

Zdeněk Hason

**Veřejné osvětlení –
modernizace jako cesta k úsporám nákladů**

Druhé, aktualizované a doplněné vydání.

Publikace stručně informuje o možnostech moderního a úsporného venkovního veřejného osvětlení z hlediska moderních bezpečnostních požadavků, optimalizace spotřeby elektrické energie a provozních nákladů.

Seznamuje s novými technickými požadavky na veřejné osvětlení a s faktory, které přímo ovlivňují hospodárny provoz veřejného osvětlení a energetickou účinnost osvětlovací soustavy.

Informuje o požadavcích kladených na technickou dokumentaci.

Publikace vznikla pro potřeby poradenského střediska EKIS ČEA – Energetického konzultačního a informačního střediska České energetické agentury – Boskovice.

Zpracoval: Zdeněk Hasoň, autorizovaný technik

© Zdeněk Hasoň, Elektroprojekt, 2005

©Soliton,o.s.,2005

Obsah:

1. Úvod	.....
2. Požadavky na osvětlenost	.....
2.1. silnice a dálnice	.....
2.2. vzhled a vliv na životní prostředí	.....
2.3. kulturní památky	.....
2.4. přechody pro chodce	.....
3. Faktory ovlivňující účinnost a provozní úspory VO	.....
3.1. světelné zdroje	.....
3.2. předřadníky	.....
3.3. svítidla	.....
3.4. způsob osvětlení	.....
3.5. způsob ovládání a spínání osvětlovací soustavy	.....
3.6. způsob regulace příkonu VO	.....
3.7. údržba osvětlovací soustavy	.....
4. Energetická účinnost osvětlovací soustavy	.....
5. Návrh osvětlovací soustavy	.....
6. Návrh návratnosti investice - postup způsobu hodnocení	.....
Příloha č.1 - Porovnání technických parametrů svítidel	.....
Příloha č. 2 - Krytí svítidel – vysvětlivky	
Příloha č. 3 - Příklad doporučeného postupu výběrového řízení	
Použitá literatura	.....
Přehled tabulek	.....

1. Úvod

Veřejné osvětlení je dnes neodmyslitelnou součástí životního stylu. Rozvoj veřejného osvětlení v průběhu 20. století dovolil rozvoj osobních, pracovních i společenských aktivit do nebývalého rozsahu.

Osvětlením veřejných prostranství a ploch je podpořena bezpečnost osob a majetku. Kromě toho nabývají, s rozvojem mobility obyvatel, na významu dvě další oblasti: dopravní bezpečnost a estetika – osvětlení učiní atraktivním dříve nevýrazný noční vzhled komunikací a významných objektů.

Hlavní úlohou veřejného osvětlení (dále jen VO) je dnes podpora bezpečnosti pěších, dopravy a bezpečnosti osob a majetku v době, kdy není dostatek denního světla.

Správný návrh veřejného osvětlení respektuje toto poslání a současně zaručuje maximální efektivitu provozu osvětlovací soustavy. Veřejné osvětlení je elektrickým zařízením, proto **není vůbec možno zahájit jeho rekonstrukci, modernizaci nebo výstavbu bez technické-projektové dokumentace zpracované zodpovědným projektantem.**

Současné přístupy k veřejnému osvětlení jsou v jednotlivých obcích a městech rozdílné. Závisejí jednak na finančních možnostech, jednak na schopnosti zástupců obce nebo města subjektivně posoudit technický stav veřejného osvětlení a případně nechat provést návrh úprav. V České republice se požadované úrovně osvětlenosti, dané novou ČSN /EN 13 201-2 (360455) Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky/, začínají přibližovat větší města, kde bývá příznivější finanční zázemí. Menší obce zůstávají pozadu, protože rozsah úprav veřejného osvětlení často není pro distributory, dodavatele svítidel a zdrojů dostatečně efektivní. Propojení distribučních firem s jednotlivými dodavateli osvětlovací techniky je někdy příčinou prosazování konkrétní značky bez ohledu na vhodnost, požadavky a skutečné potřeby obce.

Návrh veřejného osvětlení vyžaduje zkušeného odborníka - světelného technika, případně projektanta. VO však obvykle navrhují projektanti s všeobecnou specializací elektro na základě empirických zkušeností, někteří dokonce bez znalostí světelné technické terminologie. Takový přístup samozřejmě nevede k hospodárnému využití elektrické energie a ke snížení provozních nákladů osvětlovací soustavy..

Tato publikace ukazuje, které parametry by nově navrhovaná (resp. rekonstruovaná nebo modernizovaná) osvětlovací soustava měla splňovat, aby byla v souladu s platnými technickými normami a zároveň kladla minimální finanční požadavky na vlastní provoz.

2. Požadavky na osvětlenost dle ČSN

V současné době platí pro navrhování, údržbu, provoz a kontrolu veřejného osvětlení soubor norem, který nabyl účinnosti v květnu 2005. Současně však stále platí i normy ČSN 36 0400, ČSN 36 0411, ČSN 360412. Lze však předpokládat, že budou v dohledné době zrušeny, proto se v této publikaci budeme věnovat normám novým.

Jeho základem je kmenová norma

ČSN - EN 13 201-2 (360455) Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky

z května 2005, doplněná normami ČSN EN 13201-3 a s ČSN EN 13201-4 a s CEN/TR 13201-1 K ní jsou přidruženy další normy a předpisy, které určují osvětlení konkrétních typů komunikací a objektů. Technické normy jsou dle Zák. 22/1997 Sb. od 1. 1. 2000 nezávazné, avšak to neznamená, že jsou neplatné a že při návrhu souboru technických řešení na ně není třeba brát zřetel. Mnohá ustanovení technických norem byla převzata do obecně platných vyhlášek a zákonů. Podle Vyhl. ČÚBP a ČÚB č.20/1979 Sb. patří mezi vyhrazená elektrická zařízení ta, která slouží pro výrobu, přeměnu, rozvod a odběr elektrické energie – tedy i veřejné osvětlení. Pro jeho zřízení a provoz platí tedy jako základní technický standard právě ČSN.

Jsou to **obecné normy a doporučení pro osvětlování**

a/ silnic a dálnic

b/ místních komunikací a pěších zón

kteří jsou obecně nazývány „pozemní komunikace“.

Norma ČSN EN 13201-2 (36 0455) definuje s ohledem na zrakové potřeby uživatelů komunikace třídy osvětlení pro pozemní komunikace a základní fotometrické požadavky a zohledňuje vlivy tohoto osvětlení na životní prostředí.

Třída osvětlení pro určitý typ pozemních komunikace a prostředí definuje soubor fotometrických požadavků, odvozených ze zrakových požadavků uživatelů daného prostředí.

Účelem zavedení tříd osvětlení je usnadnění vývoje a používání výrobků pro osvětlení pozemních komunikací a údržby v členských zemích CEN. Třídy osvětlení byly definovány s ohledem na normy pro osvětlování pozemních komunikací v těchto zemích s cílem harmonizovat požadavky tam, kde je to možné. Přesto některé třídy a podtřídy vypovídají o zvláštních situacích a národních přístupech, které vycházejí ze zvyklostí, klimatických nebo jiných specifických podmínek.

Třídy osvětlení ME se vztahují na řidiče motorových vozidel pohybujících se po dopravních tazích, ale v některých zemích také na komunikacích v sídelních útvarech, se střední až vysokou povolenou rychlostí.

Třídy osvětlení CE se také vztahují na řidiče motorových vozidel, ale v konfliktních místech, jakými jsou obchodní třídy, složitější křížení komunikací, okružní křižovatky a oblasti, kde se tvoří dopravní zácpy. Tyto třídy osvětlení platí i pro chodce a cyklisty.

Třídy osvětlení S a A se vztahují na chodce a cyklisty pohybující se po chodnících a cyklistických stezkách, zpevněných krajnicích a po ostatních částech pozemních komunikací, které leží odděleně nebo podél jízdního pásu, po komunikacích v sídelních útvarech, pěších zónách, parkovacích plochách, školních dvorech apod.

Doplňkové třídy osvětlení ES se používají v situacích, kde je nutné, aby osvětlení zajistilo rozpoznávání osob a předmětů, a také pro komunikace se zvýšeným rizikem kriminálního deliktu.

Doplňkové třídy osvětlení EV se používají v případech, vyžadujících dostatečnou viditelnost svislých ploch, např. na křižovatkách apod.

Požadavky tříd osvětlení odrážejí kategorii příslušného uživatele komunikace nebo typ daného úseku komunikace. Třídy osvětlení ME předepisují jas povrchu komunikace, zatímco třídy CE, S a A osvětlenost daného úseku komunikace. Třídy osvětlení S a A zohledňují různé priority při osvětlování komunikací. Třídy ES předepisují poloválcovou osvětlenost, zatímco třídy EV ze svislou osvětlenost.

Třídy osvětlení ME představují řadu ME6, ME5, ..., ME1 se zvyšujícími se nároky na úroveň osvětlení, vyjádřenou např. hodnotou jasu. Ostatní třídy jsou vytvořeny stejným způsobem a jejich jednotlivé stupně na sebe navazují.

Vliv osvětlení pozemních komunikací na životní prostředí rozebírá kapitola 2.2. Zabývá se vzhledem osvětlovací soustavy během dne i během noci, dále se zabývá světlem vyzařovaným do směrů, kde není potřeba nebo kde je nežádoucí. Účelem této kapitoly je poukázat na problematiku rušivého světla. Tam, kde jsou k tomu věcné důvody, může být problém rušivého světla součástí zadání veřejných zakázek.

Třídy svítivosti¹ pro zmírnění omezujícího oslnění a obtěžujícího světla G1, G2, G3, G4, G5 a G6 jsou uvedeny v informativní příloze A. Použití tříd G je popsáno v kapitolách b/ a 2.2. Kapitola b/ se týká konfliktních oblastí, kapitola 2.2 se týká vzhledu a vlivů na životní prostředí.

Třídy oslnění D0, D1, D2, D3, D4, D5 a D6 jsou rovněž stanoveny v informativní příloze normy A. Tyto třídy jsou určeny pro hodnocení rušivého oslnění zejména v úsecích komunikací používaných chodci a cyklisty.

Místní osvětlení přechodů pro chodce je popsáno v informativní příloze B zmíněné ČSN EN 13 201-2. Účelem místního osvětlení přechodů je upozornit řidiče motorových vozidel na přítomnost přechodu pro chodce a osvětlit chodce jak na přechodu, tak u něj.

K výpočtu požadovaných parametrů osvětlení se v současnosti používá výpočetní technika. Existuje množství softwaru na výpočty osvětlenosti a jasu pro různé druhy komunikací. Každý renomovaný výrobce svítidel dodává své výrobky s propočtem osvětlenosti a dává projektovým organizacím k dispozici výpočtové programy.

Při návrhu osvětlovací soustavy je kladen důraz na plošnou rovnoměrnost osvětlení a na rozeznatelnost kritického detailu na pozadí komunikace. Právě tím se zvyšuje bezpečnosti osob i vozidel.

2.1. Požadavky na osvětlenost pozemních komunikací (silnic, dálnic, místních komunikací a pěších zón)

Doposud platná **ČSN 36 0411 - Osvětlení silnic a dálnic** (pro osvětlování dopravně důležitých úseků silnic a dálnic mimo obce, tj. kromě průjezdných úseků silnic, a to podle zásad a podmínek stanovených v ČSN 73 6101 - Projektování silnic a dálnic) a **ČSN 36 0410 - Osvětlení místních komunikací** (předepisující osvětlenost s ohledem na bezpečnost dopravy, ochranu osob a majetku) **jsou nahrazovány** kmenovou normou **ČSN - EN 13 201-2 (360455) Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky**, z května 2005, společně s ČSN EN 13201-3 a s ČSN EN 13201-4 a s CEN/TR 13201-1.

Se změnou norem **dochází ke změně celkového nazírání na komunikace a jejich osvětlenost** a ke změně ve vymezení pojmů, dříve užívaných. Obecně platí, že návrh osvětlenosti již není paušálně řešen dle obecného zatřídění komunikací, ale je zavedena povinnost navrhovatele přihlídnout ke skutečné užité funkci komunikace a hustotě provozu (a tím i zhodnocení reálného požadavku na bezpečnost pohybu osob a vozidel po komunikaci).

Norma ČSN EN 13201-2 (36 0455) definuje na základě požadavků na vidění třídy osvětlení pro pozemní komunikace a fotometrické požadavky:

a/ Třídy osvětlení ME/MEW

Třídy osvětlení ME a MEW uvedené v tabulkách 1a a 1b se vztahují na řidiče motorových vozidel pohybujících se po dopravních tazích se střední až vysokou povolenou rychlostí.

POZNÁMKA 1 Způsob přiřazení těchto tříd je popsán v CEN/TR 13201-1. Průměrný udržovaný jas povrchu pozemní komunikace (L), celková rovnoměrnost jasu (U_0), podélná rovnoměrnost jasu (U_1), prahový přírůstek (TI) a činitel osvětlení okolí (SR) se měří a počítají v souladu EN 13201-3 a EN 13201-4.

Tabulka 1a – Řada tříd osvětlení ME

Třída	Jas suchého povrchu pozemní komunikace			Omezující oslnění	Osvětlení okolí
	\bar{L} [$\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$] (udržovaná hodnota)	U_0	U_1	TI [%] ^a	SR ^b
ME1	$\geq 2,0$	$\geq 0,4$	$\geq 0,7$	≤ 10	$\geq 0,5$
ME2	$\geq 1,5$	$\geq 0,4$	$\geq 0,7$	≤ 10	$\geq 0,5$
ME3a	$\geq 1,0$	$\geq 0,4$	$\geq 0,7$	≤ 15	$\geq 0,5$
ME3b	$\geq 1,0$	$\geq 0,4$	$\geq 0,6$	≤ 15	$\geq 0,5$
ME3c	$\geq 1,0$	$\geq 0,4$	$\geq 0,5$	≤ 15	$\geq 0,5$
ME4a	$\geq 0,75$	$\geq 0,4$	$\geq 0,6$	≤ 15	$\geq 0,5$
ME4b	$\geq 0,75$	$\geq 0,4$	$\geq 0,5$	≤ 15	$\geq 0,5$
ME5	$\geq 0,5$	$\geq 0,35$	$\geq 0,4$	≤ 15	$\geq 0,5$
ME6	$\geq 0,3$	$\geq 0,35$	$\geq 0,4$	≤ 15	neurčeno

^a Zvýšení prahového přírůstku o 5 procentních bodů lze připustit v případech, kde jsou použity světelné zdroje s nízkým jasnem. (viz poznámka 6)

^b Toto kritérium lze uplatnit pouze v případě, kde k silniční komunikaci nepřiléhají jiné komunikace s vlastními požadavky.

POZNÁMKA 2 Jas povrchu pozemní komunikace závisí na osvětlenosti povrchu pozemní komunikace, odrazných vlastnostech povrchu pozemní komunikace a geometrických podmínkách pozorování. V EN 13201-3 a EN

13201-4 jsou uvedeny dohody zaměřené na jízdu po úsecích komunikace s pozorovací vzdáleností v rozmezí 60 až 180 m.

POZNÁMKA 3 Průměrný jas (\bar{L}) vyjadřuje celkovou úroveň jasu, která působí na řidiče. Při nízké úrovni osvětlení, která se používá na pozemních komunikacích, se výkonnost úměrně zvyšuje s růstem jasu na základě zvýšení kontrastní citlivosti, zrakové ostrosti a omezením oslnění.

POZNÁMKA 4 Celková rovnoměrnost (U_0) je všeobecným měřítkem změny jasů a udává, jak dobře slouží povrch pozemní komunikace jako pozadí pro dopravní značení, předměty a pro ostatní uživatele komunikace.

POZNÁMKA 5 Podélná rovnoměrnost (U_1) je měřítkem viditelnosti opakujících se vzorců jasných a tmavých polí na pozemní komunikaci. Ovlivňuje zrakové podmínky na dlouhých nepřerušovaných úsecích komunikace.

POZNÁMKA 6 Prahový přírůstek (TI) vyjadřuje, že osvětlení pozemních komunikací nejen zlepšuje zrakové podmínky, ale je také zdrojem omezujícího oslnění, jehož stupeň závisí na typu svítidel, světelných zdrojů a na geometrickém uspořádání osvětlovací soustavy. Nízkotlaké sodíkové výbojky a zářivky se považují za zdroje s nízkým jasem. V případě svítidel s těmito světelnými zdroji a jiných svítidel s nižším nebo stejným jasem, než mají tyto zdroje, lze podle poznámky a tabulky 1a a podle poznámky b tabulky 1b připustit vyšší hodnoty.

POZNÁMKA 7 Osvětlení omezené jen na silniční komunikaci neumožňuje dostatečně vnímat bezprostřední okolí komunikace ani účastníky provozu pohybující se po jejím okraji. Požadavky na činitel osvětlení okolí (SR) se používají pouze v případech, kdy k uvažované komunikaci nepřiléhají jiné komunikace s vlastními požadavky na osvětlení, např. chodníky, cyklistické stezky nebo nouzové pruhy.

Tabulka 1b – Třídy osvětlení MEW

Třída	Jas povrchu pozemní komunikace			Omezující oslnění	Osvětlení okolí	
	Suchý povrch		Mokřý povrch			
	\bar{L} [$\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$] (udržovaná hodnota)	U_0	U_1 ^a	U_0	TI [%] ^b	SR ^c
MEW1	$\geq 2,0$	$\geq 0,4$	$\geq 0,6$	$\geq 0,15$	≤ 10	$\geq 0,5$
MEW2	$\geq 1,5$	$\geq 0,4$	$\geq 0,6$	$\geq 0,15$	≤ 10	$\geq 0,5$
MEW3	$\geq 1,0$	$\geq 0,4$	$\geq 0,6$	$\geq 0,15$	≤ 15	$\geq 0,5$
MEW4	$\geq 0,75$	$\geq 0,4$	neurčeno	$\geq 0,15$	≤ 15	$\geq 0,5$
MEW5	$\geq 0,5$	$\geq 0,35$	neurčeno	$\geq 0,15$	≤ 15	$\geq 0,5$

^a Použití tohoto kritéria není povinné, ale doporučuje se v případě dálnic.

^b Zvýšení prahového přírůstku TI o 5 procentních bodů lze připustit v případech, kde jsou použity světelné zdroje s nízkým jasem. (viz poznámka 6)

^c Toto kritérium lze uplatnit pouze v případě, kdy k pozemní komunikaci nepřiléhají jiné komunikace s vlastními požadavky.

POZNÁMKA 8 V některých zemích je povrch pozemních komunikací během většiny nočních hodin vlhký nebo mokřý. Pro mokřý povrch platí dodatečné požadavky na celkovou rovnoměrnost (U_0), aby nedošlo k významnému zhoršení osvětlení. Tyto požadavky jsou uvedeny v tabulce 1b.

Návrh osvětlovací soustavy nesmí počítat s nižšími provozními hodnotami jasu a rovnoměrnosti.

b/ Třídy osvětlení CE

Třídy osvětlení uvedené v tabulce 2 se vztahují na řidiče motorových vozidel a jiné uživatele pozemní komunikace v konfliktních oblastech, jakými jsou např. obchodní třídy, složitější křižovatky, okružní křižovatky, úseky, kde se tvoří dopravní zácpy, atd.

POZNÁMKA 1 Způsob přiřazení těchto tříd je popsán v CEN/TR 13201-1.

Třídy osvětlení CE je také možno použít v oblastech používaných chodci a cyklisty, např. v podchodech a podjezdech.

Průměrná udržovaná osvětlenost (\bar{E}) a celková rovnoměrnost osvětlenosti (U_0) se počítají podle EN 13201-3 a měří podle EN 13201-4.

Oblast komunikace, pro niž platí tabulka 2, může zahrnovat buď pouze jízdní pás v případě, použijeme-li pro ostatní komunikace (určené např. pěším nebo cyklistů) odlišné požadavky na osvětlení, nebo může zahrnovat celou komunikaci.

POZNÁMKA 2 Oslnění lze omezit výběrem svítidel podle na tříd G1, G2, G3, G4, G5 nebo G6 uvedených v příloze A. Pokud je praktické vyhodnocovat prahový přírůstek Tl pro všechny důležité kombinace směrů pozorování a poloh pozorovatele, lze použít hodnoty Tl z tabulky 1a.

Tabulka 2 – Třídy osvětlení CE

Třída	Vodorovná osvětlenost	
	\bar{E} [lx] (udržovaná hodnota)	U_0
CE0	≥ 50	$\geq 0,4$
CE1	≥ 30	$\geq 0,4$
CE2	≥ 20	$\geq 0,4$
CE3	≥ 15	$\geq 0,4$
CE4	≥ 10	$\geq 0,4$
CE5	$\geq 7,5$	$\geq 0,4$

POZNÁMKA 3 Třídy osvětlení CE se používají v případech, kdy dohody pro výpočet jasů povrchu komunikace buď neplatí, nebo je nepraktické je použít. To platí například tehdy, když je pozorovací vzdálenost menší než 60 metrů nebo tam, kde je více důležitých stanovišť pozorovatele. V konfliktních oblastech komunikací platí třídy osvětlení CE i pro ostatní uživatele. Třídy osvětlení CE lze použít i pro chodce a cyklisty v případech, kdy požadavky tříd S a A, definované v kapitole 6, nejsou postačující.

c/ Třídy osvětlení S, A, ES a EV

Třídy osvětlení S (tab.3) a alternativní třídy osvětlení A (tab. 4) jsou určeny pro pěší a cyklisty pohybující se po komunikacích pro pěší nebo cyklisty, po zpevněných krajnicích a ostatních částech pozemních komunikací, které leží odděleně nebo podél jízdního pásu, po komunikacích v sídelních útvarech, pěších zónách, parkovacích plochách, školních dvorech apod.

Doplňkové třídy osvětlení ES (tab. 5) se používají pro pěší zóny za účelem snížení rizika kriminálního deliktu a zvýšení pocitu bezpečí.

Doplňkové třídy osvětlení EV (tab. 6) se používají v místech, kde je třeba zajistit dobrou viditelnost svislých ploch, např. na křižovatkách.

POZNÁMKA 1 Způsob přiřazení těchto tříd je popsán v CEN/TR 13201-1.

Průměrná udržovaná osvětlenost (\bar{E}), minimální osvětlenost (E_{\min}), průměrná polokulová osvětlenost ($\overline{E_{hs}}$), celková rovnoměrnost polokulové osvětlenosti (U_0), minimální poloválcová osvětlenost ($E_{sc,\min}$) a minimální svislá osvětlenost ($E_{v,\min}$) se počítají a měří podle s EN 13201-3 a EN 13201-4.

Oblast komunikace, pro kterou platí požadavky uvedené v tabulkách 3, 4, 5 a 6, může zahrnovat pozemní komunikaci v celé šířce, např. jízdní pásy komunikací v sídelních útvarech a dělicí pásy mezi nimi, komunikace pro pěší a pro cyklisty.

POZNÁMKA 2 Omezení oslnění lze zajistit výběrem vhodných svítidel podle tříd D1, D2, D3, D4, D5, nebo D6 uvedených v příloze A. Pro třídy ES z tabulky 5 připadají v úvahu jen třídy D1, D2, nebo D3.

Tabulka 3 – Třídy osvětlení S

Třída	Vodorovná osvětlenost	
	\bar{E} [lx] ^a (udržovaná hodnota)	E_{\min} [lx] (udržovaná hodnota)
S1	≥ 15	≥ 5
S2	≥ 10	≥ 3
S3	≥ 7,5	≥ 1,5
S4	≥ 5	≥ 1
S5	≥ 3	≥ 0,6
S6	≥ 2	≥ 0,6
S7	neurčeno	neurčeno

^a Pro zajištění dostatečné rovnoměrnosti osvětlení, nesmí vypočtená hodnota \bar{E} navržené osvětlovací soustavy překročit 1,5 násobek hodnoty \bar{E} uvedené v tabulce.

Tabulka 4 – Třídy osvětlení A

Třída	Polokulová osvětlenost	
	\bar{E}_{hs} [lx] (udržovaná hodnota)	U_0
A1	≥ 5	≥ 0,15
A2	≥ 3	≥ 0,15
A3	≥ 2	≥ 0,15
A4	≥ 1,5	≥ 0,15
A5	≥ 1	≥ 0,15
A6	neurčeno	neurčeno

Tabulka 5 – Třídy osvětlení ES

Třída	Poloválcová osvětlenost
	$E_{sc,\min}$ [lx] (udržovaná hodnota)
ES1	≥ 10
ES2	≥ 7,5
ES3	≥ 5
ES4	≥ 3
ES5	≥ 2
ES6	≥ 1,5
ES7	≥ 1
ES8	≥ 0,75
ES9	≥ 0,5

Tabulka 6 – Třídy osvětlení EV

Třída	Svislá osvětlenost
	$E_{v,min}$ [lx] (udržovaná hodnota)
EV1	≥ 50
EV2	≥ 30
EV3	≥ 10
EV4	$\geq 7,5$
EV5	≥ 5
EV6	$\geq 0,5$

Pro úplnost uvádíme rámcově přiřazení požadavků na osvětlení dle CEN/TR 13201-1, které se provádí vždy specificky pro každou situaci podle charakteristiky uživatelů uvažovaného prostoru a typické rychlosti tzn. stanovení hlavního uživatele. Vždy je třeba stanovit příslušný soubor údajů - charakteristickou (modelovou) situaci.

Tabulka 7 – Stanovení modelové situace

Typická rychlost hlavního uživatele	Uživatelé v těze uvažované oblasti			Modelová situace
	Hlavní uživatel	Jiný uživatel (povolený)	Nepovolený uživatel	
vysoká > 60 km.h ⁻¹	M	-	S C P	A1
		S	C P	A2
		C P	-	A3
střední 30 až 60 km.h ⁻¹	M S	C P	-	B1
	M S C	P	-	B2
	C	P	M S	C1
nízká 5 až 30 km.h ⁻¹	M P	-	S C	D1
		S C	-	D2
	M C	S P	-	D3
	M S C P	-	-	D4
velmi nízká (chůze)	P	-	M S C	E1
		M S C	-	E2

2.2. Vzhled a vliv na životní prostředí

ČSN - EN 13 201-2 (360455) Osvětlení pozemních komunikací – Část 2, upozorňuje, že požadavky na vzhled a rozmístění jednotlivých prvků osvětlovací soustavy mohou značně ovlivnit vzhled komunikace a životní prostředí během dne a v noci. To se týká nejen uživatelů komunikace, ale také pozorovatele, který vnímá osvětlovací soustavu s určitým odstupem.

Pozornost je třeba věnovat zejména následujícím hlediskům:

Faktory, které ovlivňují vzhled ve dne:

- výběr způsobů upevnění svítidel, např. stožáry s nebo bez výložníku, závěsná lana nebo přímá montáže na fasády budov;
- vzhled a barva osvětlovacích stožárů;
- proporce a výška osvětlovacích stožárů nebo jiných nosných prvků ve vztahu k výšce okolní zástavby, stromů a dalších významným objektů v zorném poli;
- umístění osvětlovacích stožárů ve vztahu k významným pohledům;
- vzhled, délka a sklon výložníků osvětlovacích stožárů;
- sklon svítidel;
- volba svítidel.

Faktory, které ovlivňují vzhled a příjemné působení v noci:

- barevný tón světla;
- podání barev;
- montážní výška svítidel;
- vzhled svítícího svítidla;
- vzhled svítící osvětlovací soustavy;
- optické vedení zajišťované přímým světlem svítidel;
- regulace hladiny osvětlení.

Omezení světla vyzařovaného do směrů, kde není potřeba nebo kde je nežádoucí:

- ve venkovských nebo příměstských oblastech, kde osvětlovací soustava působí rušivě při dálkových pohledech přes otevřenou krajinu;
- vnikajícího do objektů;

Návrh osvětlovací soustavy musí kromě technických parametrů splňovat také požadavky estetické, musí vycházet ze znalosti daného prostředí a být v souladu s požadavky urbanistických, dopravních a stavebních návrhů a projektů, případně s úpravou veřejné zeleně. V této oblasti dochází nejčastěji k chybám při návrhu osvětlovací soustavy. Výběr nevhodných svítidel a zdrojů, byť s ohledem na architektonické požadavky, vede obvykle k variantě s finančně vysoce náročným provozem. Vzhledem k celkovým nákladům s budováním osvětlení center měst a obcí může věci prospět, je-li zpracováno více variant návrhu osvětlovací soustavy.

Nakládání s odpady VO

Při provozování VO, zejména při jeho údržbě, přeložce, obnově dochází ke vzniku odpadů, je nutno likvidovat v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb., vyhláškou č. 383/2001 Sb. Odpad je obecně definován jako movitá věc, která se pro vlastníka stala nepotřebnou a vlastník se jí zbavuje s úmyslem ji odložit, nebo která byly vyřazena na základě zvláštního právního předpisu. Původcem odpadů je

právnícká nebo fyzická osoba oprávněná k podnikání, pokud při její podnikatelské činnosti vzniká odpad. Vyřazené výrobky světelné techniky se stávají odpadem, mezi nejzávadnější odpad patří výbojové světelné zdroje.

Povinnosti původce odpadů:

- 1) Trvale nabízet k využití odpady, které sám nemůže využít. Nelze-li odpady využít, zajistit jejich zneškodnění.
- 2) Původci jsou povinni shromažďovat, zařazovat, evidovat, kontrolovat a zabezpečovat své odpady.
- 3) Odpovědnost původce trvá do doby předání odpadu oprávněné osobě.
- 4) Nakládat s nebezpečnými odpady lze jen se souhlasem příslušného okresního úřadu (OÚ), tento souhlas se nevyžaduje při přepravě a dopravě.

Provozovatelé VO musí mít za zákona č. 17/1992 Sb. o životním prostředí vypracovaný a příslušným státním orgánem schválený program odpadového hospodářství, protože při jejich činnosti dochází ke vzniku odpadu.

Charakteristika odpadů s obsahem rtuti

Společným znakem výbojových světelných zdrojů je to, že zdrojem světla je výboj ve rtuťových parách. Rtuť je nejstarší a nejvýznamnější průmyslový jed. Má schopnost, obdobně jako další kovy olovo (Pb), arsen (As) a kadmium (Cd), vázat se na thiolové skupiny (-SH) enzymů a způsobit tak vážné poškození organismu. Toxické vlastnosti rtuti závisí vedle množství také na chemickém složení a způsobu podání. Otravy parami rtuti jsou možné hlavně v oblasti průmyslové výroby.

Rtuť a její sloučeniny doprovází v odpadech řada dalších škodlivých příměsí. U výbojových světelných zdrojů jsou to zejména vysoce toxické sloučeniny barya, thalia a kadmia, z dalších nežádoucích příměsí lze uvést olovo, antimon, indium, stroncium, thorium a vanad.

Žárovky se řadí do skupiny ostatních odpadů (kategorie O). Všechny výbojové světelné zdroje patří do kategorie nebezpečných odpadů (N), kód odpadu 20 01 21. Nebezpečnost odpadů se hodnotí podle nebezpečných vlastností, které odpad má nebo může mít. U odpadů s obsahem těžkých kovů (rtuť) a dalších škodlivin jsou těmito nebezpečnými vlastnosti ekotoxicita, následná nebezpečnost a akutní toxicita.

Zpětný odběr některých výrobků

Povinnost zpětného odběru se stahuje na minerální oleje, elektrické akumulátory, galvanické články a baterie, **výbojky a zářivky**, pneumatiky, chladničky používané v domácnostech.

Povinnost zajistit zpětný odběr použitých výrobků určených ke zpětnému odběru má právnícká osoba nebo fyzická osoba oprávněná k podnikání, která výrobky uvede do oběhu.

Zpětně odebrané výrobky je třeba nejpozději do konce následujícího roku využít a recyklovat.

Zpětný odběr výrobků musí být proveden bez nároku na úplatu za tento odběr od spotřebitele.

Místa zpětného odběru musí být pro spotřebitele stejně dostupná jako místa prodeje výrobků, na které se povinnost zpětného odběru vztahuje.

2.3. Požadavky na osvětlenost kulturních památek

Pro osvětlení významných městských budov neplatí v současnosti žádná technická norma. Týká se jej Doporučení CIE - Publ. 92 z roku 1992. Doporučené hodnoty jasu \bar{L} jsou uvedeny v tabulce.

Tabulka 8: Doporučené hodnoty jasu pro osvětlení budov

Pozorovací vzdálenost objektu	Jas průčelí \bar{L} [cd · m ⁻²]
dálkové pohledy	10 až 20
pohledy z okolí	5 až 10
pohledy z bezprostřední blízkosti	1 až 5

Při stanovení potřebné hodnoty jasu průčelí osvětlovaného objektu je kromě pozorovací vzdálenosti třeba vzít v úvahu především jas okolí objektu a význam objektu.

Z toho by se mělo vycházet při volbě rozložení jasů v předpokládaném zorném poli pozorovatele.

Tabulka 9: Doporučené hodnoty osvětlení s ohledem na jas pozadí

urbanistický charakter objektu	urbanisticky dominantní	urbanisticky významný	dominantní	v běžné zástavbě	parky sady
pozorovací vzdálenost	důležité dálkové pohledy	dálkové pohledy	pohledy městem	pohledy z okolí	pohledy z blízkého okolí
pozadí a okolí	velmi osvětlené	silněji osvětlené	osvětlené mírně	tmavé	velmi tmavé
veřejné osvětlení v okolí [lx]	více než 30	15 - 30	5 - 15	2 - 5	méně než 2
jas průčelí [cd · m ⁻²]	20 a více	10 - 20	5 - 10	3 - 5	1 - 3
osvětlení průčelí [lx] světlá	180 a více	90 - 180	45 - 90	25 - 45	10 - 25
osvětlení průčelí [lx] tmavá	500 a více	250 - 500	120 - 250	80 - 120	25 - 80

Nejčastější chybou, vedoucí k přesvětlování objektů a tím ke zvýšení nákladů na provoz, je nevhodný výpočet osvětlení. Bývá používán software určený pro výpočet osvětlení billboardů a reklamních ploch, kde však jsou požadované hodnoty nasvětlení několikanásobně vyšší, než u architektury. V praxi pak, když začnou vadit vysoké provozní náklady, bývají některá svítidla vypnuta a původní záměr osvětlení projektu je zcela znehodnocen.

Podle ČSN - EN 13 201-2 / (360455) Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky/, je při návrhu nutno provést hodnocení oslnění a omezení obtěžujícího světla, přičemž jsou stanoveny:

A.1 Třídy svítivosti²

V některých situacích nelze spočítat prahový přírůstek (Tl) a přesto je nezbytné snížit omezující oslnění způsobené osvětlovacími soustavami.

Po zvážení hledisek uvedených v kapitole 2.2 je možno stanovit požadavky na omezení obtěžujícího světla.

V tabulce A.1 jsou uvedeny zavedené třídy svítivosti G1, G2, G3, G4, G5 a G6, ze kterých lze vybrat třídu, umožňující splnit přiměřené požadavky na snížení účinků omezujícího oslnění nebo obtěžujícího světla.

Tabulka A.1 – Třídy svítivosti

Třída	Svítivost [cd.klm^{-1}]			Jiné požadavky
	v úhlu 70° ^a	v úhlu 80° ^a	v úhlu 90° ^a	
G1		≤ 200	≤ 50	žádné
G2		≤ 150	≤ 30	žádné
G3		≤ 100	≤ 20	žádné
G4	≤ 500	≤ 100	≤ 10	svítivost nad 95° ^a má být nula
G5	≤ 350	≤ 100	≤ 10	svítivost nad 95° ^a má být nula
G6	≤ 350	≤ 100	≤ 0	svítivost nad 90° ^a má být nula

^a Svítivost v uvedeném úhlu měřeném zdola od svislice, v libovolném směru, pro svítidlo v provozní poloze.

POZNÁMKA 1 Prahový přírůstek (Tl) je měřítkem omezujícího oslnění, které závisí na závojevém jasu a na průměrném jasu povrchu komunikace. Světelný tok zdroje ovlivňuje obě veličiny stejně, a proto jsou v tabulce A.1 uvedeny poměrné svítivosti vztažené ke světelnému toku.

POZNÁMKA 2 V případech běžně používaných světelných zdrojů a svítidel odpovídají třídy G1, G2 a G3 tradičnímu pojmu svítidlo „částečně cloněné“ (semi cut-off) a „cloněné“ (cut-off). Třídy G4, G5 a G6 odpovídají pojmu „plně cloněné“ (full cut-off) svítidlo.

A.2 Třídy oslnění

Z tříd oslnění D0, D1, D2, D3, D4, D5 a D6, uvedených v tabulce A.2, lze vybrat tu třídu, která umožní splnit přiměřené požadavky na omezení rušivého oslnění.

Součinitel oslnění se vypočítá jako $I \cdot A^{-0,5}$, rozměr [cd.m^{-1}],

kde I je největší hodnota svítivosti [cd] v úhlu 85° měřeném od svislice zdola v libovolném směru,

A průmět plochy [m^2] svítící části svítidla do roviny kolmé ke směru I . Jsou-li ve směru I přímo viditelné svítící části světelného zdroje nebo jejich zrcadlové odrazy, použije se třída D0.

POZNÁMKA 1 Průmět plochy A do vodorovného směru se pokládá za dostatečně přesný.

POZNÁMKA 2 Pokud je k dispozici tabulka svítivosti svítidla v provozní poloze, lze svítivost I odvodit pomocí údajů této tabulky.

Tabulka A.2 – Třídy oslnění

Třída	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Hodnota součinitele oslnění	-	≤ 7000	≤ 5500	≤ 4000	≤ 2000	≤ 1000	≤ 500

² NÁRODNÍ POZNÁMKA Výstižnější by byl pojem „třídy clonění“.

PŘÍKLAD 1 Svítící koule má průměr 0,6 m a svítivost v libovolném směru 60 cd na 1 000 lm světelného toku zdroje. Průmět plochy je $\pi \cdot 0,6^2 / 4 \text{ m}^2 = 0,28 \text{ m}^2$ a součinitel oslnění je $60 \cdot 0,28^{-0,5} = 113 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-1}$ na 1 000 lm světelného toku zdroje. V případě uvažování v současné době platných hodnot světelných toků vysokotlakých sodíkových výbojek o příkonu 50 W nebo 70 W v jednozdrojovém svítidle vycházejí třídy D6, případně D5, při použití rtuťových výbojek 50 a 80W vychází třída D6, pro 125 W třída D5.

PŘÍKLAD 2 Svítidlo má ve spodní části světelně činný kryt ve tvaru kvádra výšky 0,1 m, délky 0,3 m a šířky 0,2 m. Největší hodnota součinitele oslnění $I \cdot A^{-0,5}$ v úhlu 85° měřeném zdola od svislice je v rovině kolmé na podélnou osu svítidla, přičemž

I je 50 cd na 1 000 lm světelného toku zdroje;

$$A = 0,3 \cdot 0,2 \cdot \cos 85^\circ + 0,3 \cdot 0,1 \cdot \cos (90^\circ - 85^\circ) = 0,035 \text{ m}^2,$$

takže hodnota součinitele oslnění vychází $50 \cdot 0,035^{-0,5} = 267 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-1}$ na 1 000 lm světelného toku zdroje.

2.4 Osvětlení přechodů pro chodce

Přechody pro chodce vyžadují v některých případech zvláštní pozornost. V některých státech existují národní normy, které uvádějí další návod vztahující se k národní praxi.

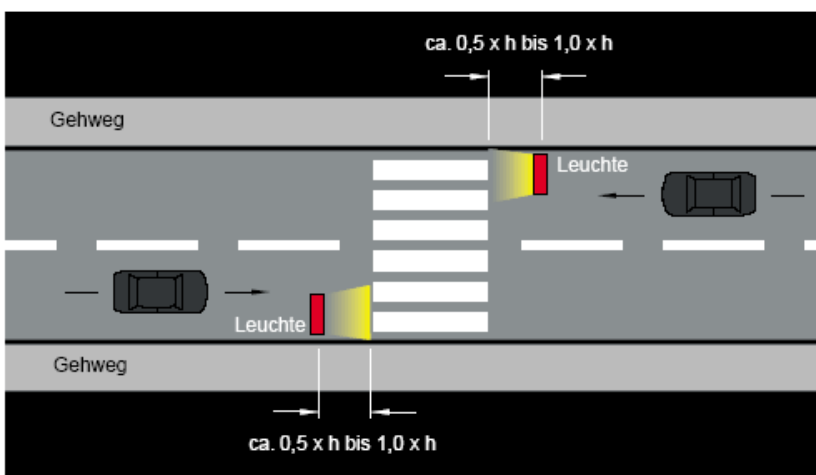
Lze-li běžnou osvětlovací soustavou zajistit dostatečně vysokou úroveň jasu povrchu komunikace v místě přechodu, je možné vhodným umístěním běžných uličních svítidel dosáhnout dostatečného negativního kontrastu, při kterém je chodec na přechodu vnímán jako tmavá silueta na světlém pozadí.

Místní osvětlení přídatnými svítilny se používá v případě, pokud chceme přímo osvětlit chodce na a u přechodu a upozornit řidiče motorových vozidel na přítomnost přechodu.

Typ přídatných svítidel a jejich umístění a orientace vůči přechodu pro chodce musí být zvolen tak, aby bylo dosaženo pozitivního kontrastu a zároveň tak, aby nebyli nadměrně oslňováni řidiči. Jednou z možností je umístění svítidel v malé vzdálenosti před přechodem tak, aby chodce osvětlovala ze směru přijíždějících vozidel. V případě komunikace s obousměrným provozem je třeba svítidla umístit před přechodem v každém z obou směrů jízdy na té straně komunikace, po níž vozidla k přechodu přijíždějí. Vhodná jsou svítidla s asymetrickým rozložením světivosti.

Místní osvětlení by mělo dostatečně osvětlit chodců ze strany přijíždějících vozidel v celé oblasti přechodu. Svislá osvětlenost chodců musí být výrazně vyšší než vodorovná osvětlenost přilehlé komunikace zajištěná běžnou osvětlovací soustavou komunikace. V oblastech na obou koncích přechodu, kde chodci čekají před vstupem do jízdního pásu, je také nutno zajistit dostatečnou osvětlenost. Osvětlení omezené na oblast přechodu pro chodce a na úzký pás kolem něj vyvolává tzv. divadelní efekt, který pomáhá upoutat pozornost.

Schéma správného osazení osvětlení přechodu



3. Faktory ovlivňující účinnost a provozní úspory VO

Účinnost a provozní náklady osvětlovací soustavy jsou vždy závislé na kombinaci technických prvků.

Základní prvky osvětlovací soustavy:

- a/ světelné zdroje
- b/ předřadníky
- c/ svítidla
- d/ způsob osvětlení
- e/ způsob ovládání a spínání osvětlovací soustavy
- f/ způsob regulace příkonu VO

Pro osvětlovací soustavu je určující také

- g/ údržba osvětlovací soustavy

Několik základních termínů

– světelný tok Φ – jednotka lumen [lm] – množství světla vyzářené světelným zdrojem do všech směrů

– příkon P – jednotka watt [W]

– měrný světelný výkon – jednotka lumen na watt [$\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$] – účinnost, s níž je elektrická energie přeměňována na viditelné světlo, tj. velikost světelného toku [lm], který se získá z 1 W elektrického příkonu

– osvětlenost (intenzita osvětlení) (I) – je rovna poměru světelného toku dopadlého na osvětlovanou plochu a velikosti této plochy.

Jednotkou osvětlenosti je lux [lx] ($\text{lx} = \text{lm}\cdot\text{m}^{-2}$). Osvětlenost ve dne při zatažené zimní obloze je 5 000 lx, v létě na slunci 70 000 lx a více.

– jas – jednotka $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$. Jas pozorovaného předmětu je rozhodující pro zrakový vjem. Je také důležitý pro hodnocení zrakové pohody.

Při osvětlenosti 300 lx má bílý papír jas cca 76 $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$. Za dne má obloha podle ročního období jas od 1 500 do 6 000 $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$. Jas travnaté louky je 150 až 600 $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$ je-li zataženo, a až 2 000 $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$ v létě za jasné oblohy.

- barevné podání R_a – bezrozměrný index – určuje procento shody vnímání barevného vzhledu předmětů pro určitý světelný zdroj v porovnání s „normálovým“ světlem je důležitý zejména tam, kde je nutno rozeznávat barevné odstíny

– teplota chromatičnosti – T_c – jednotka kelvin [K], (důležitá pro vnitřní osvětlení, pro VO není rozhodující)

3.1. světelné zdroje

Světelný zdroj tvoří jádro osvětlovací soustavy. Volbou vhodných zdrojů se již na počátku návrhu rozhoduje o hospodárnosti celé soustavy. Je tedy velmi důležité znát jejich technické parametry. Kromě některých fyzikálních veličin, uvedených v předchozím odstavci, to jsou:

- životnost – jednotka hodina [hod] – rozumí se jí průměrná doba svícení světelného zdroje při provozních podmínkách daných normou (pro zkoušení světelných zdrojů).
- příkon včetně předřadníku – jednotka watt [W] – zejména u zdrojů s nižším příkonem může ovlivnit názor na vhodnost použití světelného zdroje
- typ patice a baňky
- cena

Ve veřejném osvětlení je jako světelné zdroje možno použít

Kompaktní zářivky

- s integrovaným elektronickým předřadníkem se závitem E 27
- s elektronickým předřadníkem s kolíkovými paticemi

Výrobci nabízejí zářivky s širokým rozsahem světelného výkonu, toku a podání barev, s různou životností a s různými paticemi.

Pro chladnější klima je nabízena speciální řada zaručující spolehlivý provoz při teplotách do minus 30 °C.

Kompaktní zářivky mají příkon mezi 5 až 55 W a **měrný světelný výkon 50 až 87 lm/ W**. Jejich použití je omezeno na **osvětlení pěších zón, podchodů, parkové zeleně, vedlejších komunikací pro pěší a cyklisty. Jsou vysloveně nevhodné pro osvětlování komunikací, neboť velké rozměry jejich svítících částí limitují možnost usměrnění světelného toku. Zdrojem potíží je také značná závislost světelného toku na teplotě okolí.**

Rtuťové vysokotlaké výbojky

Jsou na trhu v širokém rozsahu světelného výkonu, světelného toku, životnosti a podání barev, s příkonem 50 až 1000 W a se **světelným výkonem 36 až 58 lm/W**.

Používají se k osvětlení pěších zón, zahrad, parků, foyer, nákupních pasáží, interiérů, vedlejších komunikací a v prostoru veřejné zeleně.

Sodíkové vysokotlaké výbojky

Vyrábějí se rovněž v širokém rozsahu světelného výkonu, světelného toku a životnosti (až do 26 000 provozních hodin).

Dodávány jsou s příkonem 35 až 1000 W a s **měrným výkonem 70 až 150 lm/W**.

Jejich použití je velmi široké. K hlavním oblastem patří plošné osvětlení v dopravě, reprezentativní osvětlování a nasvětlování.

Nedoporučují se pro nasvětlování parků a veřejné zeleně.

Sodíkové vysokotlaké výbojky „H“ (s Peningovou směsí)

Byly vyvinuty jako náhrada za vysokotlaké rtuťové výbojky. Výměnou je dosaženo okamžitého zvýšení osvětlenosti a snížení příkonu. Přitom není třeba měnit elektrickou výzboj svítidla.

Dodávány jsou s příkonem 50 až 350 W a s **měrným výkonem 70 až 98 lm/W**.

Jejich použití je velmi široké, především slouží pro plošné osvětlení v dopravě. Nedoporučují se pro nasvětlování parků a veřejné zeleně.

Sodíkové nízkotlaké výbojky

Výrobci nabízejí dvě typové řady. Dosahují velmi vysoké účinnosti, poskytují však pouze monochromatické světlo, což velmi omezuje jejich využití. Provoz je nákladný. Vyžaduje stabilizovaný zdroj napájení a technicky bezchybnou přenosovou soustavu, vylučující ztráty provozního napětí v el. vedení.

Dodávány jsou s příkonem 18 až 185 W a s **měrným výkonem 100 až 203 lm/W**.

Jejich použití je omezeno pouze na nově budované sítě pro osvětlování výpadevých silnic a dálnic, případně vodních cest. Nevýhody jsou obdobné jako u kompaktních zářivek, tj. velký rozměr svítících částí, malý jas a závislost světelného toku na teplotě okolí.

Sodíko-xenonové výbojky

Tento typ zdrojů byl vyvinut speciálně pro dekorativní venkovní osvětlení. Podání barev odpovídá rtuťovým výbojkám a je tudíž výrazně příznivější než u sodíkových výbojek. Výbojky nepropouštějí žádné UV záření, proto nelákají hmyz, čímž se redukuje znečištění svítidel a chrání příroda.

Dodávány jsou s příkonem 50 až 80 W a s **měrným výkonem 65 až 75 lm/W**.

Jejich použití je velmi široké, především při osvětlení historických center měst, pěších zón, veřejných míst a promenád, historických budov, klidných ulic a parků.

Halogenidové výbojky

Při jejich vývoji bylo dosaženo zvýšení měrného světelného toku. Také podání barev je výrazně lepší než u sodíkových výbojek a odpovídá rtuťovým výbojkám. Zdroj byl vyvinut pro dekorativní vnitřní a venkovní osvětlení.

Dodávány jsou s příkonem 35 až 2000 W a s **měrným výkonem 67 až 103 lm/W**.

Možností použití je celá řada, praxi však ovlivňuje vysoká pořizovací cena. Najdeme je proto jen v historických centrech měst a u velmi významných budov.

Tabulka 10: Technické parametry různých světelných zdrojů o příkonu 70 W

typ	výkon [W]	svět.tok [lm]	měrný výkon včetně předřadníku [lm.W ⁻²]	měrný výkon [lm.W ⁻¹]	cena [Kč]	Poměr Kč.lm ⁻¹ .W ⁻¹
Zářivka kompaktní, patice E 27	3 x 23	4 500	65	65	750	11,50
Zářivka kompaktní 2G11	2 x 36	5 800	54	80	320	6
Sodíkový zdroj vysokotlaký	70	6 500	67,5	92	230	3,40
Sodíkový zdroj nízkotlaký	65	10 700	98	163	1 100	11,80
Sodíkový zdroj vysokotlaký H	70	5 500	62	80	600	9,60
Sodíko-xenonový zdroj	80/50	6 000	66	75	1 100	16,70
Halogenidový zdroj	75	5 500	58,5	73	640	10,90

Tabulka 11: Orientační přehled parametrů základních typů světelných zdrojů

Světelný zdroj		Příkon (W)	Světelný tok (lm)	Měrný výkon (lm.W ⁻¹)	Život zdroje (h)	Index podání barev R _a	Teplota chrom. T _c (K)
žárovka klasická na síťové napětí		40	430	10,8	1000	100	2500 až 3000
		60	730	12,2			
		100	1380	13,8			
		200	3150	15,8			
žárovka halogenidová na síťové napětí	s vnější baňkou a patičí E 27	60	840	14	2000 až 4000	100	3000
		100	1600	16			
		150	2550	17			
	dvoupaticová	100	1650	16,5	2000	100	3000
		200	3200	16			
1000	22000	22					
zářivka dvoupaticová – lineární luminofor třípásmový, nižší obsah Hg	26 mm	18	1350	75	10000 až 16000	> 80	2700 až 6500
		36	3350	93			
		58	5200	89,7			
	16 mm	21	2100	100	16000	> 80	
		28	2900	103,6			
35	3650	104,3					
zářivka jednopaticová kompaktní s vestavěným elektronickým předřadníkem patice E 27		7	400	57,1	10000	> 80	2700 až 6500
		11	600	54,5			
		15	900	60			
		20	1200	60			
		23	1500	60			
výbojka rtuťová vysokotlaká s luminoforem		125	6300	50,4	6000 až 12000	50	3150
		250	13000	52			
		400	22000	55			
výbojka halogenidová		75	5800	77,3	9000 až 12000	60 až 89	3000 až 5600
		150	13000	86,7			
		250	20000	80			
		400	42000	105			
		2000	240000	120			
		3500	320000	91,4			
výbojka sodíková	vysokotlaká	50	3500	70	16000 až 28000	20 až 65	2050
		70	6500	92,9			
		150	17000	113,3			
		250	33000	132			
		400	55500	138,8			
	nizkotlaká	35	5750	164,3	12000 až 24000	0	-
		65	10700	164,6			
		90	17000	188,9			
		127	25000	196,9			

3.2. předřadná zařízení

Součástí svítidla je předřadné zařízení. Skládá se obvykle z tlumivky, zapalovače, kompenzačního kondenzátoru (pro vysokotlaké výbojky) nebo ze tlumivky, případně z elektronického předřadníku (pro kompaktní zářivky).

Zapalovače slouží k prvotnímu zapálení výboje ve výbojce. Dnes se vyrábějí převážně zapalovače dvojčinné, které mají vysokonapěťový impuls v obou půlperiodách napájecího napětí. Tyto zapalovače lze takřka univerzálně použít pro všechny typy sodíkových vysokotlakých výbojek. Většina renomovaných firem dodává zapalovače s odpojovačem, který zastaví činnost zapalovače při poruše nebo na konci života výbojky.

Při volbě svítidla je nutno, aby projektant znal **technické parametry svítidla**, zejména jeho elektrické části. Jiný typ svítidla je třeba volit pro rtuťové vysokotlaké výbojky, jiný pro klasickou sodíkovou vysokotlakou výbojku a sodíkovou vysokotlakou výbojku „super“. Každý výrobce světelného zdroje doporučuje typ předřadného zařízení, které je nutno do svítidla osadit.

Elektrické parametry předřadníků a světelných zdrojů jsou předepsány předpisy IEC a proto je možno používat výrobky všech výrobců v libovolném svítidle.

Parametry předepsané IEC jsou však značně tolerantní. Proto je užitečné věnovat pozornost nabídce seriálních výrobců, pro něž je prvořadá vysoká užitná hodnota výrobků – parametry těchto předřadníků a zdrojů jsou lepší, než je úroveň daná předpisem IEC. Nedostatečný důraz na toto hledisko může vést k nevhodné kombinaci předřadníků a zdrojů. Následkem je ovšem zkrácená životnost, zvýšený počet poruch a provozních nákladů. Jestliže výrobce či dodavatel negarantuje potřebné parametry výrobku, veškeré dodatečné náklady jdou na vrub provozovatele osvětlení.

Stabilizace provozního napětí významně ovlivňuje životnost světelného zdroje a tím i ekonomiku provozu. Přípustné odchylky napájecího napětí jsou max. 5 %; napětí by tedy mělo kolísat nanejvýš mezi 218,5 V a 241,5 V.

Při provozním podpětí, způsobeném špatným stavem rozvodné sítě, se může výrazně **snížit světelný tok vystupující ze svítidla a tedy i osvětlenost, resp. jas komunikace**. Především na dopravně exponovaných místech pak mohou nastat nebezpečné situace a vzniknout škody.

Při návrhu osvětlovací soustavy a propočtu ekonomiky jejího provozu je třeba brát v úvahu také technický stav elektrické rozvodné sítě nadzemní i podzemní (kabelové) a stav napájecího zdroje. V rámci rekonstrukce a/nebo modernizace osvětlovací soustavy musí být provedena případná úprava rozvodné sítě a rozvodnice – stabilizace sítě a instalace regulačních prvků.

3.3. svítidla

Požadavky, kladené na konstrukci svítidel určených pro veřejné osvětlení, vyplývají z potřeb, daných druhem a charakterem jednotlivých venkovních prostor a komunikací. Konkrétní funkci a použití svítidel vymezují jejich světelně technické, energetické a ekonomické parametry, důležitý však je i způsob montáže a estetické působení.

Kvalitativní charakteristiky osvětlení, respektive **svítidel** jsou dány základními světelně technickými parametry:

- křivkou svítivosti – tj. fotometrickou plochou svítivosti (popsanou čarami svítivosti) a z ní vyplývající účinnost svítidla
- jasy předepsaných směrech
- úhly clonění svítidla

Hospodárnost osvětlovací soustavy výrazně ovlivňuje **životnost svítidel**, která je velmi závislá na výrobcí, resp. na jeho výrobních a vývojových možnostech, na schopnosti sledovat nejnovější technické trendy. Při výběru jednotlivých typů svítidel je nezbytné sledovat materiál, použitý k výrobě vlastního tělesa, krytu a těsnění, dále krytí optické a elektrické části.

Je též velmi důležité znát, jaké světelné zdroje je možno pro daný typ svítidla použít. Řada výrobců svítidel již při vývoji optické části spolupracuje s výrobcí světelných zdrojů.

Tvar, velikost a provozní teplota optické části jsou navrženy tak, aby bylo dosaženo co nejvyšší fotometrické účinnosti. Ta je definována jako podíl světelného toku dopadajícího na komunikaci a světelného toku, emitovaného zdrojem.

U svítidel, užívaných pro dekorativní účely, bývá hlavní důraz kladen na estetickou úroveň navrhované světelné soustavy.

Fotometrická účinnost není nejdůležitější a je nižší oproti svítidlům technickým. Zkušený projektant dokáže ovšem skloubit i kombinaci světelně-technických a estetických požadavků.

Svítidla určená pro osvětlování pozemních komunikací musí kromě jiného splňovat následující požadavky:

- Maximální těsnost optické části svítidla

Krytí optické části se vyžaduje IP 65. U optické části bývají provedeny hermetické uzávěry v krytí IP 66 nebo bývají opatřeny uhlíkovým filtrem, umožňující tzv. dýchání svítidel (vyrovnávání změn vnitřního tlaku způsobených změnami teploty svítidla při provozu) a zamezujícím nasávání nečistot zvnějšku. Tato svítidla jsou sice poněkud dražší než v základním provedení, avšak náklady na jejich údržbu během doby životnosti jsou prakticky nulové.

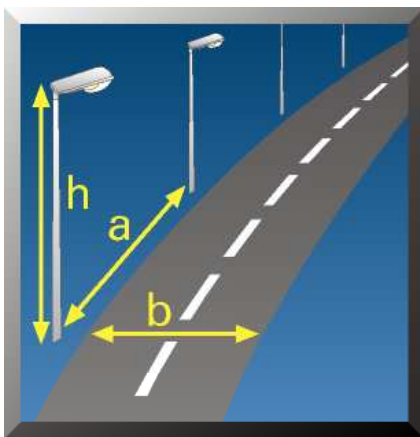
- Maximální účinné rozložení světelného toku

Rozložení světelného toku bývá určeno především charakteristikou provozu a zařazením komunikace do funkční třídy. Je definováno poměrem mezi roztečí jednotlivých světelných bodů (obecně sloupů) a výškou jejich osazení. U velmi účinných osvětlovacích soustav se tento poměr L pohybuje od 4 do 5, u svítidel schopných soustředit světelný tok do osy ulice je pak L rovno 5 až 6.

To v praxi znamená, že pro svítidla osazená ve výši 8 m lze navrhnout rozteč 40 až 48 m. Tyto hodnoty jsou, spolu s dodržáním požadované osvětlenosti (jasu) a rovnoměrnosti, ověřovány výpočtem osvětlovací soustavy, který je nedílnou součástí každého technického návrhu osvětlení.

Příklad systému osvětlení:

- svítidlo SiTeco ST 50 , výbojka HST 50 W
- $b = 6 \text{ m}$, $a = 35 \text{ m}$, $h = 6 \text{ m}$
- $a / h = 5,8$, $b / h = 1$
- jas vozovky: $\bar{L} = 0,5 \text{ cd} / \text{m}^2$
- rovnoměrnost: $U_o = 0,4$, $U_i = 0,5$



Světelné technické parametry, zejména křivka svítivosti, přímo určují výsledek výpočtu osvětlení v kontrolních bodech příslušné komunikace.

Účinnost svítidla [%] je důležitá při posuzování energetické náročnosti a ekonomického efektu (re)konstrukce veřejného osvětlení. Důležitá je také **časová stálost účinnosti svítidla** (optického systému), která je dosažena právě již uváděným krytím IP celého svítidla.

Tabulka 12 : Hlavní kritéria výběru svítidla

Hlavní minimální požadavky kladené při výběru odpovídajícího svítidla osazeného v soustavě VO města - jsou uvedeny v tabulce:

Křivka svítivosti	- udává se v katalogových listech (min. 1 : 4,5 h) - slouží pro výpočet světelných poměrů na komunikaci - v tabulkové formě je přímo využita výpočetním programem
elektrická část	- možnost osazení předřadníkem pro skokové snížení svítivosti – regulace příkonu svítidla 50/70, 100/150 - osazení stmívacím předřadníkem pro snížení příkonu impulsem
Účinnost	doporučena min. 80 %
druh světelného zdroje	přednostně volit vysokotlaké sodíkové výbojky
příkon světelného zdroje	50 - 70 - 100 - 150 - 250 - 400 W
krytí optické části	co nejvyšší, vhodné je IP 65
krytí elektrické části	co nejvyšší, vhodné je IP 65
optický systém	- vysoce leštěný zrcadlový reflektor - fazetový - kryty v antivandalském provedení - kryt – možnost osazení oblý nebo ploché sklo
montáž	možnost osazení přisazeně na stožár nebo na výložník
životnost	minimálně 10 roků

Při navrhování VO se používají přednostně svítidla s vysokotlakými sodíkovými zdroji. Každý **návrh musí být doložen výpočtem hladiny osvětlení** a jeho rozložení spolu s určením stupně osvětlení dle zatřídění příslušné komunikace. Optická a elektrická část svítidla musí mít krytí minimálně IP 65 a světelný tok směřován výhradně na komunikaci (mimo území památkové zóny a slavnostní osvětlení).

Poznámka:

Určení životnosti technického zařízení veřejného osvětlení vychází ze zákona ČNR č. 586/1992 Sb. v pozdějších zněních, § 30 a přílohy - určení odpisových skupin.

Pro stanovení termínů výměn jednotlivých prvků lze vycházet z doby pořízení za použití odpisových tabulek zákona o dani z příjmu č. 586/1992 Sb. ve znění pozdějších změn a doplnění, kde jsou svítidla v odpisové skupině č. 2 (položka 2-47, SKP 31.50), elektrické

rozvaděče ve skupině č. 3 (pol. 3-36, SKP 31.2), kabelové rozvody a stožáry ve skupině č. 4 (el. vedení - pol. 4-3, SKP 46.21.4, stožáry - pol. 4-5, SKP 46.21.52). Podle § 30, odst. (1) jsou doby odpisování následující:

Tabulka 13: Odpisové skupiny

Odpisová skupina	zařízení	doba odpisu
2	svítidla	8 let
3	elektrická rozvodná spínací zařízení	15 let
4	vedení místní - elektrická věže a stožáry	30 let

Vývoj konstrukce svítidel pro veřejné osvětlení se v současnosti soustřeďuje zejména na výrobu unifikovaných světelných systémů pro všechny druhy pozemních komunikací se zaměnitelnými součástmi. Cílem je minimalizovat jak náklady na údržbu, tak nutnost předzásobovat se různými náhradními díly.

Ochranné kryty svítidel jsou nabízeny v provedení čirém, kouřovém (s různými druhy zbarvení), vzorovaném (nepravidelný ledový vzor) a opálovém (mléčně bílém).

Materiálem krytů je převážně polymetakrylát a nárazuvzdorný polykarbonát.

Výrobci se zodpovědným přístupem, kterým není lhostejná ekonomická stránka provozu, např. SiTeco, jdou při konstrukcích svítidel tak daleko, že **přístup do svítidla**, nutný při jeho údržbě, **bývá prakticky beznářadový**. Otevření optické části i výměnu světelného zdroje stejně jako elektrobloku (předřadného zařízení) mohou montéři provést bez opakovaných výjezdů se speciálním vybavením.

3.4. způsob osvětlení

Základní druhy osvětlovacích soustav jsou definovány v ČSN 36 0400 - Veřejné osvětlení - a slouží jako základní prvek, nutný pro správný výpočet osvětlení. Jsou to osvětlovací soustavy:

- **jednostranná** (svítidla při kraji komunikace, levostranná, pravostranná)
- **párová** (svítidla po obou stranách komunikace naproti sobě)
- **vystřídaná** (svítidla střídavě po obou stranách komunikace)
- **převěsová** (svítidla zavěšena na laně buď v ose komunikace nebo kolmo na její osu) pouze u komunikací bez dělího středního pásu
- **osová** (svítidla v podélné ose komunikace s dělícím středním pásem)
- **řetězec** (svítidla zavěšena, případně na stožáru, v dělícím pásu komunikace)

Mezi návrhem nové osvětlovací soustavy a mezi rekonstrukcí stávající soustavy není z hlediska světelně technického prakticky žádný rozdíl, neboť vždy musí být respektovány požadované světelně technické parametry, předepsané normami pro tuto oblast. Je samozřejmě vhodné využít při rekonstrukci stávající elektrické rozvodné sítě, napájecí body a nosné prvky — stožáry, pokud je jejich technický stav uspokojivý a zaručuje další bezporuchový provoz. Přitom je však vhodné zvážit, zda využití stávajících prvků zbytečně nezvýší investiční nebo provozní náklady. Například při rekonstrukci VO v Bratislavě se počítá s tím, že se sníží počet světelných míst z 47 tisíc na 42 tisíc.

Před započítáním rekonstrukčních prací je třeba **vždy nejprve vypracovat pasport** stávajícího technického zařízení veřejného osvětlení (pokud již není k dispozici).

Ve druhé etapě se na základě pasportu provede **zhodnocení technického stavu** a poté je zpracován návrh vlastní rekonstrukce (výměna světelných zdrojů, svítidel, stožárů, světelných míst, napájecích rozvodnic a pod.). Z návrhu vyplyne celková výše potřebných finančních prostředků.

K výpočtu požadovaných parametrů osvětlení se v současnosti používá výpočetní technika. Existuje množství softwaru na výpočty osvětlenosti a jasů pro různé druhy uličních komunikací. Každý renomovaný výrobce svítidel dodává své výrobky s propočtem osvětlenosti a dává projektovým organizacím k dispozici výpočtové programy.

Dokumentace obvykle obsahuje tyto údaje

- vstupní údaje komunikace
- výpočet a výsledné hodnoty osvětlenosti nebo jasů, rovnoměrnosti osvětlení atd.
- izoluxový diagram nebo izojasový diagram-
- tabulka hodnocení oslnění

Navíc bývají uváděny:

- počty svítidel v ks / 1 km
- provozní náklady na elektrickou energii v Kč / 1 km

Výsledky kontrolního výpočtu parametrů osvětlení komunikace se porovnávají s požadavky příslušné normy.

Při rekonstrukci osvětlovací soustavy se navíc **provede zhodnocení jejího ekonomického přínosu** pro financování provozu – provozní finanční náročnost a popřípadě ekonomická návratnost investice.

Ekonomické hodnocení je většinou rozhodující pro volbu rekonstrukčních prací a pro zajištění jiných než vlastních finančních prostředků (např. při žádostech o podporu z fondu pro obnovu venkova a pod.).

3.5. způsob ovládání a spínání osvětlovací soustavy

Ovládací a řídicí systém má zajistit spolehlivé a efektivní zapínání a vypínání osvětlovací soustavy spolu s možností kontroly elektrických veličin (příkonu), důležitých pro ekonomické vyhodnocení provozu. Dnes již zřejmě není v provozu osvětlovací soustava bez možnosti dálkového nebo automatického spínání.

Ovládání je zajištěno:

- samostatnými ovládacími kabely z centrálního bodu
- kaskádovým zapojením z centrálního bodu
- systémem HDO
- fotoelektrickými spínači
- časovými spínači (spínacími hodinami)
- rádiovým signálem
- prostřednictvím telefonních linek
- prostřednictvím mobilní telefonní sítě signálem SMS
- prostřednictvím řídicího počítače
- ručním ovládním

Jednotlivé prvky ovládání se v praktickém provozu vzájemně kombinují, např. fotoelektrický spínač případně spínací hodiny s HDO, kaskádovým zapojením nebo s ovládacími kabely. Nejekonomičtější se jeví kombinace fotoelektrický spínač plus spínací hodiny s celoročním astronomickým programem, zohledňujícím časy východu a západu slunce.

Nejmodernější je kombinace bezdrátového spínání pomocí mobilní telefonní sítě impulsem z řídicího počítače, který má astronomický program a je schopen zajistit i další funkce – např. snížit intenzitu osvětlení v nočních hodinách, odečítat spotřebu elektrické energie aj.

3.6. regulace příkonu VO

Snaha o maximální hospodárnost provozu veřejného osvětlení vedla v posledních letech **k rozšíření možností regulace** příkonu el. energie a tím i ke snížení přímých provozních nákladů.

Platná norma připouští vícestupňovou **regulaci** v době zmenšení hustoty dopravního provozu v nočních hodinách, samozřejmě při zachování předepsané rovnoměrnosti osvětlení.

Systém vypínání jednotlivých světelných míst, doposud používaný některými provozovateli, tomuto **ustanovení ČSN odporuje**. **Je také v přímém rozporu se zákonným ustanovením obecně platným pro provoz obcí** a se zajišťováním bezpečnosti osob a majetku. Nerovnoměrnost osvětlení vytváří velmi obtížné situace pro účastníky dopravního provozu.

Případné **škody**, vzniklé v přímém důsledku nezajištění této obecné povinnosti, pak **hradí v plné výši majitel a provozovatel osvětlovací soustavy**.

Dopravní nehoda v důsledku nedostatečného osvětlení nebo osvětlení sice dostatečného, avšak nerovnoměrného nebo oslňujícího, může pak mít finanční dopad na rozpočet obce.

Důvody a výhody regulace veřejného osvětlení se plně projeví zejména při komplexním řešení rekonstrukce osvětlovací soustavy. Přitom lze, při dobrém technickém stavu elektrických rozvodných sítí, instalovat systém regulace i do stávajících soustav. Jedinou podmínkou, některými výrobci a prodejci těchto zařízení úmyslně nebo neúmyslně opomíjenou, je vhodnost stávajícího osvětlovacího systému jako takového a zejména vhodnost stávajících osvětlovacích zdrojů. Ne všechny světelné zdroje jsou totiž pro provoz při sníženém napětí vhodné. U některých přímo výrobce nedoporučuje použití v kombinaci se zařízením na redukci a útlum provozního napětí.

Pro systémy VO s regulací příkonu jsou přímo výrobcem doporučeny tyto vysokotlaké sodíkové zdroje:

Philips: SON T plus 70, 100, 150 W

OSRAM: NAV T super 70, 100, 150, 250 W

Tabulka 14: Možnosti plynulé regulace

Světelný zdroj	Regulační rozsah provoz. napětí
lineární a jednopaticové zářivky provozované s indukčním předřadníkem	40 - 100 %
lineární a jednopaticové zářivky provozované s elektronickým stmívatelným předřadníkem	1 - 100 %
vysokotlaké sodíkové výbojky	40 - 100 %
halogenidové výbojky	50 - 100 %
vysokotlaké rtuťové výbojky	60 - 100 % (nedoporučuje se)
halogenové žárovky	0 - 100 %

Správně navržené zařízení pro regulaci osvětlení a příkonu elektrické energie následně přináší výsledný efekt v těchto oblastech:

- úspory elektrické energie až o 35 -50 %
- stabilizace napětí
- zvýšení průměrné životnosti zdrojů až o 50 %
- dálkové ovládání
- stálé a rovnoměrné osvětlení daného prostoru
- postupné snižování intenzity osvětlení
- nepřerušené osvětlení i při poruchách vlastní regulace (zálohový provoz - bypass)
- jednoduchá údržba
- osazení v rámci stávajícího technického zařízení

Tabulka 15: **Prodloužení životnosti světelných zdrojů při vhodné regulaci:**

Světelný zdroj	Prodloužení životnosti na
lineární zářivky	150 %
vysokotlaké sodíkové výbojky	200 %
halogenidové výbojky	150 %
vysokotlaké rtuťové výbojky	130 % (nedoporučuje se)
halogenové žárovky	400 %

Další technické možnosti regulace

Vyjmenovali jsme několik technických možností, kterými moderní regulační systémy primárně ovlivňují provozní náklady veřejného osvětlení.

Méně známé jsou **možnosti sekundárních úspor**. Regulační prvky lze propojit do soustavy řízené počítačem a s jeho pomocí centrálně ovládat spínací časy provozu osvětlení, dobu provozu, odečítat na dálku aktuální spotřebu energie, kontrolovat provozní stav jednotlivých regulátorů a okamžitě indikovat případnou poruchu regulačního prvku. Průběžné sledování a vyhodnocování získaných údajů lze využít k optimalizaci provozu, tedy k úspoře energie.

Návrh pro instalaci a osazení regulačních prvků je třeba, tak jako ostatní části osvětlovací soustavy, **podřídit jednotné koncepci** celkové obnovy soustavy. Jen zcela výjimečně lze regulátory uplatnit samostatně, a to tam, kde již dřívější úprava nebo oprava veřejného osvětlení zajistila technické parametry soustavy na odpovídající úrovni. I pak je třeba provést následnou kontrolu hodnot všech světelně technických veličin, zda odpovídají vstupním hodnotám použitým v návrhu úprav.

Před zpracováním návrhu regulace osvětlovacího systému **je vždy třeba posoudit nabídky několika výrobců** resp. prodejců a vzít v úvahu nejen vstupní cenu jednotlivých druhů regulátorů, ale také možnost jejich vzájemného propojení do provozního systému, schopnost vzájemné komunikace, způsobu přenosu dat a náklady na servis a údržbu. Samozřejmostí je **zajištění referencí** o již instalovaných zařízeních.

Zdánlivě výhodná investice se totiž může stát nevýhodnou, jestliže má regulační systém časté poruchy. Pak soustava pracuje v přímém režimu bez regulace, ale nepřináší očekávaný optimální efekt.

Je dobré, pokud se **dodavatel regulace může prokázat energetickým auditem** (od nezávislého auditora) na již instalované zařízení.

Dobře a efektivně navržená regulace je schopna ve svém důsledku provozovateli šetřit přibližně 35 % finančních nákladů na elektrickou energii, asi o 50 % prodloužit životnost světelných zdrojů a snížit náklady na provoz (odečty spotřeby, opravy) přibližně o 10 %.

3.7. údržba osvětlovací soustavy

Údržbou veřejného osvětlení rozumíme **preventivní údržbu**, nahrazování opotřebovaných a vadných částí osvětlovací soustavy.

Je jedním ze základních předpokladů udržení optimálních parametrů zařízení, jeho životnosti a stabilní osvětlenosti. Důležitá je také bezpečnost elektrického zařízení podle ČSN. Proto je nutné periodicky revidovat elektrická zařízení a eliminovat případné nedostatky, které by mohly mít vliv na bezpečnost provozu. Při pracích na zařízení je nutno dbát všech bezpečnostních předpisů, neboť při jejich nedodržení jsou ohroženi nejen pracovníci provádějící údržbu, ale také náhodní chodci a účastníci dopravy.

Veřejné osvětlení udržuje organizace, která byla k tomuto účelu určena majitelem. Tato **organizace je pak povinna** údržbu zajistit v potřebném rozsahu a kvalitě **při minimálních finančních nákladech**.

V současné době jsou velmi rozšířeny základní formy **při správě** a provozu veřejného osvětlení třetí osobou.

1. SPRÁVNÍ FORMA

Organizace, provádějící údržbu a provoz VO, je zcela v majetku města

Město kontroluje stav VO v majetku města. Jednotlivé práce, spojené s jeho provozem VO, včetně pravidelných revizí el. zařízení se hradí z rozpočtu města.

2. POLOŽKOVÁ FORMA

VO je v majetku města, energii, provoz a údržbu hradí město ze svých prostředků

Město kontroluje stav VO v majetku města a objednává jednotlivé práce spojené s jeho provozem výhradně u dodavatele, vzešlého z výběrového řízení, včetně pravidelných revizí el. zařízení položkovou formou.

CENA se stanovuje vždy na jednotlivé položky prací ve výši dle nabídky výběrového řízení.

3. PAUŠÁLNÍ FORMA

VO je v majetku města; energii, provoz a údržbu hradí město ze svých prostředků

-

Dodavatel – provozovatel kontroluje stav VO v majetku města a provádí jednotlivé práce spojené s jeho provozem a údržbou, vzešlé z výběrového řízení, včetně pravidelných revizí el. zařízení . Předmětem bývá obvyklá údržba – např. nátěry, výměny světelných zdrojů, čištění svítidel, čištění spojů, běžné opravy kabel. vedení apod.

Město provádí kontrolu stavu VO v majetku města a prováděných prací. Investiční akce a generální opravy objednává město u dodavatele – provozovatele.

CENA za údržbu za stanovené období se stanovuje PAUŠÁLNÍ ČÁSTKOU

a u výkonů, které objednává město **nad rámec běžné údržby se** cena stanovuje vždy na jednotlivé položky prací ve výši dle nabídky výběrového řízení.

4. FORMA PŘENESENÉ SPRÁVY VO s plnou kontrolou obce / města

VO je v majetku města,

Provozovatel je hrazena pevná roční částka

Provozovatel převezme VO do nájmu a energií, provoz a údržbu hradí ze svých prostředků

Tato forma předpokládá výběr správce veřejného osvětlení tak, aby byl zajištěn provoz a údržba veřejného osvětlení vůči třetím osobám a vůči požadavkům státní správy na bezpečnost provozu zařízení (např. požadavků ČSN na osvětlenost) bez potřeby zatěžovat touto činností obec, přičemž celé technologické zařízení VO zůstává majetkem obce.

Výkon přenesené správy zahrnuje:

- **nákup a řízení spotřeby elektrické energie**
(sjednání smluv s dodavatelem el. energie, snížení paušálních plateb)
- **provozování a údržbu sítí – rozvodů veřejného osvětlení**
tj. kontrola kvality použitého materiálu, optimalizace světelného výkonu svítidel, osvětlení v souladu s požadavky ČSN, jednání s třetími osobami (vyřizování sporů a problémů spojených s VO, např. řešení škodných událostí), úspory provozních nákladů optimalizací osvětlení
- **plánování a realizaci investic**
zajištění dokumentace VO v souladu s požadavky ČSN, rozbor stávajícího stavu hospodárnosti provozu VO a určení strategie rozvoje, zpracování finančního rozpočtu nákladů, realizaci a kontrolu prací
- **financování oprav**
účelné hospodaření s penězi na provoz VO tak, aby mohly být použity na opravy a rozvoj; reinvestování úspor za elektřinu, vyhledávání a zajištění financí z dotačních popř. jiných zdrojů

Město provádí výběr oblastí, určených pro rekonstrukce a plně si ponechává právo výběru technického zařízení VO vč. typů svítidel a nosného materiálu.

Město bude kontrolovat stav VO a prováděné práce vč. DODRŽOVÁNÍ technologického standardu. Nedodržení povede ke zrušení smlouvy. Investiční akce a generální opravy VO bude objednávat město u provozovatele.

CENA za údržbu za stanovené období se stanovuje PAUŠÁLNÍ ČÁSTKOU, kterou hradí město .

5. FORMA PŘENESENÉ ÚPLNÉ SPRÁVY VO

VO je v majetku města,

provozovateli je hrazena pevná roční částka

provozovatel VO převezme do nájmu; energii, provoz a údržbu hradí ze svých prostředků

Tato forma zahrnuje zajištění správce veřejného osvětlení tak, aby byl zajištěn provoz a údržba veřejného osvětlení vůči třetím osobám a vůči požadavkům státní správy na bezpečnost provozu zařízení (např. požadavky ČSN na osvětlenost) bez potřeby zatěžovat touto činností obec, přičemž celé technologické zařízení VO zůstává majetkem obce.

Výkon přenesené správy zahrnuje:

- **nákup a řízení spotřeby elektrické energie**
(sjednání smluv s dodavateli el. energie, snížení paušálních plateb)
- **provozování a údržbu sítí – rozvodů veřejného osvětlení**
tj. kontrola kvality použitého materiálu, optimalizace světelného výkonu svítidel, osvětlení v souladu s požadavky ČSN, jednání s třetími osobami (vyřizování sporů a problémů spojených s VO, např. řešení škodních událostí), úspory provozních nákladů provedením optimalizace osvětlení
- **plánování a realizaci investic**
zajištění dokumentace VO v souladu s požadavky ČSN, rozbor stávajícího stavu hospodárnosti provozu VO a určení strategie rozvoje, zpracování finančního propočtu nákladů, realizaci a kontrolu prací
- **financování oprav**
účelné hospodaření finančních prostředků na provoz VO tak, aby mohly být použity na opravy a rozvoj, reinvestování finančních prostředků získaných za úspory el. energie, vyhledávání a zajištění financí z dotačních popř. jiných zdrojů

Město neprovádí výběr oblastí, určených pro rekonstrukce a nemá právo výběru technického zařízení VO vč. typů svítidel a nosného materiálu.

Město provádí informativní kontrolu stavu VO a prováděných prací , nevede jejich evidenci, nezasahuje do výběru svítidel a materiálu. Investiční akce a generální opravy VO bude objednávat město u provozovatele.

CENA za údržbu za stanovené období se stanovuje PAUŠÁLNÍ ČÁSTKOU, kterou hradí město .

Zájemci o formy údržby VO dle bodu č. 2 až 5 vycházejí z veřejné zakázky a **každý uchazeč by měl v nabídce uvést:**

Prokázání odborných a kvalifikačních předpokladů

Ocenění výpisu prací dle požadavku

Návrh na snížení výdajů na provoz veřejného osvětlení s přesnou specifikací opatření

Návrh na obnovu a modernizaci VO - s přesným uvedením rozsahu a doby provedení jednotlivých etap obnovy

Specifikace materiálního a technického vybavení uchazeče

Reference obdobných zakázek

Návrh smlouvy

Údržbou veřejného osvětlení se konkrétně rozumí zajištění preventivní údržby podle platných ČSN a kontrolní činnost

- na vrchním a kabelovém vedení VO

- na ovládacím zařízení
- na stožárové části
- na převěsech
- na svítidlech
- na rozvaděčích
- konzervace přístrojů a zařízení
- zajištění spínání a vypínání provozovaného zařízení podle ročního harmonogramu, vedení záznamů
- provizorní opravy poruch
- odstraňování kabelových poruch
- výměny vadných částí udržovaného zařízení
- výměny světelných zdrojů a likvidace demontovaných zdrojů

Náplní údržby veřejného osvětlení je

- kontrolní činnost
- preventivní údržba
- běžná údržba
- servisní a zakázková činnost
- dispečink provozu

Kontrolní činnost vyplývá z povinné péče o elektrická zařízení všeho druhu včetně revizí těchto zařízení dle ČSN 33 0360 - Revize elektrických zařízení a dalších norem a předpisů souvisejících s veřejným osvětlením, vzhledem k jeho zařazení podle vnějších vlivů dle ČSN 33 2000-7-714, platí lhůta pravidelné revize **3 roky** (zařízení na které působí stříkající voda - déšť).

Prohlídkou, měřením a zkoušením se zjišťuje, zda v době provozu VO nenastaly změny, úpravy a tím i odchylky od platných předpisů a ČSN, které by ohrožovaly bezpečnost osob a věcí.

Podklady pro provádění pravidelné revize jsou:

- a) dokumentace elektrického zařízení odpovídající skutečnému provedení - pasport VO, protokoly o určení druhu prostředí
- b) zásady pro údržbu elektrického zařízení, tj. provádění kontrol, revizí, zkoušek a měření
- c) záznamy s výsledky provedených kontrol podle řádu preventivní údržby s podpisem pověřeného pracovníka
- d) zpráva o předchozí revizi
- e) záznamy o provedených kontrolách při pracích prováděných ve smyslu ČSN 33 0360
- f) doklady z dozorové činnosti orgánu státního odborného technického dozoru.

Preventivní údržba je nedílnou a nezbytnou součástí provozu veřejného osvětlení. Nedodržování základních pravidel běžné údržby vede k přímému zvýšení nákladů na opravy systému VO.

Běžnou údržbou a odstraňováním závad rozumíme:

- operativní výměnu jednotlivých světelných zdrojů
- operativní opravy na světelném místě nebo části osvětlovací soustavy

- dílčí rekonstrukci světelného bodu nebo jeho části dle povahy závady a poškození
- skupinovou výměnu světelných bodů ucelených úseků osvětlovacích soustav
- soustavné čištění svítidel a spojů celého souboru VO

V soustavě VO dochází k poruchám, které mají charakter havárií, a to:

- vandalismem
- automobilovým provozem
- činností jiných organizací (např. stavební činnost, zemní práce)
- povětrnostními vlivy

Servisní a zakázková činnost

sestává z drobných prací nad rámec běžného pojetí údržby:

- rozšíření a doplnění soustavy VO
- spolupráce s externími dodavateli na investičních stavbách VO
- spolupráce s ostatními servisními organizacemi provozovatele VO (obce)
- údržbářských prací na soustavě VO patřící jinému subjektu než obci

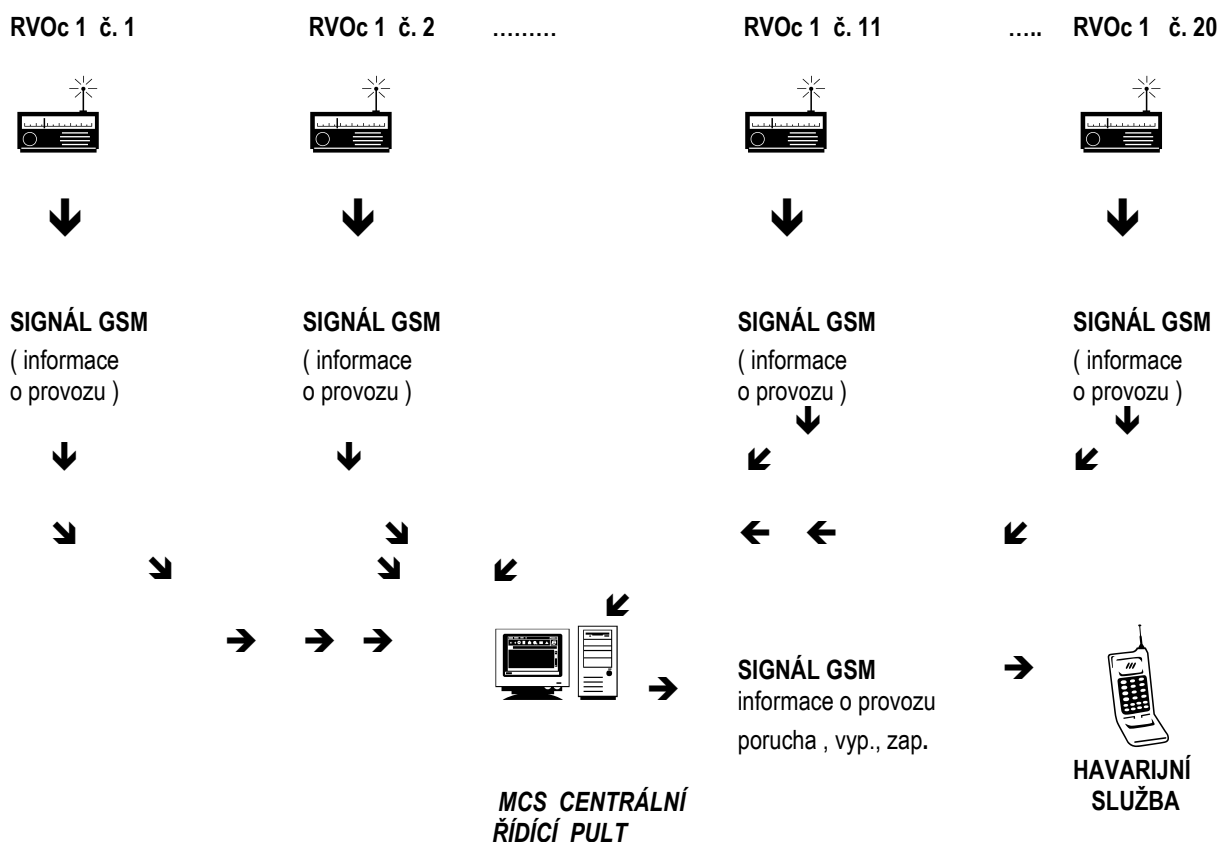
Dispečerská činnost je velmi důležitá ve městech nebo při provozování více samostatných souborů VO (např. obcí). Obsahuje:

- nouzová zapínání a vypínání soustav VO, slavnostního osvětlení
- kontrolní a revizní činnost soustavy VO
- operativní odstraňování havarijních poruch
- obsluhu centrálního dispečinku pro potřeby dozoru spínání a vypínání VO a souvisejících služeb a potřeb soustavy VO
- zajištění sumarizace provozních stavů soustavy VO a jejich operativní vyhodnocování s ohledem na ekonomické hodnocení
- řízení odstraňování hlášených poruch a nedostatků

Je-li soustava napájecích rozvaděčů RVO řešena moderně a jsou osazeny řídicími moduly pro bezdrátovou komunikaci s řídicím panelem, je možno soustředit v řídicím středisku – velínu veškeré informace o provozním stavu soustavy VO a na jejich nežádoucí změnu reagovat okamžitě (např. na signalizaci výpadku osvětlení reagovat okamžitým vysláním opravářské čety s přesnou lokalizací oblasti poruchy).

SCHEMA ČINNOSTI SYSTÉMU BEZDRÁTOVÉHO CENTRÁLNÍHO ŘÍDÍČÍHO PULTU :

(Příklad pro zapojení 20 ks lokálních rozvodnic RVOc 1)



Prvky ovlivňující provozní spolehlivost soustavy veřejného osvětlení:

1/ Stožár

je vystaven dvěma typům poškození - mechanickému (např. nárazem auta) a korozivnímu v místě vetknutí do země. Před mechanickým poškozením mnohdy stožár chrání patice, před odrezivěním pouze jeho včasná výměna. Ke zvýšení životnosti výrazně přispívá povrchová úprava stožárů žárovým zinkováním, případně vhodný nátěr.

Nejnovější technologie umožňují provádět povrchovou úpravu termoplastickou vrstvou, která zabraňuje přímému působení vnějších chemických vlivů agresivních látek, a

- je odolný proti kyselinám i zásadám, povětrnostním vlivům a UV záření, proti prostupnosti tekutin a jejich vztlínání, snižuje hodnotu tzv. rosného bodu (významné pro vnitřní části sloupů), má samočisticí schopnost v běžném provozním znečištění
- velmi dlouhá doba životnosti (střední doba životnosti je 25 let), tzn., že v kombinaci s úpravou sloupu pozinkováním se životnost sloupu prodlužuje na 40–50 let, což je prakticky za užitnou životností zařízení
- zvyšuje se dielektrická pevnost neživých částí el. zařízení – sloupu (38 KV / mm) a měrný odpor povrchu sloupu (10^{12} ohmu / cm)
- povrchové poškození je opravitelné se zachováním původních vlastností

- 2/ Patice

slouží u některých druhů stožárů k ochraně elektrické výzbroje před vniknutím vody a k částečné ochraně před mechanickým poškozením. Současně brání přístupu nepovolaných osob k živé elektrické části. Technický stav patic je třeba kontrolovat, zejména zámky jejich dvířek. Při odcizení dvířek nebo celé patice hrozí nebezpečí úrazu elektrickým proudem.

3/ Elektrická výzbroj

může být poškozena vyhořením svorek vlivem přechodového odporu nedotažených šroubových spojů, případně zavlhnutím kvůli netěsnosti patice. Je nutné pravidelně kontrolovat dotažení vodičů ve svorkách, stav svorkovnice a izolace vodičů. Svorky je třeba konzervovat vhodnými prostředky.

Stožárová elektrická výzbroj musí obsahovat:

- a) elektrickou výzbroj s požadovaným krytím živých částí alespoň **IP43**, a to vlastním krytem rozvodnice (dvířka) a navíc ochranu před přímým dotykem živých částí, jsou-li dvířka otevřena, použitím zařízení se stupněm ochrany nejméně IP 44 nebo IP XXB (např. svorkovnice EKM 2072);
- b) potřebný počet jistících prvků;
- c) výzbroj umožňující připojení nejméně dvou kabelů 4 x 16 mm².

4/ Kabely

jsou nejčastěji poškozovány při výstavbě jiných inženýrských sítí. Organizace, provádějící zemní výkopové práce, je vždy před jejich započítáním povinna zajistit zaměření podzemních technických sítí včetně el. kabelových rozvodů veřejného osvětlení jejich provozovatelem a správcem.

Kabelové rozvody VO mají charakter silového vedení nn, a proto pro jeho navrhování a montáž platí ČSN 33 3301.

Základní ochrana před úrazem elektrickým proudem musí být u rozvodu VO stejná jakou distribučního rozvodu nn. Vodič PEN musí být vždy veden společně s fázovými vodiči VO.

Oblast napájení VO musí být totožná s oblastí napájení distribučního rozvodu nn (tj. ze stejné trafostanice). Nepřípustné je zavlečení napětí na společné podpěrné body z jiné trafostanice přes rozvod veřejného osvětlení.

5/ Rozvaděče a ovladače

je nutno chránit před vlhkostí vhodným krytím a zejména jeho umístěním, např. do výklenku ve zdi, případně osazením do celoplastové rozvodnice s patřičným krytím IP. Je nutno pravidelně kontrolovat dotažení šroubových spojů svorek, aby se předešlo odhořívání kabelů vlivem přechodového odporu, kontrolovat funkčnost zámků a promazávat je, zabezpečit rozvaděč před vniknutím nepovolané osoby. Spínací zařízení (fotočidla) je třeba umístit tak, aby spínací intervaly byly zajištěny v optimálním čase a aby čidlo nebylo ovlivňováno nežádoucími faktory, např. nasvětlením samotným svítidlem VO nebo osvětlením projíždějících aut.

6/ Svítidla

mohou být z provozního hlediska znehodnocena zejména znečištěním krytu světelné části a dalších provozních částí (zvláště reflektoru) průnikem atmosférické vlhkosti a korozi nebo průnikem cizorodých těles (prachu, hmyzu). Příčinou bývá nesprávná instalace svítidla, nedodržení podmínek pro montáž v příslušném krytí IP (např. vynechání několika těsnících prvků při průvleku a

zapojování kabelu). Snižuje se tím výrazně účinnost světelné soustavy a rozložení světelného toku, následně se zvyšují náklady na údržbu, případně výměnu krycí části svítidla.

Kryt může být poškozen také mechanicky, například vandaly.

7/ Světelné zdroje

V 50 až 60 % světelných soustav jsou používány sodíkové vysokotlaké zdroje. V ostatních svítidlech jsou používány převážně vysokotlaké rtuťové zdroje, hlavně pro jejich nevysokou cenu - a také z určité setrvačnosti, zejména v menších obcích. Stávající zdroje jsou však velmi citlivé na provozní podmínky, tj. na hodnoty elektrických veličin pro provoz v optimálním režimu v pracovním bodě. Pro výbojkové zdroje je to zejména velikost napájecího napětí a hodnota impedance tlumivky. Při nedodržení stanovených podmínek dochází k výraznému zkrácení životnosti světelných zdrojů.

8/ Napájecí napětí

Pro optimální provoz světelných zdrojů je nutno použít tlumivky, určené pro napětí v napájecí el. síti (230 V Stř. 50 Hz). Toto napětí je nutno zajistit v toleranci 5%. Zvláště nebezpečné pro životnost výbojky je přepětí nad tolerovanou mez. Podpětí v toleranci 10% neohrožuje životnost výbojky, ale vede ke snížení světelného toku.

4. Energetická účinnost osvětlovací soustavy

Při návrhu úpravy veřejné osvětlovací soustavy je třeba brát v úvahu

a/ energetickou účinnost stávající osvětlovací soustavy

b/ energetickou účinnost nově navržené osvětlovací soustavy

Způsob hodnocení je v obou případech totožný. Energetická účinnost osvětlovací soustavy se dá charakterizovat poměrným elektrickým příkonem p [$W \cdot m^{-2}$] potřebným k osvětlení jednotky plochy na úroveň intenzity dané normou (např. 10 lx).

Hodnota poměrného elektrického příkonu se počítá podle vzorce:

$$p = \frac{P \cdot 10}{A \cdot \bar{E}} \quad [W \cdot m^{-2}, W, m^2, lx]$$

kde P je celkový elektrický příkon osvětlovací soustavy [W]

A je plocha posuzovaného prostoru [m^2]

\bar{E} je udržovaná průměrná osvětlenost [lx]

Stejně je možno provést **porovnání světelné účinnosti soustav**:

$$U_s = \frac{\Phi_i \cdot \eta}{A}$$

kde Φ_i je světelný tok zdroje [lm]

η je účinnost svítidla [%]

Při navrhování nové osvětlovací soustavy je možno také dojít k závěru, že část stávajícího osvětlení je vyhovující. Je pak třeba zvážit, zda ta část systému bude přesto upravena.

Příklad:

4.1. Porovnání plošné osvětlenosti

a/ Stávající osvětlenost -

- svítidlo sadové 2312.01 - světelná účinnost 60 %, zdroj RVLX 125 W á 5400 lm

36 ks RVLX 125 W x 5 400 lm = 194 400 lm

- svítidlo sadové 2312.02 - světelná účinnost 60 %, zdroj RVLX 250 W á 12000 lm

35 ks RVLX 250 W x 12 000 lm = 420 000 lm

Posuzovaná komunikace: $d \times š = 2\,130\,m \times 8\,m = 17\,040\,m$

Požadovaná osvětlenost: $\bar{E} = 20\,lx$

OSVĚTLENOST PLOCHY CELKEM: 614 400 lm

Energetická účinnost:

$$p = \frac{P \cdot 20}{A \cdot \bar{E}} = \frac{13\,250 \cdot 20}{17\,040 \cdot 20} = 0,77 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

Světelná účinnost:

$$Us = \frac{\Phi_i \cdot \eta}{A} = \frac{614\,400 \cdot 0,6}{13\,250} = 27 \text{ lm} \cdot \text{m}^{-2}$$

b/ Nová osvětlenost -

- svítidlo sadové XXX - světelná účinnost 85 %, zdroj SHC 70 W/ SON T+ 6 500 lm

71 ks OSN T+70 W x 6 500 lm = 461 500 lm

Posuzovaná komunikace: d x š = 2 130 m x 8 m = 17 040 m²

Požadovaná osvětlenost: E_{pk} = 20 lx

OSVĚTLENOST PLOCHY CELKEM: 461 500 lm

Energetická účinnost:

$$p = \frac{P \cdot \eta}{A \cdot \bar{E}} = \frac{4\,970 \cdot 20}{17\,040 \cdot 20} = 0,29 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

Světelná účinnost:

$$Us = \frac{\Phi_i \cdot \eta}{A} = \frac{461\,500 \cdot 0,85}{4\,970} = 79 \text{ lm} \cdot \text{m}^{-2}$$

Závěr:

Nová osvětlenost má plošně lepší výsledky než stávající. Výrazně klesne energetická náročnost svítidel; přímá úspora činí 62 % elektrické energie a tedy i přímých nákladů.

Při návrhu nové osvětlovací soustavy je tedy nutno pečlivě vybírat nejen vlastní zdroj, ale zejména svítidlo s vysokou účinností, která bývá solidními dodavateli uváděna spolu s ostatními technickými parametry.

5. Návrh osvětlovací soustavy

5.1. Podklady pro návrh osvětlovací soustavy

Před započítáním rekonstrukčních prací je třeba **vždy vypracovat**, nebo mít k dispozici již vypracovaný **pasport** stávajícího technického zařízení veřejného osvětlení a na jeho základě **zhodnotit technický stav zařízení** a navrhnout vlastní rekonstrukci (výměnu zdrojů, svítidel, stožárů, světelných míst, napájecích rozvodnic a pod.).

Pasport veřejného osvětlení by měl obsahovat tyto části:

a/ Ekonomickou část

kteřá sleduje statistické údaje, shrnuje ekonomickou náročnost provozu stávajícího veřejného osvětlení - přímé provozní náklady za elektrickou energii, přímé náklady na pravidelnou údržbu a revize - a vytváří majetkovou evidenci.

b/ Technickou část

kteřá detailně popisuje veškerý spravovaný majetek z hlediska technického a světelně technického.

Technická část pasportu by měla obsahovat:

1. Specifikace každé osvětlované komunikace

- název komunikace a situaci na plánu města
- její příslušnost k městské části (obvodu)
- celkovou délku komunikace
- průměrnou šířku komunikace případně plochu
- stupeň osvětlenosti dle ČSN - EN 13 201-2 Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky (ČSN 36 0455)

2. Základní inventární údaje o soustavě veřejného osvětlení

- závěsná výška svítidel
- druh osvětlovací soustavy
- typ podpěrného bodu a délku vyložení, datum instalace
- průměrná rozteč světelných míst
- druh a příkon svítidla, datum instalace
- počet svítidel tvořících jedno světelné místo
- druh a příkon světelného zdroje, datum instalace (případně poslední výměny)
- počet světelných zdrojů ve svítidle
- počet světelných míst a svítidel
- napájecí zdroj – bod příslušného osvětlovacího okruhu (komunikace)
- celkový instalovaný příkon

3. Plán napájecí sítě veřejného osvětlení

- situační plán napájecích míst
- jmenovitý instalovaný příkon každého napájecího místa
- jmenovitý odběr v každém napájecím místě

4. Údaje o druhu spínání a odpínání, regulace, signalizace provozních stavů

Správně vedený popřípadě vypracovaný **pasport tvoří základní soubor údajů** a informací o potřebě modernizace a rekonstrukce jednotlivých světelných míst či větších celků veřejného osvětlení dané obce či města.

5.2. Vypracování návrhu osvětlovací soustavy

Pro zahájení rekonstrukce případně budování nové části veřejného osvětlení **je vždy nutno zpracovat technickou - projektovou dokumentaci**. Cituji ČSN 33 2000-1 – Elektrická zařízení, článek 13N7.2: „Ke každému elektrickému zařízení, uváděnému do provozu, je nutno dodat dokumentaci, umožňující stavbu, provoz, údržbu a revize zařízení, jakož i výměnu jednotlivých částí zařízení a další rozšiřování zařízení.“

Dokumentace slouží pro zaznamenání případných změn při realizaci a současně jako podklad pro výchozí a pravidelnou periodickou revizi el. zařízení, prováděnou dle ČSN 0360 – Revize elektrických zařízení.

Organizaci oprávněnou k provádění projektové činnosti zajišťuje investor.

Podklady pro vypracování projektové dokumentace jsou:

- územní plán
- pasport veřejného osvětlení
- generel veřejného osvětlení (zpracovaný v souladu s generelem rozvoje komunikací a dopravy, popř. s generelem regionálního rozvoje)

Součástí projektové dokumentace jsou:

a/ Technické údaje elektrické sítě, instalovaný výkon, spotřeba el. energie

b/ Ochrana před úrazem elektrickým proudem

c/ Napájecí zdroj el. energie

d/ Rozvodnice - jistění, ovládání, regulace a měření spotřeby el. energie

e/ Druh rozvodné el. sítě – kabelové, z holých vodičů, podzemní, nadzemní

f/ Vlastní návrh osvětlení, který obsahuje:

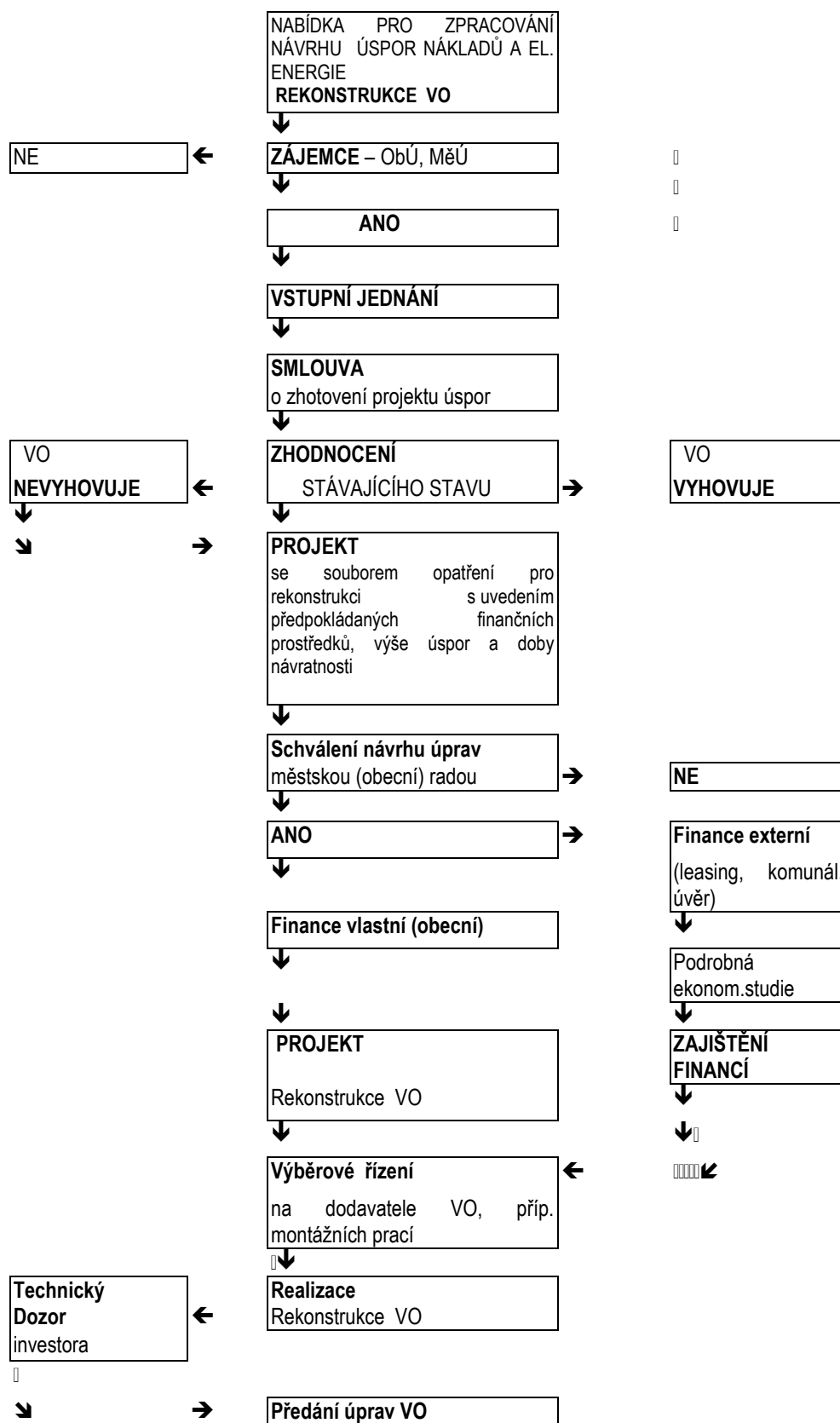
- název komunikace a situaci na plánu města,
- celkovou délku komunikace, průměrnou šířku komunikace, případně plochy
- stupeň a výpočet osvětlenosti dle ČSN - EN 13 201-2 Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky (ČSN 36 0455)
- návrh druhu svítidel a světelných zdrojů, návrh podpěrných bodů

g/ Výkaz materiálu a popřípadě montážních prací

h/ Návrh rozpočtu

i/ Projednání s dotčenými orgány státní správy a správci dotčených sítí

Postup při realizaci návrhu úprav veřejného osvětlení:



Pro zdárný průběh úpravy veřejného osvětlení **je velmi důležité** nejen to, aby byla osvětlovací soustava správně navržena, ale zejména to, **aby návrh byl realizován v souladu s projektovou dokumentací.**

Výsledek realizace je pochopitelně ovlivněn i výběrem montážní organizace. Je důležité, aby byla zajištěna trvalá spolupráce mezi autorem technického řešení - projektantem a dodavatelem. Tuto problematiku lze řešit objednávkou autorského dozoru u projektanta, popřípadě může projektant provádět i technický dozor pro investora, a tak přímo kontrolovat pracovní postupy dodavatele v průběhu montážních prací. Touto spoluprací se vyloučí možnost, že by **dodavatel kalkuloval s neznalostí investora v technických detailech a zvyšoval** v průběhu prací **nepřiměřeně nároky na finanční zajištění** s odvoláním na technické nejasnosti a nepřesnosti v dokumentaci.

6. Návrh investice

Součástí každého návrhu komplexní rekonstrukce soustavy veřejného osvětlení by měla být studie návratnosti investice. V počáteční fázi postačuje provedení propočtu prosté návratnosti, v níž se předpokládá zajištění investičních prostředků z vlastních možností obce nebo města. Podklady pro vyhodnocení stávajících provozních nákladů musí být zajištěny velmi pečlivě a přesně, aby nedocházelo ke zkreslování výsledných hodnot.

Návrh technického řešení, propočet nákladů a návratnosti obsahuje:

- a/ Úvod - popis
- b/ Stávající stav
- c/ Návrh technického řešení
- d/ Propočet úspor
- e/ Propočet nákladů
- f/ Návrh investice
- g/ Závěr

a/ Úvod - popis
- obsahuje soupis stávající soustavy

b/ Stávající stav

Celkový instalovaný příkon svítidel: kW

Náklady na provoz za rok:

Celkem v provozu: kW = Kč

c/ Návrh technického řešení obsahuje
druh a počet nově osazených svítidel: -

Celkový instalovaný příkon nově navržených svítidel: kW

d/ Propočet úspor

a/ **stávající** svítidla - skutečný provoz - celkový **příkon**

b/ **nově** navržená svítidla- **celkový příkon:** kW

úspora - rozdíl [kW]: - kW

roční úspora za el.energii za x hodin: _____ - **Kč**

celková úspora na údržbě **Kč/rok**

Celková roční finanční úspora**Kč/rok**

e/ Propočet nákladů

..... ks svítidlo typ

(náklady na 1 ks celkem:,-Kč):

CELKEM: ,-- Kč**Výkresová technická dodavatelská dokumentace****dle ČSN 332000 -1 č.1****....,- Kč**

Celkové náklady:

.....,-Kč

f/ Návratnost investice - prostá

je dána poměrem nákladů k úsporám, tj.:

náklady,- Kč

Návratnost = ----- = ----- = ... roku

úspory,- Kč

Poznámka:

Uvádíme zde pouze propočet přímé návratnosti. Návratnost reálná závisí především na finančních možnostech investora (vlastní prostředky, úvěr), na případných změnách ceny elektřiny resp. na změnách ostatních provozních nákladů. V případě zvýšení ceny elektřiny se zkrátí doba návratnosti vložených prostředků.

7. Závěr

Vlastnímu provedení opravy světelné soustavy musí předcházet projektová dokumentace, ve které budou očíslovány světelné body, bude zpracován světelně technický výpočet komunikací a bude určena ochrana proti úrazu el. proudem dle ČSN 33 2000-4-41. **Projektová** (technická) **dokumentace** zároveň slouží jako podklad pro revizní zprávu el. zařízení VO. Bez ní nelze dle ČSN 33 2000-1 č.1 provozovat jakékoliv elektrické zařízení..

Zpracovatel: © **HASOŇ Zdeněk** - **ELEKTROPROJEKT**

Příloha č. 1**Porovnání technických parametrů svítidel**

K následujícímu porovnání svítidel bylo nutno provést výpočty celé (modelové) soustavy veřejného osvětlení. Bylo zvoleno následující zadání:

Komunikace: šíře 7 m, světlý asfalt,

Svítidla: rozteč svítidel 30 m, výše osazení 7,2 m, odsazení od okraje 0,5 m, úhel vyložení 0°

Světelný zdroj: OSRAM NAV T 70 SUPER, 6 500 lm

Pro každé svítidlo byl použit výpočetní program jeho výrobce.

Svítidlo:	Jas L_{pk}	Intenzita osvětlení E_{pk}	Celková rovno- měrnost	Krytí část elektrická /optická	Druh reflektoru	Druh montáže
	Cd/m ²	lx	U _o	IP	leštěný	bez nářadí
Požadavky komunikace B 2	0,8	--	0,4	--	--	--
SiTeco ST 50/70 W	0,83		0,54	IP 65 / 65	ANO	ANO
ELSVIT 4441970/70 W	0,22		0,23	IP 23 / 23	NE	NE
ELSVIT 4461702/70 W	0,42		0,35	IP 23 / 54	NE	NE
ELSVIT 4422315/150W	0,58		0,12	IP 23 / 23	NE	NE
ELEKTRIM OUSd70/70 W	0,50		0,2	IP 64 / 64	NE	ANO
EL-LUMEN IVA 70 S/70W	0,64		0,19	IP 23 / 65	NE	NE

Příloha č. 2

Krytí svítidel – vysvětlivky

První číslice

Ochrana proti prachu a pevným částicím

IP 20

kryté proti cizím částicím větším než 2,5 mm

IP 3X

ochrana proti cizím částicím větším než 2,5 mm

IP 4X

ochrana proti cizím částicím větším než 1 mm

IP 5X

chráněné proti prachu

IP 6X

prachotěsné

Druhá číslice

Ochrana proti vodě

IP X1

chráněné proti svisle kapající vodě

IP X3

chráněné proti dešti

IP X4

chráněné proti stříkající vodě

IP X5

chráněné proti proudu vody

IP X7

dočasné ponoření

IP X8

trvalé ponoření

Příloha č. 3

Příklad doporučeného postupu výběrového řízení

dle Zák. 40/2004 Sb. (Zákon o zadávání veřejných zakázek) ve znění pozdějších předpisů.

Poznámka:

Výběrovému řízení musí předcházet zpracování technické – projektové dokumentace, která stanoví technické parametry komunikací, druh el. rozvodů s napajecími body, druh ochrany před úrazem elektrickým proudem, druh technického zařízení, rozmístění světelných bodů s určením požadovaných světelných hodnot pro jednotlivé úseky veřejného osvětlení.

Příklad uvádí postup výběrového řízení **se zvláštním zřetelem k technickým požadavkům** na svítidla, které mají rozhodující význam v dalším provozu soustavy veřejného osvětlení a vyšší vstupní cena kompenzovaná dobrými technickými vlastnostmi svítidla přináší následně zmenšení finančních nároků kladených na provoz a údržbu soustavy a svítidel.

Výběrové řízení

dle Zák. č. 40/2004 Sb. (Zákon o zadávání veřejných zakázek) ve znění pozdějších předpisů

Zadavatel – identifikační údaje

.....

Vymezení podmínek soutěže

- předmět výběr. řízení
- lhůta podání nabídek
- forma podání nabídek
- kontaktní osoba

Technické požadavky na uliční svítidla

1. Svítidla výložníková

1 x 70 W xx kusů

1 x 100 W xx kusů

1 x 150 W xx kusů

- třída ochrany II
- krytí: IP 65 v prostoru optické části i v prostoru elektrobloku
- možnost uchycení na stožár i výložník
- možnost uchycení na stožár a výložník Ø 60 i 76 bez použití redukce
- údržba bez použití nářadí
- automatické odpojení od el. proudu v případě manipulace s elektroblokem
- vybavení svítidel zapalovačem s odpojovačem
- možnost dovybavení svítidel zapojením pro redukci příkonu

- fasetový reflektor
- osazení zdroji 50/70 W a 100/150 W
- poměr mezi výškou stožáru a roztečí stožáru min. 1: 4,5
- stupeň ochrany oslnění I

Technické parametry nutno doložit.

Minimální požadavky na osvětlenost komunikace - nutno doložit výpočtem pro vzorové parametry:

- pro svítidlo 70 W

Výška osazení svítidla: 7,2 m
 šířka komunikace: 7 m
 rozteč sloupů: 32,4 m
 přesah svítidla do komunikace: 1 m

Minimální vypočtené parametry: $\bar{L} = 0,81 \text{ cd/m}^2$
 $U_o = 0,52$
 $U_i = 0,52$

- pro svítidlo 150 W

Výška osazení svítidla: 9,5 m
 šířka komunikace: 7 m
 rozteč sloupů: 36 m
 přesah svítidla do komunikace: 1 m

Minimální vypočtené parametry: $\bar{L} = 2,10 \text{ cd/m}^2$
 $U_o = 0,50$
 $U_i = 0,50$

2. Svítidla mimokomunikační - sadové

1 x 70 W xx kusů

- třída ochrany II
- krytí: IP 54 v prostoru optické části i v prostoru elektrobloku
- pro výšku osazení 3 – 7 m
- údržba bez použití nářadí
- možnost dovybavení svítidel zapojením pro redukci příkonu
- barva provedení čirá, svítidlo vybaveno zrcadlovou vložkou, refraktorem pro směr svitu dolů
- osazení zdroji 50/70 W

3. Světelné zdroje

sodíkové vysokotlaké výbojky 70 W – 6 500 lm xx ks
 sodíkové vysokotlaké výbojky 100 W – 10 000 lm xx ks
 sodíkové vysokotlaké výbojky 150 W – 17 000 lm xx ks

Návrh nabídek musí obsahovat

Návrh smlouvy o dílo: s pevnou cenou v jediné variantě (více variant není přípustno)
s typem svítidel a zdrojů
se lhůtou záruky na svítidla

Položkový rozpočet (typ, ks)

Prokázání kvalifikačních předpokladů podle zákona č. 40/2004 Sb.

Výpočet osvětlenosti – viz vzorové parametry

Prezentace firmy – dokončené akce obdobného charakteru.

Posouzení nabídek

- doba a místo otevření nabídek
- doplňující údaje zadavatele pro podmínky soutěže
- Hodnocení – komise posoudí nabídky dle kritérií:
 1. Technické parametry svítidel
 2. Ceny svítidel
 3. Záruční doba
 4. Kvalita a reference realizovaných zakázek
- výsledek vyhodnocení nabídek bude oznámen uchazečům písemně do 15 dnů od otevření obálek

Přehled tabulek

Tabulka 1a – Řada tříd osvětlení ME

Tabulka 1b – Třídy osvětlení MEW

Tabulka 2 – Třídy osvětlení CE

Tabulka 3 – Třídy osvětlení S

Tabulka 4 – Třídy osvětlení A

Tabulka 5 – Třídy osvětlení ES

Tabulka 6 – Třídy osvětlení EV

Tabulka 7 – Stanovení modelové situace

Tabulka 8: Doporučené hodnoty jasu pro osvětlení budov

Tabulka 9: Doporučené hodnoty osvětlení s ohledem na jas pozadí

 Tabulka A.1 – Třídy svítivosti

 Tabulka A.2 – Třídy oslnění

Tabulka 10: Technické parametry různých světelných zdrojů o příkonu 70 W

Tabulka 11: Orientační přehled parametrů základních typů světelných zdrojů

Tabulka 12 : Hlavní kritéria výběru svítidla

Tabulka 13: Odpisové skupiny

Tabulka 14: Možnosti plynulé regulace

Tabulka 15: Prodloužení životnosti světelných zdrojů při vhodné regulaci:

Soupis zákonů, vyhlášek a technických norem souvisejících s VO

Právní předpisy:

- **zákon č. 128/2000 Sb.**, o obcích (obecní zřízení)
- **zákon č. 458/2000 Sb.**, o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o státní energetické inspekci
- **zákon č. 406/2000 Sb.**, o hospodaření energií
- **vyhláška č. 169/1995 Sb.**, kterou se stanoví podrobnosti o podmínkách dodávek elektřiny a o způsobu výpočtu škody vzniklé dodavateli neoprávněným odběrem elektřiny
- **vyhláška č. 196/1996 Sb.**, kterou se mění vyhláška č. 169/1995 Sb.
- **zákon č. 22/1997 Sb.**, o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů
- **nařízení vlády č. 168/1997 Sb.**, kterým se stanoví technické požadavky na el. zařízení nízkého napětí
- **nařízení vlády č. 169/1997 Sb.**, kterým se stanoví technické požadavky na výrobky z hlediska elektro-magnetické kompatibility
- **nařízení vlády č. 173/1997 Sb.**, kterým se stanoví vybrané výrobky k posuzování shody
- **nařízení vlády č. 178/1997 Sb.**, kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky
- **nařízení vlády č. 179/1997 Sb.**, kterým se stanoví grafická podoba české značky shody, její provedení a umístění na výrobku
- **zákon č. 396/1992 Sb.**, úplné znění zákona č. 174/1968 Sb., o státním odborném dozoru nad bezpečností práce
- **zákon č. 47/1994 Sb.**, kterým se mění a doplňuje zákon České národní rady č. 2/19969 Sb., o zřízení ministerstev a jiných ústředních orgánů státní správy České republiky, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 174/1968 Sb., o státním odborném dozoru nad bezpečností práce, ve znění pozdějších předpisů.
- **zákon č. 13/1997 Sb.**, o pozemních komunikacích ve znění zákona č. 102/2000 Sb.
- **vyhláška č. 104/1997 Sb.**, Ministerstva dopravy a spojů, kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích, novelizovaná vyhl. č. 300/1999 Sb. a 355/2000 Sb.
- **zákon č. 125/1997 Sb.**, o odpadech
- **vyhláška č. 337/1997 Sb.**, Katalog odpadů
- **vyhláška č. 338/1997 Sb.**, o podrobnostech nakládání s odpady
- **vyhláška č. 339/1997 Sb.**, o hodnocení nebezpečných vlastností látek
- **vyhláška č. 340/1997 Sb.**, výše finanční rezervy na rekultivaci
- **nařízení vlády č. 31/1999 Sb.**, kterým se stanoví seznam výrobků a obalů, na něž se vztahuje povinnost zpětného odběru, a podrobnosti nakládání s obaly, obalovými materiály a odpady z použitých výrobků a obalů
- **zákon č. 289/1995 Sb.**, o lesích (lesní zákon)
- **zákon č. 266/1994 Sb.**, o drahách - ve znění zákona č. 189/1999 Sb. a č. 23/2000 Sb.
- **zákon č. 138/1973 Sb.**, o vodách - ve znění zákona č. 425/1990 Sb., 114/1995 Sb., 14/1998 Sb.
- **zákon č. 334/1992 Sb.**, o ochraně zemědělského půdního fondu - ve znění zákona č. 10/1993 Sb.
- **zákon č. 50/1976 Sb.**, o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon) - ve znění zákona č. 83/1998 Sb.
- **vyhláška č. 132/1998 Sb.**, kterou se provádějí některá ustanovení stavebního zákona
- **vyhláška č. 137/1998 Sb.**, o obecných technických požadavcích na výstavbu
- **zákon č. 20/1987 Sb.**, o státní památkové péči - ve znění pozdějších předpisů
- **vyhláška č. 66/1988 Sb.**, kterou se provádí zákon o státní památkové péči

Technické normy:

- **ČSN 33 2000-1** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení.
Část 1: Rozsah platnosti, účel a základní hlediska,
- **ČSN 33 2000-3** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení.
Část 3: Stanovení základních charakteristik,
- **ČSN 33 2000-4-41** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení.
Část 4: Bezpečnost. Kapitola 41: Ochrana před úrazem elektrickým proudem,
- **ČSN 33 2000-4-42** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení.
Část 4: Bezpečnost. Kapitola 42: Ochrana před účinky tepla,
- **ČSN 33 2000-4-43** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení.
Část 4: Bezpečnost. Kapitola 43: Ochrana proti nadproudům,
- **ČSN 33 2000-4-45** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení.
Část 4: Bezpečnost. Kapitola 45: Ochrana před přepětím,
- **ČSN 33 2000-4-46** Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení.

- Část 4: Bezpečnost. Kapitola 46: Odpojování a spínání,
- ČSN 33 2000-4-47 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení.
Část 4: Bezpečnost. Kapitola 47: Použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti. Oddíl 471: Opatření k zajištění ochrany před úrazem elektrickým proudem.
 - ČSN 33 2000-4-473 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení.
Část 4: Bezpečnost. Kapitola 47: Použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti. Oddíl 473: Opatření k ochraně proti nadproudům,
 - ČSN 33 2000-4-481 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení.
Část 4: Bezpečnost. Kapitola 48: Výběr ochranných opatření podle vnějších vlivů. Oddíl 481: Výběr opatření na ochranu před úrazem elektr. proudem podle vnějších vlivů.
 - ČSN 33 2000-5-51 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení.
Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení, Kapitola 51: Všeobecné předpisy,
 - ČSN 33 2000-5-52 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení.
Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení, Kapitola 52: Výběr soustav a stavba vedení,
 - ČSN 33 2000-5-53 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení.
Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení, Kapitola 53: Spínací a řídicí přístroje,
 - ČSN 33 2000-5-523 Elektrotechnické předpisy.
Elektrická zařízení. Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení, Kapitola 52: Výběr soustav a stavba vedení. Oddíl 523: Dovolené proudy,
 - ČSN 33 2000-5-537 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení.
Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení, Kapitola 53: Spínací a řídicí přístroje, Oddíl 537: Přístroje pro odpojování a spínání,
 - ČSN 33 2000-5-54 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení.
Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení, Kapitola 54: Uzemnění a ochranné vodiče
 - ČSN 33 2000-5-56 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení.
Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení, Kapitola 56: Napájení zařízení v případě nouze,
 - ČSN 33 2000-6-61 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení.
Část 6: Revize. Kapitola 61: Postupy při výchozí revizi,
 - ČSN 33 2000-7-714 Elektrická zařízení – Zařízení pro venkovní osvětlení,
 - ČSN 03 8240 Volba nátěrů pro ochranu kovových technických výrobků proti korozi,
 - ČSN 03 8260 Ochrana ocelových konstrukcí proti atmosférické korozi. Předpisování, provádění, kontrola jakosti a údržba,
 - ČSN 33 1500/ Z3 Elektrotechnické předpisy. Revize elektrických zařízení,
 - ČSN 33 3210 Elektrotechnické předpisy. Rozvodná zařízení. Společná ustanovení,
 - ČSN 33 3300 Stavba venkovních silových vedení,
 - ČSN 33 3301 Stavba elektrických venkovních vedení s jmenovitým napětím do 52 kV,
 - ČSN 33 3320 Elektrotechnické předpisy. Elektrické přípojky,
 - ČSN 34 1390 Elektrotechnické předpisy ČSN. Předpisy pro ochranu před bleskem,
 - ČSN 34 8340 Osvětlovací stožáry,
 - ČSN 35 9754 Závěry a klíče pro zajišťování hlavních domovních skříní a rozvodných zařízení nn umístovaných v prostředí venkovním,
 - ČSN 36 0001 Názvosloví v elektrotechnice, osvětlení,
 - ČSN 36 0400 Veřejné osvětlení,
 - ČSN 36 0410 Osvětlení místních komunikací,
 - ČSN 36 0411 Osvětlení silnic a dálnic,
 - CEN/TR 13201-1 Road lighting Part 1: Výběr tříd osvětlení (Selection of lighting classes)
 - ČSN EN 13201-2 Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky, z května 2005,
 - ČSN EN 13201-3 Osvětlení pozemních komunikací – Část 3: Výpočet
 - ČSN EN 13201-4 Osvětlení pozemních komunikací – Část 4: Metody měření
 - ČSN 36 0603 Venkovní elektrická svítidla,
 - ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení,
 - ČSN 73 6006 Označovanie podzemných vedení výstražnými fóliami,
 - ČSN 73 6100 Názvosloví silničních komunikací,
 - ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic,
 - ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na silničních komunikacích,
 - ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací,
 - ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů
 - ČSN 73 7507 Projektování tunelů pozemních komunikací,
 - ČSN ISO 3864 (01 8010) Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky

- **ČSN ISO 9223 (03 8203)** Koroze kovů a slitin. Korozní agresivita atmosfér. Klasifikace,
- **ČSN EN 22063** Kovové a jiné anorganické povlaky. Žárové stříkání. Zinek, hliník a jejich slitiny.
- **ČSN EN 40.1** Osvětlovací stožáry - část 1: Termíny a definice, - následují další části
- **ČSN EN 60.598** Svítidla, ČSN EN 60598-2-3 - Svítidla pro osvětlování cest a ulic
- **ČSN EN 60529 (33 0330)** Stupně ochrany krytem (krytí - IP kód)
- **OEG 34 8220** Osvětlovací stožáry betonové,

Ostatní předpisy:

- **PNE 33 0000-1** Ochrana před úrazem elektrickým proudem v distribuční soustavě dodavatele elektřiny,
- **Doporučení ESČ 33.01.96** (k normě ČSN 33 2000-4-41) Podmínky použití nadproudových jistících prvků při ochraně samočinným odpojením od zdroje v požadovaném čase,
- **Doporučení ESČ 00.02.94** První pomoc při úrazu elektrickou energií.