

# Konstrukční návrh zařízení pro výtah a překlápění palet

Jaroslav Jíra

---

Bakalářská práce  
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická  
Ústav výrobního inženýrství

Akademický rok: 2022/2023

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Jaroslav Jíra
Osobní číslo:	T20187
Studijní program:	B3909 Procesní inženýrství
Studijní obor:	Technologická zařízení
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Konstrukční návrh zařízení pro výtah a překlápění palet

## Zásady pro vypracování

1. Vypracování literární rešerše na dané téma.
2. Konstrukční návrh zařízení pro výtah a překlápění palet u galvanické linky.
3. Volba vhodných konstrukčních prvků daného návrhu (dimenzování jednotlivých prvků, návrh pohonu a snímačů polohy).
4. Zhodnocení navrženého řešení.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

ELSHENNAWY, Ahmad K. a Gamal S. WEHEBA. *Manufacturing processes & materials*. Fifth edition. Dearbon: SME, [2015], xv, 766 s. ISBN 0872638715.

MAŇAS, Miroslav, Michal STANĚK a David MAŇAS. *Výrobní stroje a zařízení I*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007, 264 s. ISBN 9788073185961.

VOLEK, František. *Základy konstruování a části strojů I*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009, 167 s. ISBN 9788073186548.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Martin Bednařík, Ph.D.**  
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **2. ledna 2023**

Termín odevzdání bakalářské práce: **19. května 2023**

**prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D. v.r.**  
děkan

L.S.

**Ing. Martin Bednařík, Ph.D. v.r.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 7. února 2023

## **PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### **Prohlašuji,**

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Hlavní náplní této bakalářské práce bylo navrhnout zařízení pro výtah a překlápění palet, které bude sloužit a přispívat k plynulosti výroby a možnosti zdvihu těžkých břemen u linky na galvanické pokovování.

V teoretické části jsou shrnuty poznatky o jednotlivých typech výtahů, jejich pohonech, pohyblivých elementech a ostatních prvcích automatizace.

V praktické části je proveden samotný návrh zdvihacího zařízení. Práce je doložena nejdůležitějšími výpočty, které byly nutné pro volbu jednotlivých prvků. Na závěr práce je provedeno ekonomické zhodnocení realizovaného návrhu a jeho porovnání s komerčně dostupnými stroji na trhu podobné koncepce.

Klíčová slova: zdvihací zařízení, řetězový převod, motor, řetězová kola, snímače polohy

## **ABSTRACT**

The main focus of this bachelor thesis was to design a pallet lift and tipping device that will serve and contribute to the smoothness of production and the possibility of lifting heavy loads in the electroplating line.

The theoretical part summarizes the knowledge about the different types of lifts, their drives, moving elements and other elements of automation.

In the practical part, the actual design of the lifting equipment is carried out. The work is supported by the most important calculations that were necessary for the selection of individual elements. At the end of the work, an economic evaluation of the implemented design and its comparison with commercially available machines on the market of similar concept is made.

Keywords: lifting device, chain transmission, motor, sprockets, position sensors

Rád bych poděkoval tímto způsobem vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Martinu Bednaříkovi, PhD. Za odborné rady, konzultace a příjemnou spolupráci při vypracování práce. Dále bych chtěl poděkovat kolegům, panu Ing. Karlu Lebedovi a panu Jaroslavu Mrkvičkovi z firmy ESA Plating s.r.o. za praktické rady. A na závěr chci poděkovat svojí rodině a kamarádům za trpělivost a vstřícnost při studiu.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné

# OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>10</b>
<b>1 ZAŘÍZENÍ PRO VÝTAH A PŘEKLÁPĚNÍ PALET.....</b>	<b>11</b>
1.1 ZÁKLADNÍ POPIS.....	11
1.2 ROZDĚLENÍ VÝTAHŮ .....	12
1.2.1 Podle použití.....	12
1.2.2 Podle typu pohonů.....	13
1.3 HLAVNÍ ČÁSTI VÝTAHU .....	15
<b>2 ELEKTROMOTORY.....</b>	<b>17</b>
2.1 POPIS ZAŘÍZENÍ .....	17
2.2 DRUHY MOTORŮ.....	18
2.2.1 Střídavý motor.....	18
2.2.2 Stejnoseměrný motor .....	19
2.2.3 Servomotory .....	20
2.3 POUŽITÍ ELEKTROMOTORŮ .....	20
<b>3 ŘETĚZOVÉ PŘEVODY .....</b>	<b>21</b>
3.1 POPIS ŘETĚZŮ .....	21
3.2 ROZDĚLENÍ ŘETĚZŮ.....	22
3.2.1 Článekový .....	22
3.2.2 Ewartův řetěz .....	22
3.2.3 Gallův řetěz .....	23
3.2.4 Válečkový řetěz.....	23
3.2.5 Pouzdrový řetěz.....	24
3.2.6 Zubový řetěz.....	24
3.2.7 Lamelový řetěz.....	25
3.3 ŘETĚZOVÁ KOLA .....	25
3.3.1 Rozdíl mezi ozubeným kolem a řetězovým kolem .....	26
<b>4 SNÍMAČE POLOHY.....</b>	<b>27</b>
4.1 POPIS ZAŘÍZENÍ .....	27
4.2 DRUHY SNÍMAČŮ POLOHY .....	28
4.2.1 Indukční snímač polohy .....	28
4.2.2 Ultrazvukový snímač polohy .....	28
4.2.3 Magnetické snímače polohy.....	29
4.2.4 Kapacitní snímače polohy .....	29
4.2.5 Optoelektrické snímače polohy .....	29
4.3 POUŽITÍ SNÍMAČŮ.....	30
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>31</b>

<b>5</b>	<b>CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE .....</b>	<b>32</b>
5.1	KONCEPČNÍ NÁVRH .....	32
<b>6</b>	<b>NÁVRH RÁMU STROJE .....</b>	<b>33</b>
6.1	VOLBA OCELOVÝCH PROFILŮ .....	33
6.2	ROZMĚRY RÁMU.....	34
6.3	KONSTRUKCE TRASY .....	35
<b>7</b>	<b>NÁVRH ELEKTROMOTORU .....</b>	<b>36</b>
7.1	UMÍSTĚNÍ MOTORU.....	37
7.2	VOLBA SPOJKY .....	38
<b>8</b>	<b>ŘETĚZOVÝ PŘEVOD.....</b>	<b>40</b>
8.1	ULOŽENÍ ŘETĚZOVÝCH KOL .....	42
8.2	VOLBA LOŽISEK .....	44
8.3	UPEVŇOVACÍ ZAŘÍZENÍ K ŘETĚZU .....	44
<b>9</b>	<b>NÁVRH NÁKLADNÍHO PROSTORU .....</b>	<b>46</b>
9.1	VNITŘNÍ VYBAVENÍ NÁKLADNÍHO PROSTORU.....	47
9.2	UNÁŠENÍ NÁKLADNÍHO PROSTORU .....	48
9.3	POUŽITÍ SNÍMAČŮ POLOHY .....	49
<b>10</b>	<b>ZHODNOCENÍ PROVEDENÉHO NÁVRHU .....</b>	<b>51</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>53</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>56</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>59</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>62</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>64</b>



## ÚVOD

Významem dnešní doby je si práci co nejvíce usnadnit a dostat do všech druhů strojů co nejvíce automatizace. Je to zajímavý pokrok dnešní doby, kdy se snažíme člověka, co nejvíce oprostít od nutnosti těžké a namáhavé práce. Lidé si bohužel neuvědomují, že za tím stojí velká dávka přemýšlení, diskuse a různých výpočtů. V dřívějších dobách se používal podobný princip fungování, ale bez přítomnosti motoru a jiných prostředků, které člověka zbavují práce. To stejné platí i v průmyslu, kde už dávno neplatí, že člověk bude vyvíjet velké množství energie pro zvedání břemen. Existují stroje, které tohle zvládají za nás. Pokrok je dokonce tak daleko, že u stroje přímo nemusíme být a on se sám zapne, vykoná činnost a i vypne. V některých případech se i sám naplní.

Toto byl krátký úvod k tomuto tématu bakalářské práce: Konstrukční návrh pro výtah a překlápění palet, který právě usnadňuje tu těžkou lidskou práci. Tato zařízení jsou užitečné věci, které přispívají pro plynulejší chod výroby.

Důvod konstruování tohoto stroje tkví v tom, že pro firmu, s kterou jsem spolupracoval nebylo dostatečně výhodné kupovat stroj od dodavatele. Měli cenu velmi přemrštěnou a záměr byl si navrhnout vlastní koncept, který bude ve všech výrobních zvyklostech firmy.

Důležité je také v krátkosti představit již zmíněnou firmu. ESA Plating s.r.o., sídlící na Vysočině v krásném městě Světlá nad Sázavou. Zabývající se výrobou automatických linek na galvanické pokovování. Jejich priorita je v leteckém průmyslu, ale dodávají galvanické linky pro různé odvětví strojírenské výroby.

Úkolem bylo navrhnout zařízení, které umožní manipulaci se zbožím na vstupu do galvanické bubnové linky. Při provozu zařízení dojde k vystoupení palety se zbožím do potřebné výšky a následně k jeho překlopení do další části úseku linky. Nejčastěji se tam nachází podavač s různým způsobem fungování. Pro tento stroj je důležité, aby byl určitým způsobem automatizován. Z důvodu nebezpečného prostředí okolo galvanické linky, kde se mohou objevovat výpary z chemických roztoků, tak je důležité, aby stroj byl dostatečně automatizovaný a jeho obsluha byla minimální.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 ZAŘÍZENÍ PRO VÝTAH A PŘEKLÁPĚNÍ PALET

V dřívějších dobách byla manipulace s materiálem daleko složitější a náročnější než v současnosti. Musela se vyvinout velká fyzická námaha, aby se zboží dostalo z bodu A do bodu B. Postupem času se způsob dopravy mechanizoval a modernizoval.

## 1.1 Základní popis

Výtah pracuje nejčastěji ve vertikálním směru. Slouží především pro dopravu maloobjemového, nebo velkoobjemového zboží (Obr.1). Obsluha naloží do nákladového prostoru zboží a výtah vyveze náklad do vyšších pater budovy, nebo pouze do určité výšky, která je požadována.



Obrázek 1. Jednoduchý stavební výtah. [30]

Výtah se také používá pro přepravu osob v patrových domech, či v nákupních centrech. Princip osobního výtahu tkví v tom, že osoba vstoupí do prostoru výtahu a vybere si poschodí, které chce navštívit. Výtah ji doveze na požadované místo. [1]

Základním parametrem pro volbu nákladního výtahu je to, jak velké a těžké zboží bude přepravováno. Na trhu existují výtahy, které mají nosnost 100 kg až 500 kg, které označujeme jako malé nákladní výtahy. Používají se především v jídelních podnicích, nebo v jiných firmách, kde se nemanipuluje s těžkými břemeny. Výhoda tohoto typu výtahu je jeho jednoduchost. Mezi další výhodou patří nízká cena. Při poruše zařízení je jeho následná oprava snadná a rychlá. [1,2]

Pro těžké náklady se používají výtahy, které mají nosnost až 15 000 kg, tyto výtahy se nazývají velké nákladní výtahy. Pro tato zařízení platí daleko přísnější bezpečnostní opatření než u malých nákladních výtahů. Přísnější bezpečnostní požadavky jsou z toho důvodu, že

se často nacházejí v prašných podmínkách a také proto, že společně s nákladem mohou cestovat i osoby. [3]

## 1.2 Rozdělení výtahů

Pro ideální volbu výtahu je důležité si uvědomit, k čemu bude zařízení sloužit a jaká nosnost po něm bude požadována. Výtahy je možné dělit podle několika faktorů. První je podle jeho použití, kde se řeší, za jakým účelem bude výtah použit. Další rozdělení je podle typu pohonů, kde je opět důležitým faktorem nosnost, kterou má výtah dosáhnout. Toto rozdělení se používá pro správnou aplikaci daného zařízení.

### 1.2.1 Podle použití

Podle použití je možné výtahy rozdělit do následujících skupin:

- Osobní výtah – nejčastější typ výtahu, používán pro přepravu osob v nákupních centrech nebo výškových budovách.
- Nákladní výtah – používán pro přepravu těžkého a velkého zboží. Obvykle má větší nosnost, a to až do 5000 kg
- Lodní výtah – využívá se v přístavech pro manipulaci s loděmi nebo lodními kontejnery.
- Stavební výtah – nejjednodušší typ výtahu. Používán pro přepravu materiálu do vyšších pater stavebních objektů.
- Důlní výtah – využíván v důlních prostředí pro přepravu osob, ale může být použit i pro přepravu zboží či materiálů. [4]

Na výtahové zařízení se vztahuje i norma ČSN ISO 4190-1:2005, která výtahy rozděluje do následující tříd:

- Třída I – Výtahy určené pro dopravu osob.
- Třída II – Výtahy určené především pro dopravu osob, ale může se v nich dopravovat i náklad.
- Třída III – Výtahy určené pro zdravotnické účely, včetně nemocnic a pečovatelských domovů.
- Třída IV – Výtahy určené především pro dopravu nákladů, které jsou obvykle doprovázeny osobami.

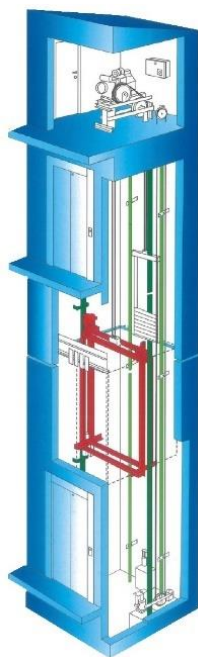
- Třída V – Malé nákladní výtahy.
- Třída VI – Výtahy zvlášť určené pro budovy s intenzivním provozem (např. s rychlostí 2,5 m/s a více).

### 1.2.2 Podle typu pohonů

Rozdělní podle typů pohonů je dáno pracovní látkou, na které motor pracuje. Nejrozšířenější jsou spalovací motory a hydromotory, kde je pracovní látkou tekutina (olej, voda). Dalším typem je elektromotor, který si bere energii ze sítě a dokáže energii přeměnit na otáčivý smysl.

#### Trakční výtahy

Trakční výtah (Obr. 2) je tzv. lanový výtah, kde je hlavním pohonem motor. Výtah je zavěšený na laně nebo soustavě lan přes kladku nebo soustavu kladek. Tyto výtahy se dají najít ve starých panelových domech, kde byl problém s umístěním strojovny. Při výběru strojovny máme více možností umístění. Strojovna může být umístěna nad šachtou, pod šachtou nebo vedle šachty. Kromě těchto možností, mohou být trakční výtahy konstrukčně řešeny i bez strojovny (bezpřevodový stroj). [5]

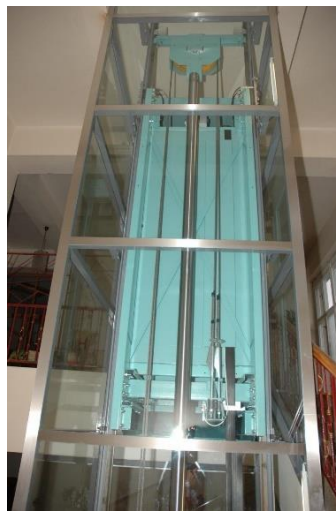


Obrázek 2. Trakční výtah. [5]

Tento typ výtahu má největší výhodu ve své jednoduchosti a nízké ceně provedení. Není náročný na prostor a zdá se být zcela bezúdržbový. [1,5]

### Hydraulické výtahy

Hydraulický výtah (Obr. 3) využívá pro zvedání hydraulický píst, do kterého je přiváděna hydraulická kapalina pomocí čerpadla (agregátu). Výška zdvihu dosahuje až 26 metrů. Tyto výtahy se používají jak v obytných domech, tak i ve veřejných zařízeních, jako je obchodní centrum nebo vzdělávací zařízení. Umísťují se do zděných šachet, což je nejpoužívanější možnost umístění. Další možností je umístění do ocelových konstrukcí. Mezi hlavní výhody tohoto řešení patří nenáročnost na umístění strojovny, která může být umístěna do šachty i mimo ni. [6]



Obrázek 3. Hydraulický výtah. [31]

### Řetězové výtahy

Řetězový výtah je konstrukčně podobně řešený jako trakční výtah. Liší se druhem nosného orgánu, který je v tomto případě řetěz. Výhodou tohoto zařízení je nízká pořizovací cena. Nevýhodou je vysoký hluk, který se snaží tlumit nízká rychlost. [1]

### Bubnové výtahy

Navíjecí bubnový výtah má hnací stroj s redukční převodovkou, který je obvykle umístěn v horní části výtahové šachty. Na velký buben se navíjejí dvě ocelová lana. Kladky, motor a řídicí systém jsou obvykle umístěny ve strojovně v horní části šachty. Vůz a protizávaží jezdí po vodicích kolejničkách po stranách šachty, které zabraňují jejich kývání a v případě nouze vůz zastaví.[27]

Pro instalaci navijecího bubnového výtahu může být nutné provést výkopové práce. Zatímco navijecí bubnový výtah je obecně levnější než hydraulický model, lana je třeba vyměnit každé tři až pět let. Navijecí bubnové výtahy jsou hlučnější než jiné typy výtahů a nejsou tak plynulé, ale jsou univerzálnější a účinnější než hydraulické výtahy a obecně mají více bezpečnostních prvků.

### 1.3 Hlavní části výtahu

Mezi hlavní části výtahu patří především kabina, unášecí zařízení, vodící dráha a strojovna

#### **Kabina**

Kabina (Obr. 4) je hlavní část výtahu, která je určena pro uzavřenou přepravu osob nebo zboží. Objevují se v různém provedení. Základní rozdíl v provedení je v rozměru, který je v každém provedení jiný. Kabina je vybavena i moderním vybavením uvnitř prostoru, což platí především u osobních výtahů. Vybavení u průmyslových výtahů je naprosto jednoduché a prosté.



Obrázek 4. Kabina osobního výtahu. [32]

#### **Unášecí zařízení**

Unášecí zařízení se mohou lišit u jednotlivých typů výtahů. Nejčastěji se používají lana nebo řetězy. Jedná se o nejvíce namáhané části stroje, které se musí pravidelně kontrolovat a popř. měnit.

### Vodící dráha

Pohybu nahoru a dolů ve výtazích je možné díky kolejnicím, které zařízení dodává i stabilitu. Dráha nemusí být nutně pouze jednokolejnicová, ale podle požadavků existuje i konstrukce, kdy se kolejnice rozpojuje do dvou drah. Druh kolejnic je v různém druhu provedení: svařované ocelové profily nebo přesné díly kolejnice vyřezané na laseru.

### Strojovna

Hlavní funkční součásti výtahu jsou umístěny ve strojovně (Obr. 5). Mezi tyto součásti patří bubnový motor, kabely a ovládací skříň. Obsah strojovny se bude lišit v závislosti na typu výtahu. Hydraulický výtah bude mít ve strojovně i hydraulickou nádrž.



Obrázek 5. Strojovna výtahu. [33]



## 2 ELEKTROMOTORY

Elektromotor je možné definovat jako elektrický stroj, který mění elektrickou energii na mechanickou energii, obvykle pomocí elektromagnetických jevů. [7,29]

### 2.1 Popis zařízení

Většina elektrických motorů (Obr. 6) vyvine svůj mechanický točivý moment vzájemným ovlivňováním vodičů vedoucích proud. Různé typy elektromotorů se liší způsobem uspořádání vodičů a magnetického pole. [7]

Elektromotor se dělí především na dva typy. Jedná se o střídavý a stejnosměrný motor. Střídavý motor přijímá jako vstup střídavý proud, zatímco stejnosměrný motor přijímá stejnosměrný proud. [8]



Obrázek 6. Řez motorem. [34]

Nejdůležitější částí elektromotoru je rotor (pohyblivá část) a stator (pevná část). Rotor je součástka, která se otáčí v elektrickém stroji. V elektromotoru rotor pracuje společně se státorem a přenáší výkon elektrického stroje. Stator je pevná součást elektromagnetických obvodů motorů. Ve střídavém motoru se skládá z jader a z tenkých ocelových vrstev a do něj vložených cívek z izolovaného drátu, které se nazývají vinutí. [9,10]

## 2.2 Druhy motorů

Elektromotory se vyrábějí v různých velikostech a výkonech pro různé aplikace. Existují dva hlavní typy elektromotorů: střídavé motory (střídavý proud) a stejnosměrné motory (stejnosměrný proud). Ty se používají ve většině aplikací elektromotorů a jsou přizpůsobeny podle odvětví a požadavků na výrobek. To může znamenat, že elektromotor může být kartáčový, bezkartáčový, synchronní nebo dokonce využívá permanentní magnety. [11,29]

### 2.2.1 Střídavý motor

Střídavé motory (Obr. 7) jsou elektrická zařízení, která pomocí střídavého proudu z elektrické sítě nebo elektrického generátoru přeměňují elektrický proud na mechanickou rotační energii neboli točivý moment. Střídavé motory mají všeobecné použití, známé také jako indukční motory. To jsou elektromotory, které využívají točivé magnetické pole k vytváření točivého momentu pro pohon dopravníků a obráběcích strojů. [11,12]



Obrázek 7. Střídavý motor. [14]

### Synchronní motor

Jedná se o druh střídavého motoru, který má konstantní otáčky, tzv. synchronní otáčky. Otáčky závisí pouze na frekvenci napájecího proudu. U takových elektromotorů se otáčky mění pouze se změnou napájecí frekvence a zůstávají konstantní při měnícím se zatížení. Používá se pro aplikace s konstantními otáčkami a přesné řízení. [13]

### Asynchronní motor

Indukční motor nebo asynchronní motor je nejzákladnější a nejběžnější typ elektromotoru, který má pomocné vinutí pouze na kotvě. V indukčním motoru (nebo asynchronním motoru) poskytuje statorová část motoru elektromagnetické pole se svým vinutím rotorové části

motoru. Tím se v rotoru vytváří elektrický proud. Elektrický proud vytváří točivý moment, jehož výsledkem je pohyb. [14]

### 2.2.2 Stejnosměrný motor

Stejnosměrný motor (Obr. 8) je hlavním typem elektromotoru, který pracuje pouze na stejnosměrný proud. U stejnosměrného proudu neexistují fáze, proto stejnosměrné elektromotory používají k provozu pouze dva vodiče. Jsou to první motory, které byly vynalezeny. Je snazší řídit jejich otáčky pouze změnou napájecího napětí. Nabízí jednoduché mechanismy spouštění, zastavování, zrychlování a reverzace. Náklady na instalaci stejnosměrného motoru jsou velmi nízké, ale vyžadují údržbu, jejíž náklady se výrazně zvyšují s rostoucí velikostí a výkonem motoru. [13]



Obrázek 8. Stejnosměrný motor. [35]

#### Stejnosměrný motor s kartáčem

Tyto stejnosměrné elektromotory mají kartáče a komutátory. Používají se k propojení stacionárního obvodu s rotujícím obvodem. V takovém případě je rotorové vinutí motoru napájeno přes vodivé kartáče. Nevýhodou všech kartáčových motorů je, že vyžadují častou údržbu kvůli neustálému posouvání kartáčů a jiskrám, které mezi nimi vznikají. Jejich konstrukce je však poměrně jednoduchá a motory mají vysokou pořizovací cenu. [13]

#### Stejnosměrný motor bez kartáčů

Bezkartáčový motor je dalším hlavním typem stejnosměrného motoru, který nemá žádné uhlíkové kartáče a komutátory. To znamená, že vstupní energie není přiváděna do rotující

části motoru, ale do statoru motoru, který je v tomto případě tvořen vícenásobným vinutím a rotor je tvořen permanentním magnetem.

Má více statorových vinutí, z nichž každé je umístěno pod jiným úhlem tak, aby generovalo tok v různých směrech. Protože nemá kartáče, nevznikají elektrické ani elektromagnetické zvuky a jiskry, což pomáhá zvyšovat životnost motoru i jeho účinnost. Energie rozptýlená v kartáčích je přeměněna na mechanický výkon. A jsou také bezúdržbové. [13,14]

### 2.2.3 Servomotory

Servomotor je malý indukční motor se dvěma statorovými vinutími pootočenými vůči sobě o  $90^\circ$  po obvodu. Rotor je obvykle klecového typu, ale je vyroben z vodičů s relativně vysokým odporem. Účelem motoru je poskytovat řízený točivý moment v obou směrech chodu. Za tímto účelem je jedno vinutí připojeno k jednofázovému zdroji s konstantní frekvencí. Druhé vinutí je napájeno regulovatelným napětím stejné frekvence, fázově posunutým o  $90^\circ$ . Toto napětí je obvykle dodáváno elektronickým zesilovačem se vstupem pro nízkovýkonný signál. Krouticí moment motoru je přibližně úměrný napětí na tomto druhém vinutí, a tedy i vstupnímu signálu. Směr točivého momentu lze změnit změnou vstupního signálu. [7,13]

## 2.3 Použití elektromotorů

Elektromobily – Tyto automobily fungují na elektřinu, která se většinou získává z baterií v automobilech. Mechanickou sílu získávají z elektromotorů namísto spalovacích motorů.

Průmysl – Ve všech druzích průmyslu probíhají různé procesy, při kterých potřebujeme mechanickou energii z elektromotorů, jako je míchání, zvedání, tahání apod.

Elektrické hračky – Hračky, které vykonávají nějaký druh pohybu, vyžadují elektromotory.

Domácnost – K provozu elektrických spotřebičů, které vyžadují elektromotory, jako je klimatizace, elektrické ventilátory, vysavač, vodní čerpadlo, mlýnek a míchačka atd. [23]

### 3 ŘETĚZOVÉ PŘEVODY

Řetězové převody patří mezi převody s tvarovým stykem. Pohyb a točivý moment je umožněn díky tvarovému styku zubů řetězového kola a řetězu, čímž je zapříčiněná odolnost proti skluzu. Jedná se o převod, který je přesný. [28]

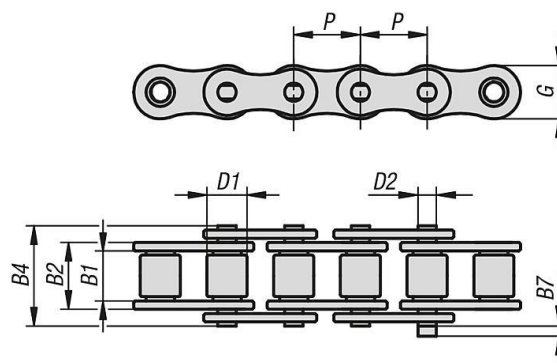
Řetězový převod je tvořen hnacím a hnaným řetězovým kolem. Tento převod může být použitý v případě, že z nějakých důvodů není možné použít převod ozubenými koly (např.: velká osová vzdálenost). [15,28]

Na rozdíl od řemenového převodu řetězový převod neprokluzuje. Řetězový převod je kompaktnější než řemenový pohon a vejde se do relativně těsných prostor. Jedním řetězovým pohonem lze pohánět více hřídelí. Jde o univerzální převod, který může pracovat při vysokých teplotách a ve všech typech provozních prostředí (suché, mokré, abrazivní, korozivní atd.). Jedná se o systém s nízkým třením, který zaručuje vysokou mechanickou účinnost. [15,28]

Řetězové převody jsou známé svou hlučností a mohou také způsobovat vibrace. Nesouosost může způsobit sklouznutí řetězu. Některé konstrukce vyžadují neustálé mazání. Obvykle je zapotřebí kryt, aby se zamezilo vniknutí nečistot do prostorů řetězového převodu. Vyžadují čas od času napínání řetězu formou napínacího kola. [15]

#### 3.1 Popis řetězů

Řetěz je tvořen řadou článků, obvykle kovových, které jsou spojeny dohromady a vytváří pružný spojovací prvek. Význam má pro různé účely, a to držení, tažení, zvedání, tahání, dopravu a přenos energie.



Obrázek 9. Řetěz. [36]

Řetězy jsou buď bezkoncové, nebo častěji se objevující rozebíratelné. Spojení řetězů se provádí pomocí spojek. Pro přenos větších výkonů je možné použít řetěz dvouřadý (duplex), třířadý (triplex) nebo i víceřadý. [16]

### 3.2 Rozdělení řetězů

Pro výběr správného typu řetězu je důležité si uvědomit, jaký účel má řetěz plnit. Jakou pevností řetěz disponuje a jakých rychlostí dokáže dosáhnout. Veškeré informace o řetězech se hledají v produktových listech, které jsou povinnou složkou výrobku.

Druhy řetězů dle použití

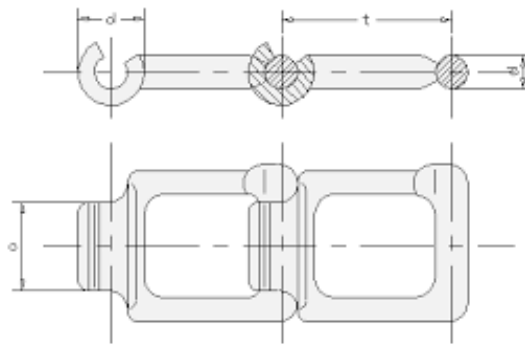
- transportní,
- převodové (zubový řetěz, lamelový řetěz, válečkový řetěz, pouzdrový řetěz),
- zdvihací řetězy (článekový řetěz, Gallův řetěz, Flayerův řetěz),
- vázací řetězy,
- pracovní řetězy. [17]

#### 3.2.1 Článekový

Článekový řetěz se primárně používá k tažení nebo upevnění nákladu. Tento typ řetězu se obvykle skládá ze širokých kovových článků s podlouhlým torzním tvarem, které zajišťují vysokou pevnost. Všechny články řetězu jsou obvykle stejné a na koncích jsou dva háčky vhodné velikosti a pevnosti, aby se snadno nasunuly na jeden článek řetězu, ale dostatečně malé, aby zabránily sklouznutí článků. Pokud je vyžadována schopnost uchopení břemene, používá se skluzný háček. [16]

#### 3.2.2 Ewartův řetěz

Ewartovy řetězy (Obr. 10) jsou v aktuální době už minimálně používány. Vyskytují se spíše v historických zemědělských strojích.

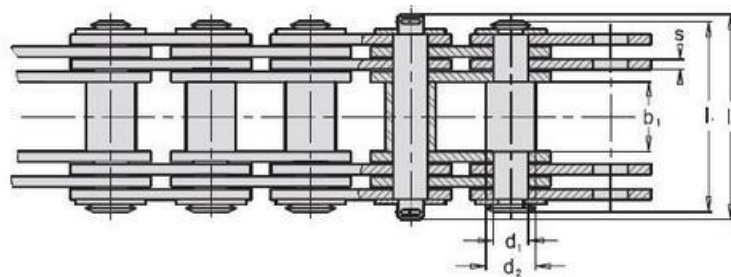


Obrázek 10. Ewartův řetěz. [28]

Tento typ řetězu je tvořen z článků, které se vyrábí z temperovaných litin. Důsledkem toho je jeho nízká pružnost. Tyto řetězy jsou používány i pro historické dopravníky o nízkých rychlostech. [16]

### 3.2.3 Gallův řetěz

Gallovy řetězy jsou tvořeny čepy a řadou destiček (z pravidla dvě až tři řady), ale podle nároků stroje se využívá i více řad. Počet řad pásnic se pohybuje od 2 do 10. Destičky mají tvar osmičky, nebo jednoduchý rovný tvar. Pásnice jsou otočně nasunuty na hladkém čepu a mezi pásnicemi jsou rozpěrné válečky a konce jsou rozkýtné. Vhodné jsou pro přenos velkých sil, ale malých rychlostí. Rychlosti tohoto typu řetězu je do 0,5 m/s. [16,17]



Obrázek 11. Gallův řetěz. [37]

Gallovy řetězy se používají pro výtahy nebo eskalátory. Jsou vhodné pro zdvihací zařízení, kde jsou vyšší nároky na volbu materiálu, kde jsou použité nerezové oceli, aby se mohli použít i ve vodě.

### 3.2.4 Válečkový řetěz

Válečkové řetězy jsou konstruovány jako typické řetězové články, tj. řada válcových válečků spojených články. Řetěz se pohybuje pomocí rotujícího ozubeného kola, které je připojeno k motoru. Druhý konec řetězu pak může být připojen k některé části nákladu. Hlavními

faktory, které omezují životnost řetězu, jsou koroze, opotřebení a únava. Aby se maximalizovala životnost, měly by být řetězy řádně mazány, aby se minimalizovalo jejich opotřebení. Výhodou válečkových řetězů je, že se jedná o poměrně jednoduchý a přímočarý způsob přenosu mechanické energie. Nevýhodou je, že řetězy se časem opotřebovávají. Když se tak stane, zvětší se jejich rozteč, takže jsou volnější a poddajnější, což může do systému vnést nestabilitu v podobě „vůle“.

Někteří výrobci nabízejí řetězy odolné proti korozi. Ty mohou být vyrobeny z několika typů materiálů, včetně nerezové oceli, poniklovaných řetězů, titanu nebo z nerezové oceli v kombinaci se speciálními polymery. [16,18]

### 3.2.5 Pouzdrový řetěz

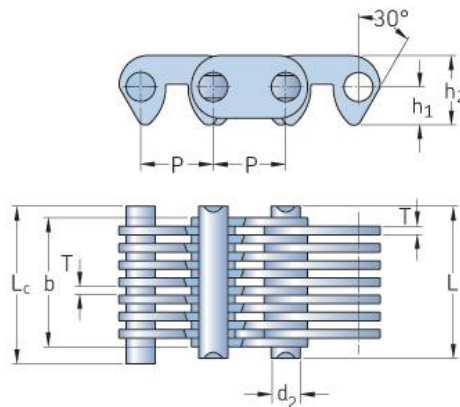
Pouzdrové řetězy jsou podobné válečkovým řetězům. Od válečkového řetězu se liší pouze tím, že byl váleček nahrazen osazeným pouzdem. Rozlišují se dva typy pouzdrových řetězů: rychloběžné pouzdrové řetězy, které mohou být použity jak pro střední rychlosti (6 až 12 m/s), tak i pro vyšší rychlosti (nad 12 m/s). Používají se převážně u motorových vozidel pro přenos pohybu a vyrábí se v provedení: jednořadé, dvouřadé a trojřadé. Pomaloběžné pouzdrové řetězy, které slouží k přenosu velkých sil o malých obvodových rychlostech (do 3 m/s). Používají se u manipulačních zařízení, nebo u těžkých zemědělských strojů. Vyrábí se pouze v jednořadém provedení. [16]

### 3.2.6 Zubový řetěz

Ozubený řetěz se skládá z řady ozubených článků střídavě sestavených buď pomocí čepů, nebo pomocí kombinace kloubových součástí tak, aby se klouby kloubily mezi sousedními roztečemi (Obr. 12).

Používají se pro vysoké rychlosti a vysoké zatížení. Výhoda zubových řetězů je, že chod je bezhlučný. Rychlost těchto řetězů je až 30 m/s (pouze za určitých podmínek, jako je použití olejové lázně). Zubové řetězy se používají u motorových vozidel. [16]





Obrázek 12. Zubový řetěz. [38]

### 3.2.7 Lamelový řetěz

Konstrukce řetězu obsahuje vrstvy tenkých destiček, které se mohou pohybovat nezávisle na sobě. Hlavní vlastností lamelového řetězu je jeho proměnná rozteč. Řetěz je běžně známý jako řetěz s pozitivně plynulou regulací. Používají se v různých průmyslových aplikacích, jako jsou textilní výrobní linky, tiskařské stroje, balicí linky a další stroje. [19]

### 3.3 Řetězová kola

Řetězové kolo (Obr. 13) je část převodu, který společně s řetězem tvoří řetězový převod. Řetězové kolo slouží pro přenos otáčivého momentu na hřídel. Konstrukce řetězového kola je podobná konstrukci ozubeného kola, rozdíl je v tom, že řetězová kola jsou navržena tak, aby bylo dosaženo dobrého styku řetězu a kola. [20,21]

Ozubená kola se používají po celém světě a mají různé aplikace. Nejčastěji se nacházejí na jízdním kole, kde je dokonce umístěno více kol za sebou, což tvoří převodovku. Další využití je například u motocyklů, různého pracovního nářadí nebo dalších pracovních strojů. [20,21]

Pro řetězová kola se nejčastěji volí ocel, která je odolná a zvyšuje jejich životnost. Méně používaná jsou řetězová kola, která jsou vyrobena z hliníku, ale jejich významnou výhodou je váha. Jsou daleko lehčí než kola z oceli. Nejčastěji používaná ocel pro kola je ocel C60E4, která se vyznačuje dobrou prokalitelností což se projevuje zvýšením mechanických vlastností. Výroba je možná taky z litiny, např. GG22. Ve výjimečných případech se vyrábí řetězová kola i z nerezové oceli, ale poměrně nákladné výrobě se v provozech objevuje velice zřídka. [20,21]



Obrázek 13. Řetězové kolo. [20]

Řetězové kolo se rozezná podle určitých parametrů, které se udávají na výrobním listu. První údaj je počet zubů, který uvádí, kolik zubů se nachází po celém obvodu ozubeného kola. Další údaj je průměr rozteče, což je obvod řetězového kola ve vnitřním bodě mezi zuby, kde se řetěz setkává s řetězovým kolem. Dříve zmíněná rozteč znamená úplný rozměr na jeden zub. Musí odpovídat rozteči mezi čepy řetězu. Poslední parametr je vnější průměr, který odpovídá obvodu kolem řetězového kola v místě koncových špiček zubů. [20,21]

### 3.3.1 Rozdíl mezi ozubeným kolem a řetězovým kolem

Obě se používají k přenosu výkonu ve strojích nebo k pohybu jiných předmětů jejich vzájemným propojením, ale hlavní rozdíl mezi ozubeným kolem a řetězovým kolem spočívá v tom, jak fungují v praxi. Obvykle jsou ozubená kola navržena tak, aby se spojila a přenesl se na ně pohyb, který pak způsobí pohyb jinde. Řetězová kola tedy obvykle pracují přímo s nějakou částí strojního zařízení, ozubená kola se často vzájemně tlačí a svým společným pohybem způsobují větší mechanický pohyb. Rozdíly jsou patrné také při prohlídce drážek obou zařízení, protože ozubená kola se vzájemně přímo propojují a zářezy tak mohou být jak na vnější straně kola, tak i na vnitřním obvodu. Řetězová kola mají zuby, které jsou vyrobeny tak, aby přesně zapadaly do drážek zařízení, k jehož pohybu jsou určeny. To znamená, že jsou omezeny v typech aplikací, pro které je lze použít. [20,21]

## 4 SNÍMAČE POLOHY

Snímač polohy je zařízení, které shromažďuje informace o přesné poloze a pohybu objektu. Informace lze získat přímým kontaktem s objektem, nebo na dálku pomocí magnetických snímačů. Může také zjišťovat tloušťku součástí, hladinu kapaliny nebo úhel natočení hřídele. Snímač polohy je nezbytný pro správnou funkci různých strojů, například obráběcích strojů. [22,23]

### 4.1 Popis zařízení

Snímače polohy (Obr. 14) jsou zařízení, která dokážou detekovat pohyb objektu, nebo určit jeho relativní polohu měřenou od stanoveného referenčního bodu. Tyto typy snímačů lze také použít k detekci přítomnosti objektu, nebo jeho nepřítomnosti. Snímače polohy se někdy zaměňují se snímači přiblížení. Ačkoli jsou si oba tyto snímače velmi podobné, ve skutečnosti lze všechny snímače přiblížení považovat za snímače polohy, ale hlavní rozdíl spočívá v tom, že snímač polohy udává přesnou polohu objektu, zatímco snímač přiblížení pouze informuje o přítomnosti nebo nepřítomnosti objektu v oblasti. [22,23]



Obrázek 14. Snímač polohy. [39]

Existuje několik typů snímačů, které slouží k podobným účelům jako snímače polohy a které stojí za zmínku. Snímače pohybu detekují pohyb objektu a mohou být použity ke spuštění akce, jako je automatické zapnutí světla a ventilátoru, nebo aktivace bezpečnostní kamery. Také senzory přiblížení mohou detekovat, že se objekt přiblížil do dosahu senzoru. Oba snímače lze proto považovat za specializovanou formu snímačů polohy. [22,23]

Snímače lze použít na bezkontaktní měření, nebo určení polohy, což je jejich největší výhodou. Používají se v takových případech, kde z různých důvodů nemůžeme použít kontaktní měření. [22,23]

## 4.2 Druhy snímačů polohy

Snímače polohy fungují na různých principech, jako je například indukčnost, ultrazvuk, magnetismus, aj.

Mezi hlavní faktory, které je třeba vzít v úvahu při výběru průmyslového senzoru, patří citlivost, rozsah, stabilita, opakovatelnost nebo doba odezvy.

### 4.2.1 Indukční snímač polohy

Indukční snímač polohy (Obr. 15) je historicky první snímač polohy, který funguje na principu změny indukčnosti snímací cívky, kde dojde na potlačení magnetického pole. Zařízení je tvořeno tělem celého snímače, kde na jednom konci je cívka s jádrem, která je zapojena na elektrického obvodu. Pokud je přítomnost kovového tělesa detekována, na zařízení se změní indukčnost, nebo amplituda kmitů frekvence.



Obrázek 15. Indukční snímač polohy. [39]

Indukční snímače mají největší zastoupení ve strojírenském průmyslu, kde se nacházejí například v obráběcích strojích, v oblastí řízení robotů a ovládání dopravníkových zařízení. Obsahují i bezpečnostní pojistku, aby nedošlo k překročení bezpečné vzdálenosti a nebyla ohrožena funkčnost celého stroje. [23,24]

### 4.2.2 Ultrazvukový snímač polohy

Zařízení funguje na principu vysílání ultrazvukových vln. Snímače dokážou snímat jak spojité, tak i nespojité vysílání. Výhoda ultrazvukového snímače je jejich přesnost při

snímání polohy, nebo přiblížení předmětu. Další výhodou tkví v tom, že nezáleží na druhu snímaného materiálu, tudíž se může použít i například pro průhledné materiály. Složení tohoto senzoru je podobné jako u senzoru indukčního. Na počátku je samotný snímač, který detekuje předmět, následují vyhodnocovací obvody a končí výkonovým stupněm. Nevýhoda při použití tohoto snímače je to, že když je povrch předmětu příliš lesklý, tak není zaručen splňovaný rozsah snímače.

Použití je podobné jako u indukčních snímačů a lze je použít i ve znečištěném prostředí. [23,25]

#### **4.2.3 Magnetické snímače polohy**

Specifické zařízení, které není tak hojně používáno, jako předchozí dva případy. Tento snímač reaguje pouze na zmagnetizované předměty, nereaguje na kovy nebo předměty, kde neprochází magnetická indukce. Můžeme použít na předměty, kde prochází elektrický proud. Jejich hlavní předností je schopnost odolávat neideálnímu prostředí (voda, prach, olej). [23,26]

#### **4.2.4 Kapacitní snímače polohy**

Bezkontaktní snímač polohy, který dokáže detekovat přítomnost předmětu, který funguje na principu změny dielektrika mezi předmětem, což je v tomto případě vzduch. Základním prvkem je elektroda. Elektroda vytvoří kondenzátor o určité kapacitě, která je následovně měnitelná se změnou dielektrika. Společně s rezistorem je zapojen do obvodu vysokofrekvenčního oscilátoru. Změnou frekvence se dále vyhodnocuje na požadovaný signál. Snímače, konkrétně jejich pouzdra, se vyrábí ve dvou různých provedení. Válcový tvar, který se distribuuje podle požadavků na upevnění (se závitem, nebo bez závitu). Kvádrové snímače, jejichž výhodou je jejich rozsah, který dosahuje až 50 mm. [23,27]

#### **4.2.5 Optoelektrické snímače polohy**

Základním prvkem optických snímačů je paprsek, který využívá široké množství dějů jako je například přerušování, odraz, zaostření aj. Primární význam optoelektrického snímače je detekce, zda je zboží přítomno, nebo naopak nepřítomno. Základní funkcí senzoru je, že zařízení vysílá paprsek a tento paprsek putuje do zařízení, které se nazývá přijímač. Prvním typem je jednocestný senzor, který musí plnit funkci správně tak, že jsou namířeny přímo proti sobě a zarovnány na stejnou úroveň. Nevýhoda těchto senzorů tkví v tom, že nedokáže detekovat, když je předmět průhledný. Druhým typem je retroflexní senzor. Ten musí

poskytovat vysílání paprsku, ale také ho musí umět přijímat. Aby byla zaručena funkčnost, tak musí mít proti kus, na kterém se paprsek odrazí a vrátí se zpět, ale tentokrát už do přijímače. Nevýhoda oproti jednocestnému senzoru je v tom, že retroflexní má kratší dosah než senzory jednocestné. [23,28]

### 4.3 Použití snímačů

Bez senzorů polohy by byl veškerý průmysl daleko méně efektivní a daleko více rizikový, proto se používá v širokém rozsahu. Nejčastější použití se vyskytuje ve strojírenském průmyslu, kde plní funkci na různých zařízeních jako je například: obráběcí stroje, dopravníkové stroje, aj. Dokáží hlídat přesnost tloušťky různých výrobků, aby nedošlo k výrobě nepřesných kusů. Při montáži se používají pro nastavení pozic, aby následně montovaný díl měl přesné místo, kde má být umístěný. Při násypkách u plnicích strojů se používá z důvodu přemíry materiálu, nebo naopak k jeho rizikovému nedostatku, který by mohl zapříčinit jeho nefunkčnost.

Další obor, kde se snímače vyskytují je automobilový průmysl, kde se používají pro snímání rychlosti otáček, nebo při hlídání nízké míry hladiny paliva v nádrži. [23]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 CÍLÉ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je vytvoření koncepčního návrhu překlápěcího zařízení pro palety, který konstrukčně vychází z požadavků firmy ESA Plating s.r.o. Světlá nad Sázavou. Z důvodu porovnání a ověření konkurenceschopnosti provedeného návrhu vzhledem ke komerčně nabízeným produktům tohoto typu bude provedeno i ekonomické zhodnocení. Potenciální využití tohoto stroje bude jako podavač polotovarů na vstupu u bubnových linek na galvanické pokovování.

Zadané parametry pro zařízení jsou:

- maximální hmotnost: 1000 kg,
- výška zdvihu: 1,8 m,
- rychlost výtahu: 4 m/s.

### 5.1 Koncepční návrh

Zařízení bylo konstruováno dle požadavků firmy, která si kladla následující požadavky:

- rám stroje vyrobit z ocelových profilů,
- použít vypalované díly na laseru,
- pokud možno, tak využít v nejvyšší možné míře normalizované součásti tak, aby byla snížena spotřeba atypických obráběných dílů.

Zařízení manipuluje s materiálem z bodu A do bodu B, kde dojde k jeho překlopení. Hlavní otáčivý pohyb vykonává motor, který působí na hřídele. Hřídele jsou přes pera napojená na řetězová kola. Hlavním prvkem, který manipuluje s nákladním prostorem je řetěz. Trasa udává cestu, kterou se snaží nákladní prostor urazit. Dráhu kopírují hřídele, které jsou napojeny na nákladní prostor. Po dosažení určité výšky začne překlopný efekt, kde se nákladní prostor začne otáčet a zapříčiní vyložení materiálu.



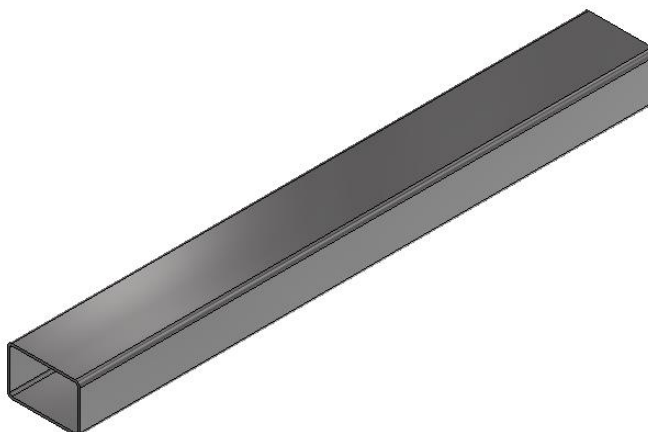
## 6 NÁVRH RÁMU STROJE

Základní část, která byla potřeba navrhnout byla konstrukce celého rámu. Je to nejtěžejnější část celého stroje, kde je plno konstrukčních profilů.

### 6.1 Volba ocelových profilů

Pro volbu ocelových profilů bylo vycházeno ze základních profilů, které jsou normalizovaného průřezu.

Při konstruování podstavy a horní výztuhy byl zvolen profil obdélníkového průřezu. Podle normy ISO 10799-2 byl vybrán profil o rozměrech **120 mm x 80 mm x 4 mm**, který je zhotoven z materiálu **S235JRH (1.0039)**.



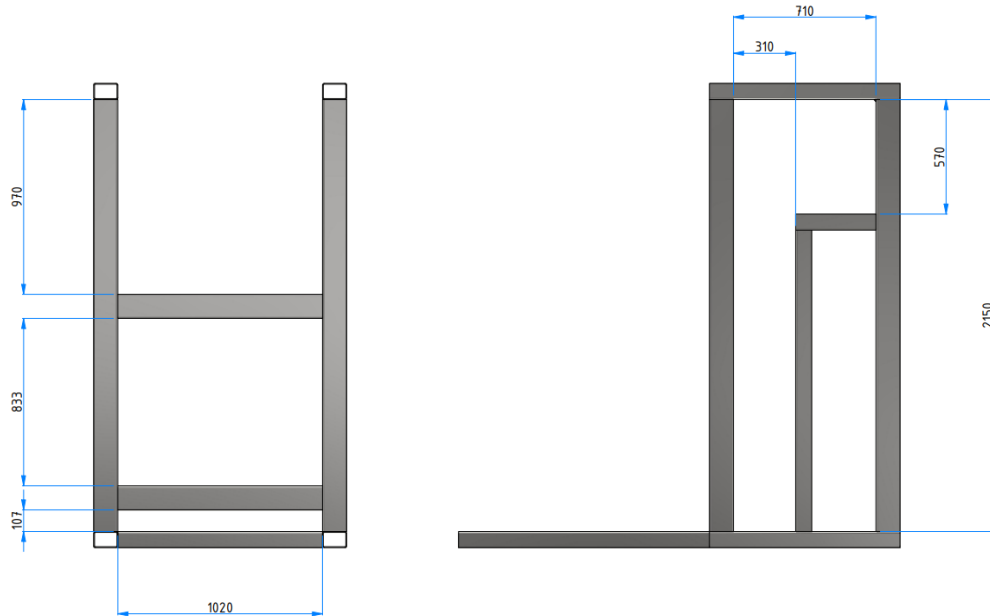
Obrázek 16. Použitý obdélníkový profil.

Pro následnou volbu svislých profilů, které určují výšku celého rámu byl z důvodu vyšší stability zvolen profil čtvercového průřezu. Podle normy ISO 10799-2 byl vybrán profil o rozměrech **120 mm x 120 mm x 4 mm**, který je zhotoven z materiálu **S235JRH (1.0039)**.

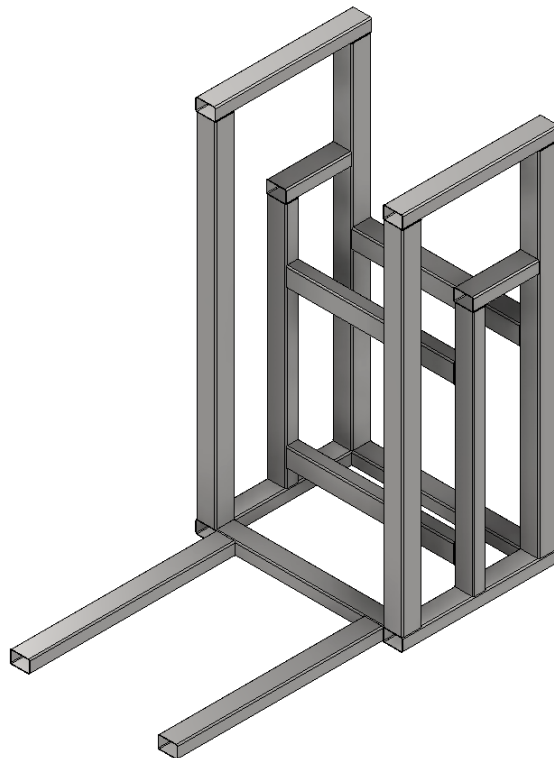
Pro zvýšení stability a odolnosti celé konstrukce bylo navrženo zařadit mezi hlavní nosné prvky profily obdélníkového průřezu, které byly zvoleny na předchozí podstavě.

## 6.2 Rozměry rámu

Při započtení rozměrů profilů (viz. Obr.17.) je pracovní prostor **1020 mm x 2150 mm x 710 mm** je dostačující pro manipulaci s materiálem.



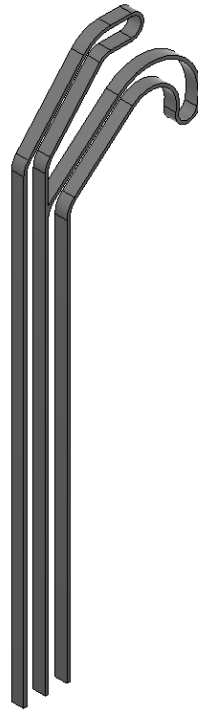
Obrázek 17. Rozměry rámu konstrukce.



Obrázek 18. Konstrukce rámu.

### 6.3 Konstrukce trasy

Nedílnou součástí konstrukce stroje je trasa, která je klíčová pro správné vedení nákladního prostoru. Trasa byla navržena z ploché ocele, která bude ohýbaná a svařována. Materiál ploché ocele je **S235JR**.



Obrázek 19. Trasa.

Vlivem složitosti trasy nebylo možné jednoduše odzkoušet její funkčnost. Byla tudíž díky 3D programu vytvořena kopie trasy. Opakovaným zkoušením a následnými úpravami byl nalezen správný tvar a došlo k dosažení požadovaného efektu, který zaručí, že se prostor otočí.

## 7 NÁVRH ELEKTROMOTORU

Pro volbu elektromotoru bylo použito několik výpočtů, které budou následně uvedeny:

Celková hmotnost:

$$m_c = m_{kr} + m_{np} = 1000 + 300 = 1300kg \quad (1)$$

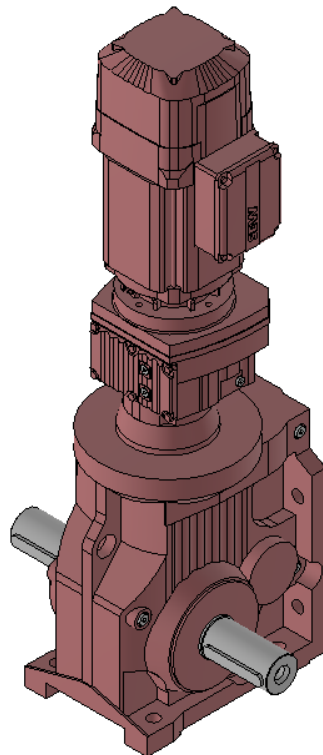
Minimální počet otáček motoru:

$$n = \frac{v_m}{D_{\check{r}k} \cdot \pi} = \frac{4}{0,250 \cdot \pi} = 5,1 \text{ ot/min} \quad (2)$$

Výpočet kroutícího momentu:

$$M_k = F \cdot r = 12\,753 \cdot 125 = 1594000 \text{ N} \cdot \text{mm} \quad (3)$$

Na základě provedených výpočtů a požadavků firmy byl zvolen motor od společnosti **SEW Eurodrive**, konkrétně se jedná o motor s kuželovým převodem. Vyznačuje se vysokou účinností a dostatečně velkým kroutícím momentem.



Obrázek 20. Kuželový převodový motor.

Do výbavy motoru byl zahrnutý frekvenční měnič, aby bylo motoru umožněno plynule měnit směr otáček. Pro správné zastavení bylo do výbavy motoru zvolena i brzda.

## Informace o výrobku



## Označení

K87R57DRN90L4BE2  
Kuzelové převodové motory K..DRN.. (IE3)

## Produktová data

Jmenovité otáčky motoru	[1/min] : 1461
Výstupní otáčky	[1/min] : 5
Převodový poměr celkově	: 294,00
Výstupní krouticí moment	[Nm] : 2650
Provozní faktor SEW-FB	: 1,00
Typ konstrukce	: M4AB
Vrchní nátěr dle RAL	: 3003 Ruby red (51330030)
Poloha konektoru/svorkové skříně	[°] : 0
Kabelový přívod/poloha konektoru	: X
Výstupní hřídel	[mm] : 60x120
Provedení	: Patkové provedení
Povolená výstupní radiální síla při n=1400	[N] : 27400
Množství maziva 1. převodovka	[Litr] : 10,6
Množství maziva 2. převodovka	[Litr] : 2
Výkon motoru	[kW] : 1,5
Doba zapnutí	: S1-100%
Třída účinnosti	: IE3
Účinnost (50/75/100% Pn)	[%] : 84,6 / 86,1 / 85,6
Značka CE	: ano
Napětí motoru	[V] : 230/400
Schéma zapojení	: R13
Frekvence	[Hz] : 50
Jmenovitý proud	[A] : 5,9 / 3,4
Cos φ	: 0,74
Teplotní třída	: 155(F)
Krytí motoru	: IP55
Konstrukční předpis	: Evropa (CE)
Moment setrvačnosti (vztažený na vstupní stranu)	[10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ] : 71,90
hmotnost	[kg] : 152,60
Brzdý moment	[Nm] : 20
Brzdové napětí	[V] : 230
Ovládání brzdy	: BG1.5



## Doplňková provedení

Výstupní hřídel: 60x120 mm  
Standardní  
Teplotní třída 155(F)  
Brzda BE2-SEW - kotoučová brzda (230 V, 20 Nm)  
Patkové provedení s 2 konci výstupního hřídele  
Krytí IP 55  
Ovládání brzdy BG - Jednoduchý usměrňovač  
Barva: 3003 Ruby red (51330030)

Uvedené informace o produktu nepředstavují z právního hlediska nabídku. Technické údaje a ceny podléhají ještě konečnému technickému a obchodnímu ověření. Toto ověření se provádí při vyřazení nabídky / objednávky. Právně závazná smlouva vyžaduje objednávku vydanou objednatelům a potvrzení objednávky vydané společností SEW-EURODRIVE GmbH & Co KG.  
Přesnou hmotnost netto naleznete na potvrzení zakázky. Z technických důvodů se může reálná hmotnost od tohoto údaje lišit.  
DC Version 2.42 SP1  
Vytvořeno dne: 24. 3. 2023 10:55:26 CEST

1 / 1

Obrázek 21. Technický list motoru.

## 7.1 Umístění motoru

Motor byl umístěn na zadní stranu konstrukčního rámu, kde byl upevněn za výrobcem připravený patkový systém. Pro motor byl připravena podstava, která byla vyřezána na laseru.

## 7.2 Volba spojky

Byla zvolena pojistná spojka se střížnými kolíky, kterou si spolupracující firma vyrábí sama a jsou pro ni zvolené následující výpočty:

### Návrh průměru hřídele a per

#### Dovolený přenášený kroutící moment

$$M_{kD} = 1,1 \cdot M_{km} = 1,1 \cdot 2650000 = 2915000 \text{ N} \cdot \text{mm} \quad (4)$$

#### Průměr hřídele pod spojkou

$$\tau_k = \frac{M_{kD}}{W_k} \leq \tau_{Dk} \rightarrow d_{hS} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{kD}}{\pi \cdot \tau_{Dk}}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 2915000}{\pi \cdot 50}} \quad (5)$$

$$d_{hS} = 84,05 \text{ mm} \rightarrow \text{volím } 90 \text{ mm}$$

#### Výpočet pera a jejich délky

$$l' \geq \frac{2 \cdot M_{kD}}{t_1 \cdot p_D \cdot d_{hS}} = \frac{2 \cdot 2915000}{5,5 \cdot 100 \cdot 80} = 117,8 \text{ mm} \quad (6)$$

$$l \geq l' + b = 117,8 + 25 = 142,8 \text{ mm} \rightarrow \text{zvoleno } l = 150 \text{ mm}$$

### Návrh střížných kolíků

#### Roztečný průměr

$$D_S \leq 2,5 \cdot d_{hS} = 2,5 \cdot 90 = 225 \text{ mm} \quad (7)$$

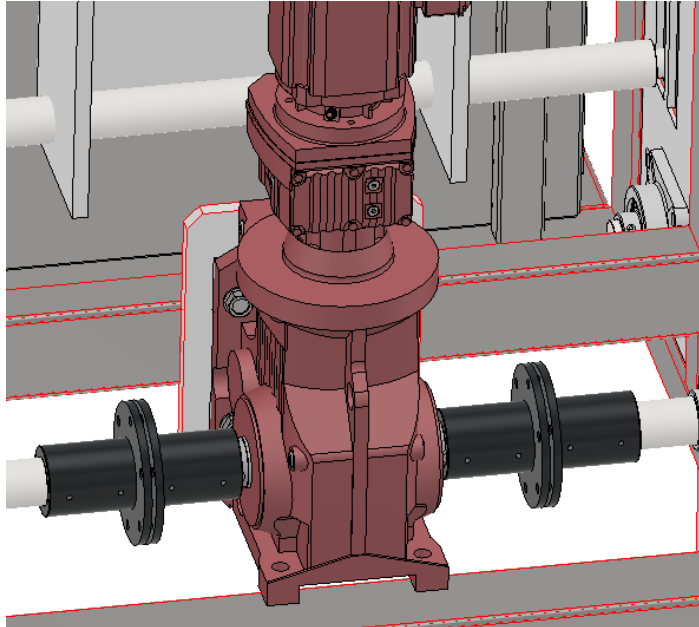
#### Síla k ustřížení kolíků

$$F_S = \frac{2 \cdot M_{kD}}{D_S} = \frac{2 \cdot 2915000}{225} = 25911 \text{ N} \quad (8)$$

#### Průměr kolíku

$$\tau_s = \frac{F_S}{i_k \cdot S_k} \leq \tau_{Ds} \rightarrow d_k = \sqrt{\frac{F_S \cdot 4}{\tau_{Ds} \cdot \pi \cdot 6}} \quad (9)$$

$$d_k = \sqrt{\frac{25911 \cdot 4}{480 \cdot \pi \cdot 6}} = 3,38 \text{ mm} \rightarrow \text{zvoleno } 5 \text{ mm}$$



Obrázek 22. Zapojení motoru.



Obrázek 23. Pojistná spojka

## 8 ŘETĚZOVÝ PŘEVOD

Pro výpočet řetězového převodu se vychází ze zadaných hodnot, které mají původ z parametrů motoru.

Výpočet jmenovitého výkonu

$$P = \frac{P_1}{\chi \cdot \mu \cdot \varphi} = \frac{1500}{1,11 \cdot 1 \cdot 1} = 1351 \text{ W} \quad (10)$$

Dle Strojnický tabulek byl zvolen řetěz **24B-1** ČSN 02 3311.1

Výpočet roztečné kružnice řetězového kola

$$d = \frac{p}{\sin \frac{180^\circ}{z_1}} = \frac{38,10}{\sin \frac{180^\circ}{19}} = 231,48 \text{ mm} \quad (11)$$

Výpočet obvodové rychlosti

$$v_{\check{r}} = \frac{d \cdot n}{19 \cdot 100} = \frac{231,48 \cdot 5}{19 \cdot 100} = 0,06 \text{ m/s} \quad (12)$$

Obvodová síla způsobená účinkem obvodové síly

$$F_{OC} = q \cdot v_{\check{r}}^2 = 6,68 \cdot 0,06^2 = 0,024 \text{ N} \quad (13)$$

Obvodová síla na řetězovém kole od přenášeného výkonu

$$F_O = \frac{P_1 \cdot 1000}{v_{\check{r}}} = \frac{1500 \cdot 1000}{0,06} = 25 \text{ 000 N} \quad (14)$$

Celková tahová síla

$$F_t = F_O + F_{OC} = 25000 + 0,024 = 25 \text{ 000,024 N} \quad (15)$$

Výpočtový tlak v kloubu řetězu

$$p_P = \frac{F_t}{S_{\check{r}}} = \frac{25000}{371,6} = 67,3 \text{ MPa} \quad (16)$$

Dovolený tlak v kloubu řetězu

$$p_{D\check{r}} = P_2 \cdot \lambda = 2132 \cdot 0,69 = 1471 \text{ MPa} \quad (17)$$

Součinitel bezpečnosti proti přetržení při statickém zatížení

$$k_s = \frac{F_B}{F_t} = \frac{179 \text{ 000}}{25 \text{ 000}} = 7,2 \geq 7 \rightarrow \text{splněno} \quad (18)$$



Součinitel bezpečnosti proti přetržení při dynamickém zatížení

$$k_D = \frac{F_B}{F_t \cdot Y} = \frac{179\,000}{25\,000 \cdot 1} = 7 \geq 5 \rightarrow \text{splněno} \quad (19)$$

Výpočet počtu článku řetězu

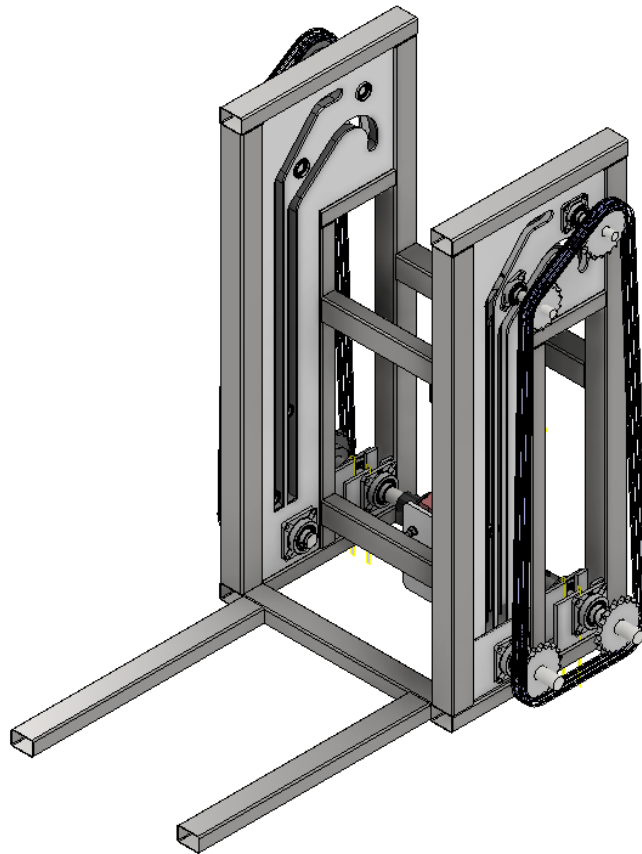
Díky 3D programu byla zjištěna hodnota délky řetězu, protože v řetězovém převodu nachází více jak dvě řetězová kola, tak délka nelze vyřešit ze známých vztahů.

Délka řetězu:  $L_{\check{R}} = 4400 \text{ mm}$

$$j = \frac{L_{\check{R}}}{p} = \frac{4400}{38,1} = 115 \text{ článků} \quad (20)$$

Tabulka 1. Rozměry řetězového kola

TABULKA ROZMĚRŮ				
název	značka	vzorec	hodnota	jednotka
Průměr roztečné kružnice	d	$d = \frac{p}{\sin \frac{180^\circ}{z}}$	231,48	mm
Průměr patní kružnice	d <sub>f</sub>	$d_f = d - 2r_i$	205,826	mm
Poloměr dna zubní mezery	r <sub>i min</sub>	$r_{i \min} = 0,505 \cdot d_1$	12,827	mm
Poloměr boku zubu	r <sub>e min</sub>	$r_{e \min} = 0,12 \cdot d_1 \cdot (z + 2)$	64,008	mm
Úhel otevření	α <sub>max</sub>	$\alpha_{\max} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{z}$	135	°
Průměr hlavové kružnice	d <sub>a min</sub>	$d_{a \min} = d + 0,5 \cdot d_1$	244,18	mm
Poloměr dna zubní mezery	r <sub>i max</sub>	$r_{i \max} = 0,505 \cdot d_1 + 0,069 \cdot \sqrt[3]{d_1}$	17,9788	mm
Poloměr boku zubu	r <sub>e max</sub>	$r_{e \max} = 0,008 \cdot d_1 \cdot (z^2 + 180)$	109,931	mm
Úhel otevření	α <sub>min</sub>	$\alpha_{\min} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{z}$	115	°
Průměr válečku	d <sub>1</sub>		25,4	mm
Průměr hlavové kružnice	d <sub>a max</sub>	$d_{a \max} = d + 1,25p - d_1$	253,705	mm



Obrázek 24. Stroj s řetězovým převodem.

### 8.1 Uložení řetězových kol

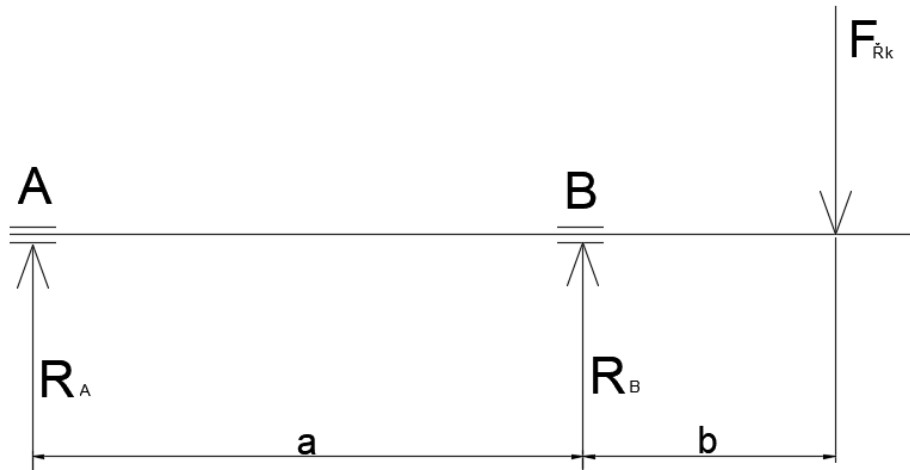
Řetězová kola byla uložena na hřídel. Proti posunutí byla zajištěna pojistnými kroužky. Pohyb kol je zajištěn perem, přes který se přenáší kroučící moment vycházející z motoru.



Obrázek 25. Hřídel pod řetězovým kolem.

Reakce v ložiskách A a B:

$$F_{\check{R}k} = \frac{2 \cdot M_{kD}}{D_{\check{R}k}} = \frac{2 \cdot 2915000}{250} = 23300 \text{ N} \rightarrow 23,3 \text{ kN} \quad (21)$$



Obrázek 26. Schéma hřídele.

$$\sum M_i = 0 \rightarrow F_{\check{R}k} \cdot (a + b) - R_B \cdot a = 0$$

$$R_B = \frac{F_{\check{R}k} \cdot (a + b)}{a} = \frac{23,3 \cdot (187 + 112)}{187} = 37,3 \text{ kN} \quad (22)$$

$$\sum F_{iy} = 0 \rightarrow R_A + R_B - F_{\check{R}k} = 0$$

$$R_A = F_{\check{R}} - R_B = 23,3 - 37,3 = -14 \text{ kN} \quad (23)$$

**Minimální průměr hřídele pod řetězovým kolem**

$$M_{o1(\max)} = R_A \cdot (a + b) = 14000 \cdot (0,187 + 0,112) = 4186 \text{ N} \cdot \text{m} \quad (24)$$

$$M_{o1(\text{red})} = \sqrt{M_{o1(\max)}^2 + 0,75 \cdot M_{kD}^2} = \sqrt{4186^2 + 0,75 \cdot 2915^2} = 4888 \text{ N} \cdot \text{m} \quad (25)$$

$$\sigma_{Do1} = \frac{M_{o1(\text{red})}}{W_o} \rightarrow d_{h1}$$

$$d_{h1} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{o1(\text{red})}}{\pi \cdot \sigma_{DO}}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 4888}{\pi \cdot 75}} = 87,2 \text{ mm} \rightarrow \text{volím } d_{h1} = 100 \text{ mm} \quad (26)$$

## 8.2 Volba ložisek

Z vybraných typů a na základě požadavků firmy byla zvolena domečková ložiska od firmy SKF, jedná se o model **SKF FYJ 100 TF**. Skládají se z vloženého ložiska s prodlouženým vnitřním kroužkem a aretačí stavěcím šroubem a jsou vhodné pro aplikace, kde je směr otáčení konstantní nebo střídavý. Ložisko je uloženo v litinovém pouzdře, které lze přišroubovat ke stěně nebo rámu stroje. Kuličková ložiska jsou schopna pojmout mírnou počáteční nesouosost, ale obvykle neumožňují axiální posun.



Obrázek 27. Ložisko SKF.

## 8.3 Upevňovací zařízení k řetězu

Pro unášení po řetězu bylo vybrána součást, která se prodává jako příslušenství k zakoupenému řetězu.



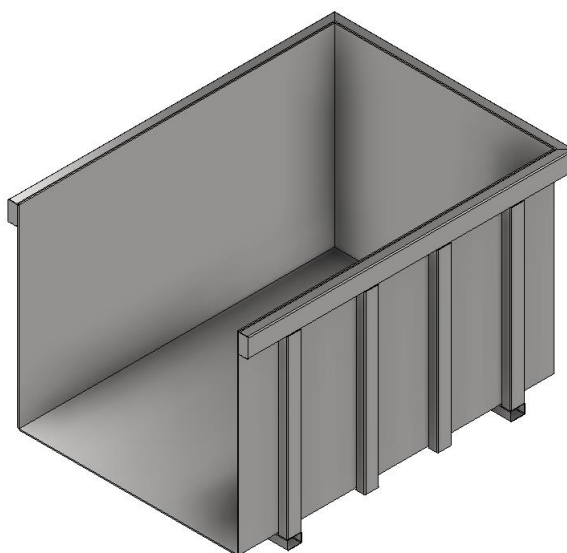
Obrázek 28. Unášec

Výrobek bude zakoupen u společnosti **Mateza s.r.o.** Montáž probíhá způsobem, že dojde k rozebrání původního článku řetězu. Článek je nahrazen novým (Obr. 27.), který je prakticky stejný jako původní, pouze nový článek má úchytné části, které se následně bude využívat.

## 9 NÁVRH NÁKLADNÍHO PROSTORU

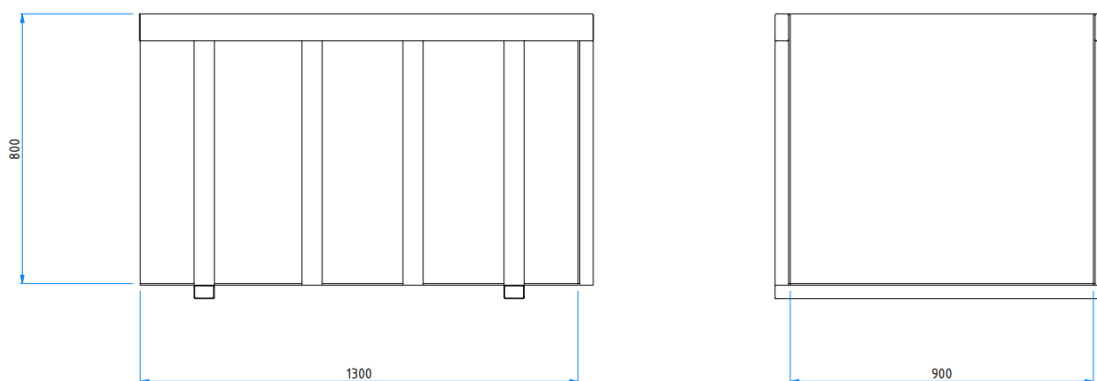
Celkový tvar a rozměry nákladního prostoru vychází z normované Europalety. Jako u předchozích rámových konstrukcí byl zvolen čtvercový, nebo obdélníkový profil, který vychází ze zvyklostí spolupracující firmy.

Pro vrchní základnu byl zvolen obdélníkový profil **80x40** podle normy ISO 10799-2, který je zhotoven z materiálu **S235JRH (1.0039)**. Boční strany nákladního prostoru jsou vyztuženy profily z obdélníkového průřezu **60x40**, na který je napojen stejný profil, který slouží jako podstava celé kostry. Po svaření ocelových profilů bude do vnitřního prostoru položen plech o tloušťce **5 mm**.



Obrázek 29. Konstrukce nákladního prostoru.

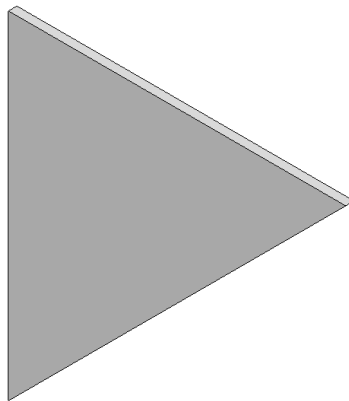
Rozměry byly zvolené tak, aby nákladní prostor byl dostatečný pro normalizovanou paletu.



Obrázek 30. Rozměry nákladního prostoru

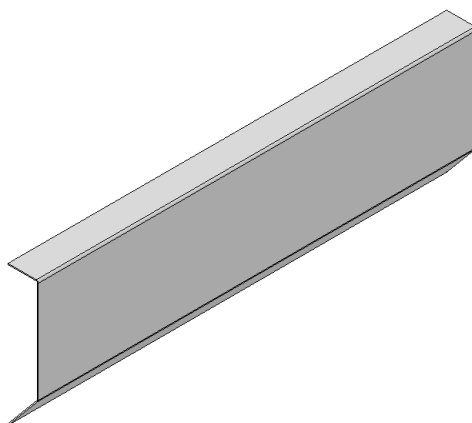
## 9.1 Vnitřní vybavení nákladního prostoru

Pro uložení palety bylo nutno navrhnout dosedací plochy, na které manipulační zařízení umístí paletu. Součást je vyrobena z ohýbaného plechu. Pro vyšší pevnost byly zařazeny výztuže (Obr. 31.) pod plochy.



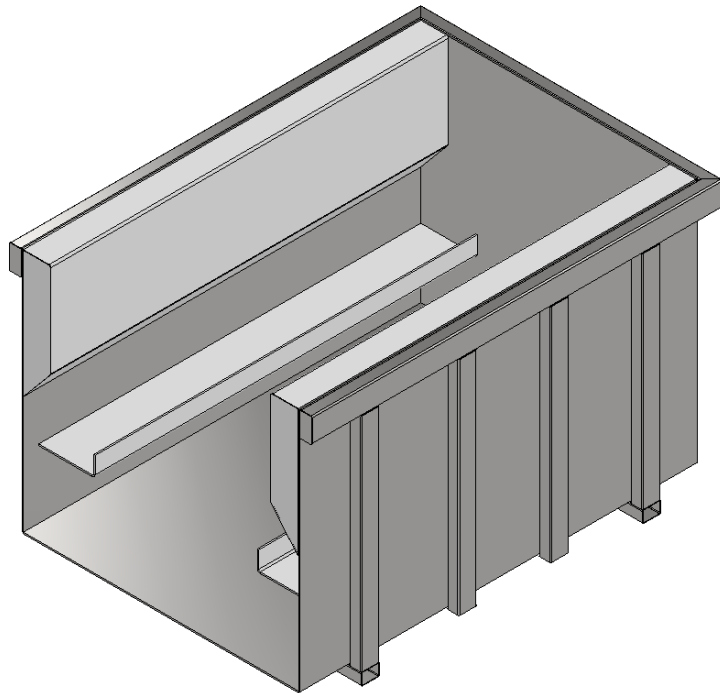
Obrázek 31. Výztuha

Proti nežádanému vypadnutí palety z nákladního prostoru byl použit ohýbaný plech (Obr. 32), který zároveň má tvar násypky. Společně se záchytným účelem má i za účel usměrňovat, aby výrobky, které padají z palety měly správný směr při pádu. Rozměr byl zvolen podle dalšího zařízení (vibrační podavač, dopravník), které potenciálně bude následovat po vysypání.



Obrázek 32. Záchytný plech.

Kvůli lepší údržbě a zvýšené odolnosti proti zachycování nečistot bylo na konce obou plechů přidána zátka. Zátka kopíruje profil záchytného plechu a boční stěny nákladního prostoru. Záchytné plechy byly umístěny na boční stěny ve výšce, aby prostor mezi záchytným prostorem a dosedacími plochami bylo dostačující pro paletu.

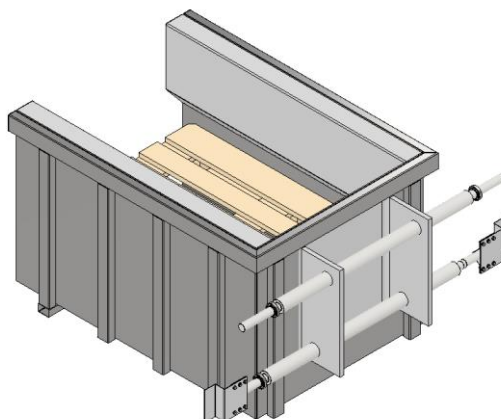


Obrázek 33. Vnitřní vybavení.

## 9.2 Unášení nákladního prostoru

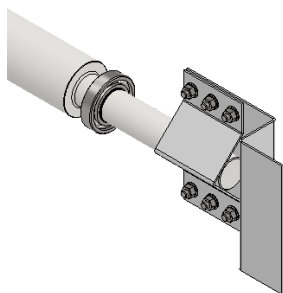
Pro přenášení pohybu z řetězového převodu na nákladní prostor byl použit řetězový unašeč, jak bylo již zmíněno v předchozí kapitole. Na začátku byl navrhnutý držák, který je z ohnuté pásoviny, kde jsou vypálené díry pro vložení hřídelí. Držák je umístěný na zadní straně na tzv. „zádech“ zařízení. Hřídele jsou nadále svařeny k držáku, aby nedošlo k jejím posunutí, nebo pootočení. Pro dokonalejší kopírování trasy a výrazné zlepšení plynulosti pohybu nákladního prostoru byla umístěná ložiska. Ložiska jsou proti posunutí zajištěny pojistnými kroužky.





Obrázek 34. Unášení nakládacího prostoru.

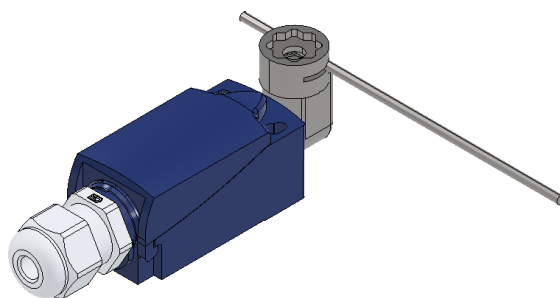
Pro systém unášení bylo inspirací v otevírání garážových vrat, které používá poměrně podobný systém. Funguje to na principu sevření čepu do takové přitlačné síly, aby mohl čep být otočný.



Obrázek 35. Unašeč.

### 9.3 Použití snímačů polohy

Snímač polohy, který byl použit u tohoto zařízení spolupracující firma považuje za velice spolehlivý, to byl jeden z primárních důvodů, proč byl použit. Po spuštění stroje a dojezdu nákladního prostoru na konec trasy dojde ke kontaktu se snímačem polohy. Po kontaktu dojde k vypnutí stroje. Při zpětném chodu je umístěn snímač polohy na začátku trasy a dojde opět k vypnutí stroje.



Obrázek 36. Snímače polohy.

## 10 ZHODNOCENÍ PROVEDENÉHO NÁVRHU

Po poptávce u dodavatele podobných strojů byl nastavena cena v hodnotě **600 000 – 800 000 CZK**. Cena se pohybuje z důvodu nosnosti a výšky zdvihu. Následující tabulka (Tab. 2) uvádí finanční zhodnocení realizovaného návrhu.

Tabulka 2. Kalkulace.

Název součásti	Počet	Dodavatel	Cena za kus	Cena celkově
<b>Motor</b>	1	SEW-Eurodrives	84 000 Kč	84 000 Kč
<b>Ložisko SKF FYJ 100 TF</b>	10	Mateza	13 640 Kč	136 400 Kč
<b>Ložisko SKF UCFL 208</b>	2	Mateza	871 Kč	1 742 Kč
<b>Ložisko ZKL 16008</b>	4	Mateza	106 Kč	424 Kč
<b>Ložisko SKF 6007</b>	4	Mateza	195 Kč	780 Kč
<b>Řetěz 24B-1 (5 m)</b>	2	Haberkorn	12 854 Kč	25 708 Kč
<b>Řetězové kolo 24B-1(19Z)</b>	8	Haberkorn	2 254 Kč	18 032 Kč
<b>Ocelový profil 120x120x4 – 1 m</b>	11	Kondor	708 Kč	7 788 Kč
<b>Ocelový profil 120x80x4 – 1 m</b>	13	Kondor	614 Kč	7 982 Kč
<b>Plech černý 10 mm/3x3m</b>	4	Kondor	43 930 Kč	175 720 Kč
<b>Ocelový profil 60x40x2 – 1 m</b>	12	Kondor	143 Kč	1 716 Kč
<b>Ocelový profil 80x40x2 – 1 m</b>	5	Kondor	190 Kč	950 Kč
<b>Plech černý 2 mm/1x2m</b>	1	Kondor	1 535 Kč	1 535 Kč
<b>Plech černý 5 mm/1x1,5 m</b>	4	Kondor	2 386 Kč	9 544 Kč
<b>Plech černý 5 mm/0,3x1,3 m</b>	2	Kondor	620 Kč	1 240 Kč
<b>Plech černý 3 mm/0,6x1,4 m</b>	3	Kondor	827 Kč	2 481 Kč
<b>Plech černý 3 mm/0,16x1,4 m</b>	1	Kondor	227 Kč	227 Kč
<b>Ocel kruhová 100–1 m</b>	10	Kondor	1 624 Kč	16 240 Kč
<b>Plech černý 10 mm/0,2x1m</b>	1	Kondor	668 Kč	668 Kč
<b>Ocel plochá 40x10 - 1 m</b>	16	Kondor	149 Kč	2 384 Kč
<b>Podložky M16 – DIN 125</b>	200	Prumex	3,67 Kč	734 Kč
<b>Šroub M16x55 – DIN 933</b>	60	Prumex	7,46 Kč	448 Kč
<b>Matice M16 – DIN 934</b>	60	Prumex	4,05 Kč	243 Kč
<b>Podložky M20 – DIN 125</b>	20	Prumex	6,94 Kč	139 Kč
<b>Šroub M20x90 – DIN 933</b>	10	Prumex	36,49 Kč	365 Kč
<b>Matice M20 – DIN 934</b>	10	Prumex	5,79 Kč	58 Kč
<b>Pojistné hřídelové kroužky – DIN 471</b>	50	Prumex	3,88 Kč	194 Kč
<b>Pojistné kroužky do díry DIN 472</b>	10	Prumex	6,89 Kč	69 Kč

<b>Kolík 5m6/20 -DIN 6325</b>	12	Mateza	4,11 Kč	49 Kč
<b>Schneider polohový spínač</b>	2	KV Elektro	597 Kč	1 194 Kč
			Celková cena	499 053 Kč

V Tab. 2. je celková cena zařízení 499 053 Kč. Cena je tedy nižší než spodní hranice u komerčně dostupných zařízení podobného typu.

## ZÁVĚR

V první části bakalářské práce byla vypracována literární rešerše, která se zabývá obecně výtahovým zařízením a jednotlivými součástmi, které se ve stroji objevují. Byl kladen důraz na jejich vlastnosti, jednotlivé použití praxi a kde se tyto součásti nacházejí.

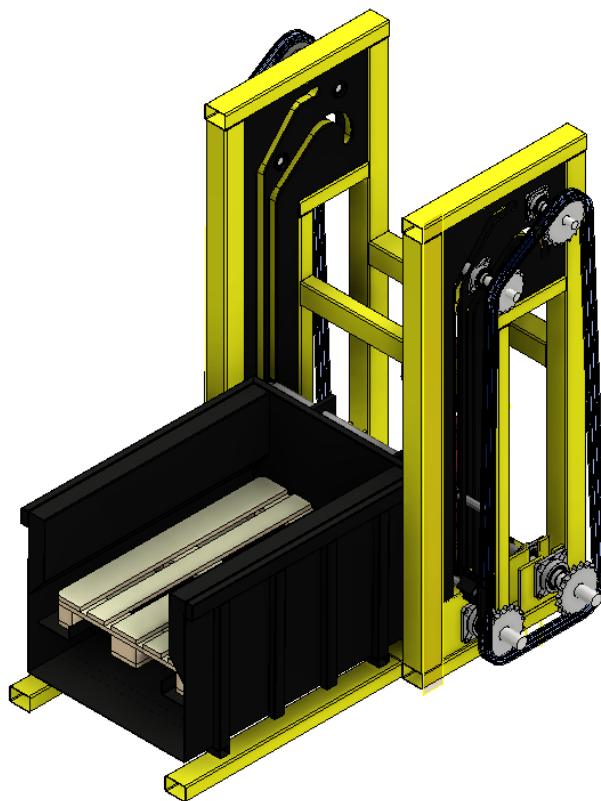
Druhá část se týká samotného překlápěcího zařízení. Na začátku byla potřeba uvědomit si, jaké prvky bude potřeba volit při konstruování. Byly zvoleny prvky, které spolupracující firma nejčastěji používá. Jsou to nejčastěji ocelové profily obdélníkového, nebo čtvercového tvaru. Pro rám stroje byly použity větší rozměry, aby byla zajištěna větší tuhost a stabilita.

Tento stroj je určený pro firmy, které potřebují zajistit zdvih těžkého nákladu. Není primárně určený pro soukromé zakoupení, protože cena tohoto stroje je příliš vysoká. Způsob plnění je uzpůsoben pro paletovací vozík, nebo vysokozdvižný vozík. Paleta je položena do unášecích podpěr, které jsou uzpůsobeny pohodlnému vynětí unášecích vidlic zásobovacího zařízení.

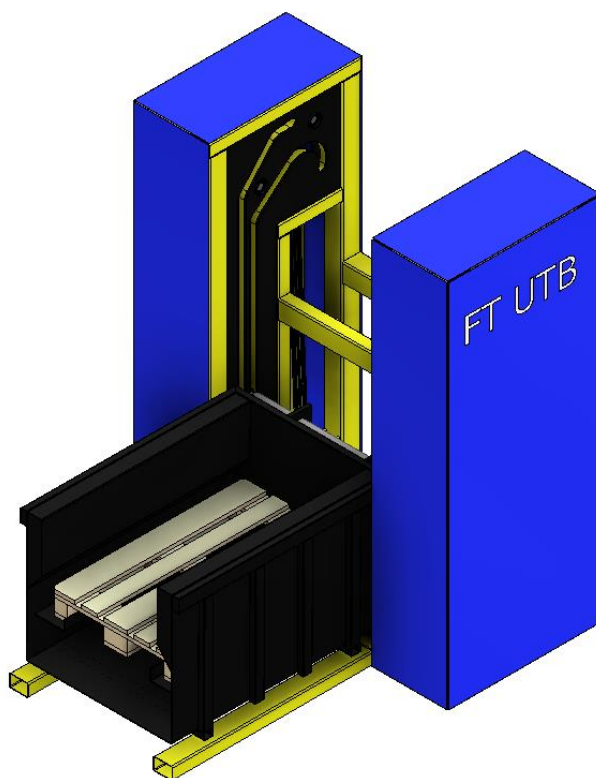
Před samotným dimenzováním strojních součástí bylo nutno vybrat motor, který je základním prvkem, od kterého se odvíjely další výpočty. Motor byl vybrán podle jednoduchých výpočtů, které byly zadány do programu výrobce. Program vybral přesný motor, který je pro náš účel určený. Z parametrického listu motoru byl vyčten kroutící moment, který byl následně důležitý v dalším postupu při výpočtech. Koncové hřídele jsou osazené spojkou s pojistnými střížnými kolíky, která zaručuje, že při nebezpečí se pojistné kolíky přetrhnou a nedojde k poškození motoru. Na spojku je napojena další hřídel, která je upevněná ve dvou domečkových ložiskách a na konci je řetězové kolo. Řetězové kolo je na konci zajištěné pojistným kroužkem. Pohyb nákladního prostoru nám zaručuje řetěz, který má unášecí články, které jsou spojené s nákladním prostorem.

Celý stroj byl zhotoven v programu Autodesk Inventor 2022, který sloužil jako vizuální představa a podpora při výpočtech např.: velikosti svarů. Program má širokou nabídku normalizovaných dílů, které jsem v modelu použil jako např.: šrouby, podložky, matice apod.

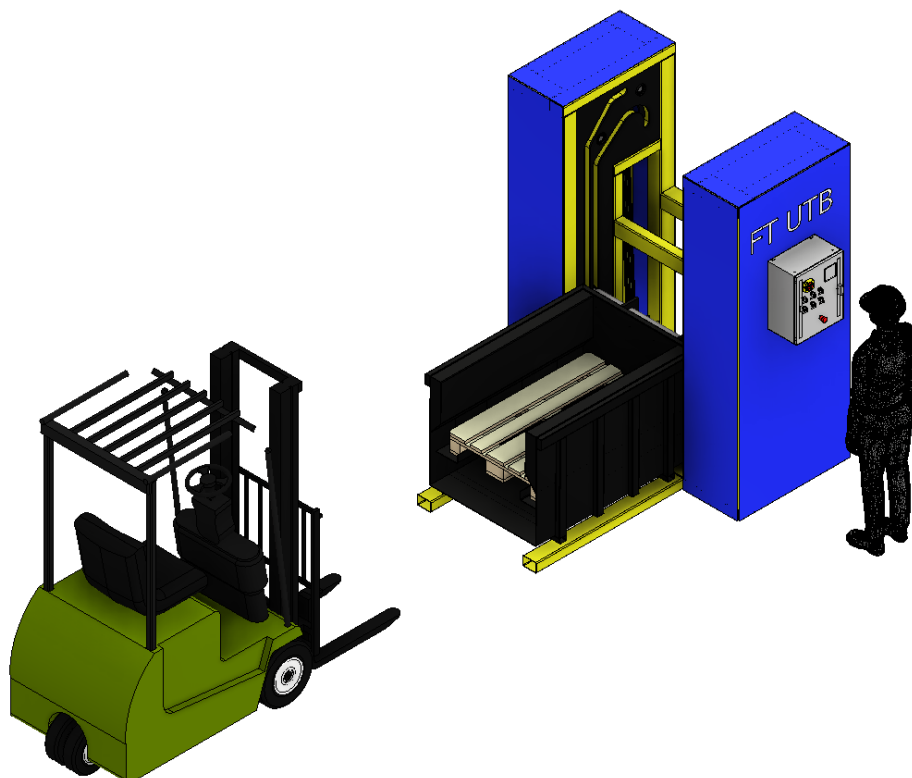
Při kalkulaci stroje bylo započítaná částka 499 053,- Kč, která je výrazně nižší cena komerčně dostupných zařízení podobného typu na trhu, která činí 600 000 – 800 000 Kč.



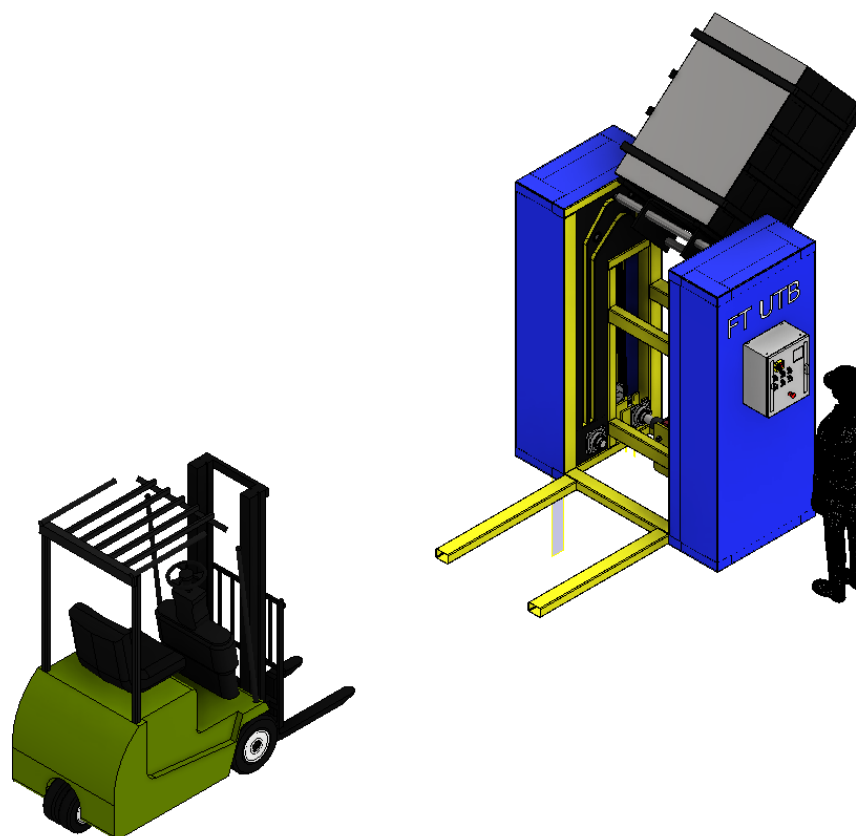
Obrázek 37. Překlápěcí zařízení neoplechované



Obrázek 38. Překlápěcí zařízení oplechované



Obrázek 39. Překlápěcí zařízení ve výchozí pozici.



Obrázek 40. Překlápěcí zařízení vy výklopné pozici.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Výroba a modernizace výtahů. *Výtahy* [online]. Velké Meziříčí [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.vytahy.com/cs/vyroba-a-modernizace-vytahu/osobni-vytahy>
- [2] Nákladní výtahy. *Skylift* [online]. Praha [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.skylift.cz/nakladni-vytahy/>
- [3] Nákladní výtahy. *Výtahy-Vařeka* [online]. Duchcov [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.vytahy-vanerka.cz/nase-vytahy/nakladni-vytahy/>
- [4] Jak funguje výtah. *Dům plný úspor* [online]. Rafael Tymel, 2018 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.dumplnyuspor.cz/jak-funguje-vytah/>
- [5] Trakční výtah. *MSV výtah* [online]. Hradec Králové [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.msv-vytahy.cz/trakcni-vytah>
- [6] Hydraulické výtahy. *Triplex výtahy* [online]. Hradec Králové [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.triplex.cz/vytahy/hydraulicke-vytahy/>
- [7] Electric motor. *Britannica* [online]. Gordon Slemon [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/electric-motor>
- [8] Electric motor. *Circuit Globe* [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://circuitglobe.com/electric-motor.html>
- [9] Electric motor. *Demotor* [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://en.demotor.net/electric-motors/components-of-an-electric-motor/rotor>
- [10] Stators and components. *Automate* [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.automate.org/products/stators-and-components>
- [11] Types of electric motors. *Parvalux* [online]. Lizzy Cotton [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.parvalux.com/what-are-the-different-types-of-electric-motors/>
- [12] AC motors. *Grainger* [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.grainger.com/category/motors/ac-motors>
- [13] Types of electric motors. *Electrical technology* [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.electricaltechnology.org/2021/01/types-of-electric-motors.html>



- [14] Induction motors. *Research dive* [online]. A. Prince, 2020 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.researchdive.com/blog/induction-motors-main-types-and-different-applications>
- [15] Chain drivers. *Fractory* [online]. Siima Silda, 2018 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: [https://fractory.com/chain-drives/#Advantages\\_of\\_Chain\\_Drives](https://fractory.com/chain-drives/#Advantages_of_Chain_Drives)
- [16] KŘÍŽ, Rudolf. *Stavba a provoz strojů II. převody*. SNTL – Státní nakladatelství technické literatury, 1978.
- [17] Gallowy řetězy. *Moravia řetězy* [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.moravia-retezy.cz/vyroba-retezy-pohony/retezove-prevody/gallov-y-retezy>
- [18] Roller chains. *Motion control tips* [online]. 2011 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.motioncontroltips.com/roller-chains/>
- [19] PIV chains. *USA: Roller chains and sprocket* [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.usarollerchain.com/PIV-Chain-s/2117.htm>
- [20] Difference between gears and sprocket. *All about teng* [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://allabouteng.com/difference-between-gears-sprocket/>
- [21] What is a sprocket?. *RS* [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://uk.rs-online.com/web/content/discovery/ideas-and-advice/sprockets-guide>
- [22] *Jaké typy průmyslových senzorů se používají ve zpracovatelském průmyslu? Automatizační fórum* [online]. Ashlin, 2021 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://automationforum.co/what-are-the-types-of-industrial-sensors-used-in-the-process-industry/#htoc-how-to-select-industrial-sensors>
- [23] HRUŠKA, František. *Technické prostředky integrované automatizace*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2012, 1 online zdroj (345 s.). ISBN 9788074542343. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/18664>
- [24] Bezkontaktní indukční snímače přiblížení. *Automatizace HW* [online]. Antonín Vojáček, 2014 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/komponenty-mereni-a-regulace/indukcni-snimace-priblizeni-obecny-popis.html>
- [25] Ultrazvukové senzory přiblížení. *Automatizace HW* [online]. Antonín Vojáček, 2017 [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/ultrazvukove-senzory-priblizeni-funkce-provedeni-pouziti.html>

- [26] Magnetické lineární snímače polohy. *Odměřování* [online]. [cit. 2023-02-19]. Dostupné z: <https://www.odmerovani.cz/magneticke-linearni-snimace-polohy>
- [27] Co je navíjecí bubnový výtah? *Artisan Elevators* [online]. [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: <https://artisanelevators.com/c-what-is-a-winding-drum-elevator/>
- [28] VOLEK, František. *Základy konstruování a části strojů I*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009, 167 s. ISBN 9788073186548.
- [29] MAŇAS, Miroslav, Michal STANĚK a David MAŇAS. *Výrobní stroje a zařízení I*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007, 264 s. ISBN 9788073185961.
- [30] Stavební výtahy. *Stros* [online]. [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://www.stros.cz/produkty/stavebni-vytahy>
- [31] Hydraulické výtahy. *Domovní výtahy* [online]. [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://www.domovni-vytahy.cz/hydraulicke-vytahy.html>
- [32] Nové výtahy. *Výtahy line* [online]. [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://vytahy-line.cz/nove-vytahy>
- [33] Strojovna. *Staré výtahy* [online]. [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://www.starevytahy.cz/princip/strojovna/index.php>
- [34] PORUBSKÝ, O. Rozbor parametrů indukčního trojfázového motoru s kroužkovou kotvou. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2018. 46s. Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Pavel Vorel Ph.D
- [35] DC Motors. *Indiamart* [online]. [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://www.indiamart.com/proddetail/dc-motor-16406628930.html>
- [36] Válečkové řetězy. *Norelem* [online]. [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://www.norelem.com/cz/cs/Produkty/>
- [37] Gallův řetěz. *Ložiska* [online]. [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: [https://www.loziska.com/foto-gallovy-retezy-s-podlozkmi-dle-din-8150-csn-02-3330/?produkt\\_id=501&kategorie\\_id=127](https://www.loziska.com/foto-gallovy-retezy-s-podlozkmi-dle-din-8150-csn-02-3330/?produkt_id=501&kategorie_id=127)
- [38] Zubový řetěz. *SKF* [online]. [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://www.skfptp.com/CategoryDetails?productId=363062&languageId=3>
- [39] Snímače polohy. *IMF Soft* [online]. [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://imfsoft.com/kategorie-ostatni/snimac-polohy-npn-sroubovy-indukcni>

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

a	Vzdálenost ložisek	[mm]
b	Vzdálenost ložiska od řetězového kola	[mm]
$b_1, t_1$	Rozměry pera	[mm]
d	Roztečná kružnice řetězového kola	[mm]
$d_k$	Průměr kolíku	[mm]
$d_{hs}$	Průměr hřídele pro spojku	[mm]
$d_{h1}$	Minimální průměr hřídele pod řetězovým kolem	[mm]
$D_s$	Roztečný průměr kolíků	[mm]
$D_{\check{r}k}$	Průměr řetězového kola	[mm]
$F_B$	Pevnost řetězu při přetržení	[N]
$F_s$	Síla k ustřižení kolíku	[N]
$F_O$	Obvodová síla na řetězovém kole od přenášeného výkonu	[N]
$F_t$	Celková tahová síla	[N]
$F_{OC}$	Obvodová síla způsobená účinkem obvodové rychlosti	[N]
$F_{\check{r}k}$	Síla řetězového kola	[N]
h	výška pera	[mm]
$i_k$	Počet kolíků	[-]
j	Počet článků řetězu	[-]
$k_s$	Součinitel bezpečnosti proti přetržení při dynamickém zatížení	[-]
$k_d$	Součinitel bezpečnosti proti přetržení při statickém zatížení	[-]
l	Délka pera	[mm]
$l'$	Délka pera předběžná	[mm]
$L_{\check{r}}$	Délka řetězu	[mm]
$m_c$	Celková hmotnost	[kg]
$m_{kr}$	Hmotnost konstrukčního rámu	[kg]

$m_{np}$	Hmotnost nákladního prostoru	[kg]
$M_k$	Kroutící moment	[N·m]
$M_{kD}$	Dovolený přenášený kroutící moment	[N·mm]
$M_{km}$	Kroutící moment motoru	[N·mm]
$M_{o\ max}$	Maximální ohybový moment	[N·m]
$M_{o\ red}$	Redukovaný ohybový moment	[N·m]
$n$	Počet otáček motoru	[ot/min]
$p$	Rozteč řetězu	[mm]
$p_p$	Tlak v kloubu řetězu	[MPa]
$p_d$	Dovolený tlak	[MPa]
$p_{dř}$	Dovolený tlak v kloubu řetězu	[MPa]
$P_1$	Výkon motoru	[W]
$P_2$	Směrný tlak v kloubu řetězu	[W]
$P$	Jmenovitý výkon	[W]
$r$	Poloměr řetězového kola	[mm]
$q$	Hmotnost 1 metru řetězu	[mm]
$R_A$	Reakční síla v podpěře v A	[kN]
$R_B$	Reakční síla v podpěře v B	[kN]
$S_k$	Povrch kolíku	[mm <sup>2</sup> ]
$S_{ř}$	Povrch kloubu řetězu	[mm <sup>2</sup> ]
$v_m$	Obvodová rychlost motoru	[m/min]
$v_{ř}$	Obvodová rychlost řetězu	[m/min]
$W_o$	Průřezová modul průřezu	[mm <sup>3</sup> ]
$z_1$	Počet zubů řetězového kola	[-]
$\lambda$	Součinitel tření	[-]
$\mu$	Činitel mazání	[-]

---

$\tau_k$	Napětí v krutu	[MPa]
$\tau_{Dk}$	Dovolené napětí v krutu	[MPa]
$\tau_s$	Napětí ve střihu	[MPa]
$\tau_{Ds}$	Dovolené napětí ve střihu	[MPa]
$\varphi$	Činitel provedení řetězu	[-]
$\chi$	Činitel výkonu	[-]
$\sigma_{DO}$	Dovolené napětí v ohybu	[MPa]

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1. Jednoduchý stavební výtah. [30] .....	11
Obrázek 2. Trakční výtah. [5] .....	13
Obrázek 3. Hydraulický výtah. [31] .....	14
Obrázek 4. Kabina osobního výtahu. [32] .....	15
Obrázek 5. Strojovna výtahu. [33] .....	16
Obrázek 6. Řez motorem. [34] .....	17
Obrázek 7. Střídavý motor. [14] .....	18
Obrázek 8. Stejnoseměrný motor. [35] .....	19
Obrázek 9. Řetěz. [36] .....	21
Obrázek 10. Ewartův řetěz. [28] .....	23
Obrázek 11. Gallův řetěz. [37] .....	23
Obrázek 12. Zubový řetěz. [38] .....	25
Obrázek 13. Řetězové kolo. [20] .....	26
Obrázek 14. Snímač polohy. [39] .....	27
Obrázek 15. Indukční snímač polohy. [39] .....	28
Obrázek 16. Použitý obdélníkový profil. ....	33
Obrázek 17. Rozměry rámu konstrukce. ....	34
Obrázek 18. Konstrukce rámu. ....	34
Obrázek 19. Trasa. ....	35
Obrázek 20. Kuželový převodový motor. ....	36
Obrázek 21. Technický list motoru. ....	37
Obrázek 22. Zapojení motoru. ....	39
Obrázek 23. Pojistná spojka. ....	39
Obrázek 24. Stroj s řetězovým převodem. ....	42
Obrázek 25. Hřídel pod řetězovým kolem. ....	42
Obrázek 26. Schéma hřídele. ....	43
Obrázek 27. Ložisko SKF .....	44
Obrázek 28. Unášec .....	44
Obrázek 29. Konstrukce nákladního prostoru. ....	46
Obrázek 30. Rozměry nákladního prostoru .....	46
Obrázek 31. Výztuha .....	47
Obrázek 32. Záchytný plech. ....	47
Obrázek 33. Vnitřní vybavení. ....	48
Obrázek 34. Unášení nakládacího prostoru. ....	49

---

Obrázek 35. Unašeč. ....	49
Obrázek 36. Snímače polohy. ....	50
Obrázek 37. Překlápěcí zařízení neoplechované .....	54
Obrázek 38. Překlápěcí zařízení oplechované .....	54
Obrázek 39. Překlápěcí zařízení ve výchozí pozici. ....	55
Obrázek 40. Překlápěcí zařízení vy výklopné pozici. ....	55

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1. Rozměry řetězového kola .....	41
Tabulka 2. Kalkulace .....	51



