

Výzkumy na jímáčích ESE

Krystian Leonard Chrzan

Jak radioaktivní snímače, tak i jímáče ESE (*Early Streamer Emission* – s urychleným vysláním vstřičného výboje) nejsou uznávány odbornými grémii.

Na základě masivní reklamy jsou aktivní jímáče vyráběny a prodávány v mnoha zemích.

V posledních 30 letech bylo instalováno přibližně 100 tis. těchto zařízení. Některé publikace uvádějí teoretické úvahy ohledně mechanismu jejich činnosti; ty se však v laboratoři velmi těžko prokazují. V Německu byly aktivní jímáče experimentálně zkoumány Baatzem, Noackem a Chrzanem [1], [2], [3]. Měření v laboratoři a mnohé zkoušky za přirozených podmínek dokazují, že jímáče ESE nevykazují lepší vlastnosti než konvenční jímáče. Hypotéza, na níž jsou založeny jímáče ESE, je falešná.

Již v 18. století bylo poprvé zaznamenáno selhání konvenčních jímáčích zařízení [4]. K prvnímu známému případu patří poškození skladiště střelného prachu v Purfleetu blízko Londýna (Velká Británie), který byl zasažen bleskem v roce 1777. Blesk neudeřil do jímací tyče vztyčené uprostřed střechy, ale do rohu zdi vzdáleného 13 m.

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 [5]. Použití radioaktivních prvků bylo začátkem roku 1980 v mnohých zemích omezeno na základě zpřísněných podmínek pro ochranu před radioaktivním vyzařováním. Již v roce 1982 vyráběla Helita novou jímací tyč nazvanou Pulsar. Toto zařízení pracovalo na principu *Early Streamer Emission* (ESE). Dalším jímáčem na principu ESE je model Dynasphere od firmy Erico [6].

Dosavadní pokusy na radioaktivních jímáčích

Prof. dr. Ing. Herbert Baatz v laboratoři dokázal, že radioaktivní tyčové jímáče nezlepšují ochranu před bleskem [1]. Průrazná napětí vzdušné dráhy o délce 5,4 m nevykazují žádné podstatné zlepšení v režimu elektrického rázu oproti Franklinovým jímáčům (tab. 1).

Výsledky výzkumů Baatze byly potvrzeny Čiňany [7]. Wu Pu-san a jiní zaznamenávali četnost průrazů k radioaktivním a konvenčním tyčím při rázech s různými časovými parametry při vzdálenosti 5 m. Četnost průrazů byla téměř stejná jako u konvenčních jímáčích tyčí (tab. 2).

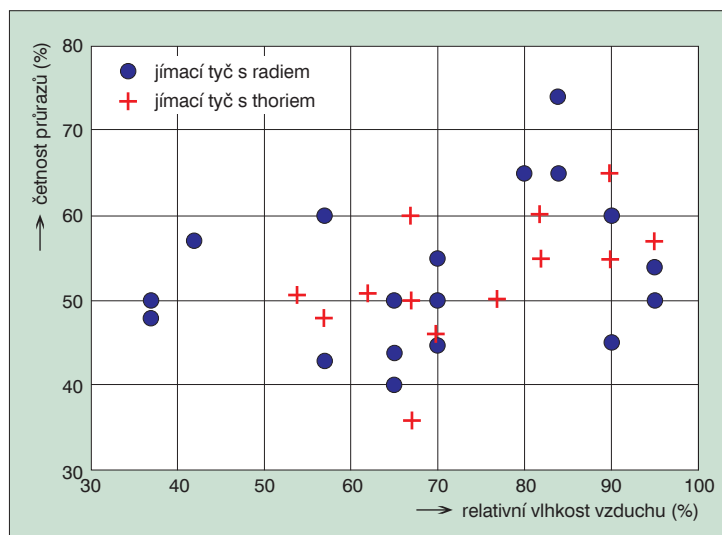
Kenneth P. Heary a jiní srovnávali četnosti průrazů k radioaktivním a konvenčním tyčovým jímáčům při spínacím rázu vlny 250/2 500 μ s [8]. Výsledkem bylo zjištění, že při uspořádání deska-hrot byly registrovány malé výhody aktivních jímáčů při vzdálenosti 3,7 m, zvláště při relativně vysoké vlhkosti vzduchu (obr. 1).

Tab. 1. Padesátiprocentní průrazné napětí U_{50} pro jímací tyče se zdrojem záření a bez něho; jiskřivě hrot-hrot s délkou průrazu 5,4 m [1]

Polarita	Radioaktivní jímáč	Franklinův jímáč
negativní $U_{50\%}$	3 030 kV	3 010 kV
pozitivní $U_{50\%}$	1 740 kV	1 730 kV

Tab. 2. Četnost průrazů k radioaktivním jímáčím tyčím [7]

Vlna (μ s)	1,2/50	250/2 500	250/2 500	450/2 750	1 000/5 000
Polarita	-	-	+	-	-
Četnost úderů	50 %	46 %	50 %	52 %	47 %



Obr. 1. Četnost průrazů k radioaktivním jímáčím tyčím ve srovnání ke konvenčním jímáčím tyčím v závislosti na relativní vlhkosti [8]

Při relativní vlhkosti vzduchu menší než 70 % se rozdělují body při četnosti 50 %. Teprve při vyšší relativní vlhkosti je četnost průrazů přibližně 60 %. Účinnost radioaktivních tyčových jímáčů není vysoká. Při zvolených experimentálních podmínkách [8] bylo zvláště použítí uspořádání deska-hrot silně kritizováno jinými odborníky. Pro takovéto pokusy je více vhodné uspořádání hrot-hrot.

Dr. David Mackerras a jiní zaznamenali četné případy selhání asi 100 radioaktivních tyčových jímáčů, které byly instalovány v roce 1980 v Singapuru [9].

Dr. Rudolf Heinrich Golde ve své zprávě referuje o úderu blesku v roce 1976 ve Vatikánu. Blesk udeřil do Berniniho kolonády ve vzdálenosti 150 m od radioaktivního jímáče [10].

Výrobci tehdy tvrdili, že ochranný prostor těchto aktivních tyčových jímáčů byl 250 m.

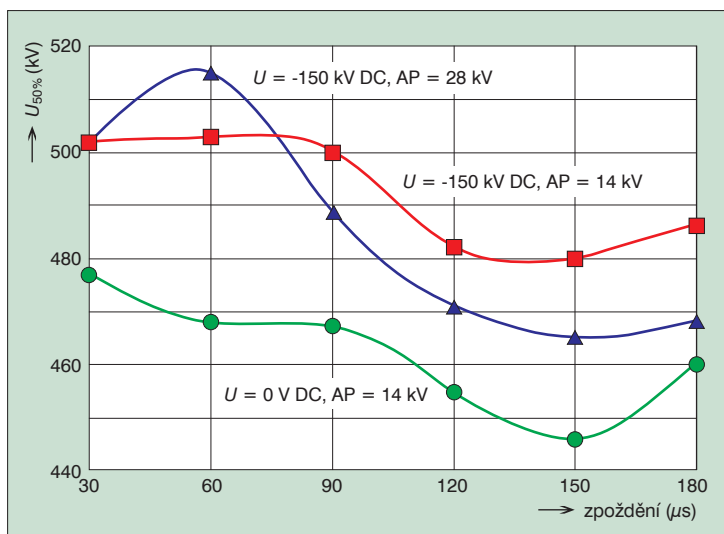
Dosud realizovaný výzkum na jímáčích ESE

Existuje více publikací, které popisují teoretické principy (hypotézy) jímáčů ESE. Avšak experimentálních prací je málo. Podle francouzské normy NF C17-102: 1995-07 [14] měřená doba průrazu Δt může sloužit jen pro srovnání různých jímáčů ESE. Doba průrazu Δt nedokazuje, že jímáče ESE jsou lepší než konvenční jímací tyče. Dr. Norman L. Allen dokázal, že jímací tyče ESE v laboratorních podmínkách nemá žádné výhody oproti Franklinově jímací tyči [15]. V tab. 3

Tab. 3. Padesátiprocentní rázová průrazná napětí U_{50} pro tyčové jímáče ESE pro Franklinovy tyčové jímáče [15]

Délka úderu	Jímáč ESE	Franklinův jímáč
1 m	-745 kV	-724 kV
1,4 m	-992 kV	-985 kV

jsou ukázána padesátiprocentní průrazná napětí $U_{50\%}$ pro jímáče ESE a Franklinovy tyče v uspořádání koule-hrot (průměr koule 0,75 m) pro průraznou vzdálenost 1 m, popř. 1,4 m. Tyto výsledky, které byly zjištěny se spínacími rázy vlny 200/1400 μ s, neukazují žádné podstatné rozdíly u obou jímáčích tyčí. Průrazná napětí konvenčních jímáčích tyčí jsou dokonce o něco nižší.



Obr. 2. Padesátiprocentní průrazné napětí $U_{50\%}$ pro jímácí tyč ESE v závislosti na době zpoždění, na přidávném rázu $1/30 \mu\text{s}$ a amplitudě 14 kV, popř. 28 kV [16]

Poznámka:
AP =
(auxiliary pulse –
pomocný impuls)



Obr. 3. Dům rodiny Wiczor-kowskich v obci Kamieniec Wrocławski/Polsko

N. L. Allen měřil průrazná napětí pro uspořádání deska-hrot s průraznou vzdáleností 1,5 m. Na horní desku bylo připojeno záporné napětí DC a rázový spínací impuls vlny $180/1570 \mu\text{s}$: na tyč jímáče umístěnou dole bylo připojeno kladné impulsní napětí vlny $1/30 \mu\text{s}$ s amplitudou 14 kV, popř. 28 kV (AP – auxiliary pulse – pomocný impuls). Tento doplňující ráz byl spuštěn 30, 60, 90, 120, 150 a 180 μs po připojení hlavního rázu $180/1570 \mu\text{s}$. Z obr. 2 je zřejmé, že doplňující ráz snižuje průrazné napětí tehdy, je-li spuštěn krátce před dobou, kdy hlavní ráz dosáhne své vrcholové hodnoty.

Doplňkový ráz o amplitudě 28 kV dokáže při délce průrazu 1,5 m snížit průrazné napětí asi o 7 %. Jak vysoký by musel být tento impuls, aby způsobil obdobný úbytek průrazného napětí u dráhy např. 30 m?

Dr. Mohammed Nidal Rayes nezjistil u uspořádání tyč-tyč při průrazné vzdálenosti délky 1,8 m při rázovém napětí pro vlnu $250/2500 \mu\text{s}$ žádné zlepšení ochranného prostoru pomocí tyčových jímáčů ESE [17]. Naproti tomu jednoduché jímácí tyče ukázaly lepší ochranný účinek než tyče ESE. Při zjišťování náskoku spuštění Δt ze zkušebním uspořádáním podle NF C17-102 [14] sice byly namě-

řeny hodnoty 49 μs , ale při pokusu s průrazy s oběma tyčovými jímáči tento náskok zmizel a nebyly zjištěny žádné časové rozdíly v dobách průrazu při jímáčích ESE a jednoduchých tyčových jímáčích.

B. Sc. Zainal Abidin Hartono a B. Sc. Ibrahim Robiah od roku 1990 zaznamenávají škody způsobené úderu blesku na asi 100 budovách v Kuala Lumpur (Malajsie [18]). V této oblasti, v níž je velmi vysoký počet bouřkových dnů v roce (asi 200), existuje možnost přezkoušet účinnost aktivních hromosvodů za přirozených podmínek během krátkého časového úseku. V časovém úseku tohoto sledování bylo zaznamenáno více než 200 škod. Na většině sledovaných budov byla instalována radioaktivní jímácí tyč nebo tyč ESE. Tato zařízení byla vyrobena šesti různými firmami. Výšky chráněných objektů byly mezi 15 a 170 m.

V Polsku byl pozorován velmi zajímavý případ [3]: Rodinný domek v obci Kamieniec Wrocławski byl chráněn tyčovým jímáčem

ESE, který byl instalován ve výšce 13 m (bod A, obr. 3). Během letní bouřky v roce 2002 udeřil blesk do bodu B. Bod úderu blesku je od bodu A vzdálen 18 m, ačkoliv výrobce garantoval ochranný prostor 30 m. Po stížnosti majitele domu instalovala zřizovatelská firma na vlastní náklady přidávný jímáček ESE výšky 3 m v bodě B. Tento případ dokazuje, že jímácí tyč ESE nemá ani na nižších objektech lepší vlastnosti než konvenční jímácí tyč. Z. A. Hartono registroval škody především na vysokých výškových budovách; dokumentoval jen jeden případ budovy výšky 15 m a čtyři případy škody na budově výšky 20 m.

Výzkumy na technické univerzitě v Darmstadtu

Měření se uskutečňovala na třech jímáčích ESE pro konfiguraci deska-tyč nebo tyč-tyč s bleskovými rázy vlny $1,2/50 \mu\text{s}$, popř. spínacími rázy o tvaru vlny $250/2500 \mu\text{s}$. Pro pokusy byly zvoleny délky výbojových drah 0,1 až 4 m. Průrazné napětí bylo zjištěno „sériovou metodou“. Každá série se skládala z deseti rázů s touž amplitudou (vrcholovou hodnotou). Napětí bylo odstupňováno při zkouškách bleskovými rázy zhruba po 1 %, při zkouškách spínacími rázy asi o 2 %. Nejvyšší amplituda napětí je označena jako $U_{0\%}$, nejnižší, při níž nastalo deset průrazů, $U_{100\%}$.

Zkoumané tyčové jímáče ESE se lišily jak způsobem činnosti, tak konstrukcí, zvláště ohledně tvaru hrotu. Aby se vyloučil vliv geometrie, byly hroty jímáčů ESE uzemněny. Takto upravené jímáče byly označeny ESEg a během zkoušek fungovaly jako Franklinovy jímáče.

Tab. 4. Průrazná napětí pro uspořádání deska-tyč; spínací ráz $250/2500 \mu\text{s}$, délka průrazu 1 m

	+ Spínací ráz (kV)		– Spínací ráz (kV)	
	$U_{0\%}$	$U_{100\%}$	$U_{0\%}$	$U_{100\%}$
ESE1	1 060	1 180	470	530
ESE1g	1 060	1 180	470	550
ESE2	1 150	1 180	445	500
ESE2g	1 150	1 180	460	500
ESE3	1 150	1 180	460	500
ESE3g	1 150	1 180	460	500

Tab. 5. Průrazná napětí pro uspořádání tyč-tyč; spínací ráz $250/2500 \mu\text{s}$, délka průrazu 3 m

	+ Spínací ráz (kV)		– Spínací ráz (kV)	
	$U_{0\%}$	$U_{100\%}$	$U_{0\%}$	$U_{100\%}$
ESE1	1 040	1 270	1 800	2 270
ESE1g	1 040	1 280	1 860	2 220
ESE2	985	1 310	1 770	2 190
ESE2g	1 020	1 310	1 910	2 190
ESE3	985	1 270	1 760	2 180
ESE3g	985	1 120	1 910	2 180

Nejdůležitější výsledky jsou shrnuty v tab. 4 až tab. 7. Průrazná napětí pro konvenční jímáče (ESEg) a jímáče ESE jsou při délce průrazu 1 m ve většině případů identická. Velmi malé

Tab. 6. Doby Δt_D do průrazu (v μs) pro konfiguraci deska-tyč při spínacím rázu 250/2 500 μs

šířka průrazu	+ Spínací ráz (kV)			- Spínací ráz (kV)			
	0,5 m	1 m	2 m	0,5 m	1 m	2 m	3 m
ESE1		32			9		
ESE2	-122	2	-29	20	-2	19	15
ESE3	-38	1	37	-36	-46	6	-14

Tab. 7. Doby Δt_D do průrazu (v μs) pro konfiguraci deska-tyč při spínacím rázu 250/2 500 μs

šířka průrazu	+ Spínací ráz (kV)			- Spínací ráz (kV)		
	1 m	2 m	3 m	1 m	2 m	3 m
ESE1			-8			48
ESE2	3	-7	-13	-4	1	-8
ESE3	5	-2	14	-5	52	-6

rozdíly při vzdálenosti 3 m je možné vysvětlit jako statistický rozptyl. Při všech jiných zkoumaných průrazných vzdálenostech ableskových rázech nebyly nalezeny žádné podstatné rozdíly.

Doba Δt_D je přitom definována jako rozdíl mezi dobou do průrazu u Franklinovy tyče t_F a dobou do průrazu k tyči jímáče ESE: $\Delta t_D = t_F - t_{ESE}$. Doby Δt_D pro zkoumané jímáče ESE jsou často negativní (tab. 6 a tab. 7). Nej-

vyšší hodnota byla dokonce -122 μs . To znamená, že průraz se často vyvíjí rychleji z konvenčních tyčí než z tyčí ESE. Přes velké rozdíly v dobách průrazu 122 μs při délce výboje 0,5 m (tab. 6) byla průrazná napětí pro jímáče ESE a Franklinovy tyče stejná.

Tento příklad ukazuje, že neexistuje přímá souvislost mezi dobou do průrazu a průrazným napětím. Lze se domnívat, že rovněž není přímá souvislost mezi vytvořením vstřícného výboje (*strimru*) a průrazným napětím. Uskutečněná měření dokazují, nejen že zkoušené tyčové jímáče ESE jsou neúčinné, nýbrž také že koncepce, na níž se zakládá popis činnosti aktivních jímáčů, je nepravdivá.

Vyvozené závěry

Měření v laboratoři a četné zkoušky v přirozených podmínkách dokazují, že jímáče ESE nemají žádné lepší vlastnosti než kon-

venční jímací tyče. Hypotéza, na níž se zakládají jímáče ESE, je falešná.

Literatura:

Seznam literatury [1] až [18] je možné získat z originálu článku, který byl uveřejněn v časopise ETZ, č. 2/2005, s. 56-59, z něhož byl článek převzat. Seznam literatury bude též uveden na www.eel.cz

Přeložil: Ing. Zdeněk Rous, CSc.

Dr. Krystian Leonard Chrzan (46) se narodil v Polsku ve městě Odolanow. V roce 1983 vystudoval obor elektrotechnika na wrocławské univerzitě, kde také získal v roce 1987 doktorát. Jako stipendista působil v mnoha univerzitních vysokonapětových laboratořích v Evropě (v roce 2001 také v Praze) a na Floridě v USA. Je autorem 130 článků a knihy Vysokonapětovébleskojistky.



ce 1983 vystudoval obor elektrotechnika na wrocławské univerzitě, kde také získal v roce 1987 doktorát. Jako stipendista působil v mnoha univerzitních vysokonapětových laboratořích v Evropě (v roce 2001 také v Praze) a na Floridě v USA. Je autorem 130 článků a knihy Vysokonapětovébleskojistky.

AMPER 2006

14. mezinárodní veletrh elektrotechniky a elektroniky

4. - 7. 4. 2006

Pražský veletržní areál Letňany

- největší veletrh elektrotechniky a elektroniky ve střední Evropě
- příležitost pro setkání odborníků i obchodníků na mezinárodní úrovni
- prezentace ve zmodernizovaném areálu
- výstavní plocha 35 000 m²
- více než 700 vystavovatelů

- **AMPER - jednotka Vašeho úspěchu!**
- **Veletrh, který patří k mezinárodním veličinám**

- elektronické prvky a moduly
- zařízení pro výrobu a rozvod elektrické energie
- automatizační, řídicí a regulační technika
- stroje, zařízení, nářadí a pomůcky
- elektroinstalační technika
- pohony a výkonová elektronika
- měřicí a zkušební technika
- zabezpečovací technika
- osvětlovací technika
- elektrotepelná technika
- vodiče a kabely
- služby

TERINVEST spol. s r.o., tel.: 221992134, 126, fax: 221992139, www.terinvest.com, www.amper.cz, e-mail: amper@terinvest.com