

Důsledky nevhodné volby ochrany před přímým zásahem blesku ve specifickém prostředí – fotovoltaická elektrárna Rodvínov u Jindřichova Hradce

Článek představuje možné způsoby návrhu ochrany před bleskem ve specifickém prostředí – konkrétně fotovoltaické elektrárny. S liberalizací trhu elektrické energie, s rozvojem rozptýlené výroby elektrické energie nejrůznějšími nekonvenčními metodami především fotovoltaickými panely, větrnými elektrárnami a bioplynovými stanicemi narůstá počet selhání těchto elektráren v případě přímého zásahu blesku do jejich elektrických i neelektrických částí. Mnohdy stavby za desítky milionů korun jsou vystavovány nebezpečí přímého i nepřímého zásahu blesku. Riziko způsobuje absurdní nebo špatně navržená a provedená ochrana. Autoři představují a kriticky hodnotí možné způsoby ochrany v konkrétním případě fotovoltaické elektrárny postavené v roce 2008 v obci Rodvínov v Jihočeském kraji severovýchodně od Jindřichova Hradce v nadmořské výšce 490 metrů a dokazují, jak špatně zvolená ochrana (kdy převládalo finanční hledisko) může způsobit mnohatisícovou škodu.

ÚVOD

V listopadu roku 2008 patřila fotovoltaická elektrárna Rodvínov svým výkonem čítajícím 1,478 MWp k největším v České republice. Její celkové instalační náklady se pohybovaly kolem 177 milionů korun. S počtem 7 392 fotovoltaických panelů s výkonem 200 Wp zaujímá elektrárna plochu o rozloze 5,4 ha. Jednotlivé fotovoltaické panely byly umístěny na nosné konstrukce o velikosti 87 × 40,9 metru, 6 × 30,7 metru a 1 × 20,5 metru.

V současné době se nabízejí tři možnosti ochrany fotovoltaické elektrárny před přímým zásahem blesku – prostřednictvím neizolovaného hromosvodu spojeného přímo s konstrukcí elektrárny, oddáleným izolovaným hromosvodem, kdy žádná jeho část není spojena svodivou částí nosné konstrukce a aktivním hromosvodem.



Obr. 1 – Pohled na dokončenou elektrárnu v roce 2012

VOLBA NÁVRHU

Od roku 2006 je v České republice platný soubor norem ČSN EN 62305, který ve své druhé části specifikuje nutnou podmínku stanovení minimálních ochranných opatření pro aplikaci na chráněné elektrotechnické zařízení. Na začátku každé volby ochrany stojí identifikace typů ztrát, které mohou při zásahu bleskem objektu nastat. Každý typ ztrát (ekonomické, na lidských životech, na veřejných službách, nenahraditelné ztráty na kulturním dědictví apod.) může být specifikován součástí rizika R_A (úraz živých bytostí), R_B (hmotná škoda), R_C (porucha vnitřního systému při přímém úderu blesku do objektu), R_M (porucha vnitřního systému při nepřímém úderu blesku do objektu), a ty vyjádřeny obecnou rovnicí R_X .

Platí $R_X = N_X \cdot P_X \cdot L_X$, kde N_X ... je počet nebezpečných událostí za rok a je stanovena prostřednictvím

izokeraunické mapy. Pro určení počtu nebezpečných událostí, které proběhnou v dané lokalitě za rok, se často postupuje tak, že se od haduje roční počet nebezpečných událostí vztahený na plochu 1 km² a násobí se počtem bouřkových dnů, podle izokeraunické mapy. V případě elektrárny Rodvínov bylo stanoveno $N_g = 0,1 \cdot T_d = 0,1 \cdot 30 = 3$ kde P_X je pravděpodobnost poškození stavby; L_X ... jsou následné ztráty. Pro výpočet možného rizika byla uvažována plocha o rozloze 5,4 ha; celková výška stavby nepřesahující 2,5 metru; šířka 180 metrů a délka 300 m. Podrobnosti o výpočtu a stanovení rizika škod definuje norma ČSN EN 62305-2 – Ochrana před bleskem: Řízení rizika. [1] Existuje velká škála komerčních programů (i volně dostupných), které tuto problematiku výpočtu rizika zjednodušují a automatizují. [2, 3]

Výpočet byl proveden v programu Dehn Support od firmy Dehn and Söhne, velikost sběrné plochy byla stanovena pro přímý úder blesku jako $A_d = 61\,376,7 \text{ m}^2$ a velikost sběrné plochy pro nepřímý úder blesku jako $A_m = 490\,349,5 \text{ m}^2$. Vzhledem k tomu, že stavbu zastíňují vyšší objekty, je potřeba uvažovat podle [1] ještě i s činitelem polohy stavby $C_d = 0,25$; počet nebezpečných událostí do stavby $N_d = 0,046$ a počet nebezpečných událostí vedle stavby $N_m = 1,425$. Hodnota pravděpodobnosti $P_b = 0,2$ hmotné škody při úderu do stavby byla zvolena v závislosti na hladině ochrany před bleskem LPS. [1]

Jako vnější zónu je nezbytné uvažovat povrch v místech s nebezpečím krokového nebo dotykového napětí. Tím je v případě elektrárny zemina a tráva (dotykový odpor $\leq 1 \text{ k}\Omega$). Není zde žádná ochrana proti dotykovým a krokovým napětím v okolí svodů do 3 metrů. Vnější zóna patří do skupiny s jiným využitím bez zvýšeného nebezpečí. Charakter využití venkovní zóny patří do ostatních nezařaditelných

objektů. Neuvažují se žádné osoby ve vnější zóně. Součástí technologického zázemí je i trafostanice s výškou 5 m, šířkou 4 m a délkou 3 m.

Sběrná plocha pro přímý úder blesku je $A_d = 436 \text{ m}^2$ a pro nepřímý úder $A_m = 200\,869,5 \text{ m}^2$ a $C_d = 0,25$. Pro připojené inženýrské sítě (předpokládá se sítě NN) byla uvažována kabelová soustava uložená v půdě o maximální rezistivitě 500 Ω s nejdelší cestou o délce maximálně 1 km. Sběrná plocha pro přímý úder blesku do sítě je $A_L = 23\,958,19 \text{ m}^2$ a pro nepřímý úder $A_I = 559\,017 \text{ m}^2$. Uvnitř trafostanice je charakterizovaná jedna vnitřní zóna, je jí betonová podlaha s dotykovým odporem $\leq 1 \text{ k}\Omega$, je zařazena do specifických rizik objektů s jiným využitím. Za pomoci programového vybavení [2, 3] se v návaznosti na normu [1] stanoví maximální hodnota dovoleného rizika a provede se kontrola podle následující tabulky (tab. 1).

UZEMNĚNÍ OBJEKTU

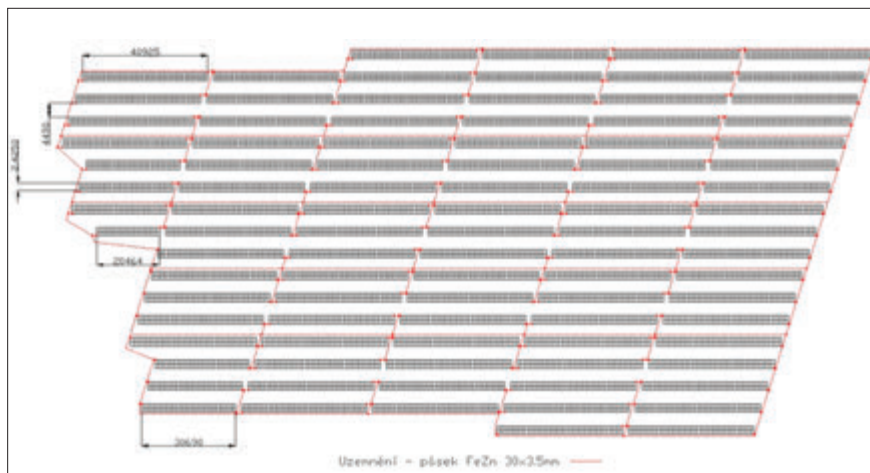
Navržení správné ochrany před přímým zásahem blesku nezávisí pouze na volbě typu a počtu jímací soustavy, ale nedílnou součástí je i účinnost zemnění. Pro elektrárnu byla zvolena mřížová soustava tvořená pozinkovaným páskem o rozměrech 30 × 3,5 mm a uložena do 0,5 m hloubky v zemi. Všechny části byly spojeny křížovými svorkami odolnými proti korozi. Každý konec a začátek sekce fotovoltaických panelů je spojený stouťou mřížovou soustavou. Pro rezistivitu v okolí elektrárny 200 Ωm je střední poloměr plochy zemniče dostatečně velký na to, aby musel být instalován ještě podružný svislý nebo vodorovný zemnič. Celkovou situaci zemnění elektrárny dokresluje obr. 2.

NEIZOLOVANÝ HROMOSVOD

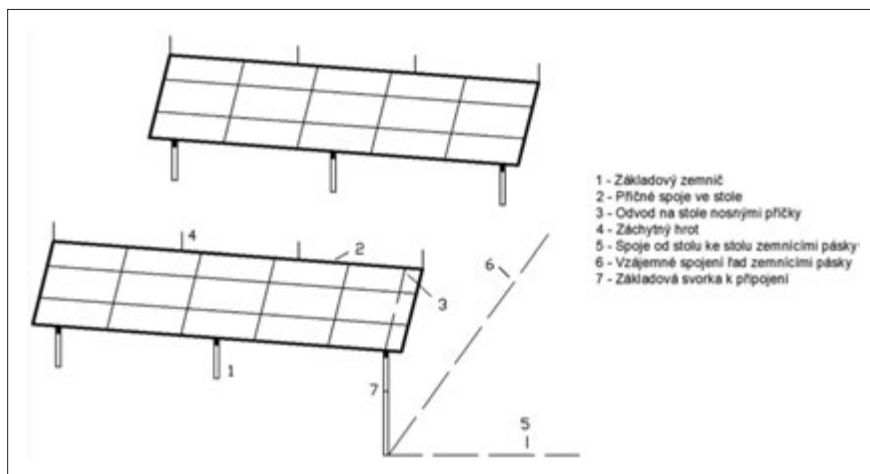
Varianta neizolovaného hromosvodu představuje systém jímacích prvků, které jsou vodivé

Riziko	Vypočtená hodnoty R_T	Dovolená hodnota R_T
Ztráty na lidských životech ve stavbě	$0,1749 \cdot 10^{-5}$	10^{-5}
Ztráty veřejné služby ve stavbě	$0,0036 \cdot 10^{-5}$	10^{-3}
Ztráty kulturního dědictví ve stavbě	$0,0359 \cdot 10^{-5}$	10^{-3}
Ztráty ekonomických hodnot ve stavbě	$6,3258 \cdot 10^{-5}$	10^{-3}

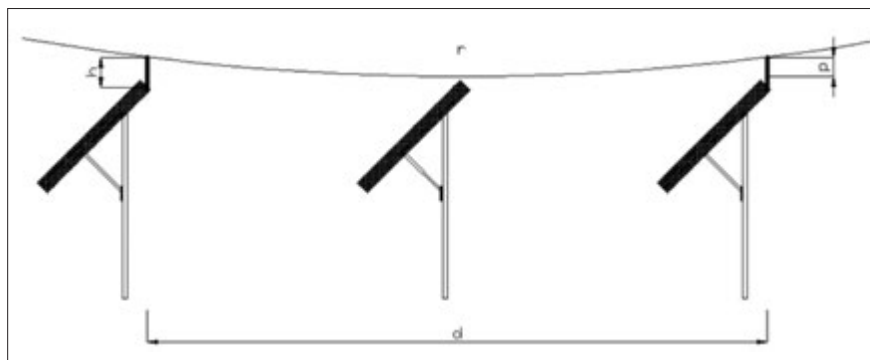
Tab. 1 – Porovnání tabelovaných hodnot R_T v normě s vypočtenou hodnotou



Obr. 2 – Návrh mřížové soustavy uzemnění



Obr. 3 – Schématický pohled na rozmístění jímáčů neizolovaného hromosvodu



Obr. 4 – Umístění jímáčů a kontrola průvěsu valivé koule

spojeny s nosnou částí. Dráha bleskového výboje tak může být v přímém kontaktu s chráněnými fotovoltaickými panely. Modulové stoly se musí vybavit záchytnými hroty (jímáči), potřebné elektrické spojovací funkce splňuje přitom téměř optimálně a bez přídavného nákladu modulový stůl samotný, vzhledem k relativně velkým průřezům hliníkových podpěr. Jímací tyče do volného prostoru budou mít průměr 10 mm a výška jímáče nad panely bude 1 metr. Kontrola zvoleného způsobu ochrany byla provedena pomocí metody valivé koule (MVK) pro třídu LPS III. Poloměr koule v této třídě je $r = 45$ m. V návrhu je zajištěno, aby se blesková koule dotkla pouze jímací soustavy a země (ne fotovoltaických panelů). Ve vertikální

poloze budou jímáče upevněny na konstrukci fotovoltaických panelů ob jednu řadu. Pro výšku jímáče je $h = 1$ metr avzdálenost mezi jímáči $d = 15,1$ metru nesmí průvěs valivé bleskové koule překročit výšku jímáče. Průvěs p vypočítáme:

$$= -2 - 2212 = 45 - 452 - 14,42212 = 0,637 \text{ m}$$

Podmínka je splněna - průvěs je menší než rozdíl fyzické výšky jímáče a výšky chráněného objektu a je počítáno s dostatečnou rezervou. V horizontální poloze budou jímáče od sebe vzdáleny $d = 14,3$ m tak, aby na nejdelších sekcích o délce 40,9 metru byly rozmístěny čtyři jímáče. Na sekcích o délce 30,7 m a 20,5 m jsou jímáče

umístěny vždy na začátku, uprostřed a na konci sekce. V ostatních místech jsou jímáče adjustovány tak, aby odpovídaly metodě MVK. Celkem bude instalováno 167 jímáčů. Na každé sekci jsou spojeny příčnými spoji ve stole a nosnými příčkami buď na začátku, nebo na konci sekce se zemním. Jímáče jsou adjustovány tak, aby v případě zásahu z boku byl výboj zachycen první řadou jímáčů – to deklaruje i valivá koule, která nesmí být ve styku s fotovoltaickým panelem, ale pouze se zemí a první sekcí jímáčů. [7]. Úder blesku do boku fotovoltaických panelů nehrozí, neboť u objektů s výškou menší, než je poloměr valivé bleskové koule, je pravděpodobnost úderu zanedbatelná. Kromě toho údaje pozorování potvrzují, že pravděpodobnost úderu blesku do boku objektu se rychle snižuje s klesající výškou bodu úderu měřenou od úrovně terénu. Aby nevznikaly škody způsobené tepelnými účinky v bodě úderu blesku nebo ve vodičích vedoucích bleskový proud, budou vzdálenosti mezi vodiči LPS a panely nejméně 10 cm. Konstrukce fotovoltaických panelů na konci každé sekce budou spojeny sekvipotenciálním pospojováním. Vodič pospojování normálně nepřenáší bleskový proud, zde se jedná pouze o krátkodobý účinek. Minimální průřez by měl být 16 mm². Předpokládá se, že zastínění elektrárny vrženým stínem od jímacích tyčí bude minimální, neboť jsou od sebe vzdáleny 4,5 metru.

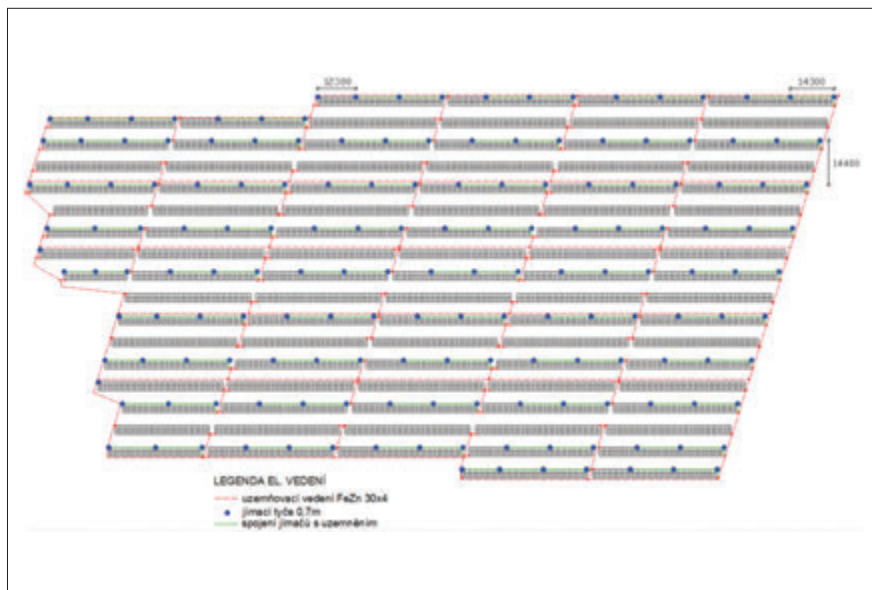
IZOLOVANÝ HROMOSVOD

Je instalován tak, aby nebylo žádné spojení s vodivými částmi panelů, ani na nich se nacházejícím zařízením s výjimkou spojení s uzemňovací soustavou. Jeho výhodou je ta skutečnost, že při přímém úderu blesku do jímací soustavy nebude zavlečena část bleskového proudu dovnitř objektu. [7]

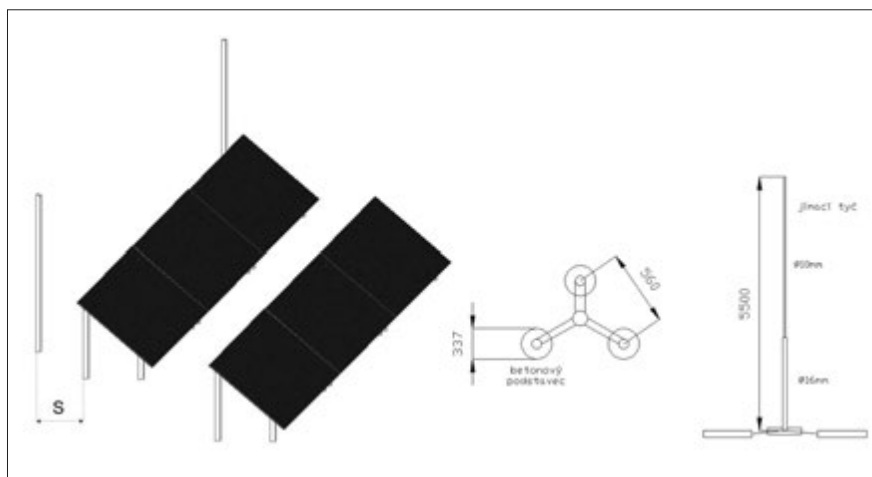
Části panelů jsou umístěny uvnitř chráněného prostoru LPS a zároveň musí být dodrženy podmínky pro dostatečnou vzdálenost. Všechna zařízení a elektrické vodiče musí být umístěna ve vzdálenostech k jímací soustavě a svodům kratší, než je dostatečná vzdálenost s .

Pro návrh budou použity tyčové hromosvody tvořící samostatné jímací stožáry. Ty chrání rozsáhlou plochu fotovoltaické elektrárny, kde se vytvoří zóna LPZ 0_e (zóna ochráněná proti přímým úderům blesku respektující plně elektromagnetické pole blesku), před přímým úderem blesku, aniž by s e chráněných zařízení mechanicky dotýkaly. Kuchycení jímacích stožárů se používají stativy, které se umístí na ploše vedle chráněných panelů. Stativy musí mít zátěž dimenzovanou podle zón zatížením větrem. V místě, kde je elektrárna postavena, dosahuje rychlost větru podle mapy průměrné roční a sezónní rychlosti větru 14,4 až 18 km/h, měřeno ve výšce 10 m nad povrchem.

Pro výpočet dostatečné vzdálenosti podle ČSN EN 62305-3 musíme znát jednotlivé koeficienty. Ochrana bude provedena ve třídě LPS III, tomu odpovídá koeficient $k_i = 0,04$. Koeficient závislý na materiálu je $k_m = 1$. Vzdálenost $l = 20$ metrů k nejbližšímu ekvipotenciálnímu pospojování, koeficient $k_c = 1$ pro samostatnou tyč a uzemnění uspořádání typu B.



Obr. 5 – Rozmístění jímeců neizolovaného hromosvodu



Obr. 6 – Dostatečná vzdálenost mezi hromosvodem a fotovoltaickými panely a ukotvení oddálených jímeců

Vzdálenost jímeců tyčí od fotovoltaických panelů musí být nejméně 0,8 metru. Budou použity samostatně stojící jímec tyče AlMgSi o průměru 16 mm se zúženým koncem 10 mm a s ocelovým stativem o výšce 5,5 m. Tyto jímec budou upevněny na trojnožce s betonovým podstavcem. Dimenzovány jsou pro rychlost větru až 145 km/h.

Poloměr valící koule v LPS III je $r = 45$ metrů. Ve vodorovné poloze zvolíme rozestupy mezi dvěma jímec tak, aby vzdálenost jímeců mezi sebou byla ob čtyři řady panelů $d = 30$ metrů. Průvřez nesmí být menší než rozdíl výšky jímec a výšky fotovoltaických panelů:

$$x = \frac{r - h}{2} = \frac{45 - 22}{2} = 11,5 \text{ m}$$

Rozdíl výšky mezi jímecem a fotovoltaickými panely je $x = 3$ metry a tedy splněna podmínka. Aby tato podmínka byla ještě splněna, může být vzdálenost mezi jímec až 32 metrů. V horizontální poloze musí být jímec rozmístěny tak, aby byl zajištěn styk bleskové valivé koule pouze mezi zemí a jímecem.

HROMOSVOD VYUŽÍVAJÍCÍ PRINCIPU EARLY STREAMER EMISSION – „AKTIVNÍ HROMOSVOD“

Pro vnější ochranu se může použít také aktivní hromosvod. Princip jeho činnosti definovaný výrobcí a dovozci spočívá v předstihu, se kterým reaguje na přítomnost sestupné větve bleskového výboje. Oscilační elektrický LC obvod uvnitř hlavice emituje na horních elektrodách těsně před samotným úderem blesku výboj, který ionizuje okolí hrotu jímec tyče. Tato ionizace způsobí emisi vstřícného trsového výboje a po jeho spojení se sestupnou větví i samotný úder blesku s předstihem oproti klasickému hromosvodu o 25 až 60 μs . [5, 6]

O aktivních hromosvodech se v českém i zahraničním akademickém, vědeckém i podnikatelském prostředí vede více jak desetiletá diskuze. Do značné míry k přijetí a propagování zkrácených výsledků přispěl fakt velmi obtížného ověřování a modelování bleskových účinků.

Česká republika nemá zavedený francouzský standard NFC 17-102 v soustavě platných norem, podle kterých by se mohlo zařízení instalovat a revidovat. Norma je navíc výrobkovou

normou pro hlavici aktivního hromosvodu, nikoliv však normou, která by dokázala posoudit celé vyhrazené elektrotechnické zařízení, kterým se hromosvod po montáži stane. Ze sousedních zemí přijala pouze Slovenská republika tuto normu překladem. Pro aktivní hromosvod se musí stanovit riziko zásahu blesku stanovením ochranné hladiny pro daný objekt. Výpočet vychází z předpokladů normy NF C 17 102, všechny koeficienty jsou stanoveny z této normy.

Ekvivalentní sběrná plocha A_e posuzovaného objektu:

$$A_e = \pi \cdot \left(+6 \cdot h + \pi \cdot h^2 \right) = 54000 + 4080 + 56,25 = 58136,25 \text{ m}^2$$

Elektrárna je obklopená dalšími stavbami nebo stromy a dle normy je koeficient $C_1 = 0,25$. Roční počet nebezpečných událostí na 1 km^2/rok $N_g = 3$. Průměrnou roční frekvenci přímých úderů blesku do budovy N_d vypočteme podle:

$$N_d = N_g \cdot A_e \cdot C_1 = 3 \cdot 58136,25 \cdot 0,25 = 43602,18 \cdot 10^{-6}$$

Konstrukce fotovoltaické elektrárny je z kovu, tomu odpovídají hodnoty koeficientů ($C_2 = 0,5$), objekt má vysokou finanční hodnotu ($C_3 = 2$), je neobsazená ($C_4 = 0,5$) a vyžaduje nepřetržitou činnost ($C_5 = 5$).

Frekvence úderů blesku se potom stanoví:

$$N_d = 5,5 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 = 5,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 5 = 2,2 \cdot 10^{-3}$$

Úroveň ochrany se stanoví podle:

$$= 1 - N_d = 1 - 2,2 \cdot 10^{-3} = 0,9978$$

Této úrovni ochrany ve třídě II odpovídá vzdálenost úderu $D = 45$ m. Poloměr ochrany aktivního hromosvodu je definován:

$R_p = h \cdot (2 - \frac{h}{r}) + \Delta$, kde h je celková uvažovaná výška ochrany, D je vzdálenost úderu Δ je délka stoupajícího výboje $\Delta = 0,6 \cdot \Delta$, kde $v = 1 \text{ m/s}$ a $\Delta = 60 \mu\text{s}$ – tyto parametry definuje výrobce aktivních hromosvodů. [5, 6].

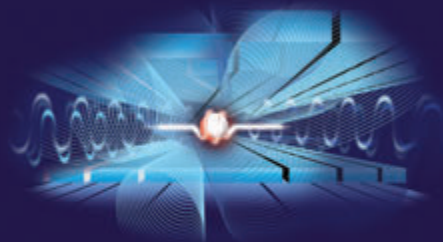
Poloměr aktivní ochrany v konkrétním případě je $R_p = 5 \cdot (90 - 5) + 60 \cdot 90 + 60 = 97$

ZHODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH ŘEŠENÍ

Pro navržené ochrany pomocí aktivního a oddáleného hromosvodu jsou poloměry rozdílné. Oba jímec mají stejnou výšku. Pro aktivní je vypočítaný poloměr 97 metrů a pro oddálený je stanovený podle normy a třídy ochrany LPS III 45 metrů.

U aktivního jímec je tento poloměr větší, protože by měl být schopen iniciovat vstřícný výboj dříve než pasivní jímec. Tato teorie je však obtížně prokazatelná. Výhodou aktivních jímeců je jejich snadný návrh. Oproti konvenčním jímecům, kterých je v návrhu použito 46 ks, tak pro aktivní ochranu fotovoltaické elektrárny stačí použít jen dva ESE. Pro určitou výšku jímec se dá snadno podle jednoduchého vzorce určit ochranný poloměr. Nemusí se zde řešit složitá mřížová zemnicí soustava a tím se sníží pořizovací náklady na ochranu elektrárny. Další výhodou jsou celkově malé finanční náklady na ochranu celého fotovoltaického pole oproti dvěma pasivním návrhům podle normy ČSN EN 62305. Použije se zde mnohem méně materiálů a komponent

22. MEZINÁRODNÍ VELETRH



AMPER[®]
2014
future technologies

Elektrotechnika

Elektronika

Automatizace

Komunikace

Osvětlení

Zabezpečení

www.amper.cz

POŘÁDÁ TERINVEST

18. – 21. 3. 2014

VÝSTAVIŠTĚ BRNO

KONSTRUKCE 2013

Konference České asociace ocelových konstrukcí
a Generální shromáždění ČAOK (18. října 2013)

17. října 2013, My Hotel, Lednice



Pořádají


KONSTRUKCE
Media


ČAOK
ČESKÁ ASOCIACE OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ
CZECH ASSOCIATION OF STEELWORK ASSOCIATION

Partneři


AČSZ

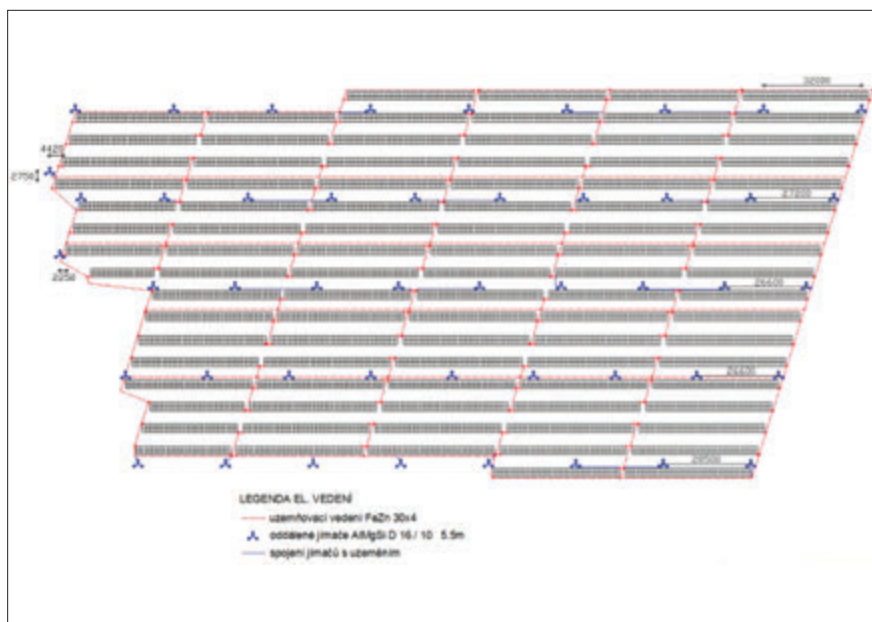

EXCON

Mediační partneři

KONSTRUKCE
ODBOBNÝ ČASOPIS PRO STAVEBNICTVÍ A STROJIRENÍ


SILNICE
ŽELEZNICE

www.konferencekonstrukce.cz



Obr. 7 – Rozmístění izolovaných hromosvodů



Obr. 8 – Rozmístění aktivních hromosvodů

hromosvodu a tím se náklady na celkovou ochranu až 3krát zmenší.

Tyto dvě výhody se však netýkají funkčnosti, jejich účinky zatím nebyly prokázány, spíše vyvráceny. Měření v laboratoři a četné zkoušky v přirozených podmínkách dokazují, že jímáče ESE nemají žádné lepší vlastnosti než konvenční jímáčí tyče. Hypotéza, na níž se zakládají jímáče ESE, je vyvrátitelná. Podle výsledků zkoušek aktivní jímáče nedosahují žádného výrazného předstihu vstřícného výboje a chovají se stejně jako konvenční jímáče. Pak návrh s aktivním jímáčem se bude chovat jako normální hromosvod a nebude dodržena ochrana fotovoltaické elektrárny a při následném úderu blesku může dojít k velkému poškození na fotovoltaických panelech elektrárny. Dále se v normě uvažuje, že ochranný poloměr R_p závisí na jeho výšce h , od jeho iniciačního předsti-

hu a úrovně ochrany. Následkem toho se vytvoří půlkulová plocha, jako ochranný prostor. Včasná emise zvětší ochranný poloměr. Ani při takto velkém poloměru, by nestačily jen dva aktivní jímáče. Valivá koule by se vždy dotkla jímáče a části fotovoltaické elektrárny. Jednotlivé rozestupy mezi ESE, při dodržení průřezu bleskové koule, by dosahovaly kolem 60 metrů a bylo by zapotřebí kolem 14 ESE. Snížení počtu by se dosáhlo na úkor zvýšení výšky jímáčů, ale při větší délce nástavce ESE by bylo nutno použít lanování atím by se celá ochrana prodražila.

ZÁVĚR

V projektu jsou aktivní jímáče, každý s jedním svodem na zemnicí soustavu. Podle francouzské normy NF C 17-102 se neuvažuje o oddálení těchto svodů od ostatních kovových částí nebo elek-

trických instalacích. Kdyby došlo k přímému úderu blesku do fotovoltaické elektrárny a svody by byly řešeny jako neoddálené, nelze garantovat, že bleskový proud poteče pouze těmito vodiči a nebude docházet k přeskokům z jímáčího vedení na ostatní kovové části s jiným potenciálem.

Oddálené jímáčí tyče představují nejdražší variantu ochrany. Při nerealizaci zemnicí soustavy a použití nosných konstrukcí by došlo ke snížení celkové ceny.

Při porovnání ceny této ochrany s ostatními metodami vychází jako druhá nejdražší. Její cena je dvakrát vyšší z důvodu nákladné zemnicí soustavy než u aktivního hromosvodu, ale zajišťuje kvalitnější ochranu a také je v souladu s ČSN EN 62305-3. Při použití základových konstrukcí jako zemnicí systém, by byla tato metoda neefektivnější, jak cenově, tak i z hlediska ochrany.

U neizolovaného hromosvodu se dají jímáčí tyče snadno upevnit na konstrukci panelů a připojit na zemnicí soustavu. Tento návrh je v souladu s ČSN EN 62305-3 a cenově se vyrovná aktivnímu hromosvodu (při nerealizaci mřížové soustavy). Návrh musí být realizován pomocí metody valivé koule, která je vhodná pro rozsáhlejší objekty. Při použití metody ochranného úhlu může dojít ke zbytečnému navýšení počtu jímáčích tyčí a také k navýšení celkové ceny.

V této studii je cena v době stavby elektrárny aktivního hromosvodu 198 000 korun, izolovaného 842 000 korun a neizolovaného 413 000 korun. Jak izolovaný, tak i neizolovaný hromosvod je zařazen do třídy ochrany LPS III, hlavně z ekonomického hlediska. Třída LSP II nabízí lepší ochranu, ale vzrostla by jak celková cena, tak i počet jímáčích tyčí. K velkému navýšení ceny by došlo u izolovaného hromosvodu, kde se cena jímáče pohybuje okolo 12 000 korun.

Hlavní výhodou izolovaného hromosvodu je bezpečné svedení bleskového proudu do země, aniž by jakákoliv část proudu pronikla do objektu. Také dojde k úspoře na systému ochrany proti přepětí (stačí instalovat před a za měnič svodiče přepětí). Hlavními nevýhodami jsou vysoké pořizovací náklady a složitější návrh pomocí metody valivé koule. Měl by být použit hlavně tam, kde chceme, aby nedocházelo k přeskokům při úderu blesku a pro ochranu finančně nákladných zařízení.

Výhoda neizolovaného hromosvodu je v pořizovací ceně. Oproti izolovanému hromosvodu je nedodržena bezpečná vzdálenost a při úderu blesku do jímáče může dojít k přeskoku a tím poškození panelů. Musí se zřídit kvalitnější vnitřní ochrana proti přepětí (instalace svodiče bleskových proudů). Také část bleskových proudů může téci po vodičích částech. Použit by měl být, když nejsme schopni zajistit dostatečnou vzdálenost mezi jímací soustavou a částmi, které mají vodivé pokračování.

V Rodvínově je instalován aktivní hromosvod, jehož návrh byl ověřen v této studii. Tento hromosvod je nevhodně instalován na sloupu pouličního osvětlení. Dochází k zastínění panelů. S aktivním jímáčem je při bouřkové činnosti ohrožena celá elektrárna a může tak dojít k velkým finančním ztrátám. Při celkové investici 177 000 000 korun

by se měl instalovat nejméně neizolovaný hromosvod, který zajistí účinnější ochranu před bleskem. Jako zemnicí soustava by se v Rodvínově použily základové konstrukce panelů a odpadlo by tak nákladné uložení zemnicího pásu. Důkazem o nevhodné volbě ochrany může být fakt, že v roce 2012 byla elektrárna zasažena bleskovým výbojem a v jeho důsledku byla poškozena elektronika zabezpečovacích systémů.

Referenční literatura:

- [1] ČSN EN 62305 – 1 ed.2, 2011-09: Ochrana před bleskem – část 1: Obecné principy.
- [2] Software Dehnsupport [on-line]. [cit. 2013-06-12]. Dostupné z <http://www.dehn-cz.com/cz/servis/downloads/dehnsupport.shtml> Dehn Dehn Sohne.
- [3] Software KAUCKÝ, Milan [on-line]. [cit. 2013-06-12]. Dostupné z <http://www.kniska.eu/software>.
- [4] MAROUSEK, Michal, Ochrana před účinky bleskových proudů ve specifickém prostředí. Diplomová práce, Praha 2009 (vedoucí práce Jan Mikeš).
- [5] NFC 17-102; 1995: Protection of structures and of open areas against lightning using

early streamer emission air terminals.

- [6] STN 34 1391, 1998-06: Elektrotechnické předpisy: Výber a stavba elektrických zariadení Ochrana pred bleskom. Aktívne bleskosvody.
- [7] ČSN EN 62305 – 3, 2011-01: Ochrana před bleskem – část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života.

Jan Mikeš,
Fakulta elektrotechnická,
ČVUT v Praze
Michal Marousek, ČEZ a. s.

Results of the inappropriate choice of protection from a direct lightning strike in a specific environment - photovoltaic power plant Rodvínov near Jindřichův Hradec

The article introduces possible methods of resolving lightning protection in a specific environment - specifically a photovoltaic power plant. With the liberalization of the energy market, with development of diverse electricity generation by wide-ranging unconventional methods, mainly photovoltaic panels, wind farms and biogas stations, the number of failures of these power plants is also increasing in the case of a direct lightning strike hitting their electrical and nonelectrical parts. Oftentimes constructions for tens of millions of Czech Crowns are exposed to the hazard of a direct or even indirect lightning strike. The absence of or poorly designed and performed protection forms a risk. The authors present and critically assess potential methods of protection in the specific case of the photovoltaic power plant built in 2008 in the town of Rodvínov in the South Bohemian Region northeast of Jindřichův Hradec at an elevation of 490 m ASL and show how a poorly selected type of protection (where the financial aspect was primary) can cause many thousands of Czech Crowns worth of damage.

Результаты неправильного выбора охраны от прямого попадания молнии в специфической среде - фотовольтаическая электростанция Родвинов у Индржихова Градце

Статья представляет возможные способы охраны от попадания молнии в специфической среде - конкретно, фотовольтаической электростанции. С возникновением свободного рынка электроэнергетики, с развитием рассредоточенного производства электрической энергии при помощи разнообразных и нетрадиционных способов, прежде всего - при помощи соляных панелей, ветряных электростанций и биогазовых электростанций возрастает количество сбоев на этих электростанциях в случае прямого попадания молний в их электрические и неэлектрические части. Во многих случаях сооружения за десятки миллионов крон подвергаются опасности прямого и косвенного удара молнии. Этот риск связан с отсутствием или плохим проектом и реализацией охраны от попадания молнии. Авторы представляют и критически оценивают возможные способы охраны в конкретном случае фотовольтаической электростанции, построенной в 2008 году в посёлке Родвинов Юго-Чешского края на северо-западе от Индржихова Градце на высоте 490 метров над уровнем моря и доказывают, что плохо выбранная охрана от попадания молний может привести к убыткам на много тысяч крон.



Česká společnost pro nedestruktivní testování
Czech Society for Non-destructive Testing



zve všechny defektoskopické odborníky z průmyslové praxe,
školství, vývoje i výzkumu, studenty a další zájemce na nejvýznamnější událost
roku 2013 v oblasti nedestruktivního zkoušení v České republice – na již

43. mezinárodní konferenci a výstavu NDT techniky
43rd International Conference and NDT Technique Exhibition

DEFEKTOSKOPIE 2013
NDE FOR SAFETY 2013

5.–7. 11. 2013 / November 5–7, 2013
NH hotel, Olomouc – Czech Republic

Další informace:
www.cndt.cz

