacích soustav ve by měl být sledován provozovatelem a podle výsledků terénních zkoušek by měly být uvažované hodnoty udržovacího činitele korigovány. Bylo by dobré zvlášť ověřovat velikost nevratných změn optických systémů osvětlovacích stav.

Z uvedených tabulek také vyplývá, že efekt čištění svítidel je v případě nejvyššího stupně krytí optické části (Sealsafe®) opravdu nepatrný.

Závěry a doporučení - svítidla

Výběr svítidla pro VO

Výběr vhodného svítidla pro rekonstruovanou i nově navrhovanou soustavu VO má veliký význam jak z hlediska pořizovacích nákladů, tak i z hlediska celé údržby soustavy a má nemalá vliv na její energetickou náročnost.

Budeme-li vycházet ze zásad pro posuzování užitečných vlastností svítidla, pak je důležité seznámit se s fyzickým vzorkem svítidla, posoudit světelně technické vlastnosti:

účinnost, modelový výpočet podle výpočetního programu.

K dosažení maximální objektivizace posouzení je nutný názor alespoň tří posuzovatelů, přihlédnout i k názorů praktiků z údržby a montáže.

Je nutné přihlédnout i k materiálovému provedení (těsnění apod.), které zaručí dlouhodobé garantování parametrů svítidla v čase.

Pokud jsou k dispozici pouze katalogy, pak je posouzení v podstatě orientační.

K technickým kritériím přistupují i pohledy obchodní : cena, dodací podmínky, náhradní díly apod.

Pro váhu jednotlivých kritérií je třeba vytvořit algoritmus kritérií a jejich vah podle něž pracují jednotliví experti a výsledek je zpracován. Ve váze jednotlivých kritérií je nutno zohlednit i další hlediska:

- Lokalita (centrum, okrajové oblast, průmyslová zóna, prostranství, významné architektury, památkově významné oblasti)
- Vztah prostoru k pohybu obyvatel (frekvence chodců a dopravy)
- Hledisko vandalismu (místa se zvýšeným rizikem výskytu závadových osob)
- Společenský význam osvětlení(význam prostoru či místa)

Udržovací činitel ve VO

Údaje o nevratných změnách by měli uvádět výrobci pro každou verzi svítidla. Nejsou-li k dispozici hodnoty pro konkrétní typ svítidla, lze doporučit použití údaje firmy GE a počítat s velikostí činitele stárnutí svítidla 0,94.

V případě návrhu běžných osvětlovacích soustav uličního osvětlení, u nichž nemůžeme zabezpečit použití konkrétního typu vysokotlaké sodíkové výbojky, by měl být uvažován dokladovaný činitel stárnutí světelných zdrojů. Obecně by tedy pro čtyřletý cyklus výměny vysokotlakých sodíkových výbojek měla být použita hodnota činitele stárnutí světelného zdroje 0,85.

Obecně pro čtyřletý cyklus výměn světelných zdrojů a čištění svítidel jsou hodnoty udržovacího činitele zpracovány ve formě tabulek. Vzhledem k tomu, že příslušná norma nedovoluje použití nižší hodnoty udržovacího činitele než 0,6, lze z tabulky odvodit, že obecně pro čtyřletý cyklus výměn světelných zdrojů a čištění svítidel nelze použít svítidla s nižším stupněm krytí optické části než IP 5X.

Průběh skutečného poklesu světelné účinnosti osvětlovacích soustav ve by měl být sledován provozovatelem a podle výsledků terénních zkoušek by měly být uvažované hodnoty udržovacího činitele korigovány. Bylo by dobré zvlášť ověřovat velikost nevratných změn optických systémů osvětlovacích stav.

Z uvedených tabulek také vyplývá, že efekt čištění svítidel je v případě nejvyššího stupně krytí optické části (Sealsafe®) opravdu nepatrný.

Předřadná zařízení

Předřadná zařízení pro sodíkové vysokotlaké výbojky jsou dána

ČSN EN 60662+A4+A5+A6/A7 (662 IEC 1180-3) – Vysokotlaké sodíkové výbojky

ČSN EN 60927 Příslušenství pro světelné zdroje Zapalovací zařízení

Typ použitého světelného zdroje určuje vybavení svítidla dalším elektrickým příslušenstvím, resp. určuje použití dalších součástí elektrického obvodu světelného zdroje.

Prakticky veškeré výbojové zdroje musí mít v obvodu zapojenou tlumivku.

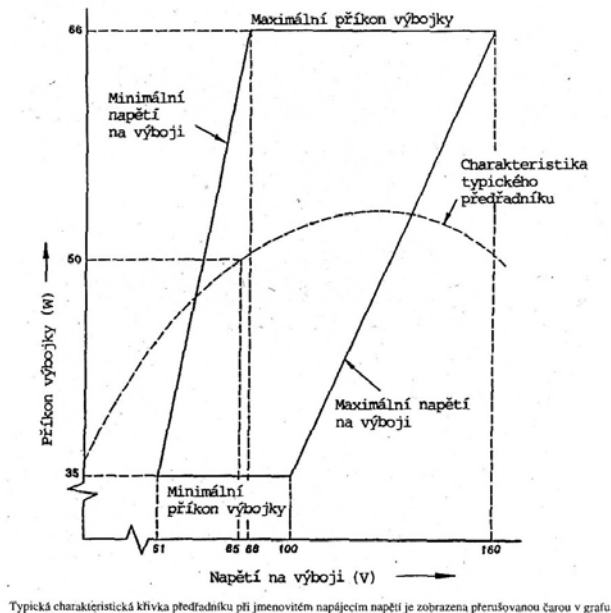
Tlumivky

Tlumivka (induktivní, nebo elektronický předřadník) omezuje pracovní proud zdroje na požadovanou hodnotu.

Podle citovaných ČSN je pro každý typ sodíkové výbojky definována charakteristická křivka předřadníku při jmenovitém napětí. Příklad této křivky pro výbojku 50W je uveden na graf 0-1 – Mezní provozní hodnoty výbojky pro konstrukci předřadníku. Z konstrukčního hlediska je, a pravděpodobně ještě dlouho bude, nejrozšířenější předřadný obvod s induktivní tlumivkou.

Výrobci induktivních tlumivek své výrobky inovují. Díky konstrukci jádra se snižuje rozptyl hodnot, klesá celková hmotnost tlumivky. Tato úprava má však negativní dopad na t. zv. „náběhový proud“ obvodu. Při zapnutí dochází k rychlému syčení jádra tlumivky a následkem je rychlé zvýšení náběhového proudu se všemi dopady na nutné navýšení hodnoty jistění obvodu.

Řada výrobců, v souladu se změnou příslušné normy (viz kap 4.5.4. , již dodávají tlumivky vybavené tepelnou ochranou. Pro splnění náležitosti citovaného zákona je třeba i ve skupině společností ELTODO při výrobě svítidel a jejich nákupu již kalkulovat s touto skutečností.



graf 0-1 – Mezní provozní hodnoty výbojky pro konstrukci předřadníku.

Elektronické předřadníky, pracující na principu měničů frekvence, které nabízí řada výrobců i pro sodíkové vysokotlaké tlumivky mnohdy nahrazují i zapalovač a omezující ztráty na induktivní tlumivce, které představují cca 10 - 20 % příkonu zdroje (podle příkonu). Mají nižší hmotnost oproti induktivním,

napájecí napětí udržují na požadované úrovni, tedy pracují i jako stabilizátory a tím umožňují provoz světelného zdroje za definovaných podmínek. Umožňují správné nažhavení elektrod před zapalovacím impulsem při startu výbojky. Jejich použití tedy může i prodloužit život světelného zdroje, nebo jej přiblížit hodnotě garantované výrobcí zdrojů.

Některé předřadníky dokáží automaticky odpojit nefunkční světelný zdroj, zabránit tím cyklování a umožňují světelné zdroje stmívat.

Jejich dosud vysoká pořizovací hodnota (cca o řád vyšší oproti induktivním) zaručuje příliš dlouhodobou návratnost. Pokud je známo, v masovém terénním nasazení s nimi nejsou zkušenosti.

Jsou známy induktivní předřadníky, které umožňují přepínání výkonu, stmívání, v dobách sníženého provozu a tím úsporu el. energie. Zpravidla však vyžadují další silové kabely pro řízení a z tohoto důvodu je použití neekonomické, pokud není soustava nově navrhována pro toto řešení.

Zajímavý výrobek v tomto sortimentu je elektronický předřadník, pracující na principu elektromagnetické indukce vysokofrekvenčního proudu v sekundární cívice galvanicky odděluje síť od světelného zdroje a zvyšuje tím bezpečnost údržby. Prvek obsahuje i přijímač signálů ze stmívání a pracuje jako stabilizátor.

Vzorek ani ceny zařízení nemáme k dispozici, výrobek je uveden pro ilustraci jedné z forem trendů v oblasti předřadníků.

Doporučení

Pro využitelnost elektronických předřadných zařízení v praxi by bylo nutno zpracovat zvláštní studii, opřenu o terénní měření, která by záležitost posoudila z technického i ekonomického hlediska a z hlediska návratnosti investic vzhledem k úspoře kusových výměn světelných zdrojů a snížení nákladu na údržbu.

Vývoj v tomto sortimentu výrobků jde neustále dopředu, nabízí je řada výrobců a je třeba hlídat cenovou hladinu, která dovolí masové nasazení elektronických předřadníků.

Elektronické zapalovače pro vysokotlaké výbojky

Parametry a informace pro konstrukci předřadníků jsou dány příslušnými normami pro sodíkové vysokotlaké výbojky. Je definována min. velikost zapalovacího impulsu, doba trvání a další hodnoty. Zapalovací zařízení (jiná než doutnavková) jsou podchycena normou ČSN EN 60927, v níž jsou citovány příslušné IEC normy.

Elektronické zapalovače se dělí podle principu činnosti a podle zapojení do obvodu světelného zdroje na dva typy:

- **zapalovače zapojené do obvodu s odbočkovou tlumivkou (odbočkové) - schéma B**
- **zapalovače pro zapojení do sériově zapojeného obvodu (sériové) – schéma A**

Ad 1). Zapalovače odbočkové.

Tyto zapalovače nejsou kompletními generátory vysokonapěťových impulsů, musejí spolupracovat se speciální tlumivkou, opatřenou odbočkou. Zdrojem VN impulsů není vlastně zapalovač, ale tlumivka, takže izolace vinutí tlumivky je namáhána vysokým napětím, musí být na ně dimenzována.

Ad 2). Zapalovače sériové

Tyto zapalovače jsou kompletními zdroji VN impulsů, mají v sobě zabudovaný impulsní transformátor. Mohou být instalovány do jakýchkoliv svítidel s jakoukoliv tlumivkou, ať s odbočkou či bez ní. Zapalovače se zapojují do série s výbojkou až za tlumivkou, takže izolace vinutí tlumivky není

namáháno VN impulsy, může být použita běžná tlumivka. Lze jej však zapojit i za odbočkovou tlumivku, kde odbočka zůstane nezapojena.

Vzhledem k tomu, že odbočkový zapalovač neobsahuje impulsní transformátor, je jednoduché konstrukce a tudíž je relativně levný. Potřebuje však ke svému provozu speciální tlumivku, není jej tedy možno nasadit do jakéhokoliv svítidla s běžnou tlumivkou bez odbočky, není univerzální. Vzhledem k tomu, že ve většině případů např. ve veřejném osvětlení jsou použita různá svítidla, z nichž většina je osazena běžnou tlumivkou bez odbočky, vede používání těchto odbočkových zapalovačů k tomu, že údržba musí mít k dispozici dva druhy zapalovačů a tlumivek, což komplikuje její činnost. Věřím, že než by v případě poruchy sháněla nové odbočkové zapalovače, použije i do těchto svítidel s odbočkovou tlumivkou běžné sériové zapalovače, které má zajiště v zásobě pro opravu jiných svítidel.

Zapalovače pro obě schémata zapojení jsou vyráběny

- **bez odpojovače**
- **s odpojovačem**

Zapalovač bez odpojovače vysílá impulsy pokud je pod napětím, pokud nedojde k zapálení zdroje. Nevýhodou je vysílání impulsů při ukončení života zdroje nebo jeho cyklování. Dochází tak ke zbytečnému opotřebením zapalovače a zbytečnému možnému rušení vysíláním VN impulsů.

Zapalovače s odpojovačem po určité době (cca 10 sec), pokud zdroj nezapálí, svoji činnost přeruší. Nové nastartování zapalovače započne po vypnutí a zapnutí napájecího napětí. Tato vlastnost je nevýhodou při krátkodobém poklesu nap. napětí pod stabilní mez hoření zdroje. Ten zhasne a pokud se nezapálí do doby ukončení funkce zapalovače v intervalu funkce odpojovače, nadále jej vnímá jako nefunkční a svoji činnost obnoví až po opětovném vypnutí-zapnutí.

Pro diagnostiku zapalovačů byl ve spolupráci s vývojovým pracovištěm Teslamp Holešovice vypracován návrh metodiky posuzování zapalovačů.

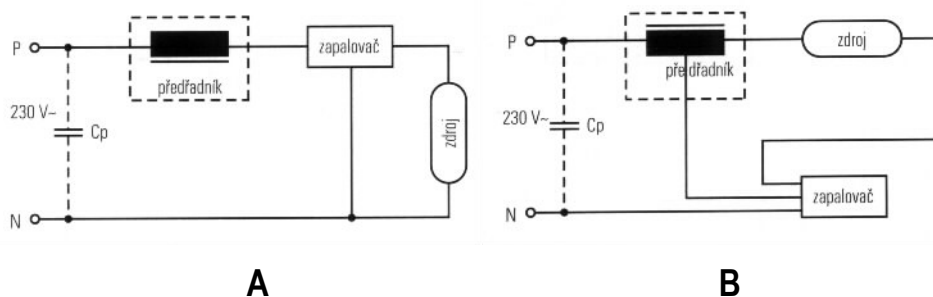
Výběr firem, dodávající předradná zařízení (tlumivky různého provedení, zapalovače) pro vysokotlaké sodíkové výbojky:

Katalogy jsou k dispozici na TÚ, kde je možno upřesnit sortiment. Tučně jsou vyznačeny výrobci, jejichž použití je prověřeno v laboratořích Schröder v Liege. (Informace z technického semináře ve firmě Schröder)

Vossloh Schwabe	Layrton
Tridonic	Atlas
Helvar	Philips (pouze paralelní zapojení)
Tyryz	Bag Turgi
Verno Light (elektronické)	ERC
Dakof	S Power (elektronické)
DNA	CTS

Schéma zapojení obvodu sodíkové vysokotlaké výbojky

Na Obr. 0-2 Schémata zapojení obvodů sodíkové vysokotlaké výbojky jsou zachycena nejčastěji používaná schémata obvodu sodíkové vysokotlaké výbojky (mimo typy s vnitřním zapalovačem a typy pro přímou náhradu rtuťových výbojek.)



- A** schéma zapojení sériové ,
B schéma zapojení paralelní (odbočkové ,semiparalelní, kvaziparalelní)

Obr. 0-2 Schémata zapojení obvodů sodíkové vysokotlaké výbojky

Tlumivky podle A jsou rozšířenější a jak již bylo zdůrazněno u celé řady výrobců kompatibilní. Tlumivky podle zapojení B dodává pouze omezený počet výrobců (Philips, Leyrton, Atlas...), u daného výrobce vždy spárované se zapalovačem a nejsou vzájemně kompatibilní. Výrobce používají jiný poměr závitů hlavního a odbočkového vinutí tlumivky.

Toto řešení má dopad i v obchodní politice dotyčných firem. Odběratel je s náhradními díly plně vázán na jedinou dodavatelskou firmu, která má možnost upravovat ceny např. pro náhradní díly. U výrobků podle schématu A toto nebezpečí odpadá, výrobky (tlumivky a zapalovače) jsou navzájem kompatibilní, neboť vyráběny podle společných norem a lze nalézt optimální kombinaci dodavatele (ceny) tlumivky a zapalovače.

V současné době je kvalita předních výrobců téměř vyrovnaná.

Ze servisního i montážního pohledu je sériové zapojení jednodušší, např. nelze zaměnit vývod na tlumivce pro zapalovač a pro výbojku (ničí se zdroj i zapalovač)

Těmto schématům zapojení odpovídají i příslušné konstrukce elektronických zapalovačů

Nosné konstrukce

Osvětlovací stožáry

Technické požadavky na osvětlovací stožáry jsou uvedeny především v následujících normách:

ČSN EN 40.

Norma určuje základní požadavky na osvětlovací stožáry, zejména na jejich elektrickou a mechanickou bezpečnost. Stanoví také jednotnou řadu jmenovitých výšek stožárů a délek vyložení. Uvedené definice v názvosloví se liší od definic v ČSN EN 40-1!

ČSN EN 40 má mít výhledově následující části:

Část 1	Definice a termíny
Část 2	Obecné požadavky a rozměry
Část 3-1	Návrh a ověření – Charakteristická zatížení
Část 3-2	Návrh a ověření – Ověření zkouškami
Část 3-3	Návrh a ověření – Ověření výpočtem
Část 4	Požadavky na osvětlovací stožáry z železobetonu a z předpjatého betonu
Část 5	Požadavky na ocelové osvětlovací stožáry
Část 6	Požadavky na hliníkové osvětlovací stožáry
Část 7	Požadavky na laminátové osvětlovací stožáry z polymerních kompozitů

ČSN EN 40-1 Osvětlovací stožáry – Část 1: Termíny a definice, s účinností od října 1995. Třídící znak 73 2090.

ČSN EN 40-3-1 Osvětlovací stožáry – Část 3-1: Návrh a ověření – Charakteristická zatížení, s účinností od srpna 2001.

Třídící znak 73 2093.

Norma uvádí metodiku stanovení (výpočtu) zatížení pro návrh osvětlovacích stožárů. Platí pro dřívkové stožáry nepřesahující výšku 20 m včetně dřívkového svítidla (*což je dost nelogické, neboť různá dřívková svítidla mohou mít různou výšku*) a pro stožáry s výložníkem nepřesahující výšku 18 m přípojného bodu svítidla. Neplatí pro osvětlovací stožáry z jiných materiálů než betonu, oceli nebo hliníku. Norma platí pro užité vlastnosti stožárů při vodorovném zatížení větrem. Pasivní bezpečnost a chování osvětlovacích stožárů při nárazu vozidla do stožáru nejsou v normě zahrnuty.

ČSN EN 40-3-2 Osvětlovací stožáry – Část 3-2: Návrh a ověření – Ověření zkouškami, s účinností od srpna 2001.

Třídící znak 73 2093.

Norma uvádí metodiku ověření mechanických vlastností ocelových, hliníkových a betonových osvětlovacích stožárů zkouškami. Nezahrnuje zkoušky pro kontrolu jakosti. Platí pro dřívkové stožáry nepřesahující výšku 20 m včetně dřívkového svítidla a pro stožáry s výložníkem nepřesahující výšku 18 m přípojného bodu svítidla.

Jsou-li splněna v normě uvedená kritéria, považuje se za prokázané, že osvětlovací stožár prošel zkouškami úspěšně a že navržený typ osvětlovacího stožáru byl ověřen.

V příloze A jsou uvedeny údaje, které musí obsahovat protokol o zkoušce a v příloze B pak, co musí obsahovat osvědčení o typové zkoušce.

ČSN EN 40-5 Osvětlovací stožáry – Část 5: Specifikace pro ocelové osvětlovací stožáry, s účinností od srpna 2001.

Třídící znak 73 2095.

(Pozn.: Novelizovaná EN 40-5 má mít nejpozději do října 2002 status české technické normy a nahradit tak starší EN 40-5 z roku 2000.)

Norma stanoví požadavky na ocelové osvětlovací stožáry. Zahrnuje požadavky na materiál a na posuzování shody. Platí pro dřívkové stožáry nepřesahující výšku 20 m včetně dřívkového svítidla a pro stožáry s výložníkem nepřesahující výšku 18 m přípojného bodu svítidla. Norma platí pro užité vlastnosti stožárů při vodorovném zatížení větrem. Pasivní bezpečnost a chování osvětlovacích stožárů při nárazu vozidla do stožáru nejsou v normě zahrnuty.

Kapitola 12 Označení stanoví, že na všech stožárech a výložnicích musí být výrazně a trvanlivě označeno:

jméno nebo značky výrobce,
rok výroby,
odkaz na ČSN EN 40-5,
jednoznačný identifikační kód.

Označení musí být buď vyraženo v materiálu razídkem, napsáno barvou nebo umístěno na štítku trvanlivě připevněném na stožáru.

Podle 14.7.1 musí při žárovém zinkování ponorem vzhled povrchu a tloušťka povlaku odpovídat EN ISO 1461.

Podle 14.7.2 musí při žárovém stříkání vzhled povrchu a tloušťka povlaku odpovídat ISO 2063.

Podle 14.7.3 musí při fosfátování odpovídat fosfátová vrstva a její tloušťka ISO 9717.

Podle kapitoly 16 Funkční vlastnosti při nárazu vozidla – pasivní bezpečnost musí funkční vlastnosti osvětlovacího stožáru, pokud je požadována pasivní bezpečnost při nárazu vozidla, vyhovět klasifikaci uvedené v EN 12767. Není-li pasivní bezpečnost vyžadována, musí být stožár považován za stožár třídy 0 podle EN 12767.

ČSN EN 40-6 Osvětlovací stožáry – Část 6: Specifikace pro hliníkové osvětlovací stožáry,
s účinností od srpna 2001.

Třídící znak 73 2096.

(Pozn.: Novelizovaná EN 40-6 má mít nejpozději do října 2002 status české technické normy a nahradit tak starší EN 40-6 z roku 2000.)

Norma stanoví požadavky na hliníkové osvětlovací stožáry. Zahrnuje požadavky na materiál a na posuzování shody. Platí pro dřívkové stožáry nepřesahující výšku 20 m včetně dřívkového svítidla a pro stožáry s výložníkem nepřesahující výšku 18 m přípojného bodu svítidla. Norma platí pro užité vlastnosti stožárů při vodorovném zatížení větrem. Pasivní bezpečnost a chování osvětlovacích stožárů při nárazu vozidla do stožáru nejsou v normě zahrnuty.

Pro označení hliníkových stožárů platí stejné požadavky jako pro ocelové stožáry.

Obecná pravidla a metody pro výpočet zatížení větrem pozemních stavebních konstrukcí až do výšky 200 m jsou uvedeny v ČSN P ENV 1991-2-4 Zásady navrhování a zatížení konstrukcí, Část 2-4: Zatížení konstrukcí - Zatížení větrem, s účinností od srpna 1997.

Třídící znak 73 0035.

Požadavky na kvalitu materiálů, technologické postupy prací, dodávky, skladování a průkazní zkoušky, odebrání vzorků a kontrolní zkoušky, přípustné odchylky, klimatická omezení, odsouhlasení a převzetí prací, sledování deformací atd. osvětlovacích stožárů a výložníků jsou uvedeny v příslušných statích technických kvalitativních podmínek staveb pozemních komunikací, kapitola 15 Osvětlení pozemních komunikací (schváleno MDSOPK č.j. 23299/98-120 ze dne 30.6.1998 s účinností od 1.9.1998).

Dodávka stožárů a výložníků musí být doložena od výrobce prohlášením o shodě výrobku v souladu se zněním § 7 nařízení vlády č. 178/1997 Sb. a § 12 a 13 zákona č. 22/1997 Sb.

Trendy

Podle poznatků z veletrhů (Milano, Frankfurt, Amper a další) i z katalogových materiálů je patrné, že v současné době je sortiment stožárů nabízený na trhu skutečně široký, splňující široké požadavky technické i architektů.

Ať jsou to všechny možné typy v provedení válcových stožárů patkových i bezpatkových, stožáry kuželovité, hraněné, historizující v mnoha materiálových provedeních (ocel, hliník, dřevo, plast) až po stožáry dřevěné a architektonické.

Vývoj v sortimentu stožárů se bude s největší pravděpodobností ubírat směry

- zvýšení životnosti
- zlepšení antikorozní povrchové úpravy – žárové zinkování se stane samozřejmostí
- využití odolnějších materiálů – hliník, plasty, případně nové nátěrové hmoty
- zlepšení deformačních vlastností – menší škody na vozidlech při nárazu do stožáru
- využití nové geometrie uzavřeného nosníku (hraněné stožáry)
- využití příhradových konstrukcí
- snížení hmotnosti stožárů při vyhovujících mechanických vlastnostech (úspory v dopravě, instalaci)
- u historizujících namísto litiny využití ocelové trubky, plastické hmoty k vytvoření pohledového historizujícího reliéfu, výplň z pěnových materiálů
- vyšší využití trakčních stožárů pro umístění svítidel (pokud vyhoví podle světelnětechnického výpočtu) – snížení počtu stožárů přináší celospolečenské úspory, estetický vzhled městských komunikací
- vzhledem ke stále kvalitnějším a variabilnějším optickým systémům svítidel se bude zmenšovat počet vysokých stožárů (nad 14 m) – úspory při údržbě, nákladná technika

Dále jsou uvedeny příklady zatím méně běžných, leč zajímavých konstrukcí stožárů.

Na Obr. 0-3 jsou osvětlovací stožáry výšky od 8 do 12 m subtilní příhradové konstrukce ze Stockholmu jako ilustrace k bodu 2. b.

Stožáry jsou upevněny na půdorysně poměrně malou patku čtyřmi šrouby. Pro svorkovnici jsou na stožárech umístěny skřínky, napájení buď zemí nebo vzduchem. Stožáry včetně výložníků jsou konstruovány z trubek kruhového průřezu.

Při nárazu vozidla dochází k poměrně výrazné deformaci stožáru, lze předpokládat, že poškození vozidla je v porovnání s klasickým trubkovým kulatým stožárem nižší. Zajímavé je i umístění na střední dělicí CITY bloky.

Své uplatnění nalézají v tomto městě převážně na rychlostních komunikacích nebo průjezdech městy, pohledově působí subtilně a neruší siluetu měst.

Za zmínku stojí, že na podobném konstrukčním principu jsou ve Stockholmu řečeny i portály pro upevnění zřízení pro dopravní informace (info tabule, značky s vláknovou optikou) a to i nad třípruhovými komunikacemi – opět velice subtilní dojem.

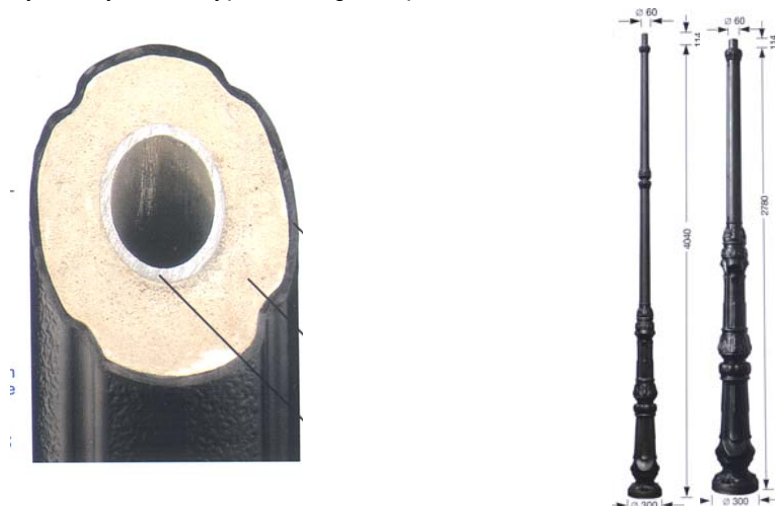


Obr. 0-3 Příklady použití příhradových osvětlovacích stožárů

Dalším, ve skupině ELTODO dosud nevyužívaným řešením, je ilustrováno ilustračním obrázkem *Obr. 0-4* Příklady historizujících stožárů s ocelovým jádrem a plastovým pláštěm.

Jedná se o příklad historizujících stožárů konstruovaných z ocelové trubky, vnější plášť je tvarován z plastické hmoty s trvanlivostí min 20 let se vzhledem a povrchovou strukturou litinového sloupu. Prostor mezi vnitřní nosnou trubkou a vnějším pláštěm je vyplněn konstrukční pěnou. Toto řešení přináší mechanickou a dynamickou pevnost, odolnost proti korozi, tlumí zvýšené vibrace, má malou váhu, v důsledku nižší náklady na montáž a dopravu. (pro porovnání: sloup 4000 mm, srovnatelný s HL 052 má hmotnost 43.0 kg).

Stožáry jsou vyráběny v řadě typů a designů, upevnění na kotevní stoličku nebo na betonovou patku..



Obr. 0-4 Příklady historizujících stožárů s ocelovým jádrem a plastovým pláštěm

Hraněné stožáry

S přihlédnutím ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu získávají stále větší uplatnění hraněné stožáry.

Jejich vlastní deformace při nárazu vozidla do stožáru pohltí část energie a dochází k menšímu poškození vozidla a menším důsledkům havárie.

Další předností je nižší hmotnost a snížení nákladů na přepravu a instalaci.

Dnes je již celá řada výrobců zaměřujících se na tento sortiment vedle Ernest např. Elektrorozvody, Abakus a další.

Výrobci v katalogích uvádějí sortiment os osmihraných po šestnáctihrané a délky od 3 do 45 m.

Sklápěcí stožáry

Sklápěcí stožáry, které byly rozšířené v padesátých a šedesátých letech minulého století v době, kdy vysokozdvizná technika byla obtížně nedostupnou, nacházejí svoji renesanci u některých výrobců.

V katalogích se objevují různá provedení.

Elektrozvody např. nabízejí sklopné stožáry s pantem (bodem zlomu) umístěným v polovině výšky, dolní část je podélným řezem stožárem. Sklápěním se provádí přes kladku, umístěnou u paty stožáru ručně pomocí lana. Jsou vyráběny jako osmi až dvanáctihrané sklopné stožáry v délkách od 8,8 do 19,2 m. Otázkou je jejich pevnost a zachování kladných vlastností hraněných stožárů v dělené části.

Zajímavá moderní řešení jsou na Obr. 0-5 Příklady sklápěcích stožárů z katalogu firmy Abacus.

Jedná se o stožáry, kde systém sklápění je řešen pomocí vyvažovacího zařízení, jehož základem je pružina (obr A) nebo hydraulické zařízení v závislosti na výšce stožáru (obr B).

Sloupy výšky 3 – 8 m jsou vyvažovány pomocí pružiny, sloupy výšky 8 – 12m pomocí manuální hydraulické pumpy a stožáry výšky 12 – 45 m pomocí hydrauliky poháněné elektromotorem.



A



B

Obr. 0-5 Příklady sklápěcích stožárů

Nevýhodou tohoto řešení je potřeba velkého (min. ve výšce stožáru) manipulačního prostoru při sklápění.

Ceny těchto stožárů v nejjednodušším provedení jsou cca 2,5 násobkem ceny pevného stožáru a je otázkou, zda úspory vysokozdvizné techniky při údržbě vyváží vysoké pořizovací náklady a problémy s manipulačním prostorem.

Stožáry se spouštěcí korunou

Tyto typy stožárů jsou dnes velice rozšířeny např. při osvětlování železničních kolejíšť.

V moderním provedení se jedná zpravidla o hraněné stožáry výšky 22 – 45 m. Na stožáru je osazena korunová konzola, na níž jsou umístěna svítidla. Celou konzolu lze spustit do manipulační výšky pomocí rohatky a paty stožáru a kladky na jeho vrcholu.

Vzhledem k tomu, že celkový trend směřuje k náhradě vysokých stožárů více nižšími stožáry podle světelně technického výpočtu, pokud to místní podmínky jen trochu umožňují, nalezy by uplatnění pouze v několika málo lokalitách. Pokud se jedná o místění např. na stropě Metra, pak k jejich instalaci je třeba těžké techniky, kterou zato lokalita nedovoluje.

Orientační ceny v délkách 20 – 35 m jsou 25 – 60 000 Kč.

Závěry a doporučení – nosné konstrukce

Nosné konstrukce, konkrétně stožáry, představují zpravidla nejnákladnější prvek světelného místa.

Je jim třeba věnovat pozornost jednak z hlediska pořizovacích nákladů, pochopitelně s přihlédnutím k celé ekonomice ústky a dále i po stránce předpisů a norem, po stránce bezpečnosti.

Výchozím podkladem pro schvalovací proces pro tuto komoditu se stává Nařízení vlády 178/1997 Sb. ze dne 25. června 1997, kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky. Zde v příloze Seznam výrobků s vyznačením postupů posouzení shody je ve skupině 9 Vybavení komunikací - výrobky pro značení vozovek přímo citováno:

*silniční dopravní značky a zařízení na řízení dopravy instalovaná stabilně, **pouliční světelné stožáry**, prvky pro záchytné systémy pro vozidla a chodce, včetně mostních zábradlí, zábrany u mostů*

Certifikace zde probíhá podle § 5 citovaného nař. Vlády, kde je uvedeno „Autorizovaná osoba provede certifikaci výrobku „

Autorizovanou osobou je od dubna 2001 pouze pro dopravní značení rovněž Silniční vývoj Brno ZDZ, Jílkova 76, 615 00 Brno.

Stanovené výrobky podle Nař.vl.178/97 schvaluje MDS ČR podle Zákona 361/2000Sb § 124 „Schvaluje na žádost a náklady výrobce nebo výhradního dovozce provedení a používání dopravních značek, světelných a akustických signálů, dopravních zařízení pro provozní informace“ a stanovuje dobu platnosti schválení na 3-5 let podle druhu výrobku.

Pro tuto oblast platí další řada dokumentů. Např.: Věstník dopravy č.15 ze dne 28.7.1998 uvádí Zavádění resortního systému jakosti v oboru pozemních komunikací (RSJ – PK), metodický pokyn, který stanovuje zásady posuzování vhodnosti výrobků, v případě, že se jedná o stanovený výrobek ve smyslu § 12 Zákona o technických požadavcích na výrobky.

U stanovených výrobků postupuje výrobce dle Zákona č 22/1997 Sb, nařízení vlády č.178/1997

Při užívání stožárů VO je podle uvedených nařízení třeba, aby výrobek splňoval tyto náležitosti:

- Zkoušky podle Nař. vlády 178/97 ve zkušebně nebo AO, která provádí mechanické zkoušky a zatěžovací zkoušky např. EGÚ Brno
- Schválení SV Brno
- Certifikát SV Brno
- Schválení MDS ČR – stanovení doby platnosti (užití na 3-5 let). Možno požádat o prodloužení po předání dokladů, že výrobek nadále splňuje příslušné zákonné náležitosti.
- Vystavení Prohlášení o shodě

Při volbě stožárů je vhodné uvažovat i náklady na dopravu a instalaci, pokud možno, dát přednost, zvláště u výměn a nových instalací stožárům hraněným.

Dnešní technologie již umožňují téměř výhradně používání stožárů žárově zinkovaných.

Přesto lze vhodnou povrchovou úpravou prodloužit životnost stožárů. Při volbě povrchové úpravy je nutno vedle použitého nátěrového materiálu věnovat pozornost i vhodnému pracovnímu postupu.

Kritickým místem, z hlediska koroze, je místo vetknutí stožáru. V tomto místě z nejrůznějších příčin dochází k nejrychlejšímu zeslabení materiálu.

Existují metody, které jsou schopné podstatně prodloužit životnost takto napadených stožárů.

Doporučujeme navázat kontakt se specializovanou firmou, zabývající se touto problematikou, na základě nabídky provést ekonomické zhodnocení renovační metody a provést zkoušky. Náklady na renovaci dosahují cca třetiny nákladů na nový stožár.

Své uplatnění by mohly najít i platové historizující stožáry. Pro jejich užití je předpoklad zejména tam, kde lokalita není ostře sledovaná bdělým okem památkářů. Mají nižší hmotnost a odpadá povrchová úprava ve srovnání s litinovými stožáry.

Pořizovací náklady sklopných stožárů a stožárů se spouštěcí korunou jsou vysoké a pro jejich uplatnění je třeba zdůvodnění vzhledem k nákladům na údržbu v lokalitě.

Elektrické příslušenství stožáru

Dne 1.8.2001 nabyla účinnosti ČSN 3 200-7-714 Elektrotechnické předpisy – Elektrická zařízení – Část 7: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Oddíl 714: Zařízení pro venkovní osvětlení.

Tato norma platí pro pevná zařízení venkovního osvětlení (zahrnující svítidla, soustavu vedení a příslušenství umístěné mimo budovy), zejména pro:

osvětlovací zařízení, například pro silnice, parky, zahrady, prostranství přístupná veřejnosti, sportovní areály, osvětlení pomníků a osvěcování,

ostatní zařízení s vestavěným osvětlením, jako jsou telefonní budky, zastávky autobusů, reklamní panely, městské plány, silniční značky.

Naopak neplatí pro:

- zařízení pro veřejné osvětlení, která jsou součástí veřejné rozvodné sítě,
- dočasného girlandového osvětlení,
- signalizačního systému silniční dopravy,
- svítidel, která jsou upevněna na vnější straně budovy a jsou napájena přímo z vnitřního vedení této budovy.

S ohledem na ochranu před nebezpečným dotykem živých částí norma mimo jiné stanoví, že dveře vedoucí k elektrickému zařízení umístěné méně než 2,50 m nad úroveň terénu musí být uzamčeny pomocí klíče nebo nářadí. Navíc musí být zřízena ochrana před přímým dotykem, jsou-li dveře otevřené, buď použitím zařízení se stupněm ochrany nejméně IP2X nebo IPXXB daným konstrukcí nebo instalací, nebo umístěním zábrany nebo přepážkou poskytující stejný stupeň ochrany krytem. U svítidla s výškou menší než 2,80 m nad úroveň terénu musí být přístup ke světelnému zdroji možný pouze po odstranění zábrany nebo uzavření vyžadujícího použití nářadí.

Elektrické zařízení musí mít stupeň ochrany krytem, daný konstrukcí nebo instalací, nejméně IP33. Podle citované ČSN se tento stupeň krytí týká i svorkovnice (elektrické výzbroje) ve stožárech veřejného osvětlení.

V praxi se již v renovovaných nebo nově instalovaných soustavách VO používají i v ČR (např. TsB Brno) zapouzdřené svorkovnice s požadovaným vyšším krytím

Pro svítidla je stupeň ochrany krytem IP23 dostatečný, je-li riziko znečištění zanedbatelné, například v obytných nebo venkovských oblastech, a jsou-li svítidla umístěna více než 2,50 m nad úrovní terénu.

V příslušných statích technických kvalitativních podmínek staveb pozemních komunikací, kapitola 15 Osvětlení pozemních komunikací (schváleno MDSOPK č.j. 23299/98-120 ze dne 30.6.1998 s účinností od 1.9.1998) je uvedeno, že elektrická rozvodnice osvětlovacího stožáru musí umožňovat připojení hliníkových i měděných vodičů do průřezu 35 mm².

Závěry a doporučení - Elektrické příslušenství stožáru

Zavedení zvýšeného stupně krytí podle citované a platné ČSN je třeba zvážit v souladu s příslušnou normou a je třeba nalézt optimální řešení z hlediska technického i cenového. Tyto výrobky dnes dodává již celá řada výrobců.