

Modernizácia verejného osvetlenia na báze LED **a ochrana proti prepätiu.**

Úvod.

Náhrada doterajších svietidiel verejného osvetlenia (ďalej VO) osvetlením na báze LED, je tendencia podporovaná a dotovaná nielen tuzemskými autoritami, ale i z úrovne EÚ. Základným motívom tejto tendencie je, že napriek relatívne vyšším investičným nákladom vzniknú významné úspory el. energie, ktoré pri vysokej životnosti tohto typu osvetlenia, dávajú prijateľnú dobu návratnosti zo strednodobého až dlhodobého hľadiska, i významné úspory nákladov VO.

Uvedené tvrdenia sú pravdivé za jedného dôležitého predpokladu - veľmi nízkej poruchovosti v celom systéme osvetlenia. Keďže sa u VO jedná o distribuovaný systém, v ktorom sa poruchy vyskytujú na rôznych miestach a v rôznom čase, sú náklady na odstraňovanie prípadných porúch veľmi vysoké a môžu podstatným spôsobom ovplyvniť ekonomiku celej modernizácie.

Udávaná životnosť osvetlenia až 100 tisíc prevádzkových hodín, platí len pre bezporuchovú prevádzku.

Systémy VO na báze LED svietidiel sú, napriek snahám konštruktérov o vysokú odolnosť, podstatne citlivejšie na prepätie, v porovnaní s doteraz používanými svietidlami, ktoré boli i investične významne menej náročné.

Vysoká citlivosť na prepätie je u svietidiel na báze LED daná nielen citlivosťou samotných LED prvkov, ale i elektronického systému ich napájania. Táto skutočnosť môže podstatným spôsobom ovplyvniť poruchovosť a teda i životnosť týchto svietidiel, ak nie je táto ich vlastnosť dostatočne eliminovaná adekvátnymi technickými opatreniami – inštaláciou dostatočne dimenzovaných prepäťových ochrán, na správnom mieste v systéme VO.

O LED svietidlách a osvetlení sa toho publikuje pomerne veľa, oveľa menej je však informácií o účinkoch prepätí na svietidlá LED a ich systémy.

Pritom s výskytom prepätí, najmä v súvislosti s búrkovou činnosťou musíme počítať a realizovať potrebné opatrenia. Inak nám hrozia škody z porúch na svietidlách a náklady na ich odstraňovanie.

Letná búrková sezóna v r. 2015 a 2016 spôsobila na viacerých miestach na Slovensku značné škody na VO na báze LED. Analýza možných príčin viedla k jednoznačným záverom.

Búrková činnosť môže závažným spôsobom, samozrejme iba v miestach kde sa búrky vyskytnú, ovplyvniť prevádzkovú spoľahlivosť systému VO a náklady na jeho údržbu.

Vznik škôd v dôsledku búrkovej činnosti má pravdepodobnostný charakter, škody môžu vzniknúť len tam, kde sa vyskytnú búrky, pričom nemôžeme tvrdiť, že každá búrka spôsobí škody.

Výskyt úderov blesku do zeme (v počte na km²) je určený keraunickou mapou, ktorá charakterizuje jednotlivé oblasti Slovenska. Súčasne nám však hovorí, že žiadna oblasť Slovenska (alebo iných stredo európskych krajín) nie je z tohto hľadiska bezpečná. Vo všeobecnosti sa dá predpokladať až niekoľko úderov blesku za rok na kilometer štvorcový.

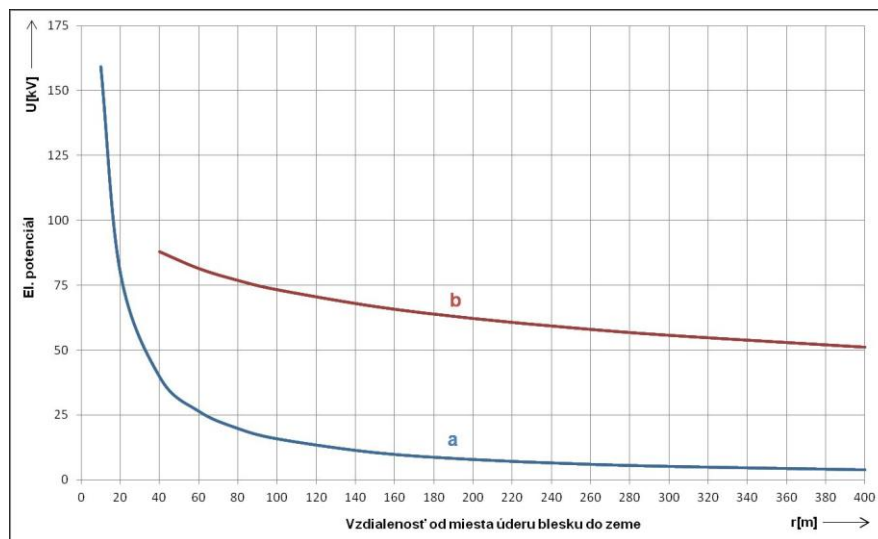
Na Slovensku sa v súčasnosti ešte stretávame aj s tým, že známi výrobcovia svietidiel pre VO predávajú svietidlá bez prepäťových ochrán. Samozrejme sa im potom u niektorých inštalácií nevyhnú ani problémy, spôsobené či už búrkovou činnosťou alebo poruchami v napájacej sieti, hoci konštrukcie svietidiel zodpovedajú platným predpisom a normám. Uvedené platí samozrejme nielen pre Slovensko.

Na príčiny vzniku porúch v systémoch verejného osvetlenia na báze LED (ďalej SVO-LED) v dôsledku impulzných prepätí a možností ich vylúčenia je zameraný tento článok.

2. Stručná charakteristika SVO – LED.

- 2.1. Sú to rozľahlé systémy, v závislosti na veľkosti obce. I keď od jedného rozvádzača verejného osvetlenia je napájaný iba obmedzený počet svietidiel, celkový počet inštalovaných svietidiel môže dosahovať stovky až tisíce, i viac svietidiel v závislosti od veľkosti obce, či mesta.
- 2.2. Rozľahlosť systému, s ohľadom na jeho členenie predstavuje pavučinu o rozlohe od kilometrov štvorcových až po desiatky, u veľkých miest až stovky kilometrov štvorcových. Je to dané tým, že blízky úder blesku sa môže prejavíť svojimi účinkami (prepätie) do vzdialenosti desiatok až stoviek metrov od miesta inštalácie svietidla. Rôzne vzdialenosti sú dané nielen prúdovou amplitúdou úderu blesku, ale aj vodivosťou zemného prostredia a hĺbkou vodivej vrstvy zeme. V prostredí, kde je vodivá vrstva zeme len nízka (napr. 50 m, v horskom prostredí, kde je pod zemou horninové podložie s veľmi nízkou vodivosťou), sú dosahy (vzdialenosti) účinkov prepätia výrazne vyššie, ako v prípadoch, keď sa bleskový výboj rozptyľuje všetkými smermi približne rovnomerne. Rozdiel medzi uvedenými alternatívami je znázornený na obr.1.

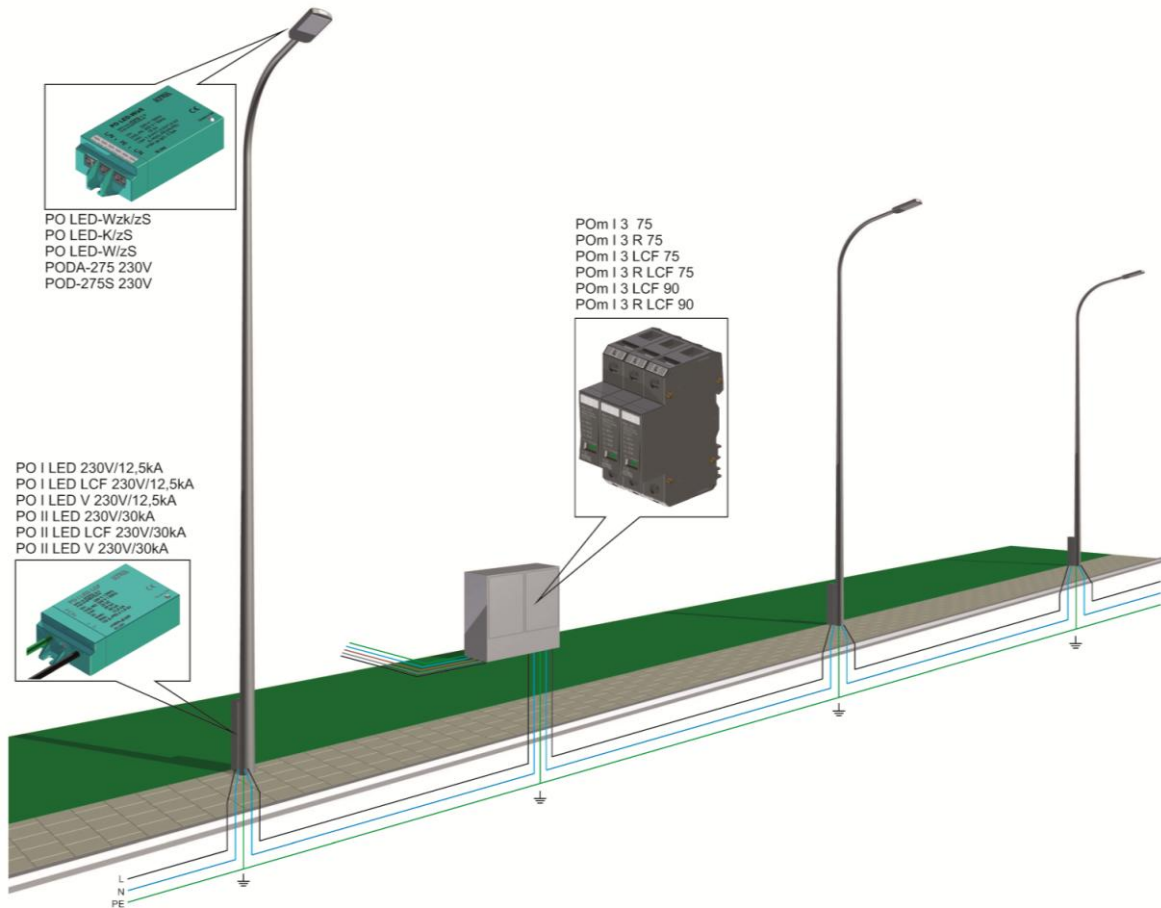
Priebehy vyznačené na obr.1 boli vypočítané pre zvolenú amplitúdu prúdu úderu blesku a merné odpory zemného prostredia. Keďže parametre reálneho prostredia v danom mieste, vrátane amplitúdy úderu blesku sa môžu od znázornených priebehov na obr.1 značne líšiť, či už smerom k vyšším alebo nižším hodnotám zemného potenciálu, majú znázornené priebehy pre čitateľa tohto článku iba orientačný charakter, približujúci skutočné priebehy.



Obr. 1. Potenciál zeme v závislosti od prostredia
a) homogénny polpriestor
b) vodivá vrstva hrúbky 50m

- 2.3. Keďže svietidlá sú umiestnené na stožiaroch, je svietidlo (jeho kryt) prostredníctvom tohto stožiaru spojené so zemným prostredím v danom mieste. Toto spojenie je samozrejme čo do veľkosti odporu medzi zemou a krytom svietidla rôzne, v závislosti na podmienkach inštalácie SVO-LED.
- 2.4. Napájacím vedením sú svietidlá (ich živé časti), spojené s rozvádzačom, ktorý môže byť od svietidla vzdialený niekoľko metrov, ale aj stovky, ba až tisíce metrov.

- 2.5. Rozvody NN a rozvody napájania SVO – LED môžu byť usporiadané súbežne (na tých istých stožiaroch), alebo oddelene, kedy sa napájanie VO nekryje s rozvodom NN.
 Na obr. 2 – je schematicky znázornené usporiadanie SVO – LED pre jedno napájacie miesto (rozdávateľ).



Obr. 2.

- 2.6. Dôležitou charakteristikou SVO – LED je tiež skutočnosť, že sú podstatne „zraniteľnejšie“ v porovnaní s doteraz prevádzkovanými SVO, na báze iných (tradičných) typov svietidiel.
3. Podmienky inštalácie SVO – LED.

Vo väčšine prípadov sa využíva už vybudovaná infraštruktúra existujúceho VO.

Táto infraštruktúra nepredstavuje jednotný systém, má celý rad špecifických znakov a to i v tej istej obci, v závislosti na období budovania VO a špecifických vlastnostiach jednotlivých častí obce.

Najvýznamnejšie špecifické znaky z pohľadu prepätia sú nasledujúce:

- 3.1. Rozvod od napájacieho rozvádzača:
- a) v zemi
 - b) na stožiaroch spravidla paralelne s rozvodom NN v obci.

- 3.2. Stožiare, na ktorých je inštalované VO:
- a) betónové
 - b) oceľové
 - c) najnovšie už i plastové (táto zahraničná novinka sa u nás ešte nevyrába)
 - d) zemnené alebo nezemnené.
- 3.3. Spôsob zemnenia VO:
- a) zemnený len napájací rozvádzač
 - b) lokálne zemnenie stožiaru VO
 - c) zemnenie lokálne i v napájacom rozvode.
- 3.4. Zemniace systémy objektov (napr. obytné vežiaky) v blízkosti rozvodu VO.
- 3.5. Zemné prostredie v mieste inštalácie VO, z hľadiska šírenia prepätia (vid' obr. 1).

Na obr. 3 je ako príklad foto inštalácie LED svietidla na rozvode NN v obci.



Obr. 3

4. Prepätie ako zdroj poruchovosti v SVO – LED.

Zdrojov vzniku prepätia je celý rad a rôznym spôsobom sa prejavujú na vzniku porúch. Ak sú svietidlá konštruované na odolnosť napr. 10 kV, samozrejme všetky zdroje, generujúce napätie na svietidle medzi krytom a živými časťami pod touto hodnotou nevyvolávajú poruchové stavy. Uvedená hodnota odolnosti je však nevyhovujúca pre prepätie, ktoré môže generovať úder blesku v okolí SVO - LED . Keďže tieto systémy kopírujú komunikácie (cesty, ulice, chodníky), predstavujú rozľahlý systém, ktorý je podstatne viac vystavený riziku blízkeho úderu blesku, ako napríklad samostatná budova – rodinný dom, kde sa už v súčasnosti pokladá prepäťová ochrana (ďalej PO) za obvyklé opatrenie.

Trasy VO vedú veľmi často v blízkosti vysokých budov a objektov (komunikačné veže, kostoly a pod.), ktoré sú prakticky vždy chránené bleskozvodným systémom, ktorý síce spoľahlivo zvedie úder blesku do zeme, táto však v dôsledku toho vystúpi na vysoký potenciál (voči vzdialenej zemi) na ktorý sa dostane i zemnenie osvetlenia a samotný stožiar, na ktorom je svietidlo umiestnené. Je známy prípad, kedy úder blesku do kostolnej veže spôsobil poruchy na viacerých svietidlách, nachádzajúcich sa na uliciach, ústiach pri kostole.

Mylná je tiež predstava, že svietidlá umiestnené na betónových stožiaroch zabezpečujú dobré (izolačné) oddelenie svietidla od zeme. Meraním na betónových stožiaroch bolo preukázané, že el. odpor betónového stožiara umožňuje, aby sa zemný potenciál nachádzal i na výložníku a kryte svietidla. Je to spôsobené tým, že stožiar je armovaný oceľovou výstužou, ktorá podstatným spôsobom znižuje jeho odpor. Oceľové stožiare majú samozrejme odpor podstatne nižší.

Rozdiel medzi betónovým a oceľovým stožiarom je z pohľadu prepätia v tom, že v prípade betónového stožiara tečú cez PO nižšie prúdy, ako u stožiara oceľového, za podmienky rovnakého zemného potenciálu u päty stožiara.

Analýzou porúch na svietidlách bolo preukázané, že príčinou týchto porúch je prepätie, pričom došlo v jednotlivých prípadoch k zničeniu predradníka, alebo LED svetelných prvkov.

Tento záver bol potvrdený tiež výsledkami skúšok svietidiel a ich komponentov na skúšobni KIWA^{sk}.

Uvedené zistenia viedli k potrebe analýzy príčin a podmienok vzniku porúch v SVO – LED v dôsledku prepätia a tejto téme bude venovaný odst. 5.

Samozrejme, blízke údery blesku sa prejavujú poruchami napájajúcich rozvádzačov (RVO), alebo svietidiel, len v prípadoch, keď tieto nie sú osadené dostatočne dimenzovanými a správne umiestnenými PO.

Vzhľadom k rôznorodosti konštrukcií rozvádzačov a najmä svietidiel, je možné z hľadiska umiestnenia PO formulovať len obecné zásady pre ich správne použitie.

Charakteristiky a podmienky realizácie SVO - LED sú rôznorodé a v súhrne predstavujú tiež rôzne požiadavky na dimenzie PO, chrániace svietidlá a RVO.

Dôležitou podmienkou pre výrobcov svietidiel je skutočnosť, že spravidla im nie je známe, v akých konkrétnych podmienkach budú ich svietidlá použité. Z toho vyplýva, že inštalácia PO nedostatočnej dimenzie, nevyklučuje možnosť vzniku porúch. Porucha PO síce vyžaduje len výmenu PO a poistky, ale v každom prípade si vyžaduje drahý opravárenský zásah v teréne.

5. Prečo dochádza k poruchám v SVO – LED ?

Odpoveď na túto otázku vyžaduje v prvom rade posúdiť SVO – LED z pohľadu odolnosti voči prepätiu.

Pri projektovaní týchto systémov sa v rade prípadov prejavuje istá zotrvačnosť, ktorá vychádza zo skúseností s doteraz používanými svietidlami založenými na iných princípoch ako LED osvetlenie. Tieto svietidlá sa vyznačovali podstatne vyššou odolnosťou voči prepätiu, ako LED svietidlá. Často používaný parameter napät'ovej odolnosti (U_{oc}) ako kritérium odolnosti proti prepätiu je nedostačujúci.

Prierez (prekročenie napät'ovej pevnosti) nemusí mať za následok zničenie svietidla ak jeho konštrukčné riešenie (tlmivky v obvodoch) vyžaduje pre deštrukciu väčšie množstvo energie, teda väčšiu amplitúdu pretekajúcej prúdovej vlny. Uvedené je podstatou vyššej odolnosti doteraz používaných svietidiel.

Iná je situácia u LED svietidiel, kde sú zraniteľné či už elektronické obvody predradníkov alebo LED svetelné prvky už pri podstatne nižšom množstve energie, ako v predchádzajúcom prípade.

Nie je bez zaujímavosti, že poruchy predradníkov alebo LED prvkov vznikajú nezávisle na sebe. Sú určené podmienkami inštalácie (bod 3) a konštrukciou svietidla, ktoré určujú tiež poruchový mechanizmus. Uvedené tvrdenie bolo experimentálne overené a potvrdené tiež analýzou porúch LED svietidiel.

Z vyššie uvedeného vyplýva, že musíme ako základné kritérium odolnosti svietidla vziať jeho napät'ovú odolnosť, ktorá musí vylúčiť preskok iskry zo živých častí na kryt svietidla, alebo naopak, preskok iskry z krytu svietidla do živých častí.

Zvyšovanie napät'ovej pevnosti svietidla je v značnej miere limitované, pretože je dosiahnuteľné len za cenu zvyšovania izolačných pevností a vzdialeností u použitých prvkov konštrukcie svietidla, čo má za následok zvyšovanie rozmerov, tým i hmotnosti svietidla a v dôsledku uvedeného i ceny svietidla.

Riešenie problému spočíva v použití prepät'ovej ochrany (PO), s dostatočnou zaťažiteľnosťou a minimálnymi rozmermi, pričom je vhodné, aby táto PO bola umiestnená priamo v svietidle.

5.1 Čo spôsobuje prepätie, a ako sa dostane k svietidlu (napätie medzi krytom svietidla a živými časťami).

Prepätie ohrozujúce SVO – LED vzniká hlavne pri blízkom údere blesku, či už priamo do zeme, alebo do objektu so zemou spojeného (napr. bleskozvodný systém ochrany budov pri komunikácii). Ďalším zdrojom prepätia môže byť prírodné vedenie do rozvádzača RVO (rozdávateľ verejného osvetlenia), ktorý môže byť ohrozený tiež od zemnenia, v prípade blízkeho úderu blesku.

Vzhľadom k vzdialenostiam RVO od stožiarov osvetlenia a skutočnosti, že úder blesku (vlna 10/350) reprezentuje frekvencie o niekoľko rádov vyššie ako je sieťová frekvencia, chovajú sa „zemnenia“ navzájom ako značne autonómne, a to i v prípade vzájomného spojenia zemniacim vodičom.

Pri posudzovaní vplyvu zemnenia je potrebné vziať v úvahu, že okrem zemnenia RVO, je systém „zemnený“ na každom stožiar, na ktorom je umiestnené svietidlo a to i v prípade, kedy je stožiar betónový a bez kovového zemnenia svietidla spojeného s „lokálnou“ zemou.

5.2 Prepätie od RVO.

Účinky prepätia od napájania, alebo blízkeho úderu blesku do zeme, môžu spôsobiť v RVO, ktorý je bez PO

- a) poškodenia rozvádzača, ktorý vyradí SVO – LED z funkcie
- b) šírenie prepät'ovej vlny po vedení, napájajúcom osvetľovacie telesá.

Táto vlna môže mať za následok poškodenie LED svietidiel, ak amplitúda napätia prekročí napät'ovú pevnosť živých častí voči krytu svietidla, alebo prípustné napätie v elektronických obvodoch predradníka.

Doplnenie prepät'ovej ochrany do RVO zabezpečí rozvádzače pred poškodením, teda napájanie SVO – LED zostane zachované.

PO však nezabráni šíreniu prepät'ovej vlny po napájacom vedení v smere k svietidlám, (samozrejme i v smere k napájaniu zo strany NN rozvodu), ak prepätie vstupuje do RVO cez zemnenie (blízky úder blesku). Tým, že PO vyrovnáva napätie medzi zemou a napájacím vedením, dostáva sa toto približne na napät'ovú úroveň zeme a po el. vedení sa šíri smerom k svietidlám na značnú vzdialenosť vzhľadom k impedancii el. vedenia a rozptylu energie.

Hoci v RVO sme mali el. vedenie a zem na približne rovnakom potenciáli, s rastúcou vzdialenosťou od RVO sa potenciálový rozdiel medzi el. vedením a zemou podstatne zvyšuje.

Pritom nezáleží na tom, či prírodné el. vedenie k svietidlu je dvoj, alebo trojvodičové. Všetky (či dva, alebo tri) vodiče vstupujú do svietidla na približne rovnakom potenciáli. Tvrdenie, že predradník je chránený varistorom na vstupe (medzi L a N) a tým je chránené i svietidlo, je mylné, tento varistor nechráni ani predradník, ani LED, pretože hlavná príčina možného poškodenia svietidla, je v potenciálovom rozdieli medzi lokálnou zemou (miesto, kde je stožiar svietidla ukotvený v zemi) a el. napájaním svietidla.

5.3. Prepätie od lokálnej zeme.

Úder blesku do zeme, alebo do bleskozvodného systému objektu v blízkosti svietidla spôsobí, že zem sa v mieste kotvenia stožiaru VO dostane na vysoký potenciál voči prírodnému el. vedeniu.

Tento potenciál sa cez stožiar (oceľový alebo betónový) a kotviace rameno svietidla dostane až na kryt svietidla (spravidla kovový). Samozrejme za predpokladu, že prúd tečúci stožiarom nabije kapacitu krytu svietidla voči živým častiam v čase danom prietokom vlny 10/350 (normalizovaná vlna bleskového prúdu) na potenciál zeme, resp. napät'ovej pevnosti medzi krytom a živými časťami svietidla.

Ak je svietidlo umiestnené na betónovom stožiaru zemnené „lokálne“ (teda v mieste kotvenia betónového stožiaru do zeme), vzniká obdobná situácia ako u oceľového stožiaru.

Konštrukčne sa jednotlivé typy stožiarov (či už oceľové, alebo betónové) líšia, a v tej súvislosti je i el. odpor jednotlivých typov rozdielny. Preto je rozdiel medzi oceľovým a betónovým stožiarom možné charakterizovať iba rámcovo – betónový stožiar má odpor o 5-8 rádov vyšší ako oceľový, z čoho vyplýva, že z hľadiska hodnotenia účinku prepätia ide o dva, významne odlišné prípady.

5.3.1. Betónový stožiar.

Je častý prípad, že betónový stožiar nie je zemnený, zvlášť ak sú svietidlá napájané z vzdušného rozvodu, vedeného paralelne s rozvodom NN.

Meraním sme overili veľkosť odporu „suchého“ a „mokrého“ (t. zn. zmáčaný dažďom) betónového stožiaru. Mokrý vykazoval odpor podstatne nižší ako „suchý“, pričom obe hodnoty sa prípad od prípadu značne líšili.

Meranie kapacity krytu svietidla voči živým častiam potvrdilo jej veľmi nízku hodnotu, z čoho vyplýva (potvrdené výpočtom pre konkrétny prípad), že kryt svietidla sa nabije na hodnotu blízku potenciálu zeme i pri vysokom el. odpore betónového stožiaru. Samozrejme vysoký odpor betónového stožiaru dovoľuje prietok iba nízkeho prúdu.

Ak potenciál krytu voči živým častiam prekročí ich napät'ovú pevnosť, dôjde k prierazu, ktorý (v závislosti na konštrukcii svietidla) poškodí LED, alebo predradník, prípadne oboje. Hoci je hodnota prúdu nízka, (vid' el. odpor betónového stĺpa) k poškodeniu dochádza v oblasti elektroniky predradníka, alebo LED.

V praxi sa pri poškodení LED vyskytli i prípady, že iba časť LED svietidla bola zničená. Je to už hraničný prípad, kedy množstvo energie uvoľnené prierazom nebolo dostatočné na úplnú deštrukciu svietidla a poškodené boli iba najmenej odolné prvky svietidla.

5.3.2. Kovový stožiar.

Vysoký prierez stožiaru a relatívne nízky merný odpor umožňujú prietok veľkého prúdu zo zemného prostredia. Ak dôjde k prierazu medzi krytom svietidla a jeho živými časťami, môže medzi nimi tečť i pomerne vysoký prúd a to po dobu, ktorá je reprezentovaná vlnou 10/350, teda podstatne dlhšie, ako pri vlně 8/20. Touto skutočnosťou je tiež podmienené dostatočné dimenzovanie prepät'ových ochrán svietidiel SVO-LED, inštalovaných na kovových stĺpoch.

Je známy prípad, kedy bolo svietidlo ochránené PO nedostatočnej dimenzie, čo malo za následok prieraz varistora a tým i vyradenie svietidla z prevádzky. (Dôsledkom je potom drahý zásah na odstránenie závady).

V odstavci 5 sme stručne vysvetlili pôvod a účinky prepätia na SVO – LED.

Vo výklade nebol zmienený priamy úder blesku do SVO - LED. Takýto úder spôsobuje samozrejme rozsiahlu deštrukciu, ale efektívna ochrana proti nemu nepredstavuje ekonomicky prijateľný variant. Oveľa častejšie ako priamy úder blesku, sa vyskytujú blízke údery blesku, ktoré v prípadoch, že systém nie je chránený proti prepätiu, môžu spôsobiť značné škody.

Sú známe prípady, že po jednej búrke v obci, boli poškodené desiatky svietidiel.

Z hľadiska zavádzania SVO - LED sme na Slovensku zatiaľ iba na začiatku. Ako bude rozsah inštalácií narastať, budú narastať i škody v dôsledku prepätia a užívatelia SVO – LED budú stále častejšie klásť otázku o poruchovosti týchto systémov, alebo inými slovami o vybavenosti SVO - LED ochranou proti prepätiu. Na túto otázku budeme odpovedať v odstavci 7.

6. Ako rieši problematiku prepätia norma ČSN EN 60598-1: Svietidlá – časť 1: obecné požiadavky a skúšky.

Pod bodom 4.32 uvedenej normy „Přepět'ová ochranná zařízení“ sú formulované požiadavky na prepät'ové ochrany pre ochranu svietidiel:

„Přepět'ová ochranná zařízení musejí být v souladu s IEC 616 43-11. Přepět'ová ochranná zařízení, která jsou vně ovládacího zařízení a jsou uzemněna, se smějí používat pouze u stacionárních svítidel a musejí být připojena pouze k ochrannému uzemnění.“

Pod bodmi 1.2.22 a 1.2.23 uvedená norma definuje svietidlo triedy I (1.2.22) a svietidlo triedy II (1.2.23). Podstata rozdielu je v tom, že svietidlo triedy I je uzemnené, svietidlo triedy II uzemnené nie je, má však vyššiu úroveň izolácie živých častí.

Podstatným parametrom svietidiel je ich „Elektrická pevnosť“, formulovaná v odst. 10.2.2., ako minimálna požiadavka podľa normy. Pretože pre svietidlá na báze LED je táto normová požiadavka veľmi nízka, sú tieto svietidlá (na trhu bežne dosiahnuteľné), spravidla konštruované na vyššiu pevnosť - až 10 kV.

Hoci vysoká elektrická pevnosť znižuje výskyt poškodenia svietidla prepätím, v žiadnom prípade mu nezabraňuje, pretože ako vyplýva z obr. 1, prepätie môže dosiahnuť hodnoty aj niekoľko desaťtisíc Volt. Opatrenia uvedené v norme pod bodom 4.10.4, nepredstavujú žiadnu účinnú ochranu proti impulznému prepätiu.

7. Ako chrániť SVO – LED proti prepätiu?

Ako vyplýva z predchádzajúcich odstavcov, v praxi môžu vzniknúť viaceré kombinácie špecifických znakov SVO - LED (viď odst. 3).

Pôsobenie prepätia s ohľadom na konkrétne usporiadanie SVO - LED bude mať tiež rôzne účinky a vyžadovať rozdielnu mieru (dimenzie) ochrany proti prepätiu, vrátane správnej voľby jej umiestnenia.

Firma KIWA^{sk} má v ponuke prepät'ové ochrany pre SVO - LED rôznych typov a vyhotovení pokrývajúcich všetky potreby ochrany SVO - LED proti prepätiu podľa EN 616 43-11. Zaujemca sa môže s nimi zoznámiť na www.kiwa.sk, v prípade potreby, konzultovať konkrétnu aplikáciu s autorom tohto článku.

Ďalej uvedené odporúčania majú len rámcový charakter, pretože nemôžu zohľadniť prípadné špecifické znaky konkrétnej inštalácie.

7.1. Ochrana RVO.

Je najdôležitejšia v celom SVO – LED, pretože porucha RVO má za dôsledok vyradenie z prevádzky celej vetvy VO, napájanej z tohto rozvážača, vrátane poškodenia svietidiel, ktoré prepätie, šírené od rozvážača, zasiahne s dostatočnou napät'ovou amplitúdou, ak svietidlá nie sú chránené PO.

Z dôvodu kľúčového postavenia RVO v SVO - LED, je vhodné RVO chrániť proti prepätiu na vysokej energetickej úrovni.

Pre ochranu RVO odporúčame v každom prípade PO typu I, pričom v závislosti na dôležitosti, RVO (počet napájaných svietidiel, dôležitosť osvetľovaného úseku komunikácie a pod.) je možné, v rámci ponuky KIWA sk, voliť Iimp od 12,5 kA do 30 kA/pól (viď www.kiwa.sk), prípadne pre zvlášť exponované inštalácie použiť tiež BD vyhotovenie s amplitúdou impulzného prúdu Iimp 38 kA/pól.

7.2. Ochrana svietidiel.

Táto problematika je predmetom mnohých zjednodušujúcich predstáv, ktoré často očakávajú od „ochrany proti prepätiu na nízkej energetickej úrovni (vlna 8/20 s amplitúdou max. 10 kA)“ vyriešenie problému na „vysokej úrovni“.

Podstatný rozdiel v požiadavkách na kvalitnú (správnu) ochranu svietidiel môžu predstavovať ich inštalčné podmienky. Z hľadiska celého radu možných kombinácií tu zmienime dve, vyznačujúce sa rozdielnym vzťahom „lokálna zem – svietidlo“, pričom tento vzťah je určený veľkosťou odporu medzi lokálnou zemou a krytom svietidla.

7.2.1. SVO – LED ako samostatná inštalácia, nezávislá na systéme rozvodu NN.

Obvykle sa realizuje na oceľových stožiaroch s rozvodnicou umiestnenou v päte stožiaru. Napájanie je realizované zemným rozvodom od RVO. Ak je RVO chránený proti prepätiu, je hlavné ohrozenie svietidla od „blízkeho úderu blesku“ do zeme. Samozrejme je vhodné toto ohrozenie eliminovať v mieste, ktoré je jednoducho (bez žeriavovej plošiny) dostupné pre inštaláciu i kontrolu, teda na rozvodnici v päte stožiaru. Pre túto ochranu sú najvhodnejšie PO I LED 230V/12,5 kA, ktoré dokážu zachytiť značné množstvo energie či už od zeme, alebo od rozvodnej siete. Je tiež možné použiť PO II LED 230 V/30 kA, ktorej dimenzia zaručuje vyššiu úroveň ochrany, ako PO typu III, pričom je ju možné inštalovať nielen do päty stožiaru, ale i do svietidla. V takom prípade PO v päte stožiaru nie je potrebná. Uvedené typy PO sú chránené prihláškou vynálezu.

7.2.2. SVO – LED inštalovaný súbežne s rozvodom NN, na železobetónových stožiaroch.

Toto usporiadanie je veľmi častý prípad, najmä v obciach s nadzemným rozvodom NN. Stožiare nie sú spravidla uzemnené, rozvod napájania svietidiel je iba dvojvodičový bez zemnenia. Svietidlá sú spravidla triedy ochrany II (podľa ČSN EN 60598-1 ed.6). U týchto svietidiel, ktoré nie je možné pripojiť na zemnenie, riešia výrobcovia svietidiel zvýšenú odolnosť svietidla voči prepätiu konštrukčnými opatreniami, ktoré zvyšujú priernú pevnosť kryt – živé časti až na 10 kV, prípadne i viac. Ako bolo vysvetlené v odstavci 2, môže potenciál lokálnej zeme dosiahnuť i podstatne vyššie hodnoty, ako je prierná pevnosť svietidla. Táto skutočnosť, ktorá má za dôsledok poškodenie svietidla, je známa z celého radu realizovaných inštalácií.

Vzniká otázka, či je možné pri danom type inštalácie, ako je vyššie popísané, dosiahnuť účinnú ochranu proti prepätiu, keď samotná norma ČSN EN 60598-1 ed.6, v odstavci 4.32 požaduje:

„Přepět'ové ochranné zařízení musej být v souladu s IEC 61643-11. Přepět'ové ochranné zařízení, které jsou vně ovládacího zařízení a jsou uzemněna, se smějí používat pouze u stacionárních svítidel a musej být připojena pouze k ochrannému uzemnění.“

Táto požiadavka svojou formuláciou vylučuje použitie prepät'ovej ochrany u svietidiel triedy ochrany II. Vzhľadom k vlastnostiam prvkov SVO - LED podľa tohto odstavca (7.2.2.) a vzhľadom k požiadavkám vyššie uvedených noriem, nie je štandardné vyhotovenie PO, vyhotovené pre obvyklé napájacie pomery svietidla (230 V AC), pre dané usporiadanie vhodné.

Vo firme KIWAask bol vyvinutý ochranný prístroj, ktorý pri správnej inštalácii v rámci podmienok, formulovaných v odst. 7.2.2., zabezpečuje ochranu proti prepätiu a teda rieši problém najčastejších porúch v SVO – LED na území Slovenska.

Pretože v tomto prípade ide o riešenie, ktoré predstavuje nový koncept ochrany pre vyššie uvedené prevádzkové podmienky a z hľadiska uplatnenia tohto prístroja (chránené pat. prihláškou) je potrebný podrobnejší výklad, bude táto téma predmetom samostatného článku.

Záverom.

Problematika impulzného prepätia sa nevyhýba ani tejto pomerne novej oblasti osvetľovania, SVO – LED.

Vzhľadom k charakteru problematiky, ktorá spadá do oblasti neperiodických elektrodynamických javov, generovaných nielen ľudskou činnosťou ale i samotnou prírodou, je pre zabezpečenie bezporuchovej prevádzky SVO – LED dôležité správne porozumieť týmto javom, súvislostiam ich pôsobenia a spôsobom zamedzenia vzniku prípadných škôd.

Použitie PO pre SVO – LED je odporúčané viacerými autormi, pričom názory na dimenzie PO sa niekedy rôznia, zvlášť ak neberú do úvahy zemniace pospájanie umiestnené v zemi, ktoré v prípade blízkeho úderu blesku do zeme slúži ako „zberač“ el. náboja zo zemného prostredia a môže u ocelových stožiarov spôsobiť i značné prúdy v systéme PO. Preto firma KIWAask vyvinula aj vysoko zaťažiteľné PO pre SVO – LED, ktoré umožňujú ich spoľahlivú ochranu aj pre najnáročnejšie podmienky zaťaženia, pričom dovoľujú ich jednoduchú dodatočnú inštaláciu (u ocelových stožiarov VO).

Rozsah vyhodnotení terénnych výsledkov (porúch), pokusov na skúšobni na konkrétnych používaných svietidlách a ich výsledky, predstavujú rozsiahly dokumentačný materiál, ktorý je v článku využitý vo forme záverov, vyplývajúcich z vykonaných prác, s využitím zobernenia získaných výsledkov.

Použitie PO - LED firmy KIWAask v iných prostrediach a podmienkach, ako uvádza tento článok je samozrejme tiež možné, optimálne nasadenie je však potrebné dôkladne posúdiť, aby sa eliminovali situácie, kedy problematika ochrany proti prepätiu nebola dostatočne zvládnutá.

Zainteresovaným čitateľom môže v tomto článku chýbať podrobnejšie rozvedenie celého radu použitých záverov. To však nebolo z dôvodu vymedzeného rozsahu článku možné urobiť.

V prípade záujmu o ďalšie podrobnosti, je možné obrátiť sa priamo na autora článku.

V Nitre dňa 17.8.2016

Jozef Černička
(KIWAask, s.r.o.)

Literatúra.

1. Elektromagnetické vlastnosti hornín, Vojtech Gajdoš, UKF Bratislava, 2013
2. STN EN 61643-11
3. ČSN EN 60598-1: Svietidlá – časť 1: obecné požiadavky a skúšky