POSUDEK OPONENTA ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	**Hodnocení opotřebení fréz pro osteosyntézu dlouhých kostí dolní končetiny**
Jméno autora:	**Bc. Kristýna Kubášová**
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky
Oponent práce:	Ing. Tomáš Suchý, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání **náročnější**

Cílem práce je návrh a ověření metodiky pro stanovení opotřebení fréz používaných při osteosyntéze dlouhých kostí pomocí nitrokostních hřebů. Diplomová práce vychází ze spolupráce s výrobcem hřebů a souvisejících instrumentárií. Navržená metodika by po ověření měla posloužit pro určení intervalu použitelnosti nástrojů a také k vývoji nových fréz s optimalizovanou geometrií a tvarem. Zadání práce je náročnější s ohledem na oblast použití řezných nástrojů, a s ní souvisejícím množstvím přímých i nepřímých faktorů, které jejich opotřebení mohou ovlivňovat a se kterými je nutné při návrhu metodiky počítat. Součástí zadání je literární rešerše na téma hřebování dlouhých kostí, opotřebení nitrodřeňových fréz a také návrh vhodných přípravků pro provedení experimentu.

Splnění zadání **splněno**

Předložená diplomová práce zadání splňuje. Mimo literární rešerše na zadané téma práce obsahuje návrh metodiky a vhodných přípravků pro její realizaci. Experimentální část je provedena na třech sadách fréz, výsledky jsou vhodně statisticky zpracovány a interpretovány.

Zvolený postup řešení **správný**

Autorka pro splnění zadání zvolila postup, který obnáší návrh přípravků pro uchycení vrtacího nástroje i obrobku, jeho optimalizaci na základě MKP analýzy, návrh řezných podmínek a posuvů, vlastní hodnocení opotřebení vrtáním. Pro hodnocení opotřebení fréz v simulovaných podmínkách autorka zvolila parametry procesu na základě literatury. Pro simulaci vrtaného materiálu, tedy kostní tkáně, autorka zvolila bukové dřevo. Tento výběr by ale bylo vhodné lépe vysvětlit, například jako výběr materiálu pouze pro ověření metodiky. Práce totiž neobsahuje srovnání materiálových charakteristik těchto materiálů (str. 48 „zvolili jsme bukové dřevo, které mechanickými vlastnostmi připomíná kortikální kost“), zejména tvrdosti a houževnatosti, chybí také údaje o vlhkosti dřeva nebo směru vrtání (ve směru nebo napříč vláken). Není tedy jasné, nakolik zvolený materiál simuluje reálné podmínky vrtání. Vzhledem k tomu, že použité dřevo (podobně jako kostní tkáň) má slabou tepelnou vodivost, měla by metodika počítat i s definovaným způsobem chlazení. Pokud by byl experiment zaměřený na simulaci reálných podmínek, bylo by vhodné výše zmíněné nedostatky zohlednit a také podpořit výběr materiálu zařazením srovnávacího experimentu. Části věnované statistickému zpracování výsledků by se dal vytknout ne zcela exaktní popis tvorby jednotlivých souborů dat a zbytečné použití parametrického t-testu na data, která nepochází z normálního rozdělení (uvedeno jako příklad na Obr. 59, str. 56).

Odborná úroveň **A - výborně**

Práce je na vysoké odborné úrovni, autorka prokázala, že dokáže využít znalostí získaných studiem a z odborné literatury, ať už při návrhu metodiky experimentu nebo způsobu jeho vyhodnocení, nebo při konstrukčním návrhu a optimalizaci přípravků potřebných k realizaci experimentu.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce **B - velmi dobře**

Diplomová práce má 70 stran členěných do osmi kapitol, dále obsahuje seznam použitých symbolů a zkratek, obrázků a tabulek. Příloha práce obsahuje výrobní výkresy přípravků. Práce je vhodně členěná, z formálního i obsahového hlediska ji chybí část věnovaná diskusi výsledků. Jazyková úroveň práce je velmi dobrá, jen někde by si zasloužila lepší formulace (např. kost při výkonu své funkce musí odolat složitému vzoru uložených sil; kosti jsou silnější v tlaku; oprava zlomenin; architektonika kosti; vhodnější použití termínu mezikvartilové rozpětí místo kvartilové rozpětí - IQR: Interquartile Range apod.) Celkově je práce přehledná a na velmi dobré úrovni.

ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

POSUDEK OPONENTA ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Výběr zdrojů, korektnost citací	**B - velmi dobře**
Autorka se v práci odkazuje celkem na 34 zdrojů, převážně odborných článků a knih zabývajících se převážně problematikou hřebování, stavbou a vlastnostmi kosti. Obsahuje také odkazy na katalogy výrobce hřebů, statistické texty. Pouze jen několik málo odkazů se týká přímo problematiky použití a opotřebení nástrojů při vrtání kostí. Právě na jejich základě by autorka mohla rozšířit diskusi dosažených výsledků. Citace jsou uvedeny správně, všechny převzaté údaje a ilustrace jsou řádně odlišeny. Použitá literatura ale není správně řazena, tedy postupně v pořadí, v jakém je v textu citována poprvé.	

Další komentáře a hodnocení
Autorka prokázala, že navržená metodika je vhodná ke stanovení simulovaného opotřebení a že jí lze kvantifikovat jeho míru. Tu také prokázala jako statisticky významnou. V práci ale chybí diskuse těchto výsledků. Vhodné by bylo diskutovat, jaký věcný význam kvantifikované změny mají. Například 23% průměrné zvýšení přítlačné síly po opotřebení (Tab. 7, str. 59) představuje přibližné navýšení o maximálně 9 N. Jak zásadní je toto navýšení pro operatéry? Užitečné by bylo také stanovení, do jaké míry se opotřebení projeví ve zvýšení teploty, která je rizikovým faktorem těchto zákroků. Nebo jak by se takto získané údaje daly použít pro posouzení životnosti fréz.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Autorka věnovala práci značné úsilí i čas, vhodně navrhla a provedla experiment, navrhla a optimalizovala přípravky potřebné pro experiment, jeho výsledky statisticky hodnotila a interpretovala. Práci lze vytknout chybějící diskuse výsledků a snaha o jejich zobecnění - diskuse věcného významu kvantifikovaných změn. Práce splňuje úroveň a nároky na diplomovou magisterskou práci, v níž má diplomantka prokázat, že umí aplikovat poznatky získané vysokoškolským studiem, zejména v přístupu k experimentální práci a jejímu hodnocení.

Otázky k obhajobě

- V závěru práce zmiňujete možnost aplikovat Vámi navrženou metodiku při posouzení životnosti vrtacích fréz používaných při hřebování. Popište, prosím, podle jakých kritérií byste životnost hodnotila?
- Vysvětlete, prosím, jaké další předpoklady by bylo potřeba ověřit pro hodnověrné použití Mann-Whitneyho testu (str. 57).

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře.**

Datum: 26.8.2019 Podpis: