

## OPONENTSKÝ POSUDOK

dizertačnej práce

**„Působení bleskového proudu a přepětí na osoby a na elektrická a elektronická zařízení uvnitř budov s návrhem možných ochranných opatření s ohledem na tyto vlivy“**

Autor práce: Ing. Jiří Kutáč

Školitel: doc. Ing. Zbyněk Martínek, CSc.

Školitel špecialista: Ing. Jan Mikeš, Ph.D.

Na základe žiadosti o vypracovanie oponentského posudku dekanom Elektrotechnickej fakulty ZČU v Plzni zo dňa 24.10.2017 predkladám tento oponentský posudok na predloženú dizertačnú prácu. Práca obsahuje 130 strán a je koncipovaná v 10 kapitolách. Súčasťou je resumé v jazyku anglickom a nemeckom, výber referenčnej literatúry ako aj súpis vlastných publikačných výstupov.

### 1. Hodnotenie významu dizertačnej práce pre odbor

Dizertant vo svojej dizertačnej práci sa venoval aktuálnej otázke vplyvu bleskových výbojov na chránené objekty. Hlavným cieľom práce bolo vytvoriť matematický model chráneného objektu a jeho overenia v laboratórnych podmienkach. Na základe dosiahnutých výsledkov v dizertačnej práci je možné konštatovať, že dosiahnuté výsledky sú prínosom pre odbor Elektroenergetika.

### 2. Vyjadrenie k postupu riešenia problému, použitým metódam a splneniu určeného cieľa

Dizertant vychádza zo súčasného stavu riešenej problematiky najmä vývoju platných noriem, teórií bleskov a búrok. Ďalej sa venuje modelom výpočtu elektrického poľa, klasifikácii parametrov bleskových výbojov a spôsobu prenosu atmosférických prepätí do pripojených zariadení. Časť práce je venovaná súčasne platným normám na ochranu pred bleskom a prepätím a technickým prostriedkom pre obmedzenie prepätia a priameho úderu blesku. Ďalšia časť práce je venovaná prehľadu jednotlivých výpočtových metód pre výpočet prepätí a priamych účinkov bleskových prúdov. Záverečné kapitoly dizertačnej práce sú venované návrhu matematického modelu chráneného objektu – metóda telegrafných rovníc, konkrétnym výpočtom ako aj experimentálnemu overeniu vypočítaných hodnôt.

Na základe dosiahnutých výsledkov v dizertačnej práci je možné konštatovať, že hlavný cieľ ako aj vedľajší cieľ dizertačnej práce uvedené na strane 12 boli splnené.

### 3. Stanovisko k výsledkom dizertačnej práce a k pôvodnému konkrétnemu prínosu predkladateľa dizertačnej práce

Za hlavný prínos dizertačnej práce v teoretickej rovine je možné považovať návrh matematického modelu pre realizáciu ochrany pred bleskom. V praktickej rovine za prínos

práce je možné považovať validáciu namodelovaných výsledkov v Laboratóriu vysokých napätí VUT v Brne na konkrétnych vzorkách.

4. Vyjadrenie k systematičnosti, prehľadnosti, formálnej úprave a jazykovej úrovni dizertačnej práce.

Dizertačná práca je spracovaná na dobrej úrovni, jednotlivé kapitoly logicky na seba nadväzujú, grafické spracovanie je na veľmi dobrej úrovni. Jazykovú úroveň nehodnotím.

5. Vyjadrenie k publikáciám študenta

Autor v dizertačnej práci uvádza 32 príspevkov (samostatných alebo v spoluautorstve) v časopisoch, na konferenciách doma a v zahraničí. Je možné povedať že jadro dizertačnej práce bolo dostatočne opublikované, a jeho publikačná činnosť je nadpriemerná. Škoda, že autor nemá publikácie v impaktovaných časopisoch.

6. Otázky na dizertanta

1. Prečo ste sa rozhodol pre metódu telegrafných rovníc pri zostavení Vášho matematického modelu chráneného objektu?
2. Navrhnutý model ako aj uvádzané technické prostriedky pre obmedzenie prepätia a priameho úderu blesku sú vhodné aj pre guľové blesky?

7. Záver


Na základe vyššie uvedeného môžem konštatovať, že dizertačná práca splnila všetky zadané ciele, jadro dizertačnej práce bolo dostatočne publikované. Práca prináša nové poznatky v teoretickej a praktickej oblasti.

Dizertačná práca spĺňa požiadavky kladené na doktorandské dizertačné práce. Preto predloženú dizertačnú prácu

**- odporúčam -**

k obhajobe a navrhujem po jej úspešnom priebehu udeliť Ing. Jiřímu Kutáčovi vedecko-akademickú hodnosť PhD. v odbore Elektroenergetika.

V Košiciach, 29.11.2017

  
Dr.h.c. prof. Ing. Michal Kolcun, PhD.  
oponent

prof. Ing. Karel Sokanský, CSc.  
VŠB-TU Ostrava, FEI  
Katedra elektroenergetiky

## **OPONENTNÍ POSUDEK**

**na disertační práci Ing. Jiřího Kutáče s názvem**

**Působení bleskového proudu a přepětí na osoby, na elektrická a elektronická zařízení uvnitř budov s návrhem možných ochranných opatření s ohledem na tyto vlivy**

Předložená disertační práce má rozsah 130 stran a je řešena na ZČU fakultě elektrotechnické v Plzni pod vedením školitele doc. Ing. Zbyňka Martínka, CSc. a školitele specialisty Ing. Jana Mikeše, Ph.D. Práce je členěna do deseti kapitol, z nichž desátá kapitola je kapitolou experimentální. Práce je doplněna resumé v angličtině a němčině, soupisem odborné literatury včetně autorovy vlastní bibliografie a soupisem obrazového a dalšího dokumentačního materiálu.

### **Z hodnocení významu disertační práce pro obor**

Disertační práce se věnuje otázkám působení bleskového výboje na vnitřní instalace v objektech. Autor se věnuje základním otázkám ochrany před bleskem a to především otázkám souvisejících s normotvornou činností. Je taky vytvořen matematický model chráněného objektu za účelem ochrany tohoto objektu před bleskem.

### **Vyjádření k postupu řešení problému, použitým metodám a splnění určeného cíle**

Autor vychází z popisu principu vzniku bleskového výboje od jeho fyzikální podstaty až po jeho aplikaci do praxe. Je zde vytvořena báze, řešení praktických příkladů ochrany osob, předmětů a objektů před přímými i nepřímými účinky bleskových proudů. Na to navazují možné numerické způsoby řešení konkrétních praktických úloh, jejich ověření měřením jednak v laboratorních podmínkách, jednak srovnáním s výsledky matematického modelu. Jsou zde uvedeny i jednotlivé případové studie z oblasti ochrany dřevostaveb a alternativních staveb v praxi.

### **Stanovisko k výsledkům disertační práce a k původnímu konkrétnímu přínosu předkládané disertační práce**

Za přínosné lze považovat sestavení matematického modelu, který byl odzkoušen při reálném měření v Laboratoři vysokého napětí na VUT v Brně. Některé další poznatky byly ověřovány v Laboratoři environmentální elektrotechniky a elektroniky FEL ČVUT v Praze. Model je zpracován tak, aby mohl být využit v inženýrské praxi. Přínosné jsou rovněž možné numerické způsoby řešení konkrétních praktických úloh, které mohou být využity při výuce.

### **Vyjádření k systematice, přehlednosti, formální úpravě a jazykové úrovni disertační práce**

Práce je po formální stránce dobře zpracována, bez jazykových chyb, má logickou strukturu. Je doplněna dostatečným obrazovým a dokumentačním materiálem. Grafické zpracování je na velmi dobré úrovni.

### **Vyjádření k publikacím studenta**

Autor je aktivní v normotvorné činnosti, podílí se na uvádění evropských a českých norem do praxe. Je autorem 29 publikací na národních i mezinárodních konferencích v českém, německém a anglickém jazyce. Vykazuje 4 citace a 3 konferenční příspěvky. Je znám na veřejnosti také jako předseda „Unie soudních znalců“, píše znalecké posudky týkající se problematiky úderů blesků do objektů.

**Na základě splnění cílů práce, konkrétním k přínosu předkladatele a bohaté publikační činnosti doporučuji disertační práci k obhajobě.**

### **Dotazy**

- V normě ČSN EN 62305 je jako jediný matematický parametr definující vzájemný vztah svodu a vnitřní instalace popsána tzv. dostatečná vzdálenost. Do jaké míry je tento údaj platný a do jaké míry přináší disertační práce v tomto směru jeho zpřesnění.
- Bleskový výboj patří k přírodnímu fenoménu, jak je však charakterizován pro inženýrskou praxi?

V Ostravě 27.11.2017

  
prof. Ing. Karel Sokanský, CSc.

## POSUDEK OPONENTA DISERTAČNÍ PRÁCE

Oponent: **doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.**

Vysoké učení technické v Brně, FEKT, Ústav elektroenergetiky

Autor: **Ing. Jiří Kutáč**

Název: **„Působení bleskového proudu a přepětí na osoby a na elektrická a elektronická zařízení uvnitř budov s návrhem možných ochranných opatření s ohledem na tyto vlivy**

**Příspěvek k matematickému modelování interakce svodu bleskového výboje a vnitřní instalace s důrazem na alternativní prostředí“**

---

Předložená disertační práce Ing. Jiřího Kutáče (tištěný text, rozsah 130 stran) je zaměřena na problematiku ochrany osob a zařízení před nepříznivými účinky atmosférických výbojů.

V úvodní části práce je představeno téma práce, uvedena stručná informace o současném stavu, jsou vydefinovány cíle práce a je vymezen předmět studia.

V kapitole 2 je provedeno shrnutí teorie atmosférických výbojů a souvisejícího elektromagnetického pole. V kapitolách 3 a 4 se autor zabývá publikovanými matematickými modely proudové vlny včetně klasifikace parametrů.

Kapitoly 5 až 7 shrnují problematiku atmosférických přepětí při úderu blesku, související technické normy a technické prostředky pro omezení účinků bleskových proudů a souvisejících přepětí.

V kapitole 8 je uveden přehled výpočetních metod používaných při výpočtech a hodnocení účinků bleskových proudů a souvisejících přepětí, přičemž metoda konečných diferencí v časové oblasti je rozebrána podrobně.

Kapitola 9 ukazuje využití metody telegrafních rovnic pro modelování vlivu vnějšího hromosvodu na vnitřní instalaci v případě průtoku bleskového proudu hromosvodem.

Kapitola 10 pak popisuje experimentální měření realizované v Laboratoři vysokých napětí výzkumné infrastruktury CVVOZEPowerLab VUT v Brně a provádí porovnání naměřených průběhů s modelem využívajícím metodu telegrafních rovnic a s modelem realizovaným v EMTP-ATP včetně komplexního zhodnocení.

Kapitoly 9 a 10 lze považovat za jádro disertační práce.

V závěru práce je provedeno zhodnocení dosažených výsledků. Poslední část práce tvoří seznam literatury doplněný o vlastní publikace autora a ohlasy odborné komunity.

### ***Zhodnocení významu disertační práce pro obor***

Disertační práce je zaměřena na problematiku ochrany osob a zařízení před nepříznivými účinky atmosférických výbojů.

Tato problematika je dlouhodobě zkoumána, není však uspokojivě vyřešena zejména z důvodu složitosti fyzikálních jevů, které při atmosférických výbojích probíhají. Současně rostoucí nároky na komfort budov a tomu odpovídající rostoucí rozsah elektrických instalací v objektech a vysoká citlivost elektronických zařízení sebou nesou zvýšenou potřebu se problematikou atmosférických přepětí zabývat.

Z toho důvodu považuji téma práce za **vysoce aktuální a současně velmi dobře využitelné v elektrotechnické praxi.**

### *Vyjádření k postupu řešení problému, použitým metodám a splnění určeného cíle*

Autor při řešení práce postupoval standardním způsobem. Nejprve se podrobně seznámil s řešenou problematikou a shrnul základní znalosti potřebné ke splnění cílů práce.

Následně se zaměřil na matematické modelování s využitím jedné vybrané metody a to metody telegrafních rovnic. Pro vybrané uspořádání (hromosvod na vnější straně obvodové zdi a část elektroinstalace na vnitřní straně obvodové zdi) a pro vybrané materiály provedl podrobný rozbor a výpočet vzájemné indukčnosti, vzájemné kapacity a dostatečné vzdálenosti hromosvodu a vnitřní instalace. Získané výsledky experimentálně ověřil v Laboratoři vysokých napětí CVVOZE PowerLab na VUT v Brně.

**Použitý postup řešení problému považuji za správný. Navržené modely vykazují dobré výsledky a jeví se jako využitelné jak v dalším výzkumu, tak i v praxi.**

Cílem práce, definovaným v kapitole 1.1 na straně 12 a zopakovaným v závěru na straně 106 je:

a) „vytvoření báze řešení praktických příkladů ochrany osob i předmětů a objektů před přímými i nepřímými účinky bleskových proudů“,

příčemž dále se uvádí, že hlavním cílem je:

b) „představení možných numerických způsobů řešení konkrétní praktické úlohy a její ověření matematickým modelem“.

Jako vedlejší cíle jsou stanoveny:

c) „jednotlivé případové studie z oblasti ochrany dřevostaveb a alternativních staveb...“

a dále:

d) „navržení opatření, která by vedla ke zvýšení bezpečnosti osob...“ a

e) „ekonomická optimalizace výsledků a jejich praktické využití pro snížení hmotných škod způsobených bleskem na stavbách“.

Rozsah stanovených cílů je velmi široký a je zřejmé, že komplexní zpracování všech těchto vytyčených přesahuje běžný rozsah disertační práce.

V závěru práce se dále uvádí, že: „výsledkem je program, pomocí kterého je možné vypočítávat indukovaná napětí, respektive proudy ve vnitřních instalacích“. Součástí materiálů předložených ke zpracování posudku však žádný takový není. Podobně není součástí ucelená báze řešení praktických příkladů ochrany osob a objektů před přímými i nepřímými účinky bleskových proudů.

Hodnocení splnění stanovených cílů je vzhledem k výše uvedenému poměrně obtížné. Za dílčí plnění cíle a) (viz výše) lze považovat zhodnocení dvou konfigurací vnější krytiny „bonský šindel“ a „plech“ a dvou konfigurací izolace „polystyren“, „minerální vata“ uvedené v kapitole 10 a dále určení velikosti indukovaného proudu ve vnitřní instalaci pro různé materiály mezi hromosvodem a vnitřní instalací (vzduch, beton, PE, PVC) uvedené v kapitole 9.

Za plnění cíle b) lze považovat výpočet uvedený v kapitole 9.

Za plnění cíle c) je možno s určitou nadsázkou považovat již zmíněné konfigurace uvedené v kapitole 10.

Souvislost s plněním cílů d) a e) může pak mít poslední odstavec závěru na straně 108 zmiňující vliv práce autora na zrušení STN 34 1398.

Na základě materiálů předložených k oponentuře konstatuji, že stanovené **cíle disertační práce byly z větší části splněny.**

***Stanovisko k výsledkům disertační práce a k původnímu konkrétnímu přínosu předkladatele disertační práce***

Za hlavní výsledky disertační práce považuji:

- shrnutí publikovaných matematických reprezentací časového průběhu proudové vlny,
- přehled souvisejících norem,
- přehled výpočetních metod pro řešení přepětí a přímých účinků bleskových proudů,
- matematický model konfigurace hromosvod a vnitřní instalace pro hodnocení indukovaných napětí při průchodu bleskového proudu,
- experimentální ověření v laboratoři.

Poslední dva uvedené lze považovat za výsledky s původními částmi autora disertační práce.

***K práci mám následující připomínky:***

- práce obsahuje překlepy, gramatické a typografické chyby; autor používá v textu první osobu jednotného čísla, což do technického textu nepatří; chybí číslování rovnic,
- str. 19 – autor používá termín „krátký vysoký proud“; později v práci je ještě dále komentováno. Jelikož se jedná o termín obecný, bylo vhodné technicky specifikovat význam slov „krátký“ a „vysoký“ již při prvním použití tohoto termínu,
- str. 20, obr. 2 – legenda v popisku nekoresponduje s obrázkem („i“ versus „I“),
- str. 26, obr. 7 – v popisku chybí vysvětlení obsahu obr. a) a b),
- kapitola 3, matematická reprezentace proudové vlny – uvedený souhrn bylo víc než vhodné doplnit grafem s časovými průběhy jednotlivých modelů,
- str. 41, text pod obrázkem 13 – slovní spojení termínů „zemní lano“ a „nezareaguje“ je nevhodný až zavádějící,
- str. 57, legenda pod obrázkem je nepřehledná,
- str. 69, věta: „...řešení elektromagnetické analýzy způsobené přímým zásahem bleskem,...“ nedává smysl; podobně pokračování textu na straně 70,
- str. 76, text nad posledním vztahem – zřejmě má být: „...po náhradě centrálními diferencemi“,
- str. 81, obrázek 27 a dále pak také obrázky 30-33 v kap. 9.2 jsou špatně čitelné,
- str. 85, první odstavec – v první větě souvětí chybí sloveso,
- str. 87, tabulka 7 - hlavička obsahuje nestandardní znaky,
- kapitola 10 – autor v úvodu kapitoly zmiňuje sw ATP-EMTP (někde uváděno také jako EMTP-ATP). V grafech na obrázcích dále v kapitole 10 jsou pak uvedeny průběhy indukovaného napětí měřeného v laboratoři, získaného výpočtem z vlastního modelu pomocí telegrafních rovnic a získaného výpočtem pomocí programu ATP-EMTP. V textu práce však chybí informace o modelu vytvořeném v uvedeném sw,
- str. 106-108, resumé – chybí jednoznačný shrnující popis plnění vytyčených cílů práce.

***K práci mám následující dotazy a doporučení k obhajobě:***

- Mohl by autor při obhajobě jednoznačně specifikovat, jakým způsobem byly naplněny jednotlivé cíle vytyčené v kapitole 1.1 ?
- Jakým způsobem byl vytvořen model v sw ATP-EMTP prezentovaný v kapitole 10? Prováděl simulace v tomto sw přímo autor práce?
- V závěru práce na straně 108 je zmíněný program, pomocí kterého je možné vypočítávat indukovaná napětí, respektive proudy ve vnitřních instalacích. Lze předpokládat, že jádrem

je postup představený v kapitole 9. Jaké jsou možnosti uvedeného programu? Případně, pokud funkce přesahuje příklad představený v kapitole 9, mohl by autor krátce demonstrovat u obhajoby disertační práce?

Konstatuji, že **práce částečně splnila zadaný cíl a obsahuje původní části** s přínosem pro praxi. Disertační práce je zpracována **poměrně systematicky a přehledně**, na **dobré jazykové úrovni s dobrou grafickou úpravou a stylizována formou umožňující pedagogické využití práce**. Uvedené připomínky jsou převážně formálního charakteru.


V seznamu vlastních publikací je uvedeno 29 záznamů. Převážně se jedná o články v odborných časopisech a ve sbornících odborných seminářů či konferencí. Z uvedených publikací cca 5 lze považovat za vědecké publikace. Na WoS jsou ke dni zpracování posudku evidovány 2 záznamy, v databázi Scopus také 2 záznamy.

**Jádro disertační práce bylo dostatečně publikováno. Celkově považuji publikační činnost autora za odpovídající.**

Předložená disertační práce dokládá autorovy hluboké teoretické znalosti a schopnost aktivně využívat vědecké metody práce pro konkrétní řešení aktuální technické problematiky. Autor jednoznačně patří mezi přední odborníky na oblast ochrany před bleskem v ČR.

Disertační práci **d o p o r u č u j i** k obhajobě před komisí pro doktorské disertační práce.

V Brně dne 25.12.2017



.....  
*podpis oponenta*