



## OPONENTSKÝ POSUDEK BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>NÁVRH POHONU ELEVÁTORU SILÁŽNÍ VĚŽE</b>
<b>Autor práce:</b>	<b>Ladislav ZÁMEČNÍK</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta strojní (FS)
<b>Katedra/ústav:</b>	Ústav konstruování a částí strojů
<b>Oponent práce:</b>	<b>Ing. Jakub CHMELÁŘ</b>
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav konstruování a částí strojů

### II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
Závěrečná práce se věnuje tématu návrhu pohonu korečkového elevátoru silážní věže. Skládá se ze dvou hlavních částí: rešerše korečkových dopravníků a návrhu pohonu zadaného silážního elevátoru. Zadání tématu práce hodnotím jako průměrně náročné, k jeho úspěšnému vypracování však bylo nutné samostatné studium problematiky návrhových výpočtů korečkového dopravníku, která je nad rámec základního bakalářského studia.	

Splnění zadání	splněno
Předložená práce splňuje zadání. Obsahuje rešerši zaměřenou na konstrukční skupiny korečkových dopravníků, koncepční návrh převodovky pohonu elevátoru obsahující návrhové i kontrolní výpočty, koncepční 3D model navržené převodovky a výkres sestavení převodovky včetně kusovníku.	

Zvolený postup řešení	správný
Během řešení student postupoval systematicky, využíval při tom s výhodou odborné literatury. Základní dimenzování student prováděl pomocí návrhových vztahů a v literatuře dostupných dovolených hodnotách namáhání komponent. Student využíval standardizovaných parametrů (např. osové vzdálenosti, převodové poměry, modul ozubení). Návrh ozubení student prováděl analyticky dle vztahů v odborné literatuře, kontrolu ozubení pomocí výpočtového software dle částí normy ISO 6336. Návrh ložisek a kontrolu hřídel student správně založil na analýze zatížení jednotlivých částí. Specifický výpočet ložisek student provedl na základě metodiky společnosti SKF. Hřídele byly kontrolovány na statickou bezpečnost, v kritických průřezích na dynamickou bezpečnost. Průhyb a natočení hřídeli provedeno v CAD Inventor. Kontrolovány byly také spojení ozubených kol s hřídeli pomocí těsných per.	

Odborná úroveň – Rozbor práce	A - výborně
Po odborné stránce práce řeší úlohu návrhu částí pohonu strojního zařízení. Celkově je práce na vysoké úrovni. Student konfrontuje vlastní výpočet s výsledky získanými výpočtovými software např. str. 25, 45 a 48, což hodnotím velmi kladně. Základem úspěšného návrhu bylo stanovení provozních parametrů silážního elevátoru. V úvodí části však byla objevena chyba ve výpočtu: rovnice (3) na str. 9: zadána je kapacita korečku $c$ [l] a průměrná hustota zemin $\rho$ [kg/l]. Student na základě těchto dvou parametrů počítá (znovu) parametr <i>objem korečku</i> . Analýzou jednotek lze však dojít k závěru, že výsledná veličina není [l] ale [l <sup>2</sup> /kg]. Výsledek výpočtu pak ovlivňuje stanovení kapacity dopravníku rov. (4), který v práci slouží jako informativní hodnota a není dále použita. V tomto vztahu (4) je také nesprávně zapsán koeficient převodu jednotek [l] $\rightarrow$ [m <sup>3</sup> ]. Jedná se však zřejmě o překlep, výsledek je konzistentní s hodnotami ve výpočtu. Pro výpočet hmotnosti naplněného korečku rovnice (7), str. 10 student použil hodnotu kapacity (objemu) korečku ze zadání – $c$ [l]. Právě hmotnost je dále použita pro výpočet výkonu motoru, proto zmíněná chyba nemá vliv na stanovení požadovaného výkonu pro pohon zařízení, pouze kapacita dopravníku je uvedena vyšší, než pro kterou je dopravník dimenzován. Ve výpočtu výkonu student zahrnul účinnost zubové spojky rov. (12), str. 11, která však plní pouze kinematickou vazbu a výkon přenáší téměř bez ztrát (v porovnání s ložisky nebo ozubenými koly). Není tedy nutné její účinnost uvažovat. V práci mi chybí jasně uvedeno jakých mechanických vlastností je nutné při tepelném zpracování (nitridace str. 17 a povrchové kalení str. (21)) ozubených kol dosáhnout – např. tvrdost, mez pevnosti. Chybí také uvedení tepelného zpracování samotných hřídelí pro uvedené hodnoty na str. 37. Při výpočtu kuželíkových ložisek chybí uvedení předpokladu, za kterých vztahy pro přídavné	

axiální namáhání ložisek např. (95) a (96) platí. Konstrukční návrh převodovky je v pořádku. Převodovku lze sestavit. Pouze doporučuji vymezení vůle ložisek výstupního hřídele provést jako nezávislé na nasazeném výstupním řetězovém kole. Jeho případná výměna by mohla vyústit ve změnu nastavení vymezení – vyšší předpětí ložisek a tím i snížení jejich životnosti.

**Formální a jazyková úroveň, rozsah práce****B – Velmi dobře**

Práce je strukturována systematicky. Po grafické a formální stránce je na vysoké úrovni. Bez zbytečných gramatických chyb. Kromě rešeršní části, je většina kapitol koncipována jako komentovaný výpočet. Formálně v práci chybí seznam jednotek. Dále pak v úvodní části výpočtu postrádám schematický obrázek elevátoru s kótami, které by lépe umožňovali čtenáři orientaci v zadaných parametrech. V části věnované kontrole bezpečnosti hřídelí 4.2, kde byla kontrola uváděna pouze pro hřídel III by bylo vhodné umístit tabulku s výsledky pro ostatní hřídele. Hodnocení sníženo kvůli absenci seznamu jednotek, které je nedílnou součástí akademické práce.

**Výběr zdrojů, korektnost citací****A - výborně**

Student využíval odborné literatury v podobě vysokoškolských skript, odborných knih či online dostupných zdrojů. Citace a odkazované hodnoty jsou v textu řádně odlišeny.

**Další komentáře a hodnocení****III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE**

*Bakalářská práce řeší úlohu koncepčního návrhu převodovky pohonu silážního elevátoru. Výpočty jsou provedeny systematicky, přehledně. Ze zadaných parametrů elevátoru vypočten požadovaný výkon motoru a provedeno základní dimenzování převodovky. V části výpočtu elevátoru byla nalezena chyba ve výpočtu přepravní kapacity, která však nemá vliv na výpočet výkonu ani další výsledky v práci. Velmi kladně hodnotím využití návrhových vztahů a normalizovaných hodnot parametrů, což umožnilo efektivní návrh převodovky. Návrh ozubení student provedl dle vztahů v literatuře, kontrolu pak pomocí software s implementací normy ISO 6336. Hřídele kontrolovány na statickou i dynamickou bezpečnost. Výpočty kuželíkových ložisek založeny na předpokladu nulového předpětí, kdy tento předpoklad není v práci uveden a v praxi může mít jeho nedodržení negativní vliv na jejich životnost. Konstrukce převodovky, kromě poznámky k provedení vymezení vůle ložisek výstupního hřídele, je v pořádku. Součástí práce je 3D model a výkres sestavení včetně kusovníku. Práce jako celek je na vysoké úrovni, bez zbytečných gramatických překlepů nebo chyb. V úvodní části chybí seznam jednotek. Kromě rešeršní části, tvořena především komentovanými výpočty doplněnými o schematické obrázky. Student v práci prokázal schopnost řešení technického problému aplikací odborných znalostí z bakalářského studia a samostatným doplněním informací, které přesahují tento rámec. Poznámky uvedené výše nijak nesnižují celkové hodnocení kvalitní bakalářské práce.*

**Otázky k obhajobě:**

1. Pro ozubená kola uveďte mechanické vlastnosti materiálu po tepelném zpracování (tvrdost povrchu/jádra nebo Rm). Pro hřídele uveďte tepelné zpracování aby byly dosaženy hodnoty použité ve výpočtu.
2. Jakým způsobem bude prováděna u navržené převodovky kontrola správného nastavení (vymezení vůle) kuželíkových ložisek? Jaký vliv má předpětí, popř. jeho změna na životnost ložisek?
3. Proč jsou použity jiné hodnoty dovoleného namáhání ve smyku pro hřídele I – III?

**Předloženou bakalářskou práci doporučuji k obhajobě.**

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - Výborně.**

V Praze, dne **24.8.2017**.....  
Ing. Jakub Chmelař  
oponent práce