



**FAKULTA
ŠROJNÍ
ČVUT V PRAZE**

Ústav konstruování a částí strojů

Návrh průmyslového stožárového výtahu

**Design of Elevator for Industrial
Applications**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2017

Vladislav ŠABUROV

Studijní program: B2341 STROJÍRENSTVÍ

Studijní obor: (3901R051) Konstruování podporované počítačem

Vedoucí práce: Ing. Zdeněk Češpíro Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že tuto bakalářskou práci *Návrh průmyslového stožárového výtahu* jsem vypracoval samostatně pod vedením *Ing. Zdeňka Čěšpíra, Ph.D.*. Přičemž jsem vycházel ze svých znalostí, odborných konzultací a doporučené literatury uvedené v seznamu.

V Praze dne: 28.6.2017

.....
Šaburov Vladislav

Poděkování

Rád bych zde poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Zdeňku Češpírovi, Ph.D., za odborné vedení, věcné připomínky, dobré rady a vstřícnost při konzultacích. Dále bych chtěl poděkovat své rodině, přítelkyni a kamarádům za psychickou podporu a cenné rady.

Anotační list

Jméno autora: Vladislav ŠABUROV
Název BP: Návrh průmyslového stožárového výtahu
Anglický název: Design of Elevator for Industrial Applications
Rok: 2017
Studijní program: B2341 STROJÍRENSTVÍ
Obor studia: 3901R051 Konstruování podporované počítačem
Ústav: Ústav konstruování a částí strojů
Vedoucí BP: Ing. Zdeněk Češpíro Ph.D.

Bibliografické údaje: počet stran 34
počet obrázků 34
počet tabulek 3
počet příloh 23

Klíčová slova: Stožárový výtah, pastorek, ozubený hřeben, konstrukce, klec

Keywords: The mast lift, rack, pinion, construction, cage

Anotace: Bakalářská práce se zabývá návrhem průmyslového stožárového výtahu pro přepravu osob a nákladů s celkovou nosností 400 kg. Práce obsahuje řešení pohonu s ozubeným hřebenem, konstrukční návrhy klece, pojezdové části a stožáru s podstavcem. Dále pak vypracovaný 3D model koncepčního návrhu výtahu a vytvořené 2D výkresy sestavy.

Abstract: The goal of this bachelor's thesis is design of a mast elevator for transportation of personnel and cargo with total cargo capacity of 400 kg. Thesis includes solving of a rack and pinion drive, design of the elevator cage, carriage parts and the mast with the base. Furthermore, a 3D model of the elevator concept design and 2D drawings were made.

Obsah

1. ÚVOD	1
1.1. CHARAKTERISTIKA VÝTAHU	1
1.2. VÝVOJ VÝTAHU	1
1.3. ROZDĚLENÍ VÝTAHŮ	2
1.4. PRŮMYSLOVÉ VÝTAHY	2
2. VLASTNÍ KONSTRUKČNÍ NÁVRH STOŽÁROVÉHO VÝTAHU	3
2.1. HLAVNÍ PARAMETRY VÝTAHU	3
2.2. HLAVNÍ ČÁSTI VÝTAHU	3
2.3. KLEC.....	4
2.3.1. RÁM KLECE	5
2.3.1.1. SILENTBLOKY	6
2.3.2. RAMPA	6
2.3.3. DVOUKŘÍDLÉ DVEŘE	8
2.3.3.1. REFLEXNÍ ZÁVORY	9
2.3.4. BOČNÍ DÍLY KLECE.....	9
2.4. POJEZ.....	10
2.4.1. BOČNICE POJEZDU.....	11
2.4.1.1. PRAVÁ BOČNICE POJEZDU	11
2.4.1.2. LEVÁ BOČNICE POJEZDU	12
2.4.2. ZACHYCOVAČ.....	13
2.5. STOŽÁR A JEHO PODSTAVEC	14
2.5.1.1. NÁRAZNÍKY	17
2.6. POVRCHOVÉ ÚPRAVY	18
2.6.1. ŽÁROVÉ ZINKOVÁNÍ.....	18
2.6.2. KOMAXIT.....	18
3. NÁVRHOVÁ A VÝPOČTOVÁ ČÁST	19
3.1. VÝPOČET A VOLBA PASTORKU	19
3.1.1. VÝPOČET ROZTEČNÉHO PRŮMĚRU PASTORKU PRO PŘÍMÉ ZUBY	19
3.1.2. VÝPOČET OTÁČEK PASTORKU.....	19
3.1.3. PŘEVODOVÝ POMĚR	19
3.2. VÝPOČET ELEKTROMOTORU	19
3.2.1. POTŘEBNÝ VÝKON	19

3.2.2.	VÝPOČET CELKOVÉ HMOTNOSTI.....	19
3.2.3.	VÝKON HNACÍHO ELEKTROMOTORU	20
3.3.	VOLBA ELEKTROMOTOR.....	20
3.4.	VÝPOČET PŘEVODOVKY	21
3.4.1.	VÝSTUPNÍ MOMENT Z PŘEVODOVKY	21
3.5.	VOLBA PŘEVODOVKY	21
3.6.	ROZMĚRY MOTORU A PŘEVODOVKY	22
4.	ZÁVĚR.....	23
	SEZNAM POŽITÉ LITERATURY	24
	SEZNAM SYMBOLŮ	25
	SEZNAM OBRÁZKŮ	26
	SEZNAM TABULEK	27
	SEZNAM PŘÍLOH	27

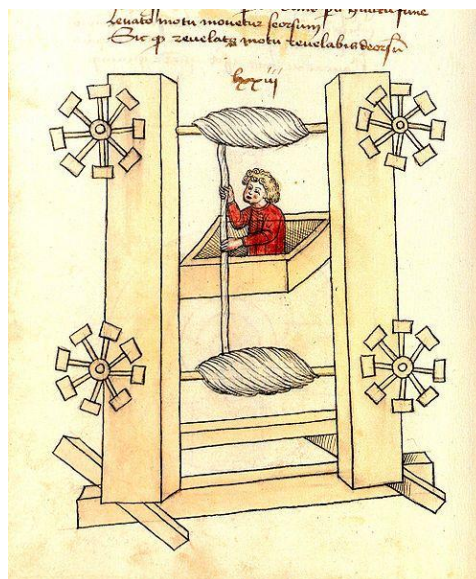
1. Úvod

1.1. Charakteristika výtahu

Výtah je technické zařízení trvale obsluhující různé výškové úrovně staveb, které je vybavené klecí, jež se pohybuje mezi tuhými vodítky. Slouží k přepravě osob a nákladů mezi dvěma nebo více místy vertikálně od sebe vzdálenými. Důvody, které vedly ke konstrukci výtahů, jsou přirozené. Snaha pro mechanizaci vertikální dopravy se nejprve týkala břemen, později i osob. Pohyb vzhůru proti zemské přitažlivosti je spojen s vynaložením značné fyzické energie. [1, 3]

1.2. Vývoj výtahu

Konstruktérem nejstaršího výtahu v dějinách (r. 236 př. n. l.) byl řecký matematik a fyzik Archimedes. Klec jeho výtahu byla zavěšena na konopném laně a vrátek měl ruční pohon. V první polovině 19. století dochází k rozvoji výtahů poháněných parním strojem. Výtahy v moderním pojetí, vybaveny plošinou vedenou vodítky a bezpečnostním zařízením, které mělo zabránit pádu při přetržení nosných orgánů, se však neobjevily dříve než roku 1853. Byl to nákladní výtah vybavený primitivním zachycovacím ustrojem podle vynálezu Elisha Graves Otis a byl určen pro dopravu břemen a obsluhy. V druhé polovině 19. století dochází ke stavbě výtahu s hydraulickým pohonem, kde pracovním médiem byla voda. Zásadní změnou v konstrukci výtahů přináší vynález elektrického pohonu. V roce 1880 byl představen Wernerem von Siemensem, první výtah s elektrickým pohonem. První (nákladní) výtah sestrojila ústecká firma Breitfeld-Daněk (jeden z předchůdců ČKD) v roce 1876 v pivovaru v Litoměřicích. Tato společnost se i později věnovala konstrukci především nákladních výtahů pro velké průmyslové podniky. S počátky výtahářství v Čechách jsou spjata jména jako Jan Prokopec, A. Bílek či Edvard Schliegl. [1]



Obr. 1.1.: Nejstarší nákresy Výtah Konráda Keysera. [10]

1.3. Rozdělení výtahů

Podle druhu pohonu dělíme výtahy do tří základních skupin:

- 1) Výtahy s elektrickým pohonem
- 2) Výtahy s hydraulickým pohonem
- 3) Výtahy s pneumatickým pohonem

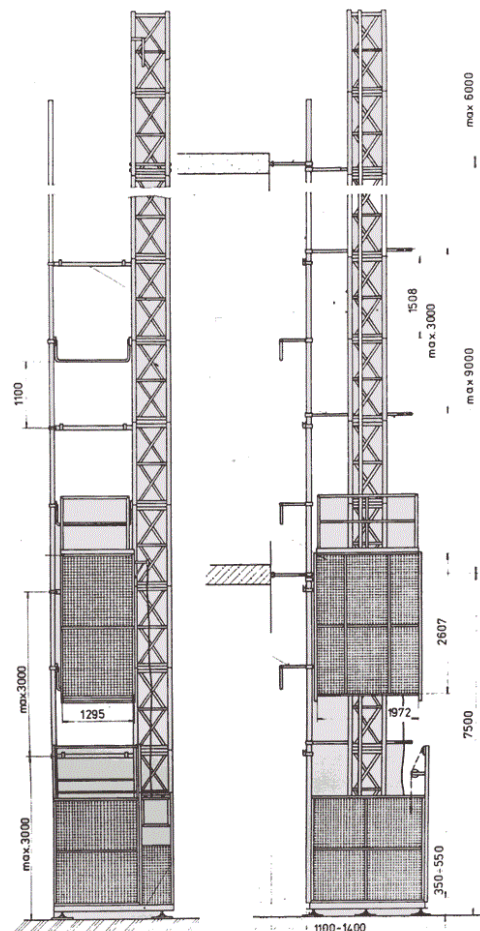
Výtahy s elektrickým pohonem dále rozdělujeme:

- a) Výtahy osobní a nákladní s doprovodem osob
- b) Výtahy nákladní se zakázanou dopravou osob
- c) Malé nákladní výtahy do 100 kg
- d) Stolové výtahy
- e) Osobní výtahy oběžné (paternostery)
- f) Výtahy výsypné

[1]

1.4. Průmyslové výtahy

Průmyslové výtahy souží k přepravě osob a materiálu v různých průmyslových objektech nebo dočasně rekonstruovaných staveb. Jsou konstruovány tak, aby dlouho a spolehlivě fungovaly v náročném prostředí. K velkým výhodám těchto výtahů patří rychlá a snadná montáž, možnost dosažení velkých výšek, snadné provedení konstrukčních úprav v místě montáže, instalace bez potřeby uzavřené šachty a dlouhá životnost v těžkých provozních podmínkách různých průmyslových objektů, jako například v elektrárnách, ocelárnách, uhelných skladech, dolech atd. Podle určení rozdělujeme průmyslové výtahy na osobní, osobo-nákladní, nákladní a další speciální druhy například pracovní plošiny. [2]



Obr.1.2.: Schéma stavebního výtahu NOV 650D [11]

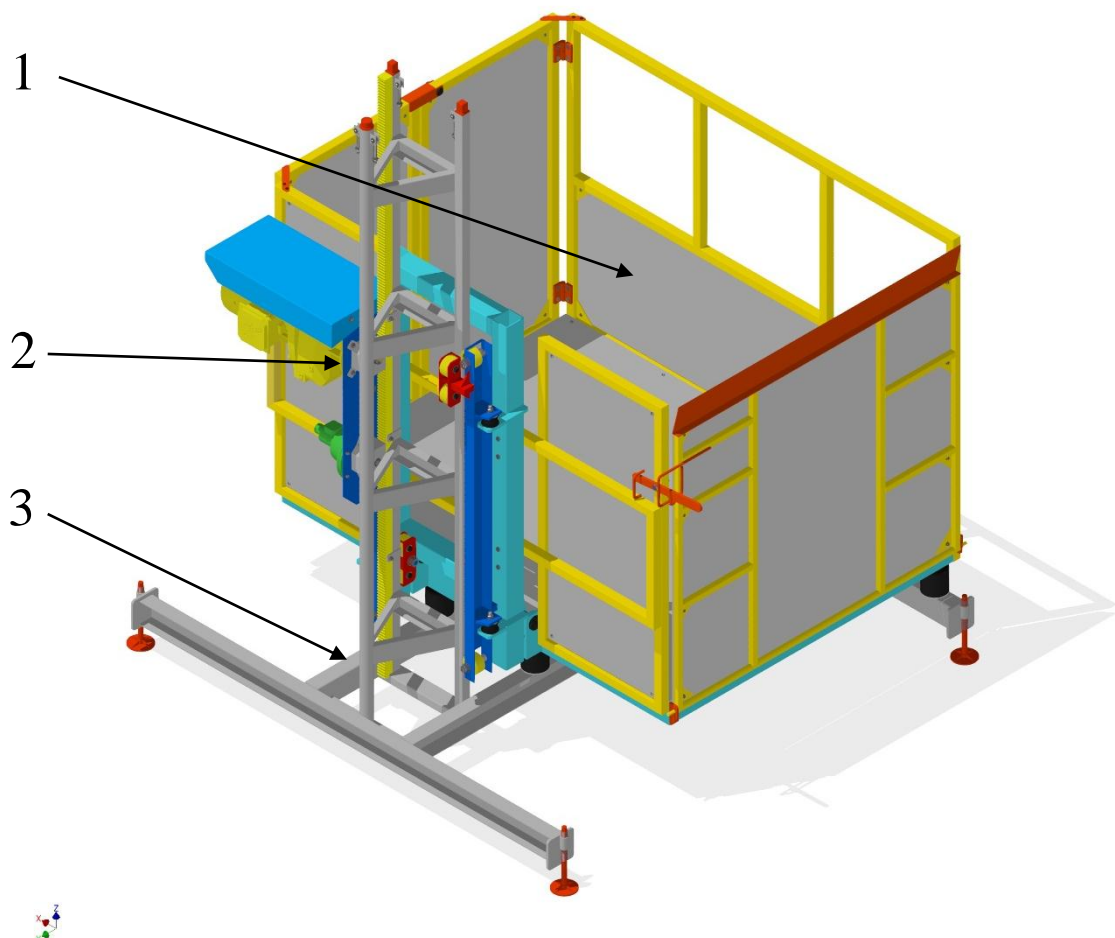
2. Vlastní konstrukční návrh stožárového výtahu

2.1. Hlavní parametry výtahu

Nosnost:	400[kg]
Rychlost:	12[m/min]
Maximální výška stožáru:	12[m]
Vnitřní rozměry klece:	1515x1100[mm]
Vnitřní výška klece:	1000[mm]

2.2. Hlavní části výtahu

Hlavními částmi průmyslového stožárového výtahu jsou stožár s podstavcem na něj nasunut pojezd, který je spojen s klecí. (viz obr. 2.1)

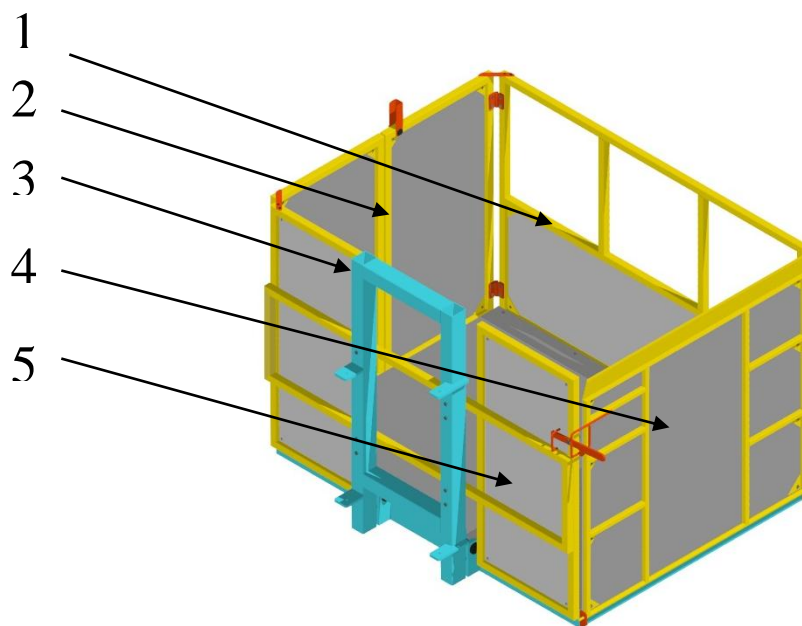


Obr. 2.1.: Průmyslový stožárový výtah
1 - sestava klece, 2 - sestava pojezdu, 3 - sestava stožáru s podstavcem

2.3. Klec

Nákladní výtahy se od osobních liší hlavně klecí, která bývá mnohem lehčí (ale tužší), zvláště pro velké nosnosti, v níž se dopravují osoby nebo náklady. [2] Je tvořena ocelovou kostrou (rám), v níž je uložena klec. Konstrukce klece musí splňovat bezpečnostní požadavky podle české technické normy EN 81-1. [3]

Finální sestava klece je sestavena ze čtyř základních částí, kterými jsou: rám, boční díly klece, nájezdová rampa a dveře. Konstrukce klece je zobrazena na obr. 2.1.



Obr. 2.2.: Klec výtahu

1 – přední boční díl, 2 – dvoukřídlé dveře, 3 – rám, 4 - rampa, 5 – zadní boční díl

Jednotlivé části jsou rozebíratelné z důvodu lepší skladovatelnosti a celkově pro lepší přepravu. Nejčastěji jsou smontované šroubovými spoji, které byly navrženy tak aby splňovaly bezpečnostní požadavky. Podlaha klece je tvořena pomocí protiskluzného lístkového plechu (P4 1500x1100) (viz obr. 2.3), který je přišroubovaný šroubem s kulatou hlavou k rámu klece. Kulatá hlava je použita z důvodu splývavosti s povrchem podlahy, aby nedocházelo k poškození šroubových spojů tak i naloženého nákladu.

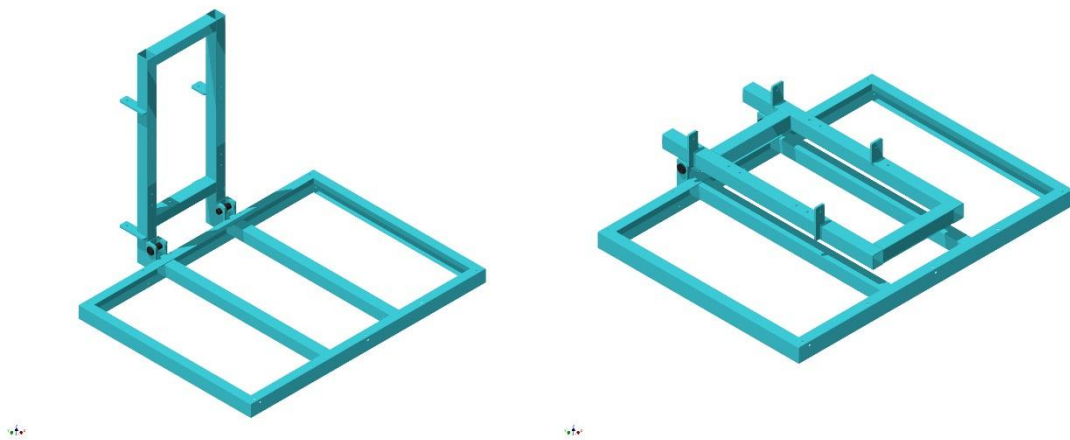


Obr. 2.3.: Plech lístkový [12]

Jako první bude sešroubovaný zadní boční díl k rámu klece, následně na něj nasazená rampa. Poté se na ní z jedné strany nasadí přední boční díl, jež se přišroubuje k spodnímu rámečku rámu.

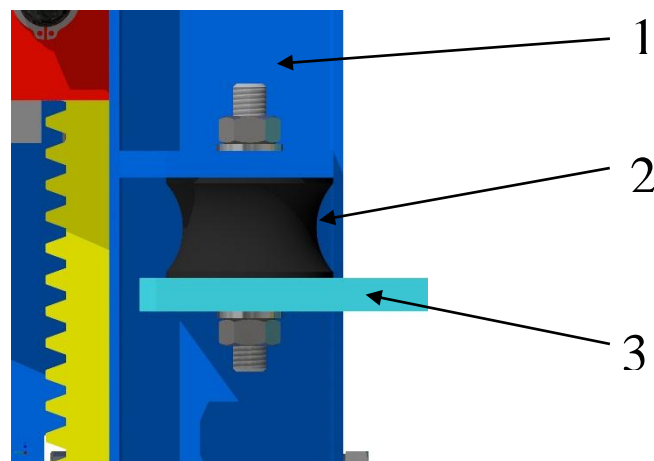
2.3.1. Rám klece

Rám klece výtahu byl navržen ze dvou částí, které jsou k sobě spojeny pomocí čepů a pojistných kroužků, z důvodu možnosti sklopení. Tím šetříme skladovací prostor a docílíme větší variability (viz obr. 2.4). Rám klece je povrchově upraven žárovým zinkováním.



Obr. 2.4.: Rám v otevřené a sklopené poloze

Svislá část trámu je řešena použitím dutých obdélníkových profilů (70x60x3), jež jsou mezi sebou svařeny. V dolní části jsou přivařeny vnitřní díly pantu. Po stranách jsou dále svařeny nosné elementy, ke kterým budou uchyceny silentbloky pomocí šroubového spoje. Při sestavě výtahu se shora na silentbloky nasadí pojezdová část, která je potom k ní přišroubována (viz obr. 2.5).



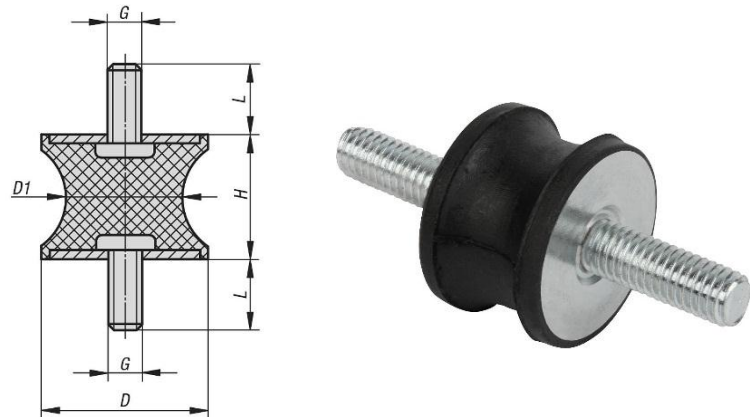
*Obr. 2.5.: Spojení klece s pojezdem pomocí silentbloku
1 – Pojezd, 2 – silentblok, 3 – rám klece.*

2.3.1.1. Silentbloky

Silentbloky jsou velmi rozšířené konstrukční prvky určené pro pružná uložení. Pryžové silentbloky s projmutým průřezem gumové části snižují její vysoké zatížení na krajích při radiálním vychýlení a zvyšují tak životnost konstrukčního dílu. Silentblok byl zvolen od firmy Kipp, která nabízí vhodný typ AT (viz. Obr.2.6), který splňuje dané požadavky.

Tab. 1.: Rozměry a ztížení silentbloku.

D[mm]	75
D1[mm]	50
H[mm]	40
G	M10
L[mm]	37
Zatížení [N]	2330



Obr. 2.6.: Pryžový silentblok typ AT plus jeho náčrt. [13]

Spodní část rámu je tvořena dvěma rameny stejných profilů jako svislé části rámu. Na konci ramen jsou přivařeny vnější nosné díly pantu. Dále je na ramena nasunutý svařený rámeček (viz obr.2.7), který je k nim svařený. Rámeček je navržený z U profilů (80x50x3), profily jsou na konci seříznuty na 45° a následně svařeny k sobě. Svařený rámeček má ze strany nasunutí na ramena vytvořeny otvory daných profilů a ze strany protější jsou vyvrtané díry, které slouží ke spojení bočního dílu klece.

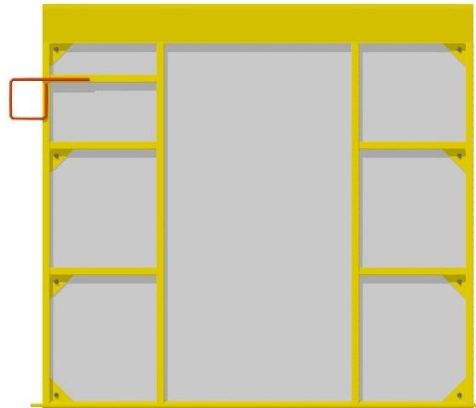


Obr. 2.7.: Rámeček klece.

2.3.2. Rampa

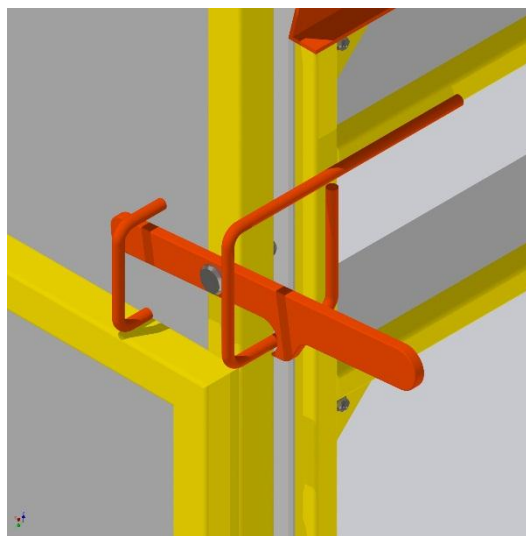
Rampa je navržena tak, aby šla snadně otevírat, zavírat a zvládala převoz těžkého nákladu. Rampa je tvořena čtyřmi dutými profily (TR 4HR 20x2). Profily jsou mezi sebou vyztuženy totožnými profily. V horní části je navařený ohnutý plech, nájezd. Slouží ke snadné přepravě nákladu na plošinu i z plošiny a zamezuje rázům. V dolní části je navařená

kruhová tyč používaná jako vnitřní část pantů. Podlaha rampy je řešena stejným způsobem jako podlaha klece, tedy pomocí protiskluzného lístkového plechu (P4-1094x920), který je přišroubovaný šroubem s půlkulatou hlavou k rámu klece. Konstrukce rampy je zobrazena na obr.2.8.



Obr. 2.8.: Pohled na zadní stranu rampy.

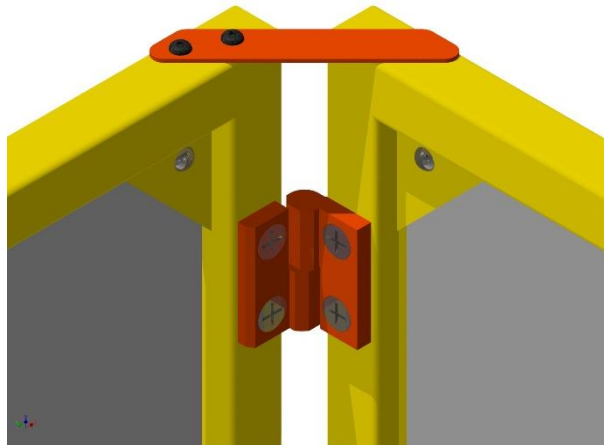
Osoba obsluhující výtah využívá při jeho otevírání a zavírání lanko, kterým plynule manipuluje s rampou. Lanko je uchycené z jedné strany k bočnímu dílu klece a z druhé strany k boční části rampy pomocí šroubů s okem. Otevírání a zavírání rampy je navrženo tak, aby bylo co nejsnadnější a zároveň splňovalo bezpečnostní požadavky. K rampě je navařena kruhová tyč ohnutá do tvaru písmene P. Tyč slouží jako zámek. Dále je k bočnímu dílu připevněna západka pomocí čepu a závlečky, jež zapadá do zámku rampy (viz obr. 2.9).



Obr. 2.9.: Mechanismus otevírání a zavírání rampy.

2.3.3. Dvoukřídle dveře

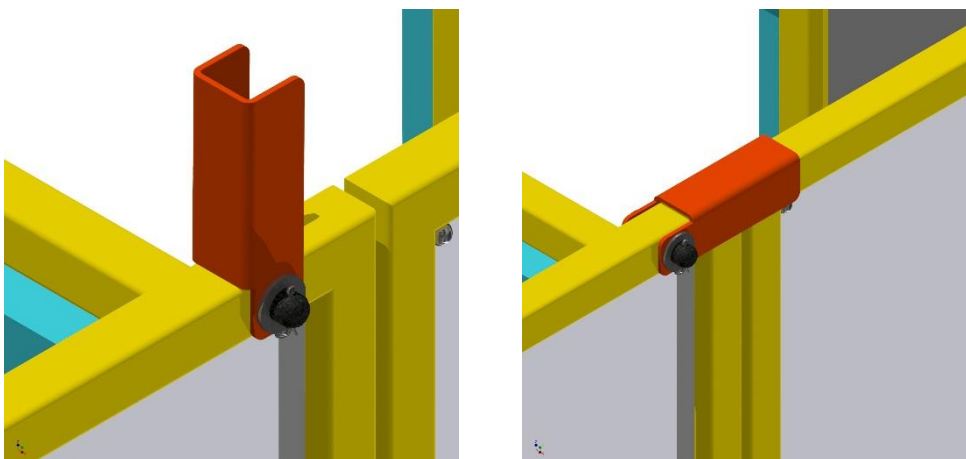
Dvoukřídle dveře jsou svařeny ze čtyřhranných dutých profilů (TR 4HR30x2). Dveře jsou uchyceny za pomoci pantů k bočním dílům klece šroubovými spoji (viz obr.2.10). Při demontování dveří se dají vysadit jejich křídla v otevřené poloze, v zavřené poloze je zabráněno vysazení díky našroubovaným fixním plíškům k bočnicím klece.



Obr. 2.10.: V horní poloze fixní plíšek a pod ním pant dveří.

Výplň dveří tvoří hliníkový plech (P2 970x470). Plech je uchycen nýty k pravoúhlým plechovým trojúhelníkům, které jsou svařeny v každém rohu ke dveřím. Trojúhelníky též plní funkci vyztužení. To je možné vidět na obr. 2.11.

K zavírání a otevírání dvoukřídlych dveří slouží západka z ohnutého plechu. Západka je uložena v horní části pravých dveří na čepu a zajištěna podložkou a závlačkou.

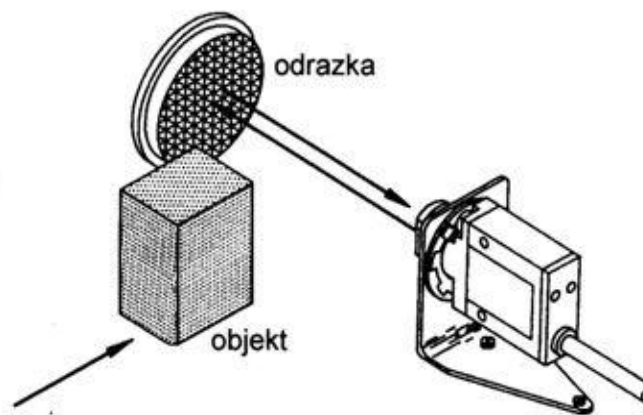


Obr. 2.11.: Západka v otevřené a zavřené poloze.

Předpisy pro zvyšování bezpečnosti výtahů určených pro přepravu osob a nákladu podle normy ČSN EN 81-80 zmiňuje, že pokud jsou otevřené dveře, výtah se nesmí rozjed. Řešením je umístění optosenzoru reflexní závory od firmy Turck do levých dveří a na pravé dveře je uchycena odrazka.

2.3.3.1. Reflexní závory

Reflexní závory fungují na principu vyzařování světla, které se po odrazu od lesklého předmětu nebo odrazky navrátí zpět (viz obr.2.12). Při přerušení optické dráhy tak dochází k aktivaci senzorů. Tyto závory lze využít pro dosah 0,1 až 10 m. Tyto závory mají mnohem větší výkon než reflexní senzory, a to díky lesklému povrchu.

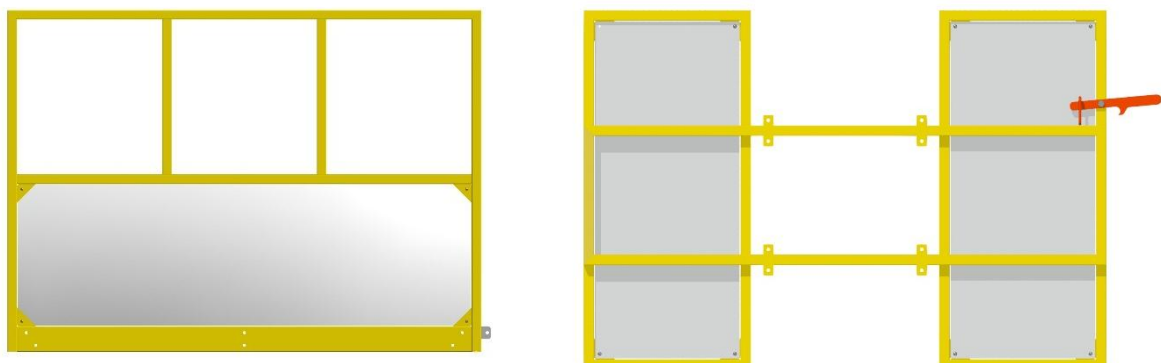


Obr. 2.12.: Základní princip reflexní závory. [14]

2.3.4. Boční díly klece

Přední boční díl je spojen s přední částí rámečku rámu šroubovými spoji, stejně tak je to u zadní části bočního dílu, ten je však spojen se svislou částí rámu. Výplň boků je řešeno stejným způsobem, jak je to u dvoukřídlových dveří, též jsou použity plechové trojúhelníky, které plní funkci výztuhy a zároveň drží pomocí nýtu hliníkové krycí plechy.

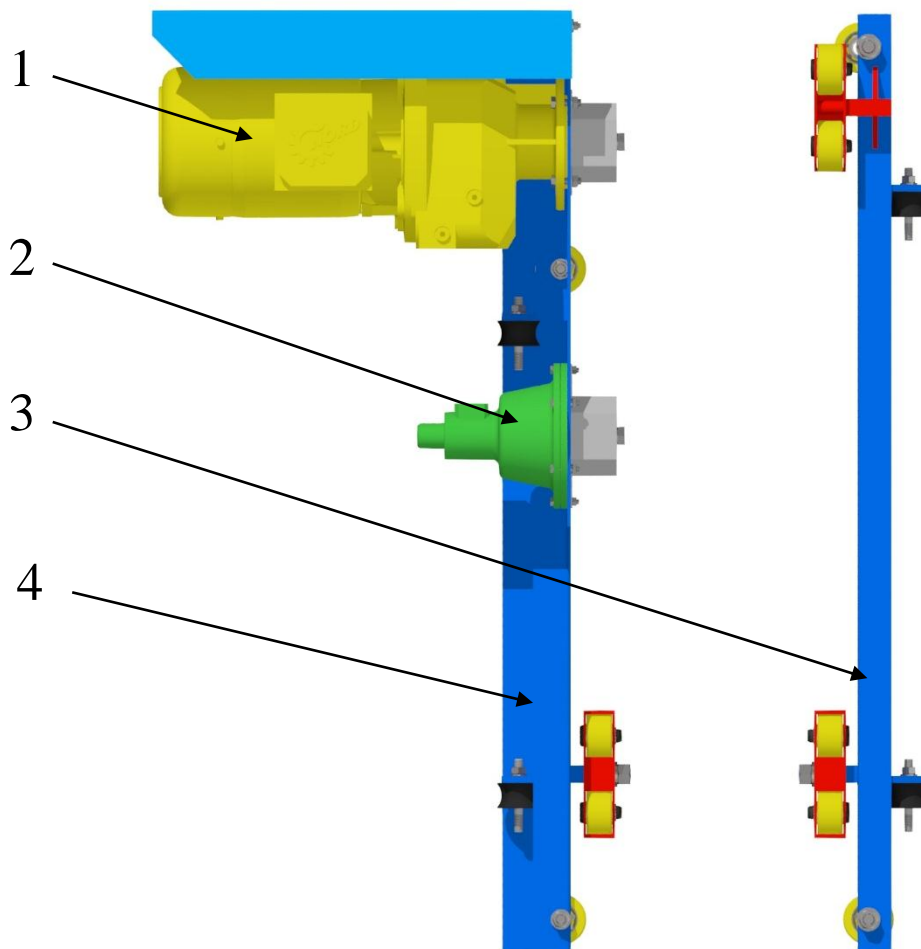
Na předním bočním dílu je z levé strany dole navařená vnější část pantu, která při sestavě klece zapadá do vnitřní části pantu rampy. Konstrukce předního a zadního bočního dílu je zobrazena na obr.2.13.



Obr. 2.13.: Přední a zadní boční díl.

2.4. Pojezd

Pojezd je pojízdnou a zároveň nosnou částí výtahu. Z jedné strany je nasazený na vodítka stožáru a druhé přimontován k rámu klece. Hlavním nosným prvkem jsou bočnice, ke kterým jsou stejně, jak je to u rámu klece, přivařeny nosné elementy. Elementy slouží k uchycení silentbloků. Dále je na ně nasazen a přišroubován rám klece. Jsou použity dvě bočnice, pravá a levá, které jsou vyrobeny z nařezaných a ohnutých plechu o tloušťce 4mm. Konstrukce pojezdu je zobrazena na obr. 2.14.



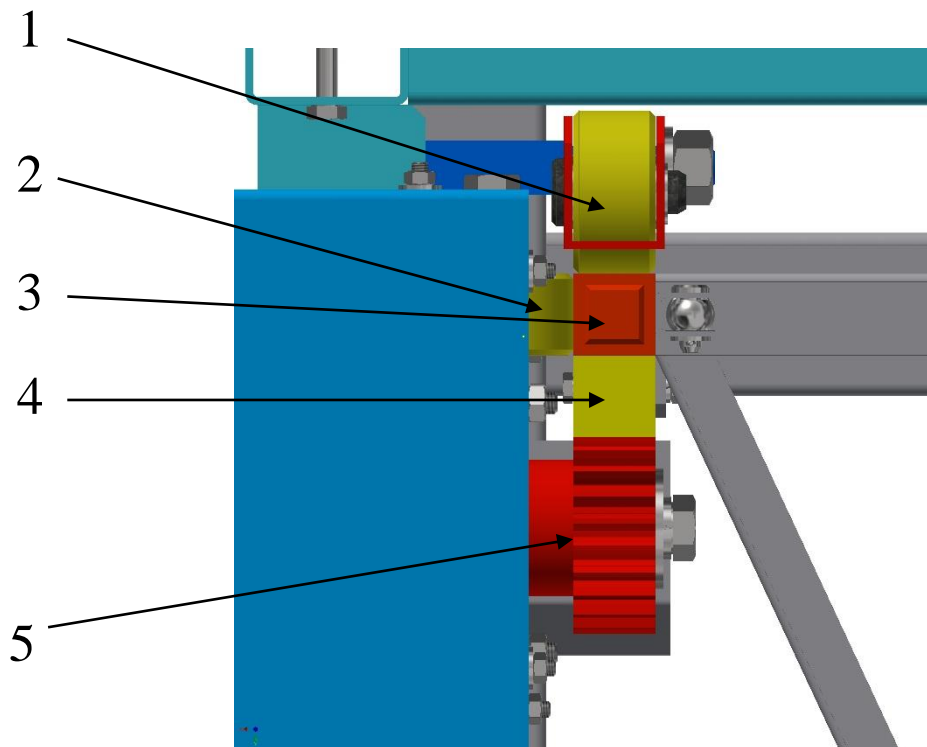
Obr. 2.14.: Pojezd

*1 – motor s dvoustupňovou převodovkou, 2 – zachycovač, 3 – levá část pojezdu,
4 – pravá část pojezdu.*

2.4.1. Bočnice pojezdu

2.4.1.1. Pravá bočnice pojezdu

V horní části pravé bočnice se nachází otvory, ke kterým je uchycena příruba převodovky šrouby, které z druhé strany drží kryt pastorku. Nad převodovkou a motorem je přimontován ohnutý plech, který je použit jako ochranný kryt odolný vůči působení látek, jež se na staveništi běžně objevují a venkovním vlivům. Pod převodovkou se nachází zachycovač. Nad zachycovačem a v dolní části bočnice jsou umístěna boční vodící kolečka. Další vodící kolečka jsou umístěna ze strany klece a z vnější strany jsou namontovány dva pastorky. Jeden zajišťuje stání a pojezd klece, a druhý je tam z hlediska bezpečnosti. (viz obr. 2.15)

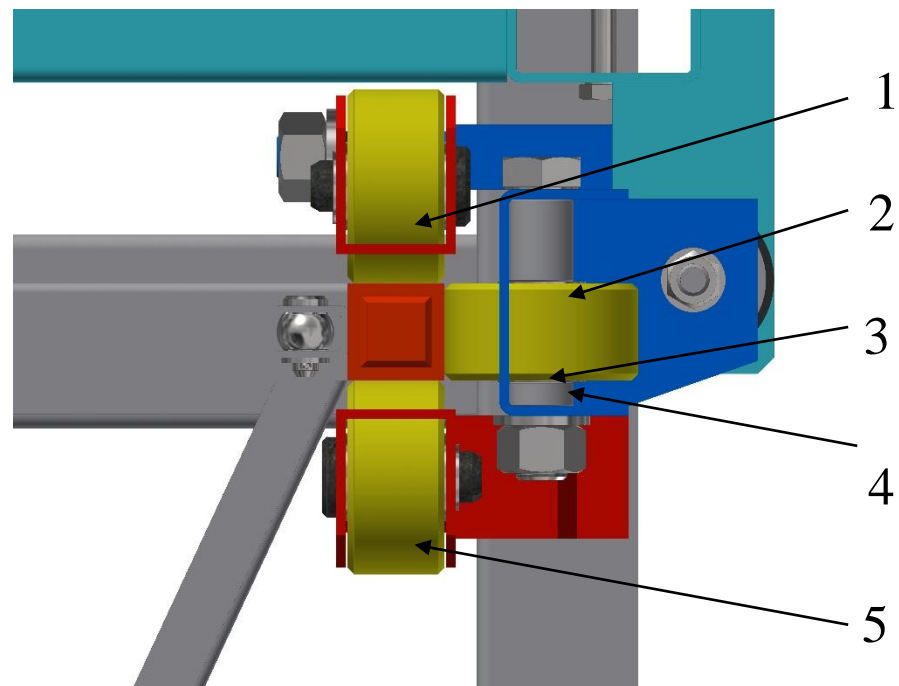


Obr. 2.15.: Půdorys pravé strany pojezdu.

1 – vnitřní dvě vodící kolečka, 2 – boční dolní a horní vodící kolečko, 3 – kolejnice stožáru, 4 – hřeben, 5 – pastorek převodovky a pod ním pastorek zachycovače.

2.4.1.2. Levá bočnice pojezdu

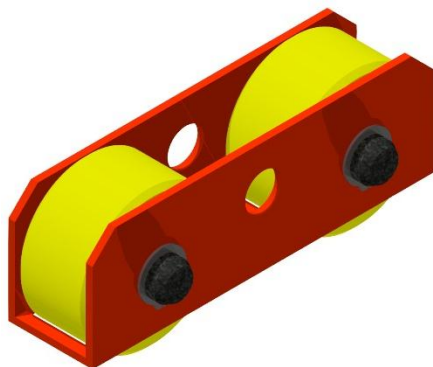
Oproti pravé bočnici se na levé nachází pouze vodící kolečka, která jsou k ní přimontovaná pomocí šroubového spoje. Boční vodící kolečka mají z jedné strany mezi bočnicí a ložiskem vodícího kolečka distanční kroužek a z druhé strany distanční trubku. (viz obr. 2.16)



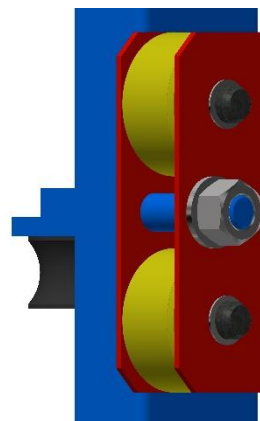
Obr. 2.16.: Půdorys levé strany pojezdu

1 – vnitřní dvě vodící kolečka, 2 – distanční trubka, 3 - boční dolní a horní vodící kolečko, 4 – distanční kroužek, 5 - vnější dvě vodící kolečka.

Vnitřní a vnější vodící kolečka jsou uložena na čepech, které se nachází v pouzdře z ohnutého plechu a jsou zajištěny pomocí pojistných kroužků (viz obr. 2.17). K pojezdu jsou přivařeny vysoustružené díly, na které se nasadí pouzdro a poté přišroubuje (viz obr.2.18).



Obr. 2.17.: Vodící kolečka uložena v pouzdře.



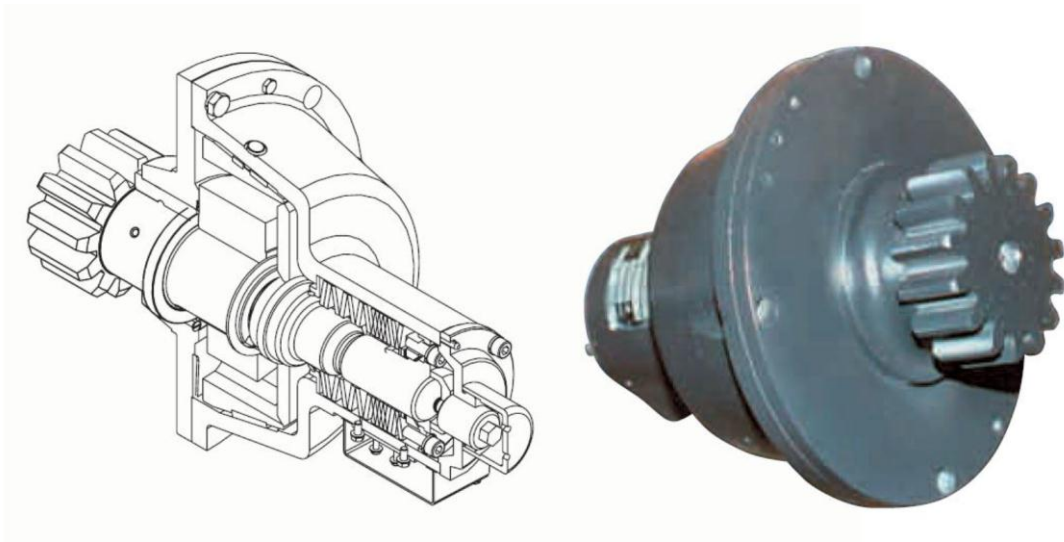
Obr. 2.18.: Pouzdro uchycené na pojezdu.

2.4.2. Zachycovač

Zachycovač představuje základní výbavu každého výtahu. Svým pastorkem zabírá do hřebenu umístěném na stožáru a spolehlivě zastaví klec výtahu, pokud klec překročí jmenovitou rychlost při jízdě dolů. Hlavní částí tohoto zařízení je odstředivý mechanismus, který je přesně seřízen pro konkrétní typ výtahu. Zachycovač je rovněž vybaven koncovým spínačem, který při jeho vypnutí rozezne bezpečnostní obvod výtahu. Další provoz výtahu je pak možný pouze po opětovném seřízení proškolenou obsluhou.

V současnosti firma Stros nabízí tři druhy zachycovačů (KZ 3A, KZ 3B a KZ 5) (viz obr. 2.19) v závislosti na provozních otáčkách a brzděné hmotnosti. Je schopen zachytit až 6700 kg při rychlosti 2 m/s.

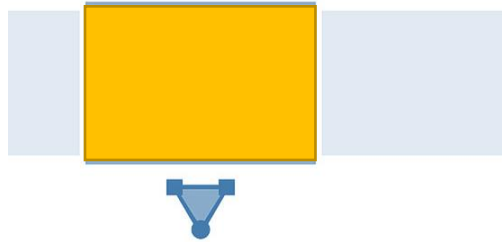
Každý zachycovač je seřízen na speciálním jednoúčelovém zařízení a následně samostatně testován. Zachycovač musí být v pravidelných intervalech kontrolován, revidován a znovu seřízen. Jedině tak je zabezpečena jeho spolehlivá funkce. [15]



Obr.2.19.: Zachycovač plus jeho náčrt v řez. [15]

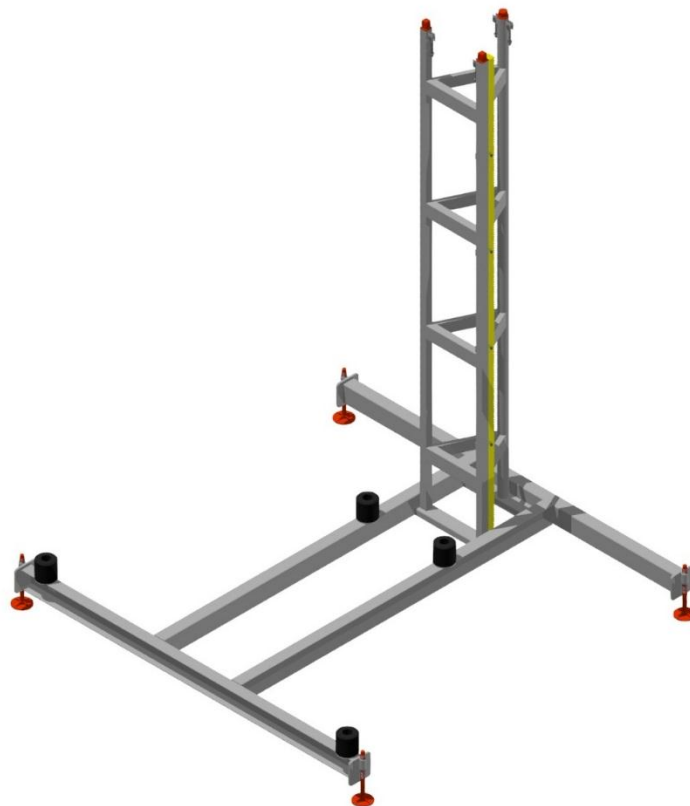
2.5. Stožár a jeho podstavec

Stožár je hlavní nosnou částí výtahu, tudíž musí být kladeny vysoké nároky na materiál z něhož je vyroben. Materiál musí být pevný a houževnatý. Dále musí být správně a kvalitně provedeny svary. Stožár přenáší veškeré zatížení přepravovaného nákladu, tím pádem musí odolávat velkým tlakům. Při nakládání a vykládání dochází k vychýlení, které způsobuje změnu zatížení. Vychýlení způsobují také rozjezd a zastavení motoru a povětrnostní vlivy.



Obr. 2.19.: Schema umístění stožáru.

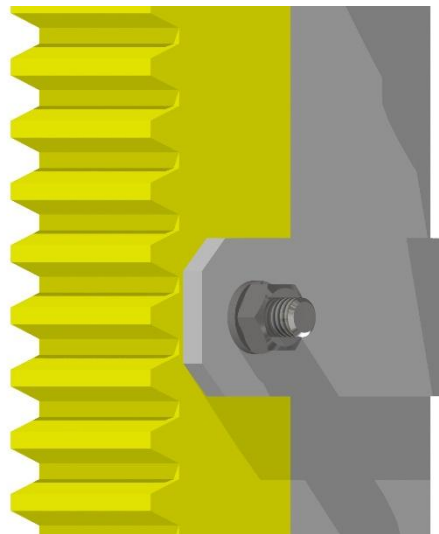
Stožár s podstavcem je povrchově upraven žárovým zinkováním. Tím je zamezeno působení vnějších vlivů, které se vyskytují nejen v okolí staveb, jako jsou například malta, cement a jiná stavební chemie. Zároveň díky této povrchové úpravě odolává korozi a jiným přirozeným externím jevům. Konstrukce stožáru s podstavcem je zobrazená na obr. 2.20.



Obr. 2.20.: Stožár s podstavcem.

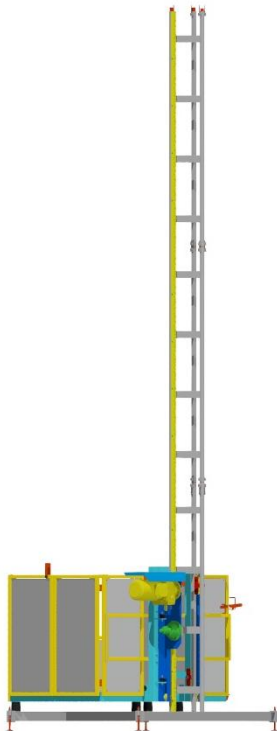
U daného výtahu byl zvolen stožár s trojúhelníkovým půdorysem. Možností byl i čtvercový tvar, který se využívá častěji u větších hmotností nákladu. Protože maximální dovolené zatížení klece může být 400 kg, je tím pádem je dostačující námi zvolený typ. Trojúhelníkový tvar je mimo jiné lehčí a ekonomicky výhodnější.

Stožár přenáší různými způsoby hnací sílu, a to se také projevuje na jeho konstrukci. Pokud je kabina tažena lanem, musí být v horní části stožáru umístěn kladkový systém. Když je pohyb kabiny řešen ozubeným kolem (pastorkem) zabírajícím do hřebene, jak je to v našem případě, tak je stožár doplněn právě o hřeben. Daný hřeben je ke stožáru upevněn pomocí vysokopevnostních ocelových šroubů (M8x45 10.9) (viz obr. 2.21).

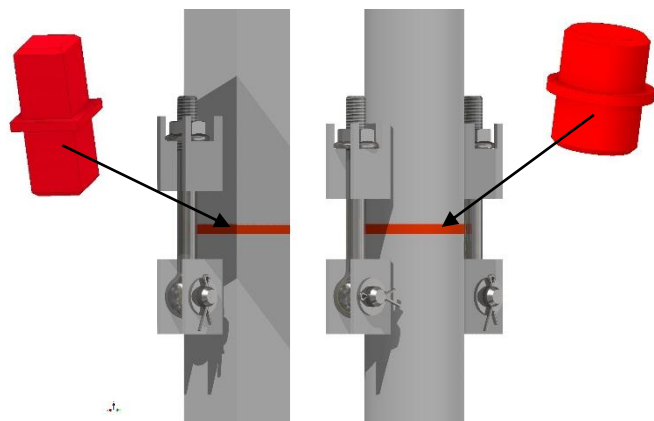


Obr. 2.21.: Uchycení hřebene ke stožáru.

Stožár se skládá z několika na sobě namontovaných navazujících dílů (viz obr. 2.22), které jsou mezi sebou spojeny pomocí spojek a závěsných šroubů uložených na čepech (viz obr.2.3). Na závěsných šroubech jsou nasazeny šestihřanné matice s nákrůžkem.



Obr. 2.22.: Smontovány tři díly stožáru.



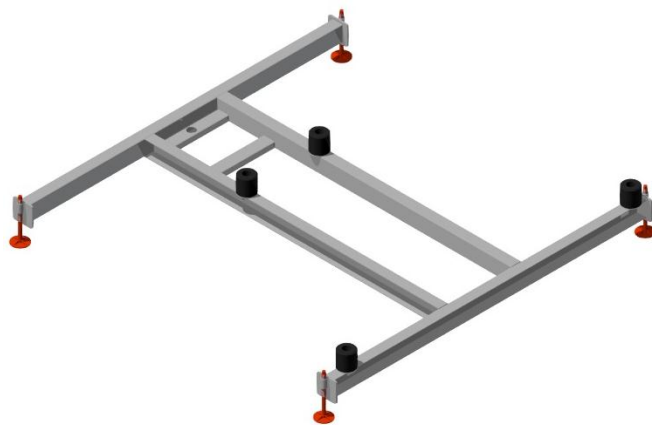
Obr. 2.23.: Spojení dvou navazujících dílu stožáru.

Navržena maximální dosažitelná výška tohoto stožáru může být 12 metrů. Při překročení 6 metrů se stožár musí kotvit do objektu (viz obr. 2.24), z bezpečnostního hlediska, aby nedošlo k jeho pádu.

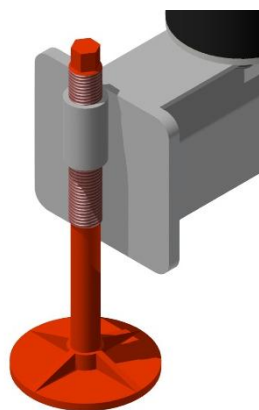


Obr. 2.24.: Kotvení stožáru k objektu. [16]

Podstavec je svařený ze čtyř U profilů. Vnitřní nosníky jsou dále mezi sebou spojeny obdélníkovými dutými profily, v nichž jsou vyřezány otvory pro stožár, který je do nich nasunut a poté svařen. Na nosnících jsou přišroubovány čtyři dosedací nárazníky. Dva u stožáru a zbylé dva na krajích vnějšího nosníku (viz obr. 2.25).



Obr. 2.25.: Podstavec stožáru.



Obr. 2.26.: Vyrovnávací mechanismus.

Aby se podstavec dal vyrovnat do absolutní roviny, slouží k tomu ze stran vnějších nosníku navařené destičky, na kterých je z boku šroubovací mechanismus (viz obr. 2.26).

2.5.1.1. Nárazníky

„Nárazníky jsou umístěny ve spodní části šachty. Zpravidla je pod klecí, resp. vyvažovacím závažím, umístěn jen jeden nárazník s osou rovnoběžnou se směrem pohybu. Druh nárazníku závisí na jmenovité dopravní rychlosti. Do hodnoty 0,71 m/s mohou být použity pevné nárazníky gumové, z tvrdého dřeva apod. Při jmenovité rychlosti přes 0,71 m/s jsou nárazníky pružinové nebo hydraulické a musí být konstruovány tak, aby zastavily klec s dovoleným břemenem ze zvýšené rychlosti s maximálním zpožděním 25 m/s^2 , přičemž průměrné zpoždění pohybu nesmí překročit absolutní hodnotu gravitačního zrychlení g . U nárazníku vyvažovacího závaží se uvažuje počáteční rychlost rovná rychlosti jmenovité. Pružinové nárazníky se obvykle používají pro výtahy s jmenovitou dopravní rychlostí 0,71 až 1,4 m/s, pro rychlosti vyšší pak nárazníky hydraulické. U lůžkových výtahů nesmějí být použity pevné nárazníky.“ [1, str.149]

Zařízení zmírňující plynule až do zastavení klece.

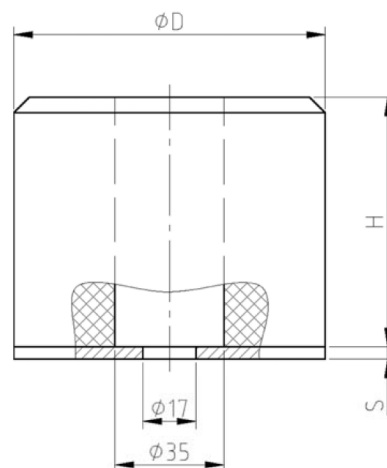
- Pevné
- Pružinové
- Hydraulické

Zvoleny byli pevné dosedací nárazníky od firmy Wediss ze série A (viz obr. 2.25). Kde jeden nárazník podle jmenovité rychlosti ($v=0,63 \text{ m/s}$) unese minimální hmotnost 150 kg.

Tab. 2.: Rozměr dosedacího nárazníku

S[mm]	4
D[mm]	80
H[mm]	80

Náčrtek Typ A



Obr. 2.27.: Dosedací nárazník série A plus jeho náčrt. [17]

2.6. Povrchové úpravy

Všechny části stožárového výtahu jsou zušlechťeny povrchovou úpravou, tím se mnohonásobně zvyšuje jeho životnost. Je to nutné obzvláště ve stavebním prostředí. Na výtahu jsou použity dvě metody povrchových úprav. První metodou je žárové zinkování, které je použito na stožáru s podstavcem a rámu klece. Druhou metodou je použití komaxitu na všech ostatních částech.

2.6.1. Žárové zinkování

Žárové zinkování se užívá u prvků, které musí odolávat venkovnímu prostředí. Ocelové části očištěné od okují, rzi a dalších nečistot se ponoří do roztaveného zinku, zde se na nich utváří povlak slitiny železa a zinku s vrchní vrstvou zinku. Výsledkem je šedo-stříbrný povrch (viz obr. 2.28), jež chrání kov proti korozi, a to na dlouhá léta. [5]



Obr. 2.28.: Povrch po žárové zinkování. [18]

2.6.2. Komaxit



Obr. 2.29.: Nanášení práškové barvy [19]

Komaxit je úprava práškovým plastem, která se užívá na povrchu kovů. Plast se aplikuje elektrostaticky na kovový povrch (viz obr. 2.29). Z toho důvodu je možné povrchovou úpravu komaxitem použít jen u kovových vodivých prvků. Kovový povrch, určený pro aplikaci plastu, musí být před nanášením odmaštěný, čistý, bez drobných vad a koroze. Tento postup zajistí kvalitní nanesení vrstvy plastu. Další možností úpravy povrchu kovu před komaxitováním je úprava fosvátováním nebo galvanickým či žárovým zinkováním.

3. Návrhová a výpočtová část

3.1. Výpočet a volba pastorku

3.1.1. Výpočet roztečného průměru pastorku pro přímé zuby

$$D_p = m * z$$

$$D_p = 24 * 3$$

$$D_p = 72 \text{ [mm]}$$

3.1.2. Výpočet otáček pastorku

$$n_p = \frac{v_b * 1000}{\pi * D_p}$$

$$n_p = \frac{12 * 1000}{\pi * 72}$$

$$n_p = 53,05 \text{ [min}^{-1}] \rightarrow \text{volím: } n_p = 56 \text{ [min}^{-1}]$$

3.1.3. Převodový poměr

$$i = \frac{n_m}{n_p}$$

$$i = \frac{1400}{56}$$

$$i = 25$$

3.2. Výpočet elektromotoru

3.2.1. Potřebný výkon

Výkon, který bude potřeba je stanovený rychlostí a celkovou hmotností.

$$P' = F * v$$

$$P' = m_c * g * v$$

$$P' = 550 * 9,81 * \frac{12}{60} = 1079,1 \text{ [W]}$$

3.2.2. Výpočet celkové hmotnosti

$$m_c = m_z + m_p + m_m$$

$$m_c = 400 + 100 + 50$$

$$m_c = 550 \text{ [kg]}$$

3.2.3. Výkon hnacího elektromotoru

Převodová skříň má SK 22F má stanovenou účinnost 95%. [20]

Jelikož, budou působit další ztráty je volena účinnost 90%

$$P'_M = \frac{P'}{\eta}$$

$$P'_M = \frac{1079,1}{0,8}$$

$$P'_M = 1199 \text{ W} \rightarrow \text{volím: } P_M = 1,5 \text{ kW}$$

Motor volím podle potřebného výkonu, aby zvládal vytvořit požadovaný krouticí moment při daných otáčkách.

3.3. Volba elektromotor

Elektromotor byl zvolen od firmy **NORD** typové řady **90L/4** (viz obr 3.1). Daný motor splňuje všechny potřebné požadavky.

Parametry motoru:

Výkon:	1,5 [kW]
Otáčky:	1400 [min ⁻¹]
Počet pólů:	4
Napětí:	400 [V]
Krytí:	IP 55



Obr. 3.1.: Elektromotor NORD 90L/4 [20]

3.4. Výpočet převodovky

3.4.1. Výstupní moment z převodovky

$$M_2 = \frac{9550 * P_M * \eta}{n_p}$$

$$M_2 = \frac{9550 * 1,5 * 0,9}{56}$$

$$M_2 = 230,22 \text{ Nm}$$

3.5. Volba převodovky

Převodovka byla zvolena od stejné firmy jako motor **NORD** typové řady **SK22F** (viz obr 3.2). Daná převodovka splňuje všechny potřebné požadavky.

Parametry převodovky:

Typ: čelní převodovka, dvoustupňová (skříň s přírubou).

Tab. 3.: Parametry převodovky.

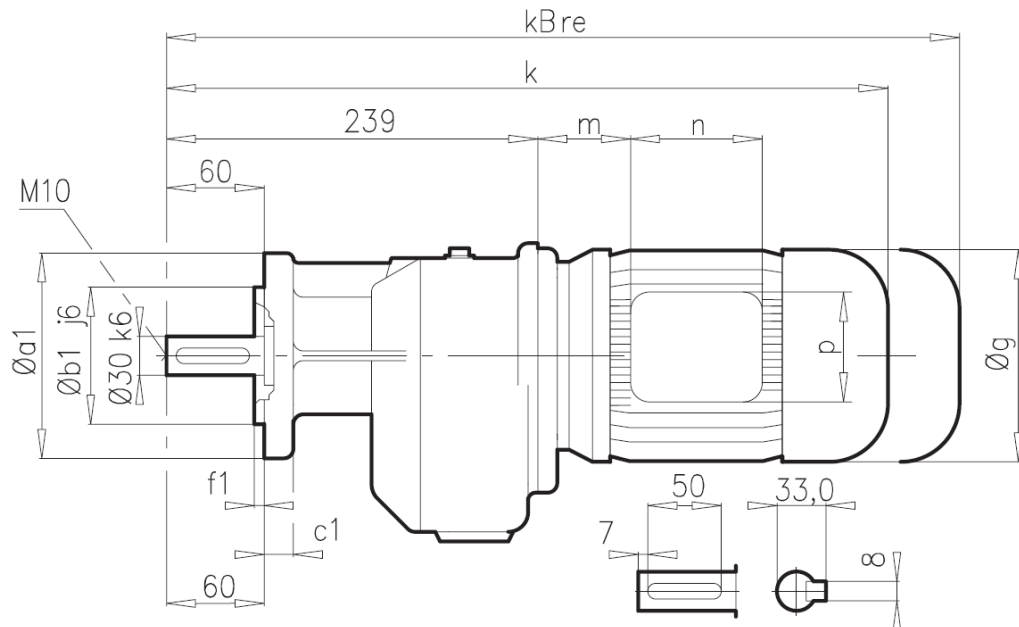
P_M [kW]	n_2 [min^{-1}]	M_2 [Nm]	F_R [kN]	F_A [kN]	m [kg]
1,5	56	256	25	1,1	5,6



Obr. 3.2.: Dvoustupňová převodovka NORD SK22F. [20]

3.6. Rozměry motoru a převodovky

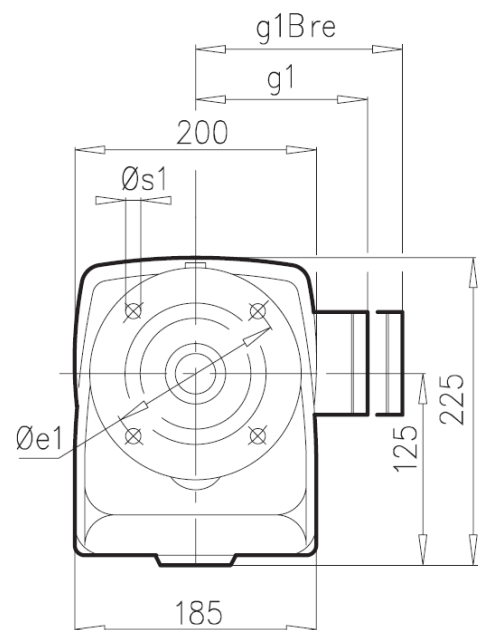
SK22F



Obr. 3.3.: Náčrt převodovky s elektromotorem. [20]

Tab. 4.: Rozměry převodovky a motoru

g	183	a1	160
g1	147	b1	110
k	535	c1	10
m	46	e1	130
n	114	f1	3,5
p	114	s1	9



4. Závěr

Hlavním úkolem této bakalářské práce bylo navrhnout vlastní konstrukční řešení průmyslového stožárového výtahu.

Nejdříve se zhotovil 3D model, ve kterém se zkoušely různé konstrukční varianty. Například sklápění rámu klece, pomocí toho se zjišťovalo, kde by se mohl uspořit prostor.

Klec byla navržena tak aby byla co nejsnadněji sestavitelná a rozebíratelná. Při její konstrukci byl sestaven rám, dvoukřídle dveře, přední a zadní boční díl a rampa.

Dále se navrhnul zámek rampy. Zkoušelo se zde jak nejsnadněji umožnit otevření a zavření rampy a zároveň dodržet bezpečnostní normy. Totéž se řešilo u dvoukřídlových dveří, kde byl umístěn optický senzor, jež zamezil rozjezdu klece v otevřené poloze. Dále byli na bocích připevněny fixní plíšky, aby zamezili vysazení dveří v zavřené poloze.

Nosnou částí klece je rám, který je tvořen dutými profily. Na spodní část je pak nasunutý rámeček z U profilu, aby zdůraznil nosnost po obvodu klece. Rám je k pojezdové části uchycen pomocí silentbloků, které zamezují rázům, které budou vznikat při nakládání a vykládání materiálu.

Rampa je vyztužena tak, aby odolávala nájezdům těžkých nákladů a na jejím začátku je ohnutý plech, jež usnadňuje nájezd. Pojezd je navržen z dvou ohnutých bočnic, na pravé bočnici je umístěn motor s převodovkou a pod nimi zachycovač a na druhé bočnici jsou vodící kolečka. Vodící kolečka jsou umístěny tak, aby zajišťovaly plynulost pohybu klece.

Stožár s trojúhelníkovým půdorysem je zvolen podle odpovídajícího zatížení a je zároveň ekonomicky výhodným řešením. Na podstavě jsou umístěny čtyři gumové nárazníky, zmírňující zastavení klece. Ze stran vnějších U profilů jsou připevněny šroubové mechanismy, jímž vyrovnáváme podstavu do roviny. V poslední řadě jsou provedeny výpočty, dle kterých je vhodně zvolen elektromotor s převodovkou.

Snažil jsem se docílit jednoduché a zároveň kvalitní konstrukce stožárového výtahu, která splňuje všechny potřebné funkce.

Seznam požité literatury

- [1] JANOVSKEÝ, Lubomír. Systémy a prostředky vertikální dopravy. Vydavatelství ČVUT v Praze, červen 1978.
- [2] JANOVSKEÝ, Lubomír; DOLEŽAL, Josef. Výtahy a eskalátory. SNTL – Nakladatelství technické literatury v Praze, 1980.
- [3] Kolektiv autorů, Výtahy – Oprava a obnova výtahů v bytových domech, SČMBD a Nakladatelství ŠEL v Praze, duben 2004, ISBN 80-86426-17-3
- [4] CVEKL, Zdeněk; JANOVSKEÝ, Lubomír; PODIVÍNSKEÝ, Vítězslav; TALÁCKO, Jaroslav. Teorie dopravních a manipulačních zařízení. České vysoké učení technické v Praze, prosinec 1984
- [5] LEINVEBER, Jan; VÁVRA, Pavel. Strojnické tabulky, Čtvrté doplněné vydání. ALBRA – Pedagogické nakladatelství v Úvalech, 2008, ISBN 878-80-7361-051-7
- [6] POSPÍCHAL, Jaroslav. Technické kreslení. Nakladatelství ČVUT v Praze, červen 2008. ISBN 978-80-01-03214-5
- [7] ŠVEC, Vladimír. Části a mechanismy strojů, Spojce a části spojovací, 3. vydání. Nakladatelství ČVUT v Praze, září 2008. ISBN 978-80-01-04138-3
- [8] ŠVEC, Vladimír. Části a mechanismy strojů, Mechanické převody. Nakladatelství ČVUT v Praze, 2003. ISBN: 978-80-01-01934-4.
- [9] KUGL, O. a kol. Projekt – III. Ročník, 1. vydání. Nakladatelství ČVUT v Praze, 2005. ISBN 80-010-1638-2
- [10] Historie výtahů [online]. [cit. 20. 6. 2017]. Dostupné z: <https://www.i-vytahy.cz/cs/sekce/nove-vytahy/historie-vytahu.html>
- [11] Půjčovna stavebních výtahů, výtahy GEDA [online]. [cit. 20. 6. 2017]. Dostupné z: <http://www.vytahy-stavebni.cz/stavebni-vytahy/>
- [12] Hutní materiál Břeclav [online]. [cit. 18. 6. 2017]. Dostupné z: <http://www.hutnimaterial.com/sortiment.php?kat=plechy>
- [13] Kipp, online katalog [online]. [cit. 18. 6. 2017]. Dostupné z: <https://www.kipp.cz/cz/cs/Produkty/Ov1%C3%A1dac%C3%AD-prvky-normovan%C3%A9-d%C3%ADly/Tlumic%C3%AD-prvky/K0567-Pry%C5%BEokovov%C3%A9-silentbloky-typ-AT-s-projmut%C3%BDm-pr%C5%AF%C5%99ezem.html>
- [14] Fyzikální principy snímačů [online]. [cit. 18. 6. 2017]. Dostupné z: http://uvp3d.cz/drtic/?page_id=3357

- [15] Stros, online katalog [online]. [cit. 12. 6. 2017]. Dostupné z:
<http://www.stros.cz/www.stros.cz/media/Images/CZ/Ke%20stazeni/katalog-cz-nahled.pdf>
- [16] Stros [online]. [cit. 12. 6. 2017]. Dostupné z:
<http://www.stros.cz/cz/produkty/stavebni-vytahy/>
- [17] Wediss, online katalog [online]. [cit. 19. 6. 2017]. Dostupné z:
http://www.wediss.com/kompaktni_tlumice.html
- [18] Zinkovna.cz [online]. [cit. 20. 6. 2017]. Dostupné z:
<http://www.zinkovna.cz/cz/zarove-zinkovani/obecne-informace.php>
- [19] Dor-sport.cz [online]. [cit. 20. 6. 2017]. Dostupné z:
<http://www.dorsport.cz/komaxit>
- [20] Nord, online katalog [online]. [cit. 12. 6. 2017]. Dostupné z:
<https://www.nord.com/cms/cz/documentation/catalogues/catalogues-dep.jsp>

Seznam symbolů

D_p	[mm]	-roztečný průměr
m	[mm]	-modul
z	[mm]	-počet zubu
n_p	[min ⁻¹]	-otáčky pastorku
v_b	[m/min]	-rychlost posuvu
i	[-]	-převodový poměr
n_m	[min ⁻¹]	-otáčky na motoru
P'	[kW]	-potřebný výkon
F	[N]	-síla
g	[m/s ²]	-gravitační zrychlení
m_c	[kg]	-celková hmotnost
m_z	[kg]	-hmotnost zatížení
m_p	[kg]	-hmotnost klece
m_m	[kg]	-hmotnost pojezdu
P'_M	[kW]	-výkon elektromotoru
M_2	[Nm]	-kroutící moment
F_R	[N]	-radiální síla
F_A	[N]	-axiální síla

Seznam obrázků

- Obr. 1.1.: Nejstarší nákresy Výtah Konráda Keysera
- Obr. 1.2.: Schéma stavebního výtahu NOV 650D
- Obr. 2.1.: Průmyslový stožárový výtah
- Obr. 2.2.: Klec výtahu
- Obr. 2.3.: Plech lístkový
- Obr. 2.4.: Rám v otevřené a sklopené poloze
- Obr. 2.5.: Spojení klece s pojezdem pomocí silentbloku
- Obr. 2.6.: Pryžový silentblok typ AT plus jeho náčrt
- Obr. 2.7.: Rámeček klece
- Obr. 2.8.: Pohled na zadní stranu rampy
- Obr. 2.9.: Mechanismus otvírání a zavírání rampy
- Obr. 2.10.: V horní poloze fixní plíšek a pod ním pant dveří
- Obr. 2.11.: Západka v otevřené a zavřené poloze
- Obr. 2.12.: Základní princip reflexní závory
- Obr. 2.13.: Přední a zadní boční díl
- Obr. 2.14.: Pojezd
- Obr. 2.15.: Půdorys pravé strany pojezdu
- Obr. 2.16.: Půdorys levé strany pojezdu
- Obr. 2.17.: Vodící kolečka uložená v pouzdře
- Obr. 2.18.: Pouzdro uchycené na pojezdu
- Obr. 2.19.: Zachycovač plus jeho náčrt v řez
- Obr. 2.19.: Schema umístění stožáru
- Obr. 2.20.: Stožár s podstavcem
- Obr. 2.21.: Uchycení hřebene ke stožáru
- Obr. 2.22.: Smontovány tři díly stožáru
- Obr. 2.23.: Spojení dvou navazujících dílu stožáru
- Obr. 2.24.: Kotvení stožáru k objektu
- Obr. 2.25.: Podstavec stožáru
- Obr. 2.26.: Vyrovnávací mechanismus
- Obr. 2.27.: Dosedací nárazník série A plus jeho náčrt
- Obr. 2.28.: Povrch po žárové zinkování
- Obr. 2.29.: Nanášení práškové barvy
- Obr. 3.1.: Elektromotor NORD 90L/4
- Obr. 3.2.: Dvoustupňová převodovka NORD SK22F
- Obr. 3.3.: Náčrt převodovky s elektromotorem

Seznam tabulek

Tab. 1.: Rozměry a ztížení silentbloku

Tab. 2.: Rozměr dosedacího nárazníku

Tab. 3.: Parametry převodovky

Seznam příloh

CAD 3D modely stožárového výtahu

S-001

S-001-K

S-001-KL

S-001-KL-BD-1

S-001-KL-BD-2

S-001-KL-DL

S-001-KL-DP

S-001-KL-R

S-001-KL-RK

S-001-KL-K

S-001-KL-BD-1-K

S-001-KL-BD-2-K

S-001-KL-DL-K

S-001-KL-DP-K

S-001-KL-R-K

S-001-KL-RK-K

S-001-P

S-001-P-K

S-001-SSP

S-001-SSP-PS

S-001-SSP-K

S-001-SSP-PS-K