

Mimořádná událost v areálu bioplynové stanice v Malšicích

Ing. Jiří Kutáč, Unie soudních znalců, o. s.,
znalec v oboru elektrotechnika a energetika,
doc. Ing. Zbyněk Martinek, CSc., ZČU v Plzni,

Fakulta elektrotechnická, katedra elektroenergetiky a ekologie,
Ing. Jan Mikeš, ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická, katedra elektroenergetiky,
nprap. Martin Petrák, HZS JčK, územní odbor Tábor, vyšetřovatel HZS

Úvod

Realizace prvního funkčního hromosvodu v českých zemích je přisuzována Václavu Prokopu Divišovi na konci 18. století. Princip ochranného systému zůstal zachován do současné doby. S rozvojem měření a nových vědeckých poznatků z fyziky bleskového výboje byla snaha zavedené systémy modifikovat.

Vylepšené jímací tyče byly již v 19. století nabízeny různými obchodními organizacemi. Leo Szilard, spolupracovník Marie Curieové, navrhl použití radioaktivních prvků ke zlepšení ochranného účinku tyčových jímáčů. Jeho nápad byl po osmnácti letech realizován firmou Helita [1]. Zmínka v české literatuře o koncepci aktivních jímáčů v oboru ochrany před bleskem je v knize z roku 1957 pod názvem *Bouřky a ochrana před bleskem* [2]:

Radioaktivní hromosvod užívá na jímáčích radioaktivních solí, které způsobují ionisaci ovzduší a do určité míry zvyšují účinnost hromosvodu. Tento druh se užíval především ve Francii, ale v praxi se skoro nevyskytuje.

V současnosti je tato ochrana zakázána a byla nahrazena systémem jímacích tyčí pod názvem ESE (*Early Streamer Emission*, urychlené vyvolání vstřícného výboje). Výrobci aktivních jímáčů, obchodně označovaných ESE, dosud nepřesvědčili mezinárodní elektrotechnickou komisi IEC TC 81 *Ochrana před bleskem* o výhodách této techniky oproti klasickým jímáčům, často také označovaným jako pasivní či franklinovské.

Komise IEC TC 81 intenzivně sleduje rozvoj nových řešení v oboru ochrany před bleskem. Jestliže tato řešení akceptuje mezinárodní vědecký výbor CIGRE, mohou být přijata uvedenou komisí. Diskuse o zmíněné problematice vyvrcholila v březnu 2010, kdy členské země CENELEC odmítly při hlasování přijmout francouzskou normu NF C 17-102 [3] za evropskou normu EN.

Výzkumy jímáčů ESE

Obdobníci Institutu pro vědu a technologii na univerzitě v Manchesteru ve Velké Británii porovnávali jímáče ESE (podle pozn. 1) a jímáč Franklinova typu podle francouzské normy NF C 17-102. V dalším textu jsou uvedeny výsledky 420 pokusů:

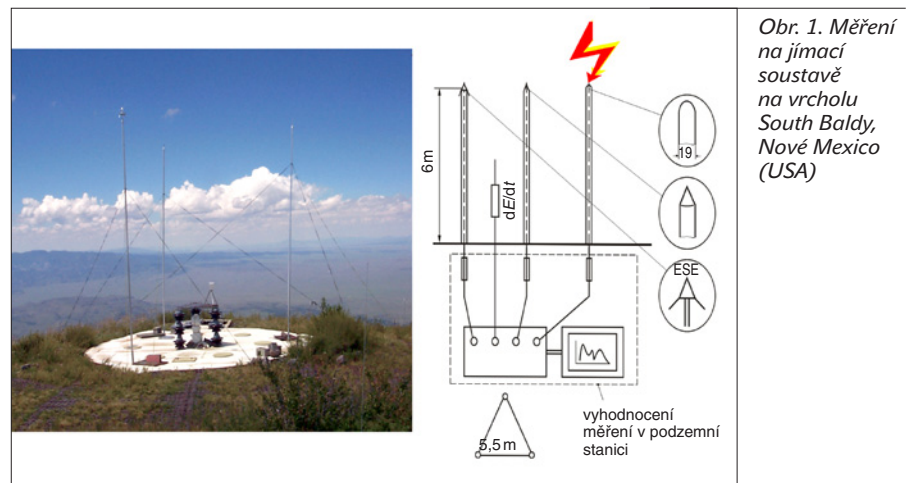
- 55krát (13,1 %) bez výboje,
 - 165krát byl zasažen jímáč ESE (39,3 %),
 - 200krát byl zasažen klasický jímáč (47,6 %).
- Pozn. 1: 1 – klasický jímáč (Franklinův), 2 – Dynasphere, GLT Austrálie, 3 – Pulzar 60,*

Helita Francie, 4 – Prevelectron S6, Indelec Francie.

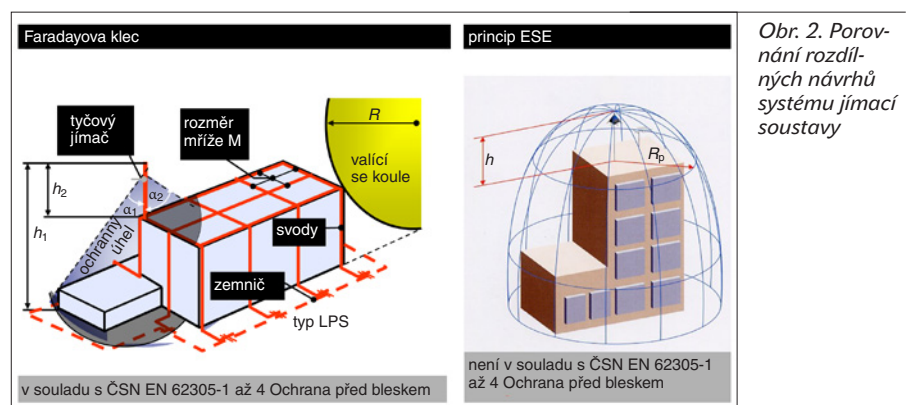
Závěr protokolu měření v laboratoři Univerzity of Manchester nevyovídá zcela přesvědčivě o přednostech ani jednoho z uvedených systémů proti sobě navzájem [4].

V přírodní laboratoři v Novém Mexiku v USA byly na hoře South Baldy v nadmořské výšce 3 287 m nad zemí instalovány tři typy jímáčů o délce 6 m (obr. 1):

- jímáč ESE,
- jímáč zakončený špičatou hlavicí,
- jímáč zakončený kulatou hlavicí.



Obr. 1. Měření na jímací soustavě na vrcholu South Baldy, Nové Mexico (USA)



Obr. 2. Porovnání rozdílných návrhů systému jímací soustavy

Jímače byly od sebe vzdáleny 5,5 m a pod zemí byly umístěny přístroje pro měření bleskového proudu. Za osm let pokusu byly zaznamenány úderu blesku jen do jímačů zakončených kulatou hlavicí.

Ve specializovaných laboratořích ČVUT v Praze, Fakultě elektrotechnické, byla usku- tečněna základní srovnávací měření účinnos- ti aktivního (ESE) a pasivního hromosvodu za srovnatelných geometrických a elektric- kých podmínek. V případě, kdy byla jako hlavní elektroda zvoleno síto o rozměrech 1,5 × 2,5 m napájené z impulzního generáto- ru, nebyla prokázána zvýšená rozdílná účin- nost jednoho či druhého typu. Z frekvenční- ho měření obvodu aktivního jímače vyplývá, že jde o princip rezonančního zdroje, který ke svému vybudění potřebuje vnější energii, aby mohl kmitat s frekvencí danou velikostí indukčnosti a kapacity tohoto obvodu. Takový obvod je pomocí atmosférického výboje v praxi těžko vybuditelný.

Česká legislativa

Podle stavebního zákona č. 183/2006 Sb., § 159 odst. 2 [5]: *Projektant odpovídá za správnost, celistvost, úplnost a bezpečnost stavby provedené podle jím zpracované projekto- vé dokumentace a proveditelnost stav- by podle této dokumentace, jakož i za tech- nickou a ekonomickou úroveň projektu tech- nologického zařízení, včetně vlivů na životní prostředí. Je povinen dbát právních předpisů a obecných požadavků na výstavbu, vztahují- cích se ke konkrétnímu stavebnímu záměru.*

Na základě vyhlášky č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby [6], podle § 36 musí být provedena analýza rizika škod podle normotvorných hodnot, např. pro tyto stavby, ve kterých hrozí zvýšené riziko:

- ohrožení života nebo zdraví osob, zejména ve stavbě pro bydlení, stavbě s vnitřním shromažďovacím prostorem, stavbě pro ob- chod, zdravotnictví a školství, stavbě uby- tovacích zařízení nebo stavbě pro větší počet zvířat,
- poruch s rozsáhlými důsledky na veřejných službách, zejména v elektrárně, plynárně, vodárně, budově pro spojová zařízení a ná- draží,
- výbuch zejména ve výrobě a skladu výbuš- ných a hořlavých hmot, kapalin a plynů,
- škody na kulturním dědictví, popř. jiných hodnotách, zejména v obrazárně, knihov- ně, archivu, muzeu, budově, která je kul- turní památkou,
- přenesení požáru stavby na sousední stav- by, které podle písmen a) až d) musí být před bleskem chráněny,
- ohrožení stavby, u které je zvýšené ne- bezpečí zásahu bleskem v důsledku její- ho umístění na návrší nebo vyčnívá-li nad okolí, zejména u továrního komína, věže, rozhledny a vysílací věže.

Podle *Sborníku technické harmonizace 2004* [7] vyjadřuje normová hodnota, která

je specifikována ve vyhlášce, konkrétní tech- nický požadavek obsažený v příslušné ČSN. V ochraně před bleskem jde o soubor čes- kých technických norem ČSN EN 62305-1 až -4 [8] až [11].

Francouzská národní norma NF C 17-102 [3] není platná na území České republiky vzhledem k tomu, že nenaplnuje požadav-

gorie, pro kterou je třeba vypočítat skutečné riziko podle ČSN EN 62305-2 [14] pro da- nou konkrétní stavbu.

Škoda na bioplynové stanici v Malšicích

Dne 22. června 2011 postupova- la podle ČHMÚ ve večerních hodinách přes Čechy od západu zvl- něná studená fronta. Vál zá- padní vítr o rychlosti 5 až 6 m·s⁻¹, v nárazech až asi 13 m·s⁻¹. Teplota vzduchu mezi 19:00 a 20:00 h klesla z 27 na 18 °C. Podle pozorování okolních rada- rových odrazů a registrace blesků bylo zaznamenáno v okolí obce Malšice přibližně deset zápor- ných blesků do země s vrcho- lovou hodnotou do 18 kA. Při bouři spadlo asi 14 mm srážek.

Pravděpodobně po 20:00 h udeřil blesk do horního dílu fermentoru bioplynové stanice v Malšicích (obr. 3) [17]. Vlivem fyzikálních účinků blesku podle ČSN EN 62305-1 vznikl požár a následně nastal dílčí vý- buch na technologických částech fermentoru (obr. 4 a obr. 5). Čtyři pracovníci montážní firmy měli velké štěstí, protože deset minut před úderem blesku opustili kvů- li dešti pracoviště fermentoru.

První jednotka hasičského zá- chranného sboru dorazila na mís- to požáru v 20:23 h. Požárem bylo zasaženo vnější a vnitřní opláštění zejména na jižní straně fermentoru (obr. 6). Vnější opláštění tvoří střešní ochranný plášť proti působení povětrnost- ních vlivů, který je z vrstvené tkaniny ve složení:

- fólie PVC,
- polyesterová tkanina,
- fólie PVC.

K dosažení požadované únos- nosti a pevnosti vnější plachty jsou do ní vetkány polyestero- vé popruhy, které jsou ukotveny na ocelové hlavici v horní čás- ti vynášecího dřevěného sloupu a na vnější straně obvodové jímk- y fermentoru (obr. 7). Vnitřní plachta se používá jako mem- bránový zásobník plynu a je rov- něž vyrobena z vrstvené tkaniny ve složení:

- fólie PVC,
- polyesterová tkanina,
- fólie PVC.

Pozn. 2: Objemová hmotnost vnitřní plach- ty je 850 g·m⁻².

Fólie je uchycena v horní části na hlavici vynášecího dřevěného sloupu a na vnitřní straně obvodové jímk- y fermentoru. Vlivem tepelných účinků požáru uvedeného zakrytí



Obr. 3. Poškozená technologická část fermentoru po úde- ru blesku do ochranného prostoru jímače ESE



Obr. 4. Porovnání horních dílů fermentoru po úderu blesku a před ním



Obr. 5. Odhozené víko přečerpávací nádrže po výbuchu směsi

ky § 36 vyhlášky č. 268/2009 Sb. [6] a je jí možné naplnit jen uplatněním platné ČSN (obr. 2). Norma NF C 17-102 [3] platí pro stavby podléhající francouzské jurisdikci a je navíc v příkrém rozporu [12] jak s ČSN EN 62305-1 až -4, tak i s příslušnou EN 62305-1 až -4 [13] až [16], a nemá tudíž žádnou právní oporu.

Na základě dříve uvedených legislativních požadavků patří bioplynové stanice do kate-

byla také poškozena část zateplení obvodové konstrukce fermentoru (zateplení z minerální vaty a plechové opláštění z trapézových šablon). Rovněž bylo poškozeno a vytrženo horní uzavírací víko plastové přečerpávací nádrže. Horní uzavírací víko se nacházelo ve vzdálenosti asi 6 m jihovýchodně od nádrže. Plastová přečerpávací nádrž je otevřeným potrubím vzájemně propojena s nádrží fermentoru, a tvoří tak spojené nádoby. Plastové víko bylo vytrženo vlivem explozivního vyhoření (výbuchu) nahromaděného bioplynu v prostoru nad hladinou digestátu (biomasy) a jímací plachtou fermentoru.

V době požáru byla ve skladovací nádrži fermentoru naskladněna biomasa do výšky asi 3 000 mm. Bioplyn vzniká mikrobiologickým rozkladem organických složek biomasy (bioplyn je tvořen asi 60 % metanu, 35 % oxidu uhličitého, 4 % vodní páry, 1 % dalších stopových plynů).

Pozn. 3: Požárně technické charakteristiky látek (PTCH), které se podílely na hoření:

- metan: směsí plynu se vzduchem jsou výbušné, plyn je lehčí než vzduch, nerozpustný ve vodě, nad hladinou zplyní a tvoří výbušné směsi, výhřevnost $10 \text{ kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3}$, hustota $0,72 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, poměr hustoty ke vzduchu 0,55, zápalná teplota $595 \text{ }^\circ\text{C}$, hranice zápalnosti (plyn ve vzduchu) 4,4 až 16,5 %, teoretická potřeba vzduchu $9,5 \text{ m}^3$ pro 1 m^3 metanu,
- bioplyn: výhřevnost $6 \text{ kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3}$, hustota $1,21 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, poměr hustoty ke vzduchu 0,9,
- zápalná teplota $700 \text{ }^\circ\text{C}$, hranice zápalnosti (plyn ve vzduchu) 6 až 22 %, teoretická potřeba vzduchu $5,7 \text{ m}^3$ pro 1 m^3 bioplynu,
- PVC – polyvinylchlorid: teploty vzplanutí v rozmezí 300 až $410 \text{ }^\circ\text{C}$, teploty vznícení v rozmezí 420 až $435 \text{ }^\circ\text{C}$,
- PES – polyesterová síťovina: teploty vzplanutí v rozmezí 445 až $455 \text{ }^\circ\text{C}$, teploty vznícení v rozmezí 470 až $475 \text{ }^\circ\text{C}$,
- textilie impregnovaná PVAC: teploty vzplanutí $375 \text{ }^\circ\text{C}$.

Projektová dokumentace a zpráva o revizi

Projektová dokumentace byla zpracována autorizovaným inženýrem ČKAIT podle francouzské normy NF C 17-102 [3] a souboru českých technických norem ČSN EN 62305-1 až -4 [8]. až [11]. Paradoxem na této záležitosti je, že uvedené normy jsou v přímém rozporu v těchto bodech [12], [18]:

- a) konstrukce ochranného prostoru jímače:
 - NF C 17-102 – podle čl. 2.2 [3] metoda ochranného poloměru R_p , který je dán



Obr. 6. Pohled do poškozené vnitřní jímký fermentoru, která se celá nachází v ochranném prostoru jímače ESE



Obr. 7. Celkový pohled na umístění jímače ESE, který je vzdálen 13m od okraje fermentoru

rychlostí vstřícného výboje $v = 100 \text{ cm/ms}$ [1]; tento předpoklad nerespektuje přirozené chování bleskového výboje (obr. 8),

- ČSN EN 62305-3 – podle čl. 5.2 [10] metoda:
 - valící se koule,
 - ochranného úhlu,
 - mřížové soustavy.

Všechny tyto metody respektují přirozené chování bleskového výboje, a tedy berou v potaz rychlost vstřícného výboje $v = 1$ až 2 cm/ms [1].

b) návrh počtu svodů:

- NF C 17-102 podle čl. 2.2 [3] je počet svodů jeden nebo dva určen podle výšky stav-

by a porovnáním průmětu do vodorovné a svislé roviny,

- ČSN EN 62305-3 podle čl. 5.3 a tab. 4 [10] je počet svodů vypočítán podle obvodu stavby.

Přitom projektová dokumentace byla jednoznačně zpracována jen podle francouzské normy NF C 17-102 [3]. Jímací soustava byla tvořena samostatně stojícím stožárem, na jehož konci byl umístěn aktivní jímač. Výška stožáru je 16 m. Stožár byl spojen s uzemňovací soustavou a celkový zemní odpor činil 1Ω .

Následek nesprávně vypracovaného návrhu ochrany před bleskem podle NF C 17-102 [3] je ten, že blesk udeřil do horního dílu fermentoru, který byl vzdálen jen 26,05 m od jímače ESE. Přitom ochranný poloměr (ochranný prostor) daného jímače ESE činí $R_p = 62 \text{ m}$ (obr. 9).

Den po úderu blesku byl aktivní jímač (ESE) demontován a odeslán ke kontrolnímu měření. Výsledek měření: **Zařízení je plně funkční.**

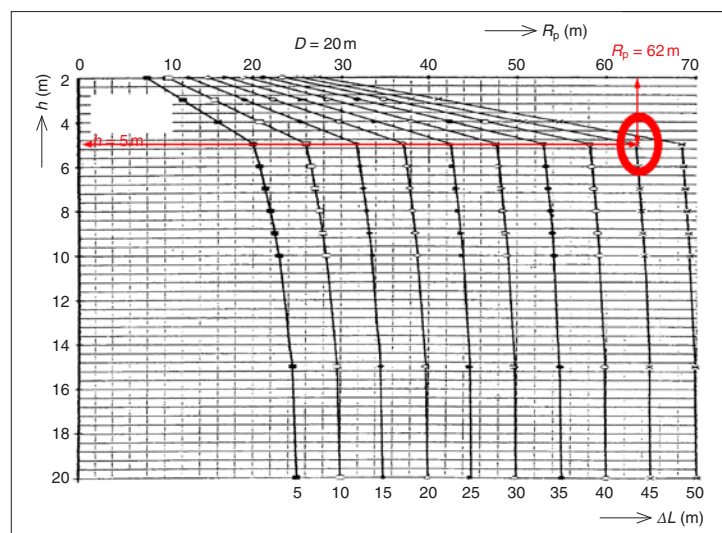
Proto byl jímač znovu instalován na bioplynové stanici jako ochrana před bleskem.

Závěr zprávy o revizi

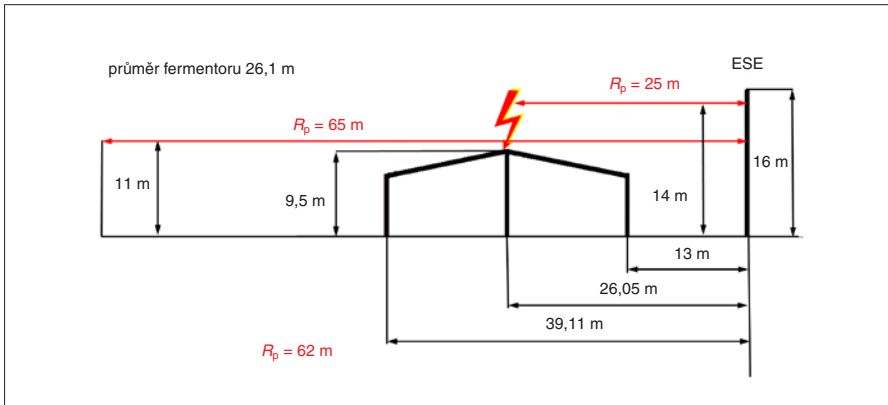
Zařízení ochrany před bleskem (hromosvod) a uzemnění je provedeno podle projektové dokumentace, dokumentace výrobce, ČSN 33 2000-5-54 a v souladu s francouzskou normou NF C 17-102 [3]. Z hlediska bezpečnosti je zařízení schopné provozu.

Zpráva o revizi, která byla vypracována revizním technikem, není v souladu s technickými požadavky obsaženými v normě ČSN 33 1500 [19] z těchto důvodů:

- francouzská norma NF C 17-102 [3] není platná na území ČR, neexistuje oficiální překlad této normy vydaný ÚNMZ,
- revizní technici nejsou přezkušování Technickou inspekcí České republiky, a tudíž ani neznají požadavky NF C 17-102 [3].



Obr. 8. Tabulka pro určení ochranného poloměru R_p podle NF C 17-102



Obr. 9. Úder blesku do horního dílu fermentoru, doprostřed ochranného prostoru jímáče ESE

Shrnutí

- do současnosti nebylo v nezávislých laboratořích (v přírodních podmínkách či podle NF C 17-102 [3]) vědecky prokázáno, že aktivní jímáče ESE představují vylepšenou variantu oproti hromosvodům Franklinova typu,
- podle zástupců výrobců jímáčů ESE je při navrhování ochrany před bleskem rozhodující cena, obtížnost montáže a estetické pojetí,
- soubor českých technických norem ČSN EN 62305-1 až -4 *Ochrana před bleskem* [8] až [11] nerozlišuje mezi konvenčními (klasickými) nebo nekonvenčními jímáči ESE (aktivními),
- aktivní jímáče ESE lze použít na území České republiky, ale jen v rámci systému ochrany před bleskem podle ČSN EN 62305-1 až -4 [8] až [11],

- jen technické řešení podle platných českých technických norem (ČSN EN 62305-1 až -4 [8] až [11]) představuje nejbezpečnější řešení ochrany před bleskem a mělo by být součástí každého smluvního vztahu mezi obchodními partnery; jde o soubor bezpečnostních předpisových norem,
 - blesk udeřil přímo doprostřed údajného ochranného poloměru R_p jímáče ESE, který chránil fermentor před úderem blesku (obr. 9),
 - blesk způsobil škodu na zařízení bioplynové stanice, která byla odhadnuta na 5 000 000 Kč, deset minut před úderem blesku začalo pršet a pracovníci montážní firmy opustili pracoviště fermentoru.
- Dokážou kompetentní orgány státní správy správně vyhodnotit tuto mimořádnou událost, nebo budou čekat na první zranění osoby, či dokonce úmrtí způsobené úderem blesku?

Literatura:

- [1] CHRZAN K. L.: *Výzkumy na jímáčích ESE*. Elektro, 12/2005.
- [2] ŘÍHÁNEK L. V. – POSTRÁNECKÝ, J.: *Bouřky a ochrana před bleskem*. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 1957.
- [3] NF C 17-102; 1995: *Protection of structures and of open areas against lightning using early streamer emission air terminals*.
- [4] Test report No. 43427: *The results of test of ESE & franklin terminals*. Univerzity of Manchester, Institut of Science and Technology.
- [5] Zákon č. 183/2006 Sb., *o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)*.
- [6] Vyhláška č. 268/2009 Sb., *o technických požadavcích na stavby*.
- [7] JAREŠ, J. – NOVÁK, M.: *Uplatňování českých technických norem*. Sborníky technické harmonizace 2004, ÚNMZ.
- [8] ČSN EN 62305-1, 2006-11: *Ochrana před bleskem – Část 1: Obecné principy*.
- [9] ČSN EN 62305-2, 2006-11: *Ochrana před bleskem – Část 2: Řízení rizika*.
- [10] ČSN EN 62305-3, 2006-11: *Ochrana před bleskem – Část 3: Hmotné škody na stavbách a nebezpečí života*.
- [11] ČSN EN 62305-4, 2006-11: *Ochrana před bleskem – Část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách*.
- [12] BT136/DG8043/DC. CENELEC, March 2010.
- [13] EN 62305-1, 2006-02: *Protection against lightning – Part 1: General principles*.
- [14] EN 62305-2, 2006-02: *Protection against lightning – Part 2: Risk management*.
- [15] EN 62305-3, 2006-02: *Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard*.
- [16] EN 62305-4, 2006-02: *Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures*.
- [17] Zpráva o zásahu. KOPIS HZS JČK.
- [18] KUTÁČ, J. – MERAVÝ, J.: *Ochrana před bleskem a přepětím z pohledu soudních znalců*. SPBI Ostrava, 2010.
- [19] ČSN 33 1500, 1990-06: *Elektrotechnické předpisy – Revize elektrických zařízení*.

Trasovačky kabelů

pro lokalizaci podzemních vedení

- „Signal select“ pro určování směru proudu
- funkce kompasu
- pasivní power režim - až 120 Hz
- pasivní radio režim
- aktivní režim - rozsah 491 Hz až 166 KHz
- VGA grafický displej
- paměť pro ukládání dat z trasování
- technologie DSP ve vysílači i přijímači
- integrovaný multimetr
- lokalizace poruch pomocí A-rámu (AT-5005)
- robustní ergonomický kryt pro větší odolnost
- nabíjecí Li-ion akumulátory

Blue Panther Instruments
...ŘEŠENÍ PRO VAŠE MĚŘENÍ

PRO PŘEDVEDENÍ VOLEJTE 241 762 724

MĚŘENÍ HLOUBKY KABELŮ AŽ DO 6 METRŮ
SIGNALIZACE ZKRESLENÍ POLE
RS-232 A BLUETOOTH ROZHRÁNÍ PRO PŘENOS DAT

AMPROBE
 Blue Panther s.r.o. je výhradním zástupcem značky AMPROBE v České a Slovenské republice.

Blue Panther s.r.o.
 Mezi Vodami 29
 143 00 Praha 4 - Modřany
 Tel.: 241 762 724-5
 Fax: 241 773 251
 www.blue-panther.cz

Blue Panther Slovakia, s.r.o.
 Trnavská 112
 812 01 Bratislava
 Tel./Fax: 248 292 215
 www.blue-panther.sk