

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	<b>Kompozitní materiály pro 3D tisk</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Matěj Vácha</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra elektrotechnologie
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Martin Plaček, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Centrum vývojových a zkušebních laboratoří; Vyrtých a.s.

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání</b>	<b>průměrně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Práce je rozdělena do dvou základních částí, rešerše a praktické části. První část je rozložena do dvou bodů, kde je po studentovi požadováno popsání technologie „3D tisku“ s přihlédnutím k významu typu FFF (Fused Filament Fabrication) a také seznámení se s polymerními materiály pro tisk a metodikou měření termických a mechanických materiálů. Druhá část obsažená v bodech 3 a 4 je věnována experimentální části, kde má být proveden výběr vhodných materiálů pro tisk, výroba vzorků pro jednotlivé měřicí metody, realizace vlastních měření a vyhodnocení naměřených dat. Blíže nejsou testovací metody specifikovány.</p>	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</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>	
<p>Student obsahem své bakalářské práce splnil všechny body zadání. Přičemž prvních tři odíly jsou rešerší a popisují současné typy dostupných technologií v oblasti „3D tisku“, jedny z možných způsobů testování mechanických a termických vlastností materiálů určených pro „3D tisk“ a popis vlastností vybraných polymerů a jejich kompozitů. Čtvrtý díl pak popisuje praktickou část, která se zabývá metodikou měření, výrobou vzorků pro zkoušky a souhrnem naměřených dat.</p>	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>Teoretická část práce je dobře zpracována. Text je věcný, přehledný a vztahuje se k tématu. V některých ohledech je však příliš stručný a některé metodiky měření by zasloužily větší prostor. Je zde nevhodně zvolen příklad metodik popisujících tahovou zkoušku a zkoušku rázové houževnatosti. Teorie je popsána na technologii pro kovy. Práce se jimi však nezabývá. Praktická část je z obecného pohledu dobře pojata. Jsou zde však opomíjeny některé detaily při testování vzorků, např. teplotní a vlhkostní podmínky při měření tahových vlastností vzorků, či nezdůvodněná volba rychlosti přičníku (např. rychlost 50 mm/min se u tuhých polymerů používá až od meze kluzu, Yangův modul se získává u1 až 2 mm/min), podle čeho byly voleny teploty při tisku vzorků a jiné detaily, které by měly být zohledněny při měření a jiné.</p>	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>C - dobře</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>Úroveň práce z hlediska odbornosti je na relativně dobré úrovni. Avšak jsou zde drobnosti, kterých by se měl autor vyvarovat. Měl by precizněji popisovat prováděné úkony při experimentech, a také dodržovat zavedené a celé názvy technických parametrů (tažnost / relativní prodloužení, trhačka je slang, při tahu nedochází ke zlomení ale k přetržení a mnohé jiné ...). Student ve své práci při popisu vlastností vzorků užívá označení „vlastnost materiálu“. Zde je to zavádějící. Vzorek není homogenní a nejde tedy o vlastnost materiálu, ale o vlastnost výrobku zněj vyrobeného. Proto je patrně tak velký rozdíl mezi těmi, které byly naměřeny a těmi, které udává výrobce.</p>	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>C - dobře</b>
---	------------------

*Posudte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posudte typografickou a jazykovou stránku.*

Práce je rozdělena do šesti hlavních částí, počínaje úvodem a konče závěrem. Toto členění usnadňuje orientaci v rámci textu. Nebylo by však od věci rozdělit práci na část rešeršní a experimentální část. Práce je rovněž doplněna seznamy citované literatury, obrázků, tabulek. Svou úpravou a členěním práce po formální stránce splňuje veškeré požadavky, které jsou kladené na provedení bakalářské práce.

Z pohledu jazykové úrovně práce obsahuje menší množství chyb, jako jsou čárky ve větě a chybějící písmena, slovosled, či nevhodné skloňování podstatných jmen, ....

Příklad z oddílu 3.2.2:

*Teplotu je možné nastavit na nějakou hodnotu, na níž setrvá po dobu celého měření, nebo ji třeba měnit lineárně v čase.*

Student se snaží zvolit vhodnou formu technického vyjadřování, avšak ne vždy se mu daří dodržet literární formu technického popisu. Autor často ve větách používá prvky hovorové mluvy či slang.

### **Výběr zdrojů, korektnost citací**

### **A - výborně**

*Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posudte, 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.*

Student ve své práci uvedl 38 literárních zdrojů, ze kterých čerpal a aktivně je použil primárně v rešeršní části.

### **Další komentáře a hodnocení**

*Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

Výsledky, které student získal, velmi zajímavě popisují chování struktury, která je zhotovena vrstvením polymerů. Je velká škoda, že vzorky nebyly porovnány s totožnými ze základního homogenního materiálu. Dosažené výsledky jsou přehledně shrnuty a vzájemně mezi sebou porovnány. Zároveň by bylo dobré pro detailnější popis použít i další mechanické nebo elektrické zkoušky jako je např. rázová houževnatost nebo HDT, Vicat, popis řezu natištěnou strukturou, změna elektrických parametrů při působení tepla a vlhka, ...

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

Student si vybral poměrně aktuální téma, které však není svou podstatou zcela jednoduché. Neboť zde v principu nejde o testování samotného materiálu, ale výrobků z něj vytištěných pomocí 3D tisku. A zde je mnoho vstupních proměnných, které ovlivňují výslednou kvalitu. Tato práce je jen velmi malým základem zkoumání 3D technologie tisku z polymerů a doufám, že v ní bude autor práce ve větším měřítku i nadále pokračovat.

### **Otázka pro autora práce:**

- Při hodnocení výsledků měření se opíráte získaná data a přisuzujete jim vlastnost materiálu. Do jaké míry je brán v potaz strukturální charakter Vámi vyrobených vzorků metodou vrstvení základního materiálu?
- Proč byl pro zkoušky tahem vybrán tento typ (tvar) zkušební vzorku? (pro tento typ materiálu by se spíše hodil typ 1A, Vámi použitý se spíše používá pro elastické materiály)
- Byla vždy při tisku a poté při měření vzorků zachována stejná orientace, hustota, a další parametry nanášení jednotlivých vrstev materiálu?
- Proč jsou výsledné teploty skelného přechodu měřené metodami TMA a DMA rozdílné. A zároveň, jaká je možná příčina odlišného chování kompozitů PLA při DMA analýze na rozdíl od materiálu PETG, kde základní materiál a kompozity vykazují relativně shodné chování?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**.

Datum: 7.6.2021

Podpis: