

Stredná priemyselná škola techniky a dizajnu  
Mnoheľova 828, 05846 Poprad

**Návrh elektrického navijaku na prívesný vozík osobneho auta**

Strojár inovátor

Mesto (Poprad)

Rok (2024)

Ročník štúdia: štvrtý

Školiteľ: (Ing. Michaela Štoselová)

Riešitelia

Lukáš Repaský

## Obsah

1.	Úvod.....	3
3.	Konštrukcia navijaku.....	4
3.1	Kontrola a požiadavky navijaku.....	4
3.2	Predpisy pre lanové mechanizmy.....	5
3.2	Bezpečnostné požiadavky.....	5
4.	Ciele práce.....	5

## Zoznam obrázkov

Obrázok 1	3D model bubna.....	7
Obrázok 2	3D model elektromotora.....	8
Obrázok 3	3D model háku.....	10
Obrázok 4	3D model syntetického lana.....	10
Obrázok 5	3D model krytu.....	12
Obrázok 6	3D model oceľovej tyče.....	13
Obrázok 7	3D čapu a závlačky.....	14
Obrázok 8	3D model navijaku.....	16

## 1. Úvod

Ako študent strednej odbornej školy som chcel vytvoriť niečo užitočné a uľahčiť tak ťažkú manuálnu prácu a nahradiť ju. Existujú rôzne druhy navijakov, no nás zaujal práve návrh konštrukcii elektrického navijaku na prívesný vozík osobného auta. Túto tému som si vybral aj z dôvodu, že si tu môžeme rozvíjať a obohacovať naše vedomosti. Tieto vedomosti nám určite niekedy budú užitočné, či už pri realizácii rôznych konštrukcií.

A tak som sa pustil do projektu elektrického navijaku. Tento navijak ma nahradiť ťažkú prácu pri nakladaní materiálov na prívesný vozík osobného auta. Tento navijak by mal práve uľahčiť prácu a urýchliť ju. Zatiaľ čo by sme manuálne nakladali ťažký materiál na vozík a trápili sme sa pri tom, tak pri elektrickom navijaku je úloha to eliminovať. Elektrické navijaky sa ľahšie montujú, majú nižšiu cenu a je ich možné použiť pri veľkom náklone v teréne, kedy hrozí odliatie oleja z motora vozidla a následné zadrenie. Stačí zaháknúť navijak o materiál alebo na paletu materiál uistiť a navijak zaháknúť o paletu a stlačiť tlačidlo aby navijak mohol ťahať a pri určitom mieste kde chceme aby materiál bol vypnúť navijak.

Pri výrobe som sa riadil poznatkami a znalosťami zo školy.

## **2. Konštrukcia navijaku**

Konštrukcia navijakov je založená na usporiadaní jednotlivých komponentov. Toto usporiadanie závisí od toho, ako sa používa. Pre náročnejšie úlohy, ktoré sú spojené s vyššou hmotnosťou ťahaného bremena, sa používa iná konštrukcia. Konštrukcia typu komponentov usporiadaných jeden po druhom v poradí elektromotora, prevodového prevodu, lanového bubna je jednoduchšia pre výrobný proces a spracovanie. Tento typ usporiadania sa používa pre jednoduché navijaky, ktoré nevyžadujú nadmernú ťažnú silu. Na druhej strane odlišné usporiadanie, elektromotor, lanový bubon a následná prevodovka sa používajú pre navijaky s požadovanou vyššou ťažnou silou. Špecifickým typom navijaka je navijak s dvoma motormi. Pri konštrukcii bubna na navíjanie lana existuje mnoho konštrukčných metód. Konštrukčne výhodný a najjednoduchší je priechodný hriadeľ v bubne. Samomazacie klzné ložiská sa používajú pre univerzálne kotúče kvôli nižším výrobným nákladom a porovnateľne dosiahnutému výkonu v porovnaní s valivými ložiskami. Valivé ložiská by predĺžili životnosť navijaka, ale na úkor zvýšených nákladov a väčšieho dôrazu na presnosť výroby

### **2.1. Kontrola a požiadavky navijaku**

Kontrola pevnosti lanového navijaka sa určuje z výpočtu redukovaného napätia, ktoré sa určuje z výpočtu ohybového napätia, krútenia a vonkajšieho pretlaku. Výsledok sa potom porovná s dovoleným napätím.

Kontrola elektromotoru je z hľadiska celkového skutočného potrebného výkonu, ktorý je súčtom skutočného výkonu vyvedeného silou a brzdného výkonu uskutočňované ako odpor v ložisk.

Kontrola prevodového systému pozostáva z určenia maximálneho dovoleného výstupného krútiaceho momentu a tlaku pera prevodovky. Maximálny krútiaci moment je vyvolaný maximálnou silou v lane F pri maximálnom polomere, ktorá vzniká na navijaku v čase navíjania druhej vrstvy lana. Maximálny krútiaci moment musí byť menší než dovolený krútiaci moment na výstupnom hriadeľi prevodovky

### **2.2. Predpisy pre lanové mechanizmy**

Pre výpočet lanových mechanizmov a zvolených koeficientov je potrebné zohľadniť pracovné podmienky a podľa zvolených parametrov je potrebné stroj zaradiť do danej skupiny operácií daných noriem.

### **2.3. Bezpečnostné požiadavky**

Pri správnej manipulácii s lanovým navijakom sa musia dodržiavať bezpečnostné požiadavky. Dodržiavaním týchto požiadaviek je obsluha navijaka vedená k bezpečnej manipulácii počas pracovných činností. Je potrebné zapojiť všetky svoje zmysly a sústrediť sa čo najviac na svoju prácu, aby ste sa vyhli možným rizikám. Obsluha navijaka je zodpovedná za zaistenie vlastnej bezpečnosti, ako aj za zaistenie bezpečnosti okoloidúcich a ochranu majetku pred poškodením. Navijaky musia spĺňať príslušné bezpečnostné požiadavky Európskej únie. Tieto požiadavky sú v súlade s predpismi a normami.

### **3. Ciele práce**

Cieľom práce je navrhnuť konštrukciu elektrického navijaka. Bola vykonaná analýza jednotlivých konštrukcií komerčne vyrábaných navijakov a na základe tejto analýzy sa zistilo, že vo väčšine prípadov sú tieto navijaky vyrobené na špecifický účel použitia. Hlavným cieľom diplomovej práce je skonštruovať 3D model elektrického navijaku, ktorý bude obsahovať najlepšie možné a najvýhodnejšie riešenie pre a ľahké použitie.

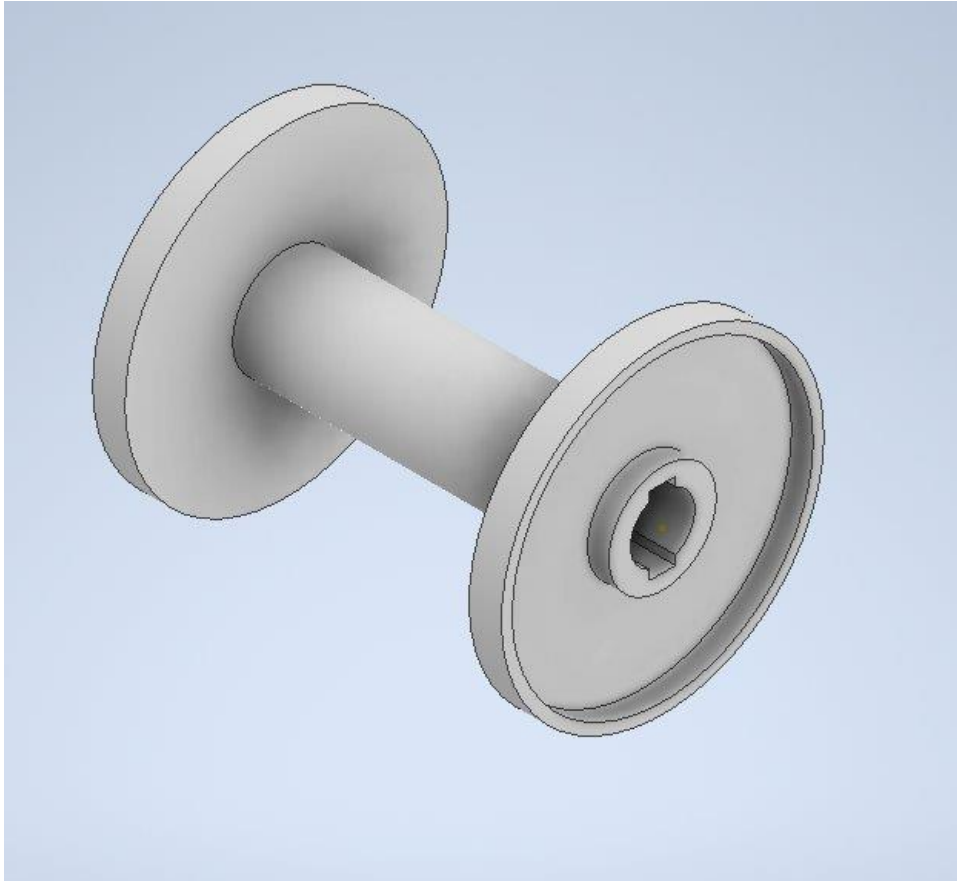
## **4.. Materiál a metodika**

Pri návrhu elektrického navijaku na prívesný vozík osobného auta budeme používať programy Autodesk Inventor Profesional a AutoCAD. Program AutoCAD je vhodný na zostavovanie výkresovej dokumentácie, program Autodesk Inventor Profesional je vhodný na zostavovanie 3D modelov a na vytvorenie animácie zostavy navijaku.

## 4.1. Návrh bubna

Bubon je navrhovaný podľa normy STN 27 1820 .Zo menovitého priemeru lana sa vypočíta priemer bubna cez koeficient a stanovia sa ostatné rozmery.

Bubon je vyrobený z uhlíkovej ocele na odliatky 42 2650.2. Na bubne musia byť vytvorené drážky v určitej rozteči pre správne navíjanie lana na bubon, aby nedochádzalo k navíjaniu lana cez seba a následným deformáciám.



**Obrázok 1 3D model bubna**

**(Z galérie autora)**

## 4.2. Návrh elektromotora

Elektromotory sú volené s napätím 12 V, ktoré je dostupné vo vozidlách. Volené sú aj elektromotory s obojsmerným chodom motora, ktoré je potrebné na navíjanie a odvíjanie lana. Zdroj bude autobatéria.

Finálny elektromotor bol navrhnutý s označením JIN LE W8923, 12 V, 1 400W

Jeho poistenie je tyčami ktoré su pripojené ku krytu navijaku.

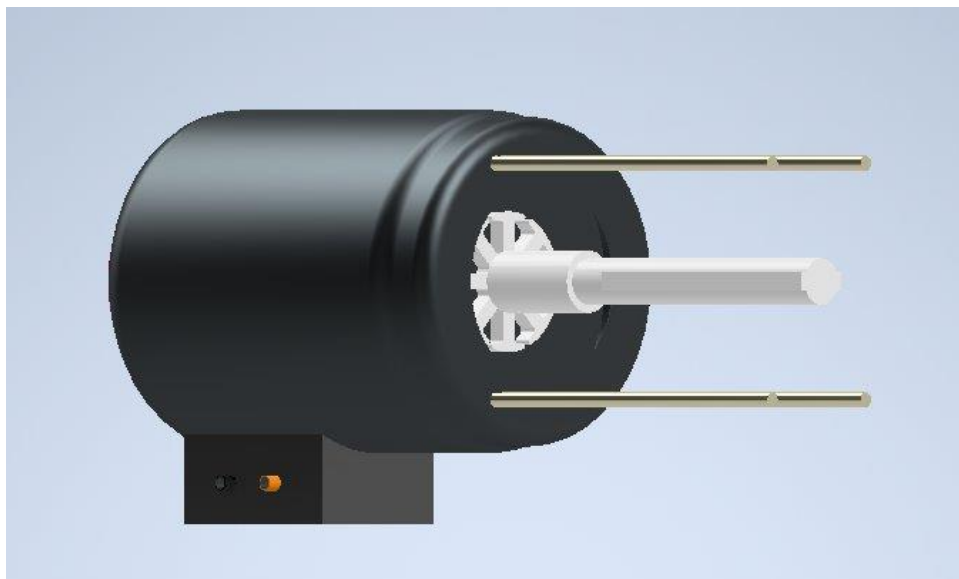
Základní technické parametry elektromotoru:

Výkon  $P = 1\,400\text{ W}$

Napětí  $U = 12\text{ V}$

Otáčky motoru  $n_M = 2\,250\text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$

Hmotnosť  $m_M = 7,5\text{ kg}$



Obrázok 2 3D elektromotora

(Z galérie autora)



### **4.3. Návrh háku**

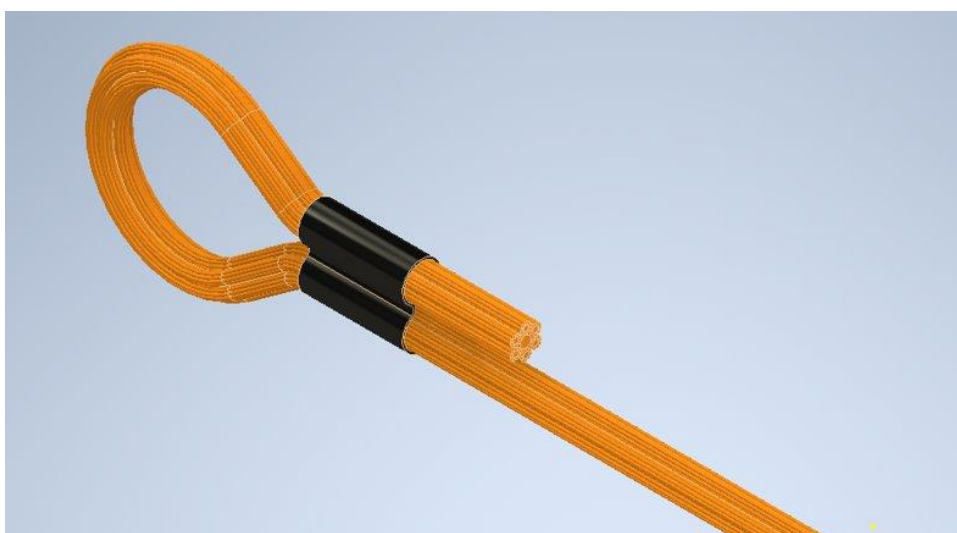
Návrh háku sme si zvolili podľa výrobcu Green Pin model Hook SE GR8 s maximálnou nosnosťou 3 200kg



**Obrázok 3 3D model háku**  
**(Z galérie autora)**

#### **4.4. Návrh syntetického lana**

Zvoliť návrh syntetického lana bolo náročné. Syntetické laná majú normy od výrobcov. Preto sme si zvolili od výrobcu antaiwinch syntetické lano s maximálnou nosnosťou 2 500kg s rozmermi  $\Phi 6.4\text{mm} \times 20\,000\text{mm}$ .



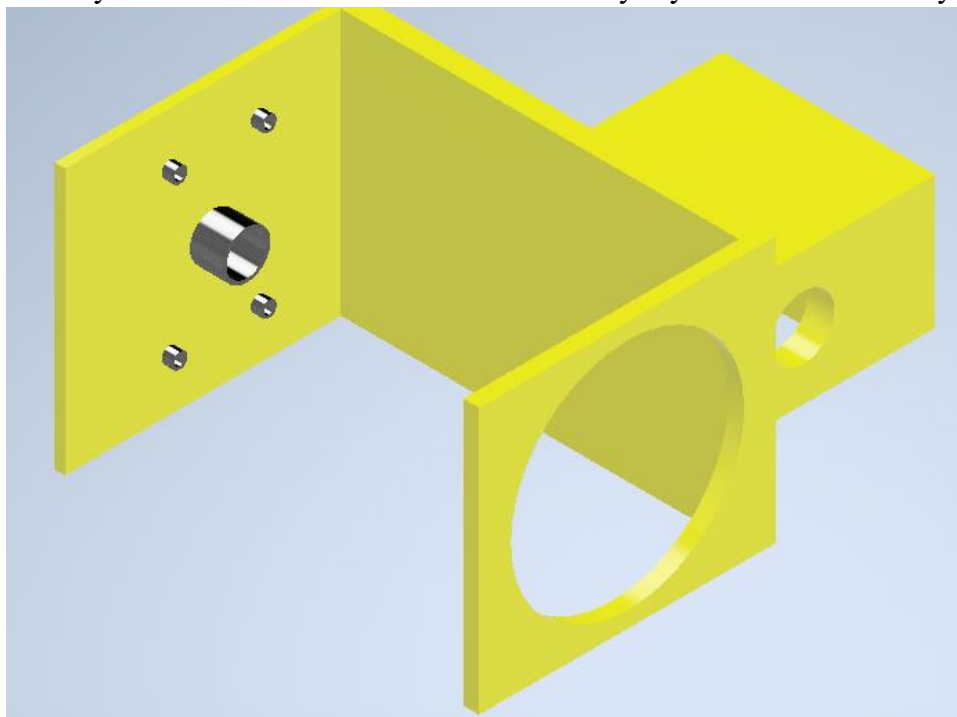
## **Obrázok 4 3D model syntetického lana**

**(Z galérie autora)**

### **4.5. Návrh krytu na elektrický navijak**

Pri navrhovaní celého krytu ktorý bude poisťovať elektromotor s bubnom vyskytli problémy. Zvoliť kryt bolo náročné, pretože bolo potrebné kryt vymyslieť a zvoliť tak aby jednotlivé časti sa dali uložiť.

Zvolili sme kryt o rozmeroch v mm  $530 \times 400 \times 250$  aby kryt bol dostatočne dlhý vysoký.

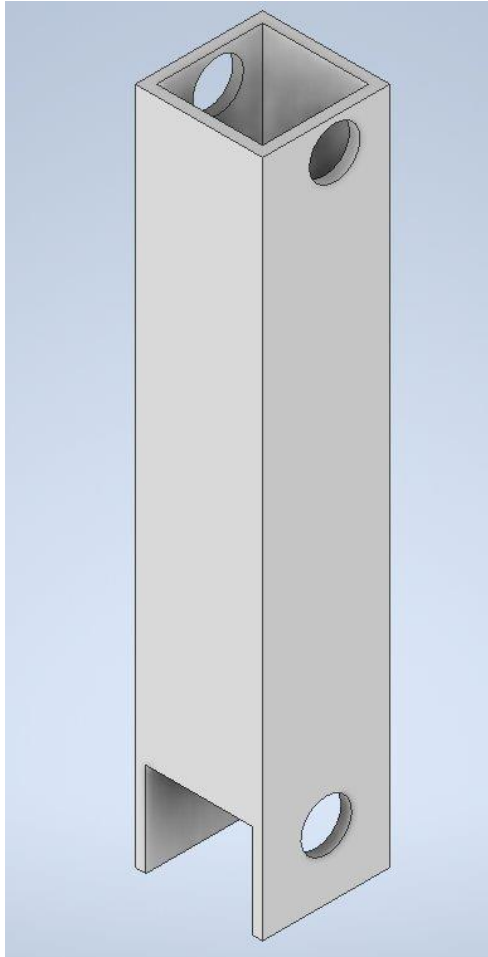


**Obrázok 5 3D model krytu**  
**(Z galérie autora)**

## 4.6. Návrh ocelevej tyče

Pre uloženie elektrického navijaku na prívesný vozík potrebujeme oceľovú tyč ktorá bude uložená na prívesnom vozíku.

Nakoniec sme si zvolili tyč s materiálom 11373 a rozmermi: 150 x 150 x 9 000



**Obrázok 6 3D model ocelevej tyče  
(Z galérie autora)**

## 4.7. Čap so závlačkou

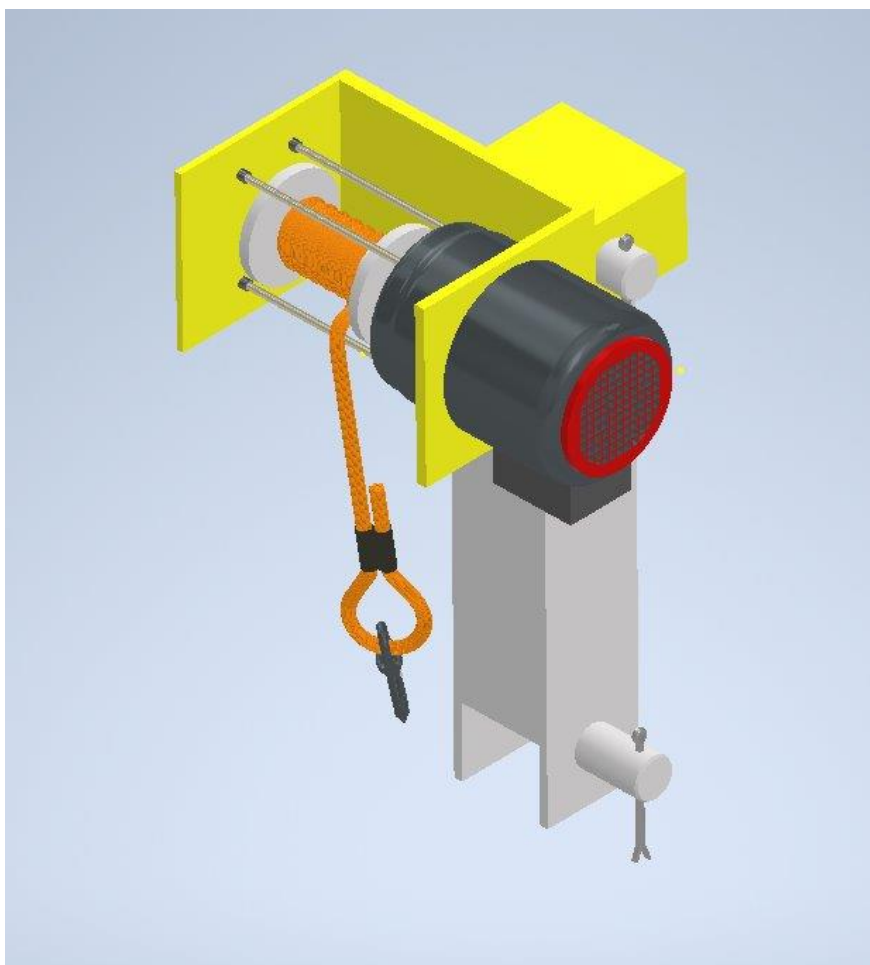
Pre poistenie ocelevej tyče a kryt na navijak a oceľovú tyč o prívesný vozík sme si zvolili čap STN-022111 60 X 78 X 220 so závlačkou STN-021781-10X160 podľa normy.



**Obrázok 7 3D čapu a závlačky  
(Z galérie autora)**

## 5. Výsledky práce a diskusia

Počas vytváranie práce nastali problémy. Pri tvorení 3D modelov v programe Inventor bolo potrebné nakresliť jednotlivé časti a uložiť ich na dopredu určené miesto tak, aby to malo praktické využitie. V prvom kroku sme si nakreslili 3D bubna. V druhom kroku sme nakreslili 3D model elektrického. V tretom kroku sme nakreslili 3D model kryt celého navijaku. Ďalej bolo potrebné nakresliť 3D modely lana a háku. Ako ďalšie sme nakreslili 3D model oceľovú tyč s čapmi. Závlačky sme si zvolili pomocou programu Inventor ktoré vyhovovali podľa STN čapu. Nakoniec sme museli jednotlivé časti uložiť na kryt celého krytu navijaku. Čo bolo veľmi náročné z dôvodu pracovanie 3D programe, kde nastalo viacero problémov pri spájaní jednotlivých častí, museli sme medzi nimi nájsť väzbu, aby jednotlivé časti boli na ich dopredu určenom mieste a v dostatočnej výške a uhla. Ďalší problém bolo tvorenie animácie zostavy. Animáciu sme vytvorili v programe Inventor kde sme jednotlivé časti odpojili a rotačne ukázali a nakoniec vrátili všetko späť do originálnej polohy.



**Obrázok 8 3D model navijaku**

**(Z galérie autora)**



## **6.Závery práce**

Výsledkom tejto práce bol návrh 3D modelu elektrického navijaku na prívesný vozík osobného auta. V programe AutoCAD sme zhotovovali všetky výkresy na výrobu elektrického navijaku. V programe AutoDesk Inventor Professional sme zhotovili 3D model elektrického navijaku. V programe AutoDesk Inventor Professional sme následne vytvorili animáciu celej zostavy elektrického navijaku. Počas navrhovania sme museli postupovať podľa noriem. Nakoniec sme vytvorili zostavný výkres elektrického navijaku.

Vedomosti, ktoré sme získali počas zhotovovania tejto práce môžeme uplatniť aj v praxi.

## **7.Zhrnutie**

Cieľom tejto práce bolo navrhnuť konštrukciu elektrického navijaku na privesný vozík. Návrh sme realizovali pomocou programov AutoCad, AutoDesk Inventor Professional.

Výkres bubna sme zhotovovali v programe Autocad, potom sme vytvorili 3D model spolu s inými časťami navijaku v programe AutoDesk Inventor Professional. Potom sme pokračovali k animácií zostavy v programe AutoDesk Inventor Professional. Po vytvorení 3D modelov všetkých častí elektrického navijaku prešlo všetko bez problémov. Môžeme teda povedať, že naša práca bola zhotovená úspešne.

## 8. Zoznam použitej literatúry

### Elektronické zdroje

1. <https://www.navijak.sk/uzitocne-rady> [Online] [Dátum: 29. Október 2023.]
2. <http://strojar-inovator.sk/projekty-2016/48-projekt-16-navrh-priemyselneho-navijaku> [Online] [Dátum: 29. Október 2023.]
3. <http://www.cordi.sk/produkty/ocelove-lana/c-1.xhtml> [Online] [Dátum: 9. November 2023.]
4. <http://www.cordi.sk/ocelove-lana-normy-vytahy.xhtml> [Online] [Dátum: 9. November 2023.]
5. <https://www.antaiwinch.com/product/6000-lb-4x4-12v-winch-with-synthetic-rope/> [Online] [Dátum: 9. November 2023.]
6. <http://www.superwinch.cz> [Online] [Dátum: 11. November 2023.]
7. <http://www.hydraulic-dcmotor.com> [Online] [Dátum: 11. November 2023.]

### Knižné zdroje

6. **Ing. Pavel Vávra a kolektív.** *Strojnícke tabuľky pre SPŠ strojnícke* . Bratislava : Alfa-press, s. r. o. , 1999. ISBN 80-88811-94-5

## 9. Prílohy

Výpočet ohybového napätia Maximálny ohybový moment je najväčší, keď je bubon naložený v jeho strede. Reakcia z ložísk je rovnaká v prípade symetrického bubna a rovná sa polovici zaťažovacej sily.

Maximálny ohybový moment:

$$M_o = F \cdot l_b / 4 \text{ [Nmm]}$$

$$M_o = 10\,000 \cdot 265,4 \text{ [Nmm]}$$

$$M_o = 662,500 \text{ Nmm}$$

Modul prierezu pre ohyb:

$$W_o = 0,8 \cdot (D_1 - s)^2 \cdot s \text{ [mm}^3 \text{]}$$

$$W_o = 0,8 \cdot (123,5 - 11)^2 \cdot 11 \text{ [mm}^3 \text{]}$$

$$W_o = 111,375 \text{ mm}^3$$

Ohybové napätie: Výsledné napätie v ohybe by malo byť menšie ako 15 MPa.

$$\sigma_o = M_o / W_o \text{ [MPa]}$$

$$\sigma_o = 662\,500 / 111\,375 \text{ [MPa]} \quad \sigma_o = 5,95 \text{ MPa}$$

Výsledok ukazuje, že bubon je uspokojivý z hľadiska ohybového napätia.

Výpočet krútiaceho momentu torzného napätia:

$$M_k = F \cdot D_b / 2 \text{ [Nmm]}$$

$$M_k = 10\,000 \cdot 130 / 2 \text{ [Nmm]}$$

$$M_k = 650\,000 \text{ Nm}$$

Modul prierezu pre krútenie:  $W_k = 2 \cdot W_o \text{ [mm}^2 \text{]}$

$$W_k = 2 \cdot 111\,375 \text{ [mm}^2 \text{]}$$

$$W_k = 222\,750 \text{ mm}^2$$

Výsledné torzné napätie: Výsledné torzné napätie by malo byť v rozmedzí 2 – 5 MPa.

$$\tau_k = M_k / W_k \text{ [MPa]}$$

$$\tau_k = 650\,000 / 222\,750 \text{ [MPa]} \quad \tau_k = 2,9 \text{ MPa}$$

Výsledok ukazuje, že torzné napätie spĺňa