

OPONENTNÍ POSUDEK BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení studenta: Filip Svatý
Název práce: Návrh konstrukce open-source CNC frézky
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Andrii Shynkarenko, Ph.D.
Oponent: Ing. Vojtěch Dittrich

1. Hodnocení bakalářské práce

Hodnocení	výborně	výborně minus	velmi dobře	velmi dobře minus	dobře	neprospěl
Splnění cíle a zadání práce		x				
Kvalita provedené rešerše			x			
Metodika řešení práce			x			
Odborná úroveň práce			x			
Přínos práce a potenciální aplikovatelnost výsledků		x				
Formální a grafická úroveň práce			x			
Osobní přístup studenta	x					

Hodnocení vyznačte x v příslušném poličku.

Výsledné hodnocení oponenta práce je dáno celkovým subjektivním hodnocením.

Klasifikace práce v bodě 5 je uvedena slovně, ne číselně ani písmenem

2. Připomínky a komentáře k bakalářské práci

Vlastní práce má 61 stran a je rozdělena do 5 samostatných kapitol, Úvod, Teoretická část, Experimentální část, Diskuze a plány do budoucna, Závěr. Autor rovněž předložil výkresovou dokumentaci svého návrhu, 3D modely a technický list zařízení. Hlavním cílem předložené bakalářské práce je návrh konstrukce CNC frézky s důrazem na open-source a na pořizovací cenu, to vše za účelem zvýšení dostupnosti tohoto zařízení.

V úvodu autor popisuje motivaci a kroky ke splnění vytyčených cílů své práce, resp. projektu open-source CNC frézky a zdůrazňuje důležitost porozumění jednotlivým mechanickým prvkům, ale i správnou volbu SW a maximální využití katalogových prvků.

Po úvodu následuje teoretická část. Autor na základě použité literatury vysvětluje, co jsou CNC frézky, jako takové a co jsou open-source CNC frézky. Dále se věnuje průmyslovým a neprůmyslovým CNC frézám, udává konkrétní příklady včetně technických parametrů. Popisuje výhody a nevýhody stávajících dostupných řešení neprůmyslových CNC frézek. V obou podkapitolách věnovaným průmyslovým a neprůmyslovým CNC frézám jsou zohledněny i pořizovací náklady. Na konci těchto podkapitol, by pro přehlednost mohlo být uvedeno porovnání výhod/nevýhod a také cen výše uvedených zařízení. Autor však takový přehled neuvádí.



Dále se autor zabývá základními mechanickými prvky. Konkrétně popisuje různé druhy rámu, včetně jejich výroby. Porovnává jednotlivé druhy rámu vůči sobě, vyzdvihuje jejich přednosti a nedostatky. Zmiňuje tuhost daných řešení, která je pro rám frézky stěžejní vlastností. Dalšími prvky jsou lineární pohybové systémy a jejich součásti. Systémy pro přenos točivého momentu, kde autor zmiňuje i cenově nejdostupnější z možností. Pro motory a vřetena autor uvádí opět konkrétní komerční příklady včetně technických parametrů.

V experimentální části autor popisuje její cíle a dílčí kroky k jejich dosažení. Konkrétně řešení rámu, návrh posuvu os a dimenzování výkonu motorů. Autor klade apel na vyrobitelnost pomocí základního dílenského vybavení a 3D tisku. Neopomíná ani volbu řídicího SW.

Jako první řeší autor konstrukci rámu, definuje požadavky na velikost pracovního prostoru. Popisuje a vysvětluje volbu hliníkových profilů a jejich spojení s ohledem na maximální kolmost, pevnost. Zmíněna je také variabilita. V prvním návrhu jsou identifikovány nejnamáhanější profily, jejichž zatížení je následně simulováno. Zjištěný průhyb těchto profilů je následně minimalizován přidáním vzpěr. Autor zdůrazňuje nutnost volby hliníkových zpevňovacích prvků z důvodu nedostatečného mechanických vlastností dílů zhotovených 3D tiskem. Podkapitola věnující se návrhu rámu je zakončena přehledným souhrnem postupu.

Další část experimentu se zabývá návrhem konstrukce portálu, pro niž byly rovněž zvoleny hliníkové profily, tentokrát však doplněné tištěnou vzpěrou. Tato vzpěra byla simulována za účelem zjištění největší deformace při zatížení. Simulace byla provedena pro 100% výplň, což nedopovídá realizovanému 3D tisku a vnáší no výsledku nepřesnost. Autor to sám podotýká, nevysvětluje však, proč tak učinil. Dále autor uvádí návodný popis vlastního 3D tisku. Následovaný simulací vzniklé sestavy a navrhuje možnosti navýšení tuhosti.

Další podkapitola experimentální části je věnována konstrukci portálu pro posuv v ose Z, autor opět popisuje volbu komponent, simulaci zatížení a následnou optimalizaci. Tato sestava obsahuje prvky nezbytné pro vlastní funkčnost frézky. Požadovanou vyměnitelnost nástrojové hlavy autor zajišťuje použitím pomocí 6 šroubů.

Lineární vedení v osách X, Y, Z volí autor od značky HIWIN a uvádí návrh parametrů a výpočty zatížení statického i dynamického. Rovněž navrhuje převod rotačního převodu na přímočarý. Pro vysokou přesnosti a snížení zátěže motoru zvolil kuličkové šrouby. Zde autor uvádí výpočty axiálních sil, kontrolu kritických otáček, tuhosti. Dále životnost a hnací moment.

Následuje návrh motorů a vřetena. Dle vypočteného kroutícího momentu, maximální rychlosti a počtu kroků pro posun o 1 mm volí autor motor z katalogu značky HIWIN. Vřeteno je pak navrženo s přihlédnutím k poznatkům získaným v teoretické části. Konkrétně byla zvolena kombinovaná frézka od značky Makita. Volba je podložena výpočty maximální řezné síly.

V kapitole věnované řízení stroje autor uvádí obecné informace a typy řídicích počítačů. Což náleží spíše do části teoretické. Dále popisuje vlastní volbu HW a SW.

Jedná se o první návrh, který je potřeba dále optimalizovat z hlediska hmotnosti a ceny. Lze však říci, že má potenciál pro praktické využití. Autor si osvojil postupy nezbytné k řešení návrhů konstrukcí toto typu, prací se simulačním SW, 3D tiskem a zužitkoval znalosti z předmětů části strojů a pružnost pevnost.

Předložená bakalářská práce je součástí projektu na GitHub.com, celý projekt je tak volně dostupný k širšímu využití.



3. Otázky k bakalářské práci

- 1) Proč nebyla simulace zatížení vzpěry portálu simulována s reálným procentem výplně?
- 2) Jaký další materiál by byl vhodný pro díly zhotovené 3D tiskem?

4. Vyjádření oponenta, zda bakalářská práce splňuje požadavky na udělení akademického titulu a zda je doporučena k obhajobě

Zadaný cíl bakalářské práce byl splněn.

Předložená bakalářská práce splňuje požadavky na udělení akademického titulu bakalář.

Doporučuji předloženou bakalářskou práci k obhajobě.

5. Klasifikace oponenta bakalářské práce

Předloženou bakalářskou práci hodnotím klasifikačním stupněm **VÝBORNĚ MÍNUS**

V Liberci, dne 31.05.2022

podpis oponenta bakalářské práce

