

David Klimša

Vnější a vnitřní ochrana před bleskem

(třetí – aktualizované vydání)

DP



www.iisel.com

Internetový Informační Systém pro Elektrotechniky





CITEL

INOVATIVNÍ SYSTÉMY
OCHRANY PROTI PŘEPĚTÍ

www.citel.cz

NOVÁ GENERACE PŘEPĚŤOVÝCH OCHRAN CITEL

EXKLUZIVNÍ KNOW-HOW CITEL
VÝJIMEČNÝ VÝKON A ŽIVOTNOST
DŮRAZ NA BEZPEČNOST PROVOZU
SNADNÁ MONTÁŽ A ÚDRŽBA

ZÁRUKA 5 LET!



www.eks.cz

EKS[®]
ELEKTROSTAV KOUDELA a.s.

ELEKTROSTAV KOUDELA A.S. - VÝHRADNÍ OBCHODNÍ ZASTOUPENÍ PŘEPĚŤOVÝCH OCHRAN CITEL V ČESKÉ REPUBLICĚ

David Klimša

VNĚJŠÍ A VNITŘNÍ OCHRANA PŘED BLESKEM

(třetí – aktualizované vydání)

Text k inzerátu na první straně obálky:

Celosvětově aktivní firma FINDER s více než 60letou tradicí výroby elektrotechnických a elektronických přístrojů:

pro spínání:

- relé do plošných spojů
- průmyslová relé
- reléové vazební členy
- polovodičová relé

pro ovládání a kontrolu:

- relé s nuceně vedenými kontakty
- časová relé
- elektronické elektroměry
- kontrolní a měřicí relé
- snímače hladiny
- spínané napájecí zdroje
- přepětíové ochrany
- termostaty a hydrostaty

pro instalace budov:

- impulzně ovládané spínače
- soumrakové spínače
- pohybová čidla
- schodišťové automaty
- spínací hodiny
- stmívače
- modulární stykače

pro drážní aplikace

pro fotovoltaické aplikace

**přístroje sběrnového systému KNX,
přístroje automatizačního systému YESLY pro
ovládání technologií domů a budov**

Kontakt:

Finder CZ, s. r. o., Radiová 1567/2 b, 102 00 Praha 10

tel.: 286 889 504, fax: 286 889 505

finder.cz@findernet.com, www.findernet.com

IN-EL, spol. s r. o., Teplého 1398, 530 02 Pardubice

ISBN 978-80-87942-66-6

Vnější a vnitřní ochrana před bleskem

(třetí – aktualizované vydání)

Třetí vydání této velmi žádané příručky vychází z druhé edice souboru ČSN EN 62305 a je aktualizováno podle norem platných k 1. 1. 2020.

Norma pro realizaci každé části systému ochrany nabízí několik variant. Žádná z nich není univerzálně platná pro každou situaci. Tato příručka je průvodcem při návrhu hromosvodu a přepětových ochran. Povede vás „za ruku“ přes jednotlivé křížovatky a ukáže vám výhody a nevýhody jednotlivých cest – směrů. Poté, co se rozhodnete, kterým směrem pokračovat, nabídne vám konkrétní, praktické informace, které tak nemusíte držet v paměti.

Pro úspěšný návrh hromosvodu a ochran před přepětím je důležité pochopit logiku celého systému. Nelze vymyslet žádný univerzální postup, podle kterého by se dal celý systém navrhnout. Systém ochrany nebude nikdy navrhovat počítač, který bychom nakrmili odpověďmi na spoustu otázek. Každý dobrý systém bude navržen člověkem, který ví, co je jeho cílem, ví, jak věci fungují, a dokáže si představit, co se při úderu blesku děje.

Příručka je rozdělena na dvě části.

První část pojednává o blesku a dějích na jeho cestě do země. Dále také o výpočtu rizika, ale hlavně o vnějším LPS neboli o jímačích, svodech, uzemnění a pospojování. Vše z norem ČSN EN 62305-1 až 3 ed. 2.

Druhá část se zabývá ČSN EN 62305-4 ed. 2 a doplňuje mnoho praktických informací souvisejících s instalací vnitřního systému, hlavně svodičů přepětí.

Příručka předpokládá, že čtenář má základní znalosti jak teoretické elektrotechniky, tak i příslušných norem. Jejím účelem totiž není opisovat text norem, ale podat vysvětlení jejich ustanovení a doplnit je dalšími informacemi, které autor pokládá za důležité.

Kniha je určena projektantům, montérům i provozovatelům (včetně revizních techniků) vnějších i vnitřních ochran před bleskem. Je též vhodná jako základní literatura pro vzdělávání elektrotechniků na odborných středních i vysokých školách i pro přípravu elektrotechniků ke zkouškám a přezkoušení jejich odborné způsobilosti.

Poznámka autora

Pokusím se být co nejstručnější a budu podávat věci bez zbytečného vysvětlování důvodů a zabíhání do podrobností. Většina pravidel bude jen komentování ČSN ve srozumitelné formě. Pokud budu potřebovat připojit nějaký osobní komentář, napíši jej kurzívou. Tyto komentáře však lze bez ztráty na užitku přeskočit.

Obsah

ČÁST PRVNÍ: VNĚJŠÍ SYSTÉM OCHRANY PŘED BLESKEM HROMOSVOD

1.	NÁZVOSLOVÍ	9
2.	PROTI ČEMU SE CHRÁNÍME STAVBOU HROMOSVODU	11
2.1	Jiskření	11
2.2	Proud	11
2.3	Elektromagnetické pole	11
2.4	Napětí	12
2.5	Dynamické účinky	12
3.	VÝPOČET RIZIKA A STANOVENÍ TŘÍDY LPS	13
3.1	Výsledky vypočteného rizika	15
3.2	Rozměry objektu – sběrná plocha	16
3.3	Přítomnost osob	17
3.4	Podlaha	17
3.5	Riziko požáru	17
3.6	Služby veřejnosti	17
3.7	Stínění při LPZ 0/1	17
3.8	Stínění při LPZ 1/2 a 2/3	17
3.9	Provedení vedení (kabely stíněné, nestíněné, s a bez vyloučení indukčních smyček)	18
3.10	Transformátor na přívodním vedení	18
3.11	Rozměry objektu, ze kterého přívodní vedení nn přichází	18
4.	VNĚJŠÍ LPS	19
4.1	Typ hromosvodu	20
4.1.1	Izolovaný (oddálený) hromosvod	20
4.1.2	Hromosvod upevněný na stavbě	20
4.2	Jímací soustava	24
4.2.1	Metoda valící se koule	25
4.2.2	Metoda ochranného úhlu	26
4.2.3	Metoda mřížové sítě	29
4.2.4	Další požadavky	37
4.2.5	Náhodné jímače	38
4.2.6	Ochrana střešních nadstaveb	41
4.3	Svody	45
4.4	Uzemnění	52
5.	MATERIÁLY	59
5.1	(Ne)snášitelnost materiálů	60
6.	VNITŘNÍ SYSTÉM OCHRANY PŘED BLESKEM (VNITŘNÍ LPS)	61
6.1	Ekvipotenciální pospojování proti blesku (EB)	62
6.2	Elektrická izolace vnějšího LPS	69

7.	ÚDRŽBA A REVIZE	77
8.	LPS V PŘÍPADECH STAVEB S PROSTORY S NEBEZPEČÍM VÝBUCHU	79
8.1	Názvosloví	79
8.2	Zásady	79
8.2.1	Základní požadavky	79
8.2.2	Stavby, kde se vyskytují tuhé výbušniny	79
8.2.3	Stavby s nebezpečnými prostory	80

**ČÁST DRUHÁ: VNITŘNÍ SYSTÉM OCHRANY PŘED BLESKEM
OCHRANA PŘED PŘEPĚTÍM**

9.	PROTI ČEMU SE CHRÁNÍME INSTALACÍ VNITŘNÍHO LPS	83
10.	TYPY SPD	85
11.	ZÓNY BLESKOVÉ OCHRANY LPZ A UMÍSTĚNÍ SPD	86
12.	UZEMNĚNÍ A POSPOJOVÁNÍ	91
13.	MAGNETICKÉ STÍNĚNÍ A TRASY VEDENÍ	93
14.	KOORDINOVANÁ OCHRANA SPD	95
14.1	Koordinace SPD	95
14.2	Montáž SPD	97
14.2.1	Schéma zapojení	97
14.2.2	Umístění v rozváděči	100
14.2.3	Jištění před SPD	101
14.2.4	Parametry SPD	103
14.2.5	Připojovací a zemnicí vodiče	106
15.	KONTROLY A REVIZE	109
16.	NEJČASTĚJŠÍ CHYBY PŘI INSTALACI KOORDINOVANÉ OCHRANY SPD	110
17.	UMÍSTĚNÍ SVODIČŮ BLESKOVÝCH PROUDŮ TYPU 1 V DISTRIBUČNÍCH SÍTÍCH NN	113
18.	VNĚJŠÍ A VNITŘNÍ LPS VE STÁVAJÍCÍCH OBJEKTECH	114
19.	ZÁVĚR	115
	LITERATURA	115
	Příloha 1 Příklad zprávy o revizi vnější ochrany před bleskem	117
	Příloha 2 Příklad zprávy o revizi vnitřního systému ochrany proti přepětí	121
	Příloha 3 Praktická pomůcka: Ochrana před bleskem podle souboru ČSN EN 62305 ed. 2	125
	Příloha 4 Praktická pomůcka: Přibližné hodnoty odporu zemniců podle jejich rozměru a charakteru půdy	126



Moravský svaz elektrotechniků

Geislerova 3, 615 00 Brno,

Sekretariát:

Tel.: + 420 548 533 850

Mobil: + 420 602 520 975

URL: <http://www.msebrno.cz>

e-mail: sekretariat@msebrno.cz

Školení elektrotechniků

- přípravu na zkoušky dle vyhlášky č. 50/1978 Sb. ukončené zkouškou
- **Novinkai - školení a zkoušky § 9 v rozsahu E4/A „Zkoušky a revize el. spotřebičů“**
- přípravný kurz a zkoušky na výkon funkce revizního technika § 9 vyhlášky 50/1978 Sb.
- opakovací kurz a přezkoušení revizních techniků po 5 letech dle § 9

Organizuje:

- mezinárodní konference
- školení
- Dny nové techniky

Prodej:

- technických norem
- technických pomůcek pro diagnostiku
- odborné literatury
- měřicích přístrojů

Technickou podporu:

- poradenskou činnost
- vypracování znaleckých posudků
- montáže elektrických zařízení na klíč
- revize elektrických zařízení bez omezení napětí
- kalibrace měřicích přístrojů
- vypracování podkladů pro „Prohlášení o shodě“
- příprava pro zavedení systému jakosti ISO 9000/2000
- analýza sítě dle zákona 169/1997 Sb. hodnocení EMC
- elektrotechnickým cechům – živnostenským společenstvím



Partner všech elektrotechniků

www.in-el.cz

obchod.in-el.cz

IN-EL® — Partner všech elektrotechniků

Vydavatelství odborné literatury pro elektrotechniku, Normativních dokumentů ESČ, tiskopisu Protokolu o revizích a kontrolách elektrických spotřebičů a elektrického ručního nářadí. Tištěnou literaturu zasíláme na dobírku a též si ji můžete zakoupit v sídle naší firmy a u řady prodejců.

obchod.in-el.cz | e-knihy | tištěné knihy | iiSEL®

Jako první v České republice vydáváme odborné příručky pro elektrotechniku i v elektronické podobě. **Naše e-knihy** umožňují standardní funkce, jako interaktivní obsah v levém rámci, přímé odkazy v celém textu na zmiňované kapitoly, obrázky, tabulky, přílohy, literaturu, webové stránky.

Hlavní výhodou našich e-knih je **vstup do textů norem (ČSN)**, které jsou v příručkách zmíněné (pro čtenáře, kteří mají zaplacenou službu ČSN on-line).

E-knihy můžete odebírat jednotlivě každou knihu nebo v rámci předplatného za roční poplatek. Jednotlivě si může zákazník kdykoliv objednat stažení jedné nebo více e-knih. V rámci předplatného za roční poplatek má zákazník možnost si kdykoliv stáhnout v následujících 12 měsících od aktivace přístupu kteroukoliv e-knihu, která je momentálně k dispozici, ale též e-knihy, které budou vydány v době platnosti předplatného.

Každý rok vydáváme 3 až 5 nových nebo starších – aktualizovaných příruček.

Všechny funkce e-knih si můžete ověřit na **ukázkové e-knize**, která je ke stažení zdarma. Aktuální nabídka a podrobnosti na adrese **obchod.in-el.cz**.



Obchod – obchod.in-el.cz | obchod@in-el.cz | tel.: 774 079 755
Informační servis – iiSEL® | jan.lojkasek@in-el.cz | tel.: 724 069 755

www.in-el.cz | info@in-el.cz | tel.: 724 085 644

ČÁST PRVNÍ: VNĚJŠÍ SYSTÉM OCHRANY PŘED BLESKEM

HROMOSVOD

(dle ČSN EN 62305-3 ed. 2)

1. NÁZVOSLOVÍ

V ČSN EN 62305-3 ed. 2 je užitá řada zkratek.

Některé z nich jsou si docela podobné, takže doporučuji zapamatovat si alespoň tyto nejpoužívanější:

- LPS – systém ochrany před bleskem:
 - vnější LPS – jímače, svody, uzemnění,
 - vnitřní LPS – ekvipotenciální pospojování (EB), magnetické a prostorové stínění atd.,
 - izolovaný LPS – podle dnes již neplatné ČSN 34 1390 „oddálený hromosvod“,
 - neizolovaný LPS – jímací soustava a svody upevněné na stavbě,
 - třída LPS I, II, III a IV – třída spolehlivosti (kvality),
- hladina LPL I, II, III a IV – hladina ochrany před bleskem (třída LPS I \approx hladina LPL I),
- LPZ 0, 1, 2 a 3 – zóna ochrany před bleskem, ve které je dodržena hladina přepětí a elektromagnetického pole,
- dostatečná vzdálenost s – vzdálenost vnějšího LPS od vodivých částí stavby nebo zařízení nebo mezi vodivými částmi, na nichž je při úderu blesku rozdílný potenciál,
- bezpečný odstup $d_{s/1}$ a $d_{s/2}$ – vzdálenost elektronických systémů od stínění na hranicích zón LPZ,
- izolační rozhraní – zařízení, která jsou schopná snížit přepětí v sítích – transformátor (s uzlem, deskami mezi vinutími) nebo optický kabel,
- SPD typ 1 – svodič bleskových proudů,
- SPD typ 2 a 3 – svodič přepětí,
- LEMP – elektromagnetický impulz vyvolaný bleskem,
- SEMP – elektromagnetický impulz vyvolaný spínáním (v normě nepoužito).

Ostatní zkratky jsou uvedeny přímo v ČSN EN 62305-3 ed. 2.



Firemní technická školení na míru

Komplexní řešení
zákonného vzdělávání

ELEKTRO

- Revizní technik elektrických zařízení.
- Školení a přezkoušení dle vyhlášky č. 50/78 Sb., o odborné způsobilosti v elektrotechnice § 4-8 i § 10-11.

PLYN

- Revizní a zkušební technik plynových zařízení,
- montážní pracovník plynových zařízení,
- obsluha tlakových nádob stabilních, tlakových nádob na plyny.

ZÁKLADNÍ A OPAKOVANÁ ŠKOLENÍ

- Zdvíhacích zařízení a ramp,
- jeřábů a vazačů břemen,
- pohyblivých pracovních plošin,
- manipulačních vozíků.

RADIČNÍ OCHRANA

- Zdravotnická radiologická a průmyslová pracoviště,
- stomatologická a veterinární pracoviště.

BOZP

- Ve výškách a nad volnou hloubkou,
- v prostředí s nebezpečím výbuchu,
- pravidla při nakládání s vybranými chemickými látkami,
- provozování kontrol skladovacího zařízení.

Pohlídáme za Vás “
termíny periodických
školení!”



Váš tým UNIT



2. PROTI ČEMU SE CHRÁNÍME STAVBOU HROMOSVODU

Tato publikace má za cíl vysvětlit základní principy ochrany před bleskem a jeho účinky. Vychází z toho, že pokud chápete, co se děje při úderu blesku, můžete se jeho následkům bránit na základě logického úsudku.

2.1 Jiskření

Blesk samotný je elektrický výboj dosahující **vyšších teplot**. Toto nelze ovlivnit. Při úderu blesku se některá část hromosvodu nebo objektu s touto vysokou teplotou určitě potká a hrozí tedy vznícení okolních materiálů. K zajiskření může dojít také mezi částmi s rozdílným napětím proti zemi.

| Vysvětlím dále v kapitole 2.4.

2.2 Proud

Proud blesku může dosahovat stovek kA.

Průchodem proudu vodiči nebo částí stavby dochází k jejich **zahřívání**. Kolem proudových cest se dále vytváří **elektromagnetické pole** a vzniká úbytek **napětí**.

2.3 Elektromagnetické pole

Problém je v tom, že proud blesku je sice stejnosměrný, ale má prudký počáteční nárůst a navíc se nejedná o jeden impulz, ale jde jich několik za sebou.

Z elektrotechniky střední školy připomenu, že proud vyvolá magnetické pole. Změna velikosti proudu vyvolá změnu velikosti magnetického pole. Změna velikosti magnetického pole vyvolá ve smyčce napětí a při uzavření smyčky proud. Velikost napětí je úměrná ploše smyčky a rychlosti změny magnetického pole. Takže logicky: čím blíže bude smyčka proudové cestě nebo čím bude větší, tím hůř.

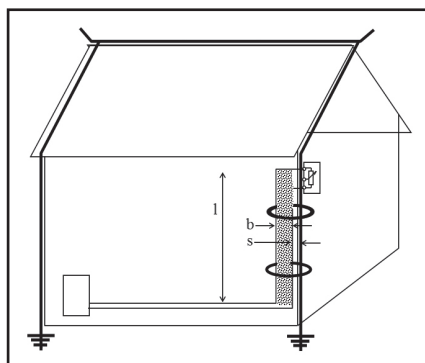
Příklad je uveden na obr. 1, kde:

$$l = 10 \text{ m,}$$

$$s = 1 \text{ m,}$$

$$b = 3 \text{ mm.}$$

V tomto případě se při proudu ve svodu 100 kA bude indukovat napětí 600 V.



Obr. 1 Napětí naindukované proudem ve svodu

2.4 Napětí

Na vodiči, kterým prochází proud, se vytvoří úbytek napětí. Stačí. Jen abych to zkomplikoval: vzhledem k tomu, že proud blesku není konstantní velikosti, ale jedná se o pulzy, jeho chování a účinky jsou obdobné jako u střídavého proudu vysoké frekvence. Proto neplatí jen jednoduchý Ohmův zákon, ale záleží také na délce a tvaru vodiče. To ovlivní jeho výslednou indukčnost při zdánlivé frekvenci blesku a tím i velikost proudu při daném napětí. Neboli: pokud budou dva podobně dlouhé vodiče ze stejného materiálu, neznamená to, že se proud rozdělí na dvě poloviny, ale například jedním vodičem poteče 90 % a druhým jen 10 % proudu, a to jen proto, že se blesku nelíbí jeho tvar.

Tím také končí naše iluze a představy o rozdělení bleskového proudu. Nádherná je jen jistota, že v praxi bude při skutečném úderu blesku všechno jinak, než jsme „teoreticky“ předpokládali.

Pokud jsou dvě proudové cesty blízko sebe, může rozdílný proud a tím i rozdílné napětí proti zemi způsobit přeskok proudu z jedné cesty na jinou. To je ono výše zmíněné zajiskření mezi částmi stavby.

2.5 Dynamické účinky

Proud, elektromagnetické pole a teplota způsobují rozpínání. Jednotlivé proudové cesty se mohou odpuzovat nebo naopak přitahovat. Vodič protékáný proudem má také snahu se narovnat, stejně jako požární hadice při protékání vodou. V každém případě, ať je příčina jakákoliv, náhodné i strojené části namáhané bleskem se všelijak šklubou, křiví, narovnávací atd.

Pak se nemůžete divit, že při úderu blesku létá i to, co by létat nemělo.

Proto, pokud ČSN EN 62305-3 ed. 2 stanoví, že nějaká část hromosvodu bude tak a tak velká, masivní nebo dimenzovaná, je nutné toto pravidlo dodržet a doufat, že to bude stačit.

Občas používám výraz „proudová cesta“ místo „vodič“. Je to proto, že bleskový proud si klidně dovolí téci mimo cesty, které jste mu určili a běží po čemkoliv vodivém i zdánlivě nevodivém. Proto se mi o kusu zdi nebo o nějaké konstrukci nechce mluvit jako o vodiči.

Závěr z poznání nepřítele je ten, že víme JAK, ale nevíme přesně KDE a KOLIK. Proto musím touto cestou ocenit firmy a lidi, kteří se výzkumem blesku do hloubky zabývají a vyvodili určitá pravidla, která budou dobrou zbraní proti většině výše popsaných nešvarů. Z naší strany to chce jednak uvědomit si a také respektovat taková pravidla.

V dalších částech se pokusím popsat hromosvod od návrhu po realizaci, od střechy až po zem. V podstatě to bude obsah norem řady ČSN EN 62305 ed. 2 podaný řečí běžného smrtelníka. Je trošku nespravedlivé, když se skupiny lidí za cenu velkých nákladů, náročných pokusů a času dopachtí k pravidlům boje proti blesku a my je pouze milostivě převezmeme – ale takový už je život. Tímto chci říct: děkujeme.