

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	<b>Návrh a praktická realizace vysokonapěťové kondenzátorové průchodky s využitím 3D tisku</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Jan Půlpán</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra elektrotechnologie
<b>Oponent práce:</b>	Ondřej Šefl
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	High Voltage Laboratory, ETH Zürich

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání práce považuji za složitější, především s ohledem na náročnost návrhu a přípravy zkušebních vzorků (průchodek). Zároveň se jedná o novátorské, „experimentální“ téma.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno s menšími výhradami</b>
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
I přesto, že ani jedna z šesti generací připravených průchodek nezvýšila průrazné napětí, bylo zadání dle pokynů k vypracování splněno. I negativní výsledek považuji za prospěšný, jelikož dává dalším případným badatelům přehled o tom, co již bylo vyzkoušeno a k čemu to vedlo. Má hlavní výhrada je, že v práci nebyly vůbec zohledněny částečné výboje, což je u (kondenzátorových) průchodek jeden z největších kamenů úrazu.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>částečně vhodný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Návrh kondenzátorové průchodky je víceméně předem daný. I přes popisované nesnáze si myslím, že některé dílčí problémy mohly být prozkoumány do větší hloubky (viz mé otázky).	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>E - dostatečně</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Bohužel je první, „vysokonapěťová“, část rešerše napsána spíše populárně naučně. Nízká odbornost je patrná především z kapitoly 2.1, která je víceméně překladem a mírným přepisem jednoho neoborného zdroje (internetové stránky) do češtiny. Kapitola 3 působí mírně lepším dojmem, avšak informace jsou prezentovány neuceleně a na přeskáčku. V kapitole 4 je využito elektrostatického FEM modelu, avšak chybí např. popis použitých materiálů, okrajové podmínky, generace elementů mřížky. Stejně tak jsou informace neucelené v prezentování výsledků, ať už psanou či grafickou formou. Od budoucího inženýra bych očekával vyšší odbornou úroveň.	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>D - uspokojivě</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Jazyková úroveň je v pořádku. Použití první osoby jednotného čísla působí v odborné práci nevhodným dojmem a některé formulace jsou vloženy neodborně („Tyto dva faktory napovídají tomu, že i praktický experiment by se mohl vydařit.“), avšak mimo to je jazyková stránka práce dobrá. Co se týče formální stránky, lze zde vytknout psaní fyzikálních jednotek kurzívou, nefunkující křížové odkazy na literaturu a nejednotný styl grafů (šíře boxplotů, názvy os jednou vypsány slovy podruhé pouze proměnnou). Použití záhlaví s názvem kapitoly či podkapitoly by bylo vhodné a seznam tabulek, obrázků a grafů by rovněž neublížil. Co se týče rozsahu práce, spadá spíše do kategorie kratších prací se svým celkovým rozsahem 46 stran od obsahu po citace (bez příloh).	

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**C - dobře**

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Celkově je v práci odkazováno na 45 různých zdroj, z nichž je nicméně podstatná část neodborného charakteru. Z hlediska 3D tisku je toto pochopitelné, jelikož se jedná o stále relativně novou technologii a například doporučení k volbě vhodných parametrů tisku se zakládá především na zkušenostech tiskařů, jež převážně pocházejí z řad domácích kutilů; čili kritérium odbornosti zde nelze vyžadovat. Nicméně ohledně technologie průchodek existuje značné množství odborných publikací z oboru vysokého napětí, jež by šlo zcela jistě dohledat či vypůjčit v knihovně.

**III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE**

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

Práce celkově působí dojmem, že nebyla provedena s očekávaným úsilím. Většina výsledků či pozorování je analyzována velmi povrchně a vzhledem k době dostupné studentům k řešení individuálního projektu / diplomové práce mi přijde i snaha o optimalizaci tiskových metod a návrhu průchodek nedostatečná. Stejně tak působí i celkový rozsah práce 46 stran. Chybí zde detailnější popis jednotlivých experimentálních měření (vodivost, permitivita, průrazné napětí) a i použitého FEM modelu. To se negativně projevuje především na možnosti opakovatelnosti práce či případného navázání na tento výzkum.

Z výše uvedených důvodu hodnotím předloženou závěrečnou práci klasifikačním stupněm **D - uspokojivě**.

Otázky:

**Graf 2** – Naměřené hodnoty permitivity jsou opatřeny i o horizontální chybové úsečky (error bars): bylo skutečně nastavení frekvence tak nepřesné? Pro hodnotu 100 kHz je např. zobrazena chybová úsečka ca.  $\pm 5$  kHz.

**Graf 3** – Nebyla měřena imaginární část permitivity (ztrátový činitel) stejnou metodou jako reálná část? Pokud ano, proč zde nejsou zobrazeny chybové úsečky jako v předchozím grafu? Očekával bych je zde zřetelně větší kvůli absolutní velikosti a také i z evidentního rozptylu naměřených hodnot.

**Obrázek 10 a 13** – Nebylo by vhodné zobrazit i škálu, když je na obrázku k dispozici mřížka? Nebylo by pak nutné dohledávat rozměry v textu.

**Graf 4** – Proč je v tomto grafu potlačena 0? Porovnání pak působí dojmem, že čisté PLA mělo průrazné napětí ca. 2x větší než pro sendvičovou strukturu... Kromě toho, měla by sendvičová struktura zvýšit  $E_p$  pro tuto testovací konfiguraci? Bylo v tomto případě elektrické pole podobné tomu, jež se nachází v průchodce? A nebylo by vhodné přepočítat hodnotu na „efektivní“  $E_p$ , jelikož je v tomto případě izolační vrstva výrazně tenčí?

**Graf 5** – Z jakého důvodu je zde použita lineární y-ová osa? S ohledem na typické hodnoty rezistivity, není vhodnější osa logaritmická?

**Tisk** – Jaké byly parametry tisku průchodek? (teplota podložky / trysky, rychlost pohybu trysky / extruze...)

**5.3. Testování průchodek** – jaká byla rychlost zvyšování napětí? Za jak dlouho by mělo zhruba dojít k průrazu při krátké zkoušce průrazného napětí (short term breakdown test)?

**5.4. Úpravy designu** – proč není ukázán výstup z FEM modelu pro nový design?

**5.6. Druhá sada vzorků** – proč se nevyzkoušelo vložení vzorků do trouby na delší dobu / vyšší teplotu, případně i nad  $T_g$ , aby materiál změkkl?

**5.8. Čtvrtá sada vzorků** – snížení rychlosti tisku na 90 % čeho? Chybí absolutní hodnota.

Datum: 25.1.2023

Podpis:

