



ZDVIHACÍ ZAŘÍZENÍ PRO INVALIDNÍ OBČANY U NÁKLADNÍHO AUTOMOBILU

Diplomová práce

Studijní program: N2301 – Strojní inženýrství
Studijní obor: 2302T010 – Konstrukce strojů a zařízení
Autor práce: **Bc. Tomáš Krutský**
Vedoucí práce: Ing. Robert Voženílek, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Mechanical Engineering ■

Master thesis

Study programme: N2301 – Mechanical Engineering
Study branch: 2302T010 – Machine and Equipment Design
Author: **Bc. Tomáš Krutský**
Supervisor: Ing. Robert Voženílek, Ph.D.





Zadání diplomové práce

ZDVIHACÍ ZAŘÍZENÍ PRO INVALIDNÍ OBČANY U NÁKLADNÍHO AUTOMOBILU

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš Krutský**
Osobní číslo: S18000245
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: Konstrukce strojů a zařízení
Zadávací katedra: Katedra vozidel a motorů
Akademický rok: **2018/2019**

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rozbor používaných koncepcí zdvihacích zařízení vozidel pro invalidní občany.
2. Navrhněte vlastní uspořádání zdvihacího zařízení nákladního vozidla pro invalidní občany.
3. Vybrané díly navržené konstrukce pevnostně ověřte.
4. Cílem řešení je možnost reálné zástavby navrženého konstrukčního uspořádání do nákladního vozidla.

Rozsah grafických prací:

Výkresová dokumentace

Rozsah pracovní zprávy:

50 stran + CD

Forma zpracování práce:

tištěná/elektronická



Seznam odborné literatury:

- [1] PEŠÍK, L.: *Části strojů. 1. díl.* Liberec, TU 2005. ISBN 80-7083-938-4.
[2] PEŠÍK, L.: *Části strojů. 2. díl.* Liberec, TU 2005. ISBN 80-7083-939.

Vedoucí práce:

Ing. Robert Voženílek, Ph.D.
Katedra vozidel a motorů

Datum zadání práce:

11. února 2019

Předpokládaný termín odevzdání:

11. května 2020

prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld
děkan

V Liberci 11. února 2019



Ing. Robert Voženílek, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že texty tištěné verze práce a elektronické verze práce vložené do IS STAG se shodují.

1. 5. 2019

Bc. Tomáš Krutský

ABSTRAKT

Práce se zabývá konstrukcí a výrobou zdvihacího zařízení pro invalidní občany u nákladního automobilu. Jsou rozebrány jednotlivé koncepce zdvihacích zařízení pro zdravotně postižené osoby. Podle požadavků tělesně postiženého řidiče je vypracována konstrukce zdvihacího zařízení do kabiny nákladního automobilu. Podle konstrukčního řešení je provedena výroba a montáž zdvihacího zařízení do vozidla. Na základě zkušeností z provozu zařízení je zpracována optimalizace konstrukce.

KLÍČOVÁ SLOVA:

zdvihací zařízení, nákladní automobil, invalidní občan, jeřáb, Tatra

ABSTRACT

This work deals construction and manufacturing of truck lifting devices for disabled people. It describe individual concepts of lifting devices for disabled people. Construction of lifting devices is developer by the requirements for disabled truck driver. Construction and assembly of lifting device perfomed by the construction solution to the truck. Device design optimalization maked by the experiences of the device operation.

KEY WORDS:

lifting device, truck, disabled person, crane, Tatra

PODĚKOVÁNÍ

Velice rád bych na tomto místě poděkoval všem vyučujícím a zaměstnancům Technické univerzity v Liberci za předávání vědomostí, znalostí a zkušeností a také za jejich pomoc během celého studia.

Za velikou pomoc při studiu a při tvorbě práce děkuji Ing. Robertu Voženílkovi, Ph.D.

Děkuju velice za důvěru majiteli vozu Tatra Phoenix Karlu Miklovičovi, kterému je určen výsledek práce. Dále Miroslavu Bobkovi, který pomáhal radami, zkušenostmi a řemeslnou zručností při realizaci. Velikou pomoc při poskytnutí zázemí pro realizaci poskytl Štefan Nejeschleba, Ing. Zdeněk Krabs, Ph.D. a Robert Křenek.

Veliké poděkování patří také rodině za její přístup a vytvoření potřebné podpory při studiu na Technické univerzitě v Liberci.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ	9
1. ÚVOD	10
1.1. POSTIŽENÍ OBČANÉ	10
1.2. TĚLESNĚ POSTIŽENÍ	11
1.3. SPECIFIKA PŘI ŘÍZENÍ VOZIDEL	12
1.4. ÚPRAVY VOZIDEL	13
2. OBJEKT ŘEŠENÍ	15
2.1. ZDVIHACÍ ZAŘÍZENÍ	16
2.2. NÁKLADNÍ AUTOMOBIL TATRA	26
2.3. VOLBA ŘEŠENÍ	30
3. KONSTRUKCE ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ	34
3.1. ČÁSTI ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ	34
3.2. VÝPOČTY HLAVNÍCH ČÁSTÍ	35
3.3. TECHNICKÁ DOKUMENTACE	39
4. VÝROBA ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ	40
4.1. VÝROBA ČÁSTÍ ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ	40
4.2. MONTÁŽ ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ	51
4.3. PROVOZ ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ	57
5. ZHODNOCENÍ VYROBENÉHO ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ.....	58
6. OPTIMALIZACE ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ	59
7. SHRUTÍ POZNATKŮ	60
8. ZÁVĚR	61
SEZNAM OBRÁZKŮ	62
SEZNAM PŘÍLOH	63
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	64

SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ:

b	šířka styčného obdélníku	mm
d	malý průměr trubky	mm
d_1	průměr rolny	mm
D	velký průměr trubky	mm
E_1	modul pružnosti polyamidu PA6	MPa
E_2	modul pružnosti oceli	MPa
F	zatěžující síla	N
F_0	zatěžující síla na rolnu	N
g	tíhové zrychlení	m/s ²
i	počet roln na čepu	-
l	šířka rolny	mm
l_0	funkční šířka rolny	mm
L_{rp}	vzdálenost zatěžující síly od předního kotvení	mm
L_{rz}	vzdálenost zatěžující síly od zadního kotvení	mm
L_v	délka vysunutí výložníku	mm
m	zatěžující hmotnost	kg
m_s	skutečná hmotnost řidiče	kg
M_{ormax}	maximální ohybový moment rámu	Nmm
M_{ov}	ohybový moment výložníku	Nmm
p_{dov}	dovolený měrný tlak v kontaktu	MPa
p_{max}	maximální měrný tlak v kontaktu	MPa
q	poměrné zatížení	N/m
R_e	napětí na mezi kluzu	MPa
R_m	mez pevnosti v tahu	MPa
W_{0rx}	modul průřezu v ohybu rámu k ose x	mm ³
W_{0vx}	modul průřezu v ohybu výložníku k ose x	mm ³
σ_{orII}	míjivé ohybové napětí rámu	MPa
σ_{orIIs}	skutečné míjivé ohybové napětí rámu	MPa
σ_{DorII}	dovolené míjivé ohybové napětí rámu	MPa
σ_{ovII}	míjivé ohybové napětí výložníku	MPa
σ_{ovIIs}	skutečné míjivé ohybové napětí výložníku	MPa
σ_{DovII}	dovolené míjivé ohybové napětí výložníku	MPa

1. ÚVOD

Klíčem k pochopení důvodů a souvislostí této práce je osoba Karla Mikloviče. Býval profesionálním řidičem Armády České republiky. Před několika lety měl nezaviněnou dopravní nehodu a po ní zůstal upoutaný na invalidním vozíku. Po úspěšné rehabilitaci se rozhodl, že se rád znovu i přes své postižení zapojí do pracovního života, v ideálním případě bude pokračovat v dráze profesionálního řidiče nákladního vozu. Vize jsou jednoznačné. Nákup terénního nákladního sklápěcího automobilu, úpravu automobilu vzhledem ke svému tělesnému postižení a získání živnostenského oprávnění k provozování autodopravy.

A právě úprava nákladního automobilu pro zdvihání tělesně postiženého řidiče je úkolem této práce.

1.1. POSTIŽENÍ OBČANÉ

Zdravotní postižení je definováno odchylkou zdravotního stavu člověka, která jej omezuje v určitém směru v lidské činnosti nebo v péči o sebe samotného. Zdravotním postižením se úzce a podrobně zabývá Mezinárodní klasifikace funkčních schopností, disability a zdraví – MKF. Tato klasifikace byla vyvinuta Světovou zdravotní organizací – WHO v květnu 2001 schválena a doporučena k praktickému užívání Světovým zdravotnickým shromážděním – WHA. Hlavním účelem klasifikace MKF je dodávat vědecké podklady pro zkoumání a porozumění zdraví a stavů, které se zdravím člověka souvisí. Díky klasifikaci je možné porovnávat a pozorovat údaje z různých zemí a oblastí zájmu. Zároveň klasifikace umožňuje systém kódování postižení využívaný zdravotnickými zařízeními a sociálními službami.

Podle převládajících projevů je možné rozeznávat různé druhy zdravotního postižení.

- Tělesné postižení
- Duševní postižení
- Mentální postižení
- Smyslové postižení
- Vnitřní postižení
- Kombinovaná postižení

Tématika zdravotního postižení osob je velice rozsáhlá a složitá. Zasahuje do mnoha oborů lidské činnosti a je předmětem neustálého výzkumu a vývoje. Problematika zdravotního postižení se dotýká nejen zdravotnické oblasti, ale i oblasti sociální, etické, právní a samozřejmě i oblasti technické. Věnovat se jednotlivým projevům zdravotního postižení není úkolem této práce. Vzhledem k návaznostem dalších částí práce a k osobě Karla Mikloviče je nicméně vhodné popsat bližším způsobem postižení tělesné.

1.2. TĚLESNÉ POSTIŽENÍ

Tělesné postižení je definováno jako omezení pohybových schopností člověka důsledkem poškození pohybového nebo podpůrného aparátu nebo důsledkem dalšího jiného organického poškození. Změněná pohybová schopnost poté může být kompenzována pomocí pomůcek – holí, berlí, protézou, invalidním vozíkem.

Tělesné postižení lze v principu rozdělit na tři základní skupiny. Přes toto rozdělení je důležité zmínit, že je velice složité určit přesné hranice mezi jednotlivými skupinami. Je to důsledek možných různých zdravotních projevů u stejné skupiny tělesného postižení. Základním projevem postižení je omezení nebo ztráta hybnosti, ovšem toto postižení provází i další zdravotní omezení – problémy s vyprazdňováním, poruchy termoregulace, poruchy vegetativních funkcí a další komplikace. Podrobně se touto tematikou zabývá zákon č. 108/2006 Sb., zákon o sociálních službách.

Tělesné postižení

- **Lehké tělesné postižení** funkčnost částí pohybového ústrojí je limitována dočasně nebo trvale. Nejčastěji jde o výměnu kloubu, operace meziobratlových plotének.

- **Středně těžké tělesné postižení**
 - Amputace ztráta části těla
 - Deformita trvalá změna tvaru nebo chybějící část těla
 - Dystrofie progresivní genetické postižení svalů
 - Osteoporóza metabolická kostní porucha

- **Těžké tělesné postižení**
 - Hemiplegie úplné vertikální ochrnutí jedné poloviny těla
 - Hemiparéza částečné vertikální ochrnutí jedné poloviny těla
 - Paraplegie úplné ochrnutí dolních končetin
 - Paraparéza částečné funkční omezení dolních končetin
 - Kvadruplegie úplné ochrnutí dolních končetin a částečné nebo úplné ochrnutí horních končetin

Řidič Karel Miklovič po nezaviněném dopravním úrazu není schopný ovládat dolní končetiny. Má těžké tělesné postižení – paraplegii. Právě toto zdravotní omezení pohybových schopností určuje hlavním způsobem rozsah úpravy nákladního automobilu.

1.3. SPECIFIKA PŘI ŘÍZENÍ VOZIDEL

Pro tuto kapitolu jsou klíčové právní dokumenty dotýkající se a upravující problematiku provozu na pozemních komunikacích. Jde zejména o následující dokumenty.

- | | |
|--------------------------|--|
| Zákon č. 361/2000 Sb. | Zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů |
| Zákon č. 56/2001 Sb. | Zákon o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla), ve znění zákona č. 307/1999 Sb. |
| Zákon č. 247/2000 Sb. | Zákon o získávání a zdokonalování odborné způsobilosti k řízení motorových vozidel a o změnách některých zákonů |
| Vyhláška č. 31/2001 Sb. | Vyhláška o řidičských průkazech a o registru řidičů |
| Vyhláška č. 277/2004 Sb. | Vyhláška o stanovení zdravotní způsobilosti k řízení motorových vozidel, zdravotní způsobilosti k řízení motorových vozidel s podmínkou a náležitosti lékařského potvrzení osvědčující zdravotní důvody, pro něž se za jízdy nelze na sedadle motorového vozidla připoutat bezpečnostním pásem (vyhláška o zdravotní způsobilosti k řízení motorových vozidel) |

Z dokumentů vyplývá skutečnost, že pro splnění náležitostí řídit motorové vozidlo je třeba vyhovět § 13 zákona č. 247/2000 Sb. především podmínku zdravotní způsobilosti k řízení motorových vozidel podle vyhlášky č. 277/2004 Sb. Podmínka se prokazuje posudkem o zdravotní způsobilosti k řízení motorových vozidel vydávanou posuzujícím lékařem. Pokud je posudek o zdravotní způsobilosti k řízení motorových vozidel s podmínkou, tak v návaznosti na § 5 vyhlášky 277/2004 Sb. musí posuzovaná osoba používat nezbytný zdravotnický prostředek nebo musí být provedena technická úprava vozidla, které bude posuzovanou osobou řízeno. Jestliže tedy žádající osoba splní dané právní požadavky a náležitosti, má právo řídit odpovídající vozidlo po pozemních komunikacích. Typ případného zdravotního postižení je poté uveden v řidičském průkazu harmonizovaným kódem.

1.4. ÚPRAVY VOZIDEL

Možnosti úprav vozidel podléhají právním podmínkám. Mezi nejdůležitější právní dokumenty tohoto druhu patří vyhlášky ministerstva dopravy.

Vyhláška č. 341/2014 Sb. Vyhláška o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích

Vyhláška č. 235/2018 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 341/2014 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích

Konečná úprava vozidla pro zdravotně postiženého řidiče tedy musí podle právních předpisů splňovat hledisko technické způsobilosti a současně splňovat podmínky uvedené v jeho posudku o zdravotní způsobilosti k řízení motorových vozidel.

Protože je oblast zdravotních postižení velice rozsáhlá, tak i potřebné technické úpravy vozidel musí tuto skutečnost obsáhnout. Úpravy musí dále splňovat konkrétní individuální požadavky daného řidiče vyplývající z jeho zdravotního postižení. Toto vše klade na výrobce úprav vysoké požadavky na konstrukci a možnost její individualizace pro konkrétní situaci.

Z hlediska terminologie lze rozlišit dvě skupiny úprav vozidel.

- **Zvláštní úprava motorového vozidla**
Je to taková úprava částí vozidla podílející se přímo na ovládání vozidla. Zejména úprava ovládání brzd, plynu, spojky, řízení, vybavení samočinnou převodovkou.
- **Individuální úprava motorového vozidla**
Jde o úpravu částí vozidla, které se přímo nepodílejí na ovládání vozidla. Pro uživatele se zdravotním postižením jsou ovšem stejně důležité. Především jde o posuvné a otáčivé sedačky, zdvihací a nájezdové plošiny, posuvné boční dveře.

Toto rozdělení se ovšem v praxi, především u samotných společností zaměřených na úpravy vozidel, často nerozlišuje a dochází jen k používání pojmu individuální úprava motorového vozidla. Mnohem častěji je ale rozdělení na dva pojmy používané příslušnými úřady z hlediska nároku zdravotně postižených osob na různé druhy finančních příspěvků vztahujících se k nákupu, přestavbě a provozování motorového vozidla.

Možnost druhů úprav motorového vozidla je velice rozsáhlá. V principu jde o přizpůsobení stávající konstrukce novým individuálním požadavkům. Je třeba rozlišit koncepce pro ovládání motorového vozidla rukama, nohama a společně také možné kombinace. Technicky je možná úprava většiny druhů vozidel. V kontextu na množství druhů prodávaných vozidel se samozřejmě liší náročnost pro konkrétní zvolené vozidlo a pro požadovanou úpravu. Je třeba mít na mysli současně nejen hledisko technické, ale i hledisko finanční. Zdravotní postižení je často následováno komplikovanějším pracovním uplatněním a následně může docházet ke složitější sociální situaci. Proto je častější úprava motorových vozidel se samočinnými převodovkami, kdy není třeba řešit změnu ovládání spojkového pedálu, jako je nutné u vozidel s ručně řazenou převodovkou a daná úprava je technicky i finančně méně náročná.

Komplexnost úprav je vidět ze základního výčtu nejčastějších úprav vozidel.

Ovládání automobilu	ruční ovládání brzdy ruční ovládání plynu ruční ovládání spojky úpravy pedálů prodloužení pedálů úprava ovládání přepínačů
Úpravy interiéru	stabilizační pásy přídavná madla přídavné opěrky
Nastupování do automobilu	úpravy sedaček otočné sedačky výsuvné sedačky zdvihací sedačky přesedací desky zvedáky osob transportní sedačky nástupní schůdky
Nakládání invalidního vozíku	posuvné dveře nakladače vozíku zdvihací plošiny nájezdové rampy nájezdové lyžiny jeřáby pro nakládání vozíku aretace vozíku ve vozidle

Společnosti v České republice zabývající se úpravou vozidel pro potřeby zdravotně postižených

API CZ s.r.o.	www.apicz.com
CanoCar s.r.o.	www.canocar.cz
Firma Jenčovský	www.jenca.cz
HURT s.r.o.	www.rucniovladani.cz
IROA – HDC s.r.o.	www.iroa.cz
INVACAR s.r.o.	www.invacar.com
Jan Píbal – JP SERVIS	www.jpservis.eu
META Plzeň	www.metaplzen.cz
Meteor Car	www.meteorcar.cz
Protec Metal s.r.o.	www.protec-metal.cz
Ruční ovládání automobilů – autoservis – Martin Šruma	www.rucniovladani.eu

2. OBJEKT ŘEŠENÍ

Karel Miklovič dospěl k pevnému rozhodnutí vrátit se do pracovního prostředí a znovu se plně uplatnit. Svůj zájem upnul na pořízení nákladního automobilu, jeho přestavbu a získání náležitostí k budoucímu podnikání.

Jeden z jeho prvních kroků vedl právě ke společnostem provádějící úpravy vozidel pro osoby se zdravotním postižením. Samotnou úpravu vozidla na ruční řízení není problémem zhotovit. Používaný systém se přizpůsobí rozměrovým poměrům v kabině nákladního automobilu. Zdravotní omezení budoucího řidiče je pouze v nemožnosti vlastního pohybu dolních končetin. Další omezení pohybového aparátu nejsou, horní končetiny jsou bez poruchy funkce. Úpravy řízení vozidla se tedy soustředí na ruční ovládání brzdy a plynu nákladního automobilu. Komplikace ovládání spojky a automobilu není třeba řešit, ve výhledu je pořízení nákladního vozu se samočinnou převodovkou. Další úpravy pro splnění bezpečného ovládání a řízení nákladního automobilu nejsou potřebné.

Tuto část přestavby nákladního vozu provede společnost HURT s.r.o.

Přestože je na trhu České republiky zastoupení společností zabývajících se přestavbou a úpravou vozidel pro osoby se zdravotním postižením poměrně široké, nikdo neprovádí úpravu nákladních vozidel po stránce technického řešení problému nastupování a vystupování z kabiny. Důvodem je jistě zcela statisticky zanedbatelná poptávka zdravotně postižených osob po takových úpravách. Svou roli dále určitě hraje několik možných faktorů.

- **Okolnosti na straně osoby zdravotně postižené**

- řidič se zdravotním postižením nevlastní řidičské oprávnění pro řízení nákladních vozidel
- řidič se zdravotním postižením nevlastní průkaz profesní způsobilosti – nemůže tedy řídit nákladní vozidlo za účelem výdělečné činnosti
- iracionalita osobní dopravy nákladním vozem
- možnost řídit nákladní vozidlo člověka se zdravotním postižením nenapadne

- **Okolnosti na straně společností provádějící úpravy pro zdravotně postižené**

- mizivá poptávka po úpravách nákladních vozidel pro zdravotní postižení
- nerentabilita vývoje úprav pro nákladní automobil
- obava o výsledek
- neochota na technickém řešení pracovat

Při hledání úspěšného řešení vzniklé situace se problematika řešení nástupu a výstupu do kabiny nákladního automobilu pro tělesně postiženého řidiče dostává na Katedru vozidel a motorů Fakulty strojní Technické univerzity v Liberci.

2.1. ZDVIHACÍ ZAŘÍZENÍ

Po seznámení s řešenou problematikou a prvních konzultacích s vedoucím práce, začala korespondence s panem Miklovičem a jeho manželkou. O jejich představách a požadavcích na budoucí zařízení pro uživatele se zdravotním postižením. V korespondenci jsem získal určité tipy na řešení od amerických výrobců.

- **S&S Mobility Products, LLC** vyrábí v různých modifikacích zdvihací zařízení **Coach Lift**.



Obrázek 1 – Coach Lift – Vehicle Lift

- **Miller Mobility** je producentem různých zdvihacích zařízení a pomůcek pro zdravotně postižené.



Obrázek 2 – Miller Mobility – Glide'n Go XR

- **Life Essentials** je výrobcem celého spektra zdvihacích zařízení a mobilních pomůcek pro zdravotně postižené.



Obrázek 3 – Life Essentials – Flatbet Pilot Lift



Obrázek 4 – Life Essentials – AG Pilot Lift

Další výrobci zdvihacích zařízení na obdobném principu funkce

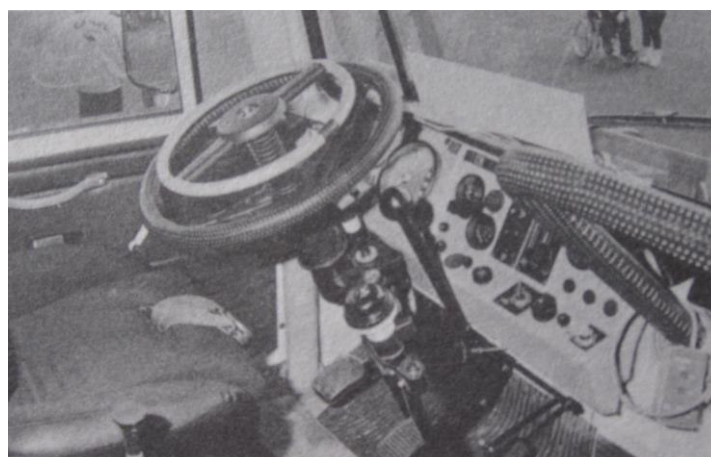
- **Startracks Custom Power Seat Lifts** americký výrobce
- **BraunAbility** americký výrobce s evropským zastoupením

V dohledatelných zdrojích informací lze v Evropě nalézt k řešené problematice další dvě reálná provedení. Oba případy jsou upravené závodní nákladní automobily značky Tatra pro dálkové rallye závody. Díky zajímavosti řidičů se dostalo technickému řešení úpravy automobilů mediální publicity.

Prvním případem je vůz švýcarského závodníka formule 1 Claye Regazzoniho. Po nehodě v roce 1980 zůstal upoutaný na invalidní vozík, ale závodit nepřestal. V roce 1988 se vydal za volantem upravené Tatry 815 6x6 na závod Rallye Paříž Dakar. Do cíle však nedorazil. Řízení bylo upravené pro ruční použití. Pro zdvihání a spuštění tělesně postiženého řidiče sloužily dva elektrické lanové vrátky. Jeden byl umístěn nad levými dveřmi kabiny a druhý nad pravými dveřmi. Oba vrátky byly na kabině pro svou ochranu při jízdě chráněny krycími plechy. Řidič se tak do kabiny dostával pomocí lana vrátku a potřeboval při nastupování a vystupování asistenci ostatních členů posádky. Další úpravy z hlediska tělesného postižení řidiče nejsou známy. Uvedené skutečnosti potvrdil osobně i současný technický ředitel a místopředseda představenstva společnosti TATRA TRUCKS a.s. Ing. Radomír Smolka.



Obrázek 5 – Tatra 815 – Clay Regazzoni – 1988 – Rallye Paříž Dakar



Obrázek 6 – Tatra 815 – Clay Regazzoni – 1988 – řízení



Obrázek 7 – Tatra 815 – Clay Regazzoni – 1988 – dílna

Druhým případem je vůz je závodníka z Andorry Alberta Lloverry. Po úrazu v roce 1985 i on zůstal na invalidním vozíku. Před úrazem vrcholově závodil ve sjezdovém lyžování. Po úrazu se začal věnovat rallye závodům. V roce 2016 a 2017 se zúčastnil rallye Dakar. Oba ročníky závodu dokončil. Úprava jeho vozu Tatra Jamal pro tělesné postižení spočívala v zástavbě ručního ovládání vozidla. K nastupování a vystupování z kabiny používal lanovou techniku. Byl zavěšen v sedacím úvazku na laně nataženém přes kotevní body na ochranném rámu kabiny a na nástavbě za kabinou. Pro nástup i výstup potřeboval také asistenci ostatních členů posádky.



Obrázek 8 – Albert Llovera – Dakar 2016 – vystupování



Obrázek 9 – Albert Llovera – Dakar 2016 – vystupování – detail



Obrázek 10 – Albert Llovera – asistence – detail

Obě uvedené aplikace úprav k nastupování a vystupování jsou na závodních speciálech a jejich určení je opravdu především na závodní činnost. Je nezbytné, aby řidič měl kolem sebe neustále ostatní členy posádky, kteří mu při nástupu a výstupu pomohou. Pro řešené sledované použití a pracovní nasazení nákladního automobilu tak ani jedna konstrukce není optimální.

Základní myšlenkou se tedy stal úkol vymyslet systém zdvihacího zařízení, u kterého bude řidič paraplegik samostatný a nebude potřebovat za standardních okolností pomoc žádné další osoby. Dále je nutné vyhovět všem odlišnostem pro zdvihání řidiče do kabiny nákladního auta. Především zvýšené výšce zdvihání a s tím i vyšším nárokům na bezpečnost zařízení a bezpečnost jeho provozu.

Při promýšlení možných variant technického řešení přicházela v úvahu tři řešení. Tyto varianty byly rozpracovány s posouzením výhodnosti a nevýhodnosti provedení konstrukce.

Možné varianty sledovaného řešení

- 1. Zdvihací plošina**
- 2. Sedačka s otočným ramenem**
- 3. Jeřábová konstrukce**

Zdvihací plošina

Samotná plošina navazuje na pohyblivá ramena. Výhodou je možnost využití hydraulického systému pohonu ramen a tedy možná vysoká nosnost celého zdvihacího zařízení. Výhodou je i samotná plošina poskytující bezpečný prostor k nástupu a výstupu do kabiny nákladního vozu z invalidního vozíku. Tato bezpečnost ovšem plyne ze zvládnutého systému řízení pohybu ramen a plošiny, aby se nacházela v poloze, z níž nelze ze zdvihacího zařízení snadno spadnout. Těžiště zdvihaného řidiče i s invalidním vozíkem se totiž nachází nad zdvihací plošinou.

Dále je výhodou možnost inspirace z nabídky pohyblivých ramen výrobců manipulační techniky. Na trhu je velké množství výrobců, kteří se zabývají vývojem a prodejem tohoto druhu techniky. Tím by byla i velká pravděpodobnost možnosti výběru již vyráběného ramene a jeho přizpůsobení dané potřebné aplikaci s plošinou.

Další výhodou se ukazuje možnost využití robotického ramene pro prostorovou variabilitu pohybu.

Nevýhodou této varianty řešení je plné vystavení zařízení nepřízní počasí. Především dešti, vlhkosti a nečistotám venkovního prostředí, prachu a ve vzduchu zvířeným volným částicím. Tato nevýhoda lze kompenzovat použitím ochranných návleků na potřebné části zařízení, přesto zvýšená potřeba údržby v této variantě řešení zůstává.

Celý mechanismus dále není možné z prostorových důvodů zakomponovat do konstrukčních celků kabiny nákladního automobilu a musel by být sklopný za kabinu řidiče, kde se už nachází nezbytný dostatek prostoru.

Toto hledisko se na druhou stranu ukazuje jako přínosné, protože nemusí dojít k žádnému zásahu do samotné kabiny vozidla. Konstrukce bude umístěna na rámu vozidla.

Nevýhodou této varianty je složitost celého zařízení, jeho komplikovaná konstrukce a kinematická složitost, zvláště pokud by bylo použito prostorově pohyblivé rameno. V případě výroby vlastního ramene či ramen se jeví další nevýhodou náročná konstrukce a výroba s nutností kooperace pro oblast pohonů a řízení celého zařízení. Mezi nevýhody patří i

finanční nákladnost, nutnost zásahů do rámu nákladního vozidla a případná omezení daná využitím již vyráběného ramene, kdy nemusí všechny parametry potřebnému účelu vyhovovat.



Obrázek 11 – zdvihací plošina – BraunAbility Lift



Obrázek 12 – zdvihací rameno – Life Essentials

Sedačka s otočným ramenem

Sedačka s otočným ramenem posuvným po svislém pohybovém šroubu. Tuto konstrukci je možné v principu umístit na vnější plášť kabiny i ji konstrukčně provést do vnitřního prostoru kabiny.

Tato vnitřní zástavba s sebou ovšem nese požadavek dostatečné prostornosti uvnitř kabiny.

Vnější umístění přináší obdobné nevýhody jako předchozí varianta plošiny. Celý mechanismus je vystavený nepřízní venkovních povětrnostních vlivů. Tato skutečnost klade zvýšené nároky na údržbu, zejména na péči o svislý pohybový šroub pro zachování jeho bezproblémové funkce.

Výhodou vnější i vnitřní aplikace je kinematická jednoduchost mechanismu a tím i jednodušší konstrukční provedení než u plošiny s rameny. Příznivé je i hledisko jednoduchého použití pohonu pro pohyb mechanismu a jeho řízení. Toto řešení přináší i splnění zvýšené bezpečnosti provozu, protože lze sedačku navrhnout se zvýšenými okraji a zábranou proti vypadnutí.

Při splnění podmínek bezpečného ovládání a optimálně zpracovaného systému řízení pohybu jsou možné i kombinace varianty plošiny a sedačky.



Obrázek 13 – sedačka – vnitřní použití – Startracks Custom Seat Lifts



Obrázek 14 – sedačka – vnější použití – Coach Lift



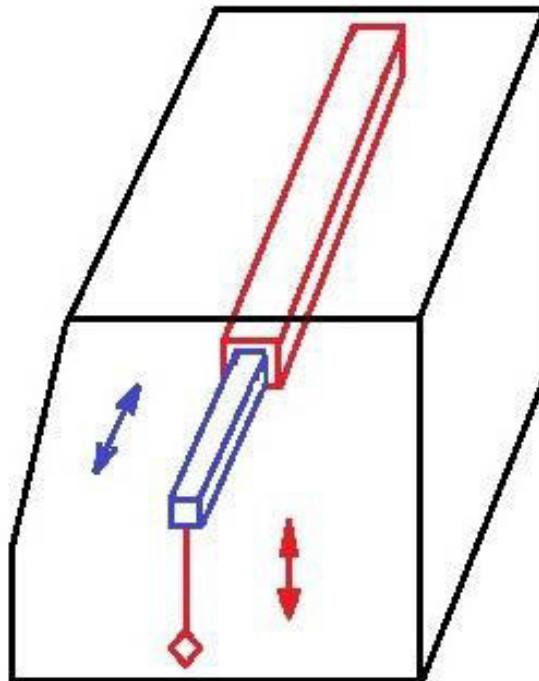
Obrázek 15 – sedačka – vnější použití – nákladní automobil – Miller Mobility

Jeřábová konstrukce

Tato třetí varianta rozvíjí jednoduchost použití lanového vrátku u vozu Claye Regazzoniho a lanovou techniku výstupu do kabiny Alberta Llovery. Myšlenka je jednoduchá. Do kabiny nákladního vozu se provede vestavba konstrukce jeřábu s posuvným výložníkem. Řidič se do kabiny a zpět na zem bude zdvihát pomocí nosného prostředku za závěsný postroj. Po vytažení do požadované výšky se s výložníkem zasune do kabiny nad sedačku a spustí se do ní. Výstup z kabiny se provede v přesně opačném sledu pohybů.

Při této variantě je řidič zavěšen na nosném prostředku v závěsném postroji. Bod zavěšení se nalézá nad těžištěm těla řidiče. Poloha je takto vůči kabině i zdvihacímu zařízení stabilní, a pokud nedojde k selhání techniky nebo lidského faktoru při provozu, je pravděpodobnost vypadnutí ze zdvihacího zařízení nižší než u předchozích variant zdvihacího zařízení.

Výhoda jeřábová konstrukce spočívá především v skutečnosti, že je kompletně umístěná v kabině nákladního vozu. Je tedy izolovaná od vlivů povětrnostních podmínek. Z toho plynou nízké nároky na údržbu a při vhodné konstrukci a výběru materiálu součástí se může promítnout do spolehlivosti zdvihacího zařízení. Další výhodou je jednoduchost konstrukce a z toho i předpokládaná nízká cena realizace. Nevýhodou tohoto řešení je náročnost na vhodné zastavení opěrných prvků jeřábu do kabiny, aby se využily konkrétní prostorové dispozice a nutnost zásahů do konstrukce kabiny byla minimální.



Obrázek 16 – jeřábová konstrukce – skica

2.2. NÁKLADNÍ AUTOMOBIL TATRA

Hlavním účelem uvažovaného nákladního automobilu byla doprava sypkých materiálů – písku, šterku a kamenů. Plánovaný akční rádius byl krátké až střední dojezdy. Dalším důležitým požadavkem na vozidlo byla co nejvyšší průchodnost terénem v jakékoli situaci. Pro účely tělesně postiženého řidiče přibyla nutnost samočinné převodovky. Koncepce pohonu byla zvolena třínápravová s pohonem všech kol.

Na trhu České republiky je několik renomovaných výrobců nabízejících nákladní automobily požadovaných parametrů. U řidiče Karla Mikloviče zvítězila volba nákladního vozu Tatra modelové řady Phoenix. Pro tuto značku jasně hovořily schopnosti pohybu v těžkém terénu, dále jedinečné řešení páteřového rámu s centrální nosnou rourou. Pozitivní pro řidiče byla i skutečnost, že se jedná o výrobek české značky s mnohaletou tradicí výroby terénních nákladních automobilů.

Prodejcem vozu se stala společnost aSERVIS s.r.o. Slaný. Na její půdě jsem měl možnost se při jedné z prvních pracovních schůzek poprvé setkat s modelovou řadou Tatra Phoenix a prohlédnout si detailně všechny části vozidla včetně uspořádání kabiny.

Údaje vozu TATRA PHOENIX – T158 6x6 – třístranný sklápěč 6x6

Motor

Typ	PACCAR MX - 13 340 Euro 6
Počet válců	6
Vrtání/zdvih	130/162 mm
Zdvihový objem válců	12900 cm ³
Čistý výkon	340 kW/1450 min ⁻¹
Čistý točivý moment	2300 Nm/1000-1450 min ⁻¹
Systém úpravy výfukových plynů	SCR, EGR, DPF
Dekompresní motorová brzda MX Engine Brake	

Spojka

Hydraulicky ovládaná jednodamelová spojka, průměr 1x430 mm.

Převodovka

Typ	ZF 16AS 2630 TO AS Tronic – automatizovaná
Počet rychlostních stupňů vpřed	16
Počet rychlostních stupňů vzad	2
Intardér	

Přídavná převodovka

Typ	jednostupňová (1,12; 1,46)
-----	----------------------------

Přední náprava

Řízená, hnaná s výkyvnými polonápravami, zapínatelný pohon, osový diferenciál. Pérování vzduchovými vlnovci, s teleskopickými tlumiči, stabilizátor.

Zadní nápravy

Hnané, s výkyvnými polonápravami, uzávěrky osových diferenciálů, uzávěrka mezinápravového diferenciálu. Pérování vzduchovými vlnovci, s teleskopickými tlumiči a torzním stabilizátorem na poslední nápravě.

Řízení

Levostranné, monoblok

Brzdy

Čtyři nezávislé brzdové systémy: provozní, nouzový, parkovací, odlehčovací.

Pneumatiky, disky

Pneumatiky přední	385/65 R22.5
Pneumatiky zadní	315/80 R22.5
Disky přední	22.5x11.5
Disky zadní	22.5x9.0

Kabina

Trambusová, hydraulicky sklopná, se závislým vodním vytápěním.
Klimatizace, nezávislé topení

Nádrž paliva

Ocelová, 300-340 l + 45 l AdBlue

Rozměry

Délka	7760 ± 30 mm
Šířka	2550 mm
Výška	3240 ± 30 mm
Rozchod kol – přední	1942 mm
Rozchod kol – zadní	1774 mm
Rozvor	3440 + 1320 mm
Světlá výška	280 mm

Hmotnosti

Celková hmotnost	26000 kg
Pohotovostní hmotnost	12000 kg
Užitečná hmotnost	14000 kg
Max. zatížení přední nápravy	9000 kg
Max. zatížení zadních náprav	2x8500 kg

Elektrovýbava

Nominální napětí	24 V
Akumulátory	2x12 V 180 Ah
Alternátor	24 V/ 110 A
Příprava na FMS konektor	

Jízdní vlastnosti

Stoupavost při celkové hmotnosti	100 %
Maximální rychlost s omezovačem	85 km/h
Vnější obrysový poloměr zatáčení	17,5 ± 1,0 m

Nástavba

třístranný sklápěč MEILER Kipper
s hydraulickým otvíráním levého boku, elektricky
ovládaná krycí plachta

Úprava řízení

HURT s.r.o. – ruční ovládání plynu a brzdy do
společné ruční páky



Obrázek 17 – Tatra Phoenix – boční pohled



Obrázek 18 – Tatra Phoenix – přední pohled



Obrázek 19 – Tatra Phoenix – zadní pohled



Obrázek 20 – Tatra Phoenix – ruční řízení

2.3. VOLBA ŘEŠENÍ

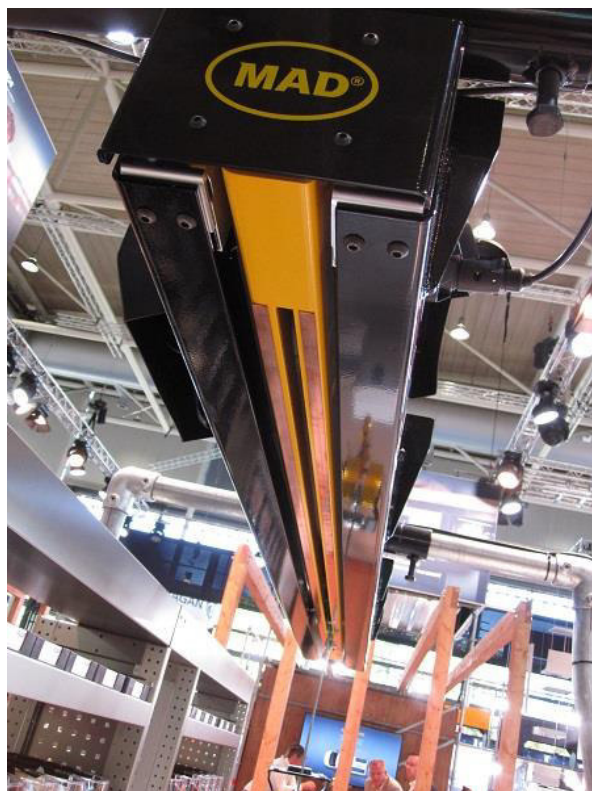
Výběru optimální varianty pro vypracování výrobní dokumentace a konečnou výrobu předcházela řada jednání a návštěv sloužící k zodpovězení mnoha otázek, jejichž rozřešení bylo pro úspěšnou realizaci důležité. A to byla především otázka, zda-li je kabina vozu Tatra Phoenix dostatečně pevná a tuhá k umístění konstrukce zdvihacího zařízení na vnější plášť nebo do jejího vnitřního prostoru.

Proto jsem navštívil v továrně TATRA TRUCKS a.s. Ing. Ondřeje Skácela a otázku ohledně pevnosti kabiny s ním podrobně probral. Ukázalo se, že kabina vozu Tatra Phoenix není nosná a skladba jejích karosářských dílů se příliš nehodí pro pevnostní kotvení částí zdvihacího zařízení. Při další návštěvě Kopřivnice jsem měl možnost díky obchodnímu zástupci společnosti aSERVIS Slaný Robertu Křenkovi absolvovat jako spolujezdec ukázkové jízdy technických možností vozů Tatra na zkušebním polygonu. Při této příležitosti jsem si ověřil chování vozu v terénu a vyzkoušel, jak se vzájemně chová při terénních jízdě sedačka řidiče vzhledem ke kabině vozu. Dále jsem se ujistil, že při usednutí do sedačky a narovnání zad mi při mé výšce 195 cm zbývá více než 40 cm volného prostoru do stropu kabiny. Tento prostor lze využít k zástavbě zdvihacího zařízení.

Poslední návštěvou před finálním rozhodnutím se stala návštěva veletrhu nákladních a užitkových vozidel IAA v Hannoveru. K požadované problematice byla částečně blízké konstrukční řešení společnosti MAD vyrábějící výsuvné jeřábové rameno zastavitelné do skříňi dodávkových automobilů. Druhou podobnou konstrukcí je zdvihací zařízení sanitního lehátka do vojenského terénního vozu výrobce BINZ. Neslouží sice hledanému řešení, ale u uvedených konstrukcí jsem si ověřil možnost skutečné realizace základních myšlenek budoucí konstrukce. To byla především celková proveditelnost a realizace zastavení přímo do kabiny nákladního vozu.



Obrázek 21 – jeřáb MAD – boční pohled



Obrázek 22 – jeřáb MAD – spodní pohled



Obrázek 23 – nosič lehátka BINZ – pohled 1



Obrázek 24 – nosič lehátka BINZ – pohled 2



Obrázek 25 – nosič lehátka BINZ – pohled 3

Pro plánovanou aplikaci u terénního nákladního automobilu tedy není varianta zdvihací plošiny optimální pro svou konstrukční a výrobní náročnost. Z uvedených důvodů vyplývají i případné velké finanční investice tohoto řešení.

Rozhodnout se pro variantu sedačky s otočným ramenem se na první pohled zdá jako výhodné, především ve srovnání se zdvihací plošinou. Ovšem pro využití všech výhod by tuto variantu mechanismu bylo třeba zastavět do kabiny nákladního vozu, aby byla chráněná před venkovním prostředím. Tento prostor se v kabině Tatra Phoenix v dostatečné míře nenalézá.

Po zvážení mnoha ohledů, výhod a nevýhod jednotlivých řešení, rozsahu dostupných technologií pro výrobu a časové náročnosti provedení jsem se rozhodl pro realizaci varianty jeřábové konstrukce v kabině nákladního automobilu Tatra Phoenix.



Obrázek 26 – Tatra Phoenix – kabina



Obrázek 27 – Tatra Phoenix – detail kabiny

3. KONSTRUKCE ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ

Etapa konstrukce jeřábového systému zdvihacího zařízení začala proměřením kabiny nákladního automobilu Tatra Phoenix. Tento díl prací byl náročný, protože se od jeho úspěšného zvládnutí odvíjela celá funkce a provoz budoucího zařízení. Komplikované bylo především proměřování prostorových dispozic kabiny dlouhých rozměrů. Měření potřebných rozměrů bylo nutno provádět velice pečlivě a opakovaně pro vyloučení chyb měření. Pro úspěšné provedení měření bylo třeba v kabině vozu provést odstrojování čalounění a panelů výplně, v zadní části kabiny vozidla a na podlaze naprosto kompletně až na plechové díly. Tyto práce byly časově náročné, protože neexistují žádné dílenské postupy pro způsoby demontáže výplně. Po získání vstupních údajů bylo možné přistoupit k začátku návrhu částí jeřábové konstrukce.

3.1. ČÁSTI ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ

Konstrukce jeřábu zdvihacího zařízení se skládá z následujících základních částí.

Pomocné rámy jeřábu
Příčný nosník jeřábu
Výložník jeřábu
Kotvící části
Mechanismus aretace polohy
Zařízení zdvihání

Pomocné rámy jsou uvnitř kabiny u levých a pravých dveří, nesou funkční část jeřábu a pomocí kotvících částí jsou připevněny k podlaze vozidla. Slouží zároveň jako pohodlná držadla a umožňují možnost rozličného uchopení. Tím usnadňují přemístění tělesně postiženého řidiče ze země do kabiny automobilu a zpět.

Příčný nosník jeřábu spojuje pomocné rámy a je základem pro posuvný pohyb výložníku. Tvoří jej profil průřezu C a pohybují se v něm rolny pojezdu a rolny bočního vedení. Rolny jsou plastové pro tichý chod a vybaveny valivými ložisky.

Výložník jeřábu se pohybuje posuvně uvnitř příčného nosníku pomocí rolen, tvoří jej profil průřezu T, nese zařízení samotného zdvihání. Výložník je navržen tak, aby v ideálním případě umožnil tělesně postižené osobě nástup nejen z levé strany vozidla na sedačku řidiče, ale v případě potřeby i nástup z pravé strany automobilu na sedačku spolujezdce.

Vysunutí pro zajištění optimálního odstupu od boku vozidla a kabiny bylo zvoleno na 500 mm. V této délce je zohledněna snaha o dosažení příznivého namáhání v ohybu pro výložník a současně i snaha o omezení možného kontaktu zdvihané tělesně postižené osoby s bokem nákladního vozidla. Délka zasunutí výložníku do kabiny činí 375 mm. Tento údaj vychází z vodorovné vzdálenosti mezi stěnou dveří a středem sedáku u sedačky.

Kotvící části spojují podlahu vozu a pomocné rámy. Jsou tvořeny konzolami upevněnými k podlaze a příložkami s kulovými klouby, které umožňují optimální připojení s pomocnými rámy. Vzdálenost mezi konzolami a konci rámů lze výškově měnit pomocí závitových tyčí z důvodu realizace montáže a pro finální výškové umístění konstrukce jeřábu v kabině vozidla.

Mechanismus aretace umožňuje pevně udržet polohu výložníku ve vysunutém i zasunutém stavu a tím přispívá k bezpečnosti při používání zdvihacího zařízení a ochraně kabiny. Mechanismus lze snadno ovládat nejen při pozici osoby v kabině, ale i v případě, pokud se tělesně postižená osoba nachází mimo kabinu vozidla.

Zařízení zdvihání provádí samotné zdvihání zdravotně postižené osoby. Můžou jej tvořit rozdílné druhy provedení, od ručního lanového kladkostroje, přes elektrický lanový naviják až po navijecí zařízení s textilním pevnostním popruhem.

3.2. VÝPOČTY ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ

Vybrané části konstrukce byly kontrolovány výpočty.

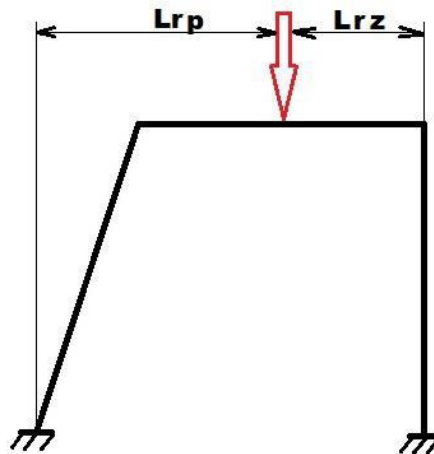
1. Pomocné rámy na namáhání ohybem.
2. Výložník jeřábu na namáhání ohybem.
3. Pojezdové rolny na kontaktní pnutí.

Zatížení zdvihacího zařízení

$$F = m \cdot g \quad (1)$$

Pro hodnoty $m = 150 \text{ kg}$
 $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ vychází $F = 1472 \text{ N}$

1. Kontrola pomocného rámu na namáhání ohybem



Obrázek 28 – ohyb pomocného rámu – skica

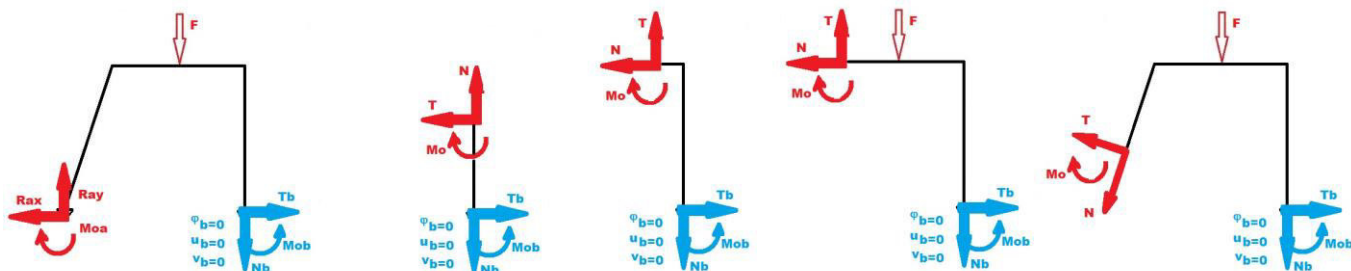
Pomocný rám je předpokladem namáhán na míjivé ohybové napětí.

$$\delta_{orII} = \frac{M_{or\max}}{W_{orx}} \quad (2)$$

$$W_{orx} = \sqrt{\frac{\pi \cdot \left(\frac{D^4}{64} - \frac{d^4}{64} \right)}{\frac{D}{2}}} \quad (3)$$

Při analytickém řešení je třeba maximální ohybový moment rámu M_{ormax} počítat podle teorie lomených prutů. V tomto případě je to s vetknutím v obou místech kotvení. Řešení je tedy třeba počítat jako třikrát staticky neurčité a využít při počítání Castiglianových vět.

Počtní řešení je při prováděných integracích komplikované. Efektivnější výpočty by nastaly použitím metody numerické metody MPK.



Obrázek 29 – ohyb pomocného rámu – řešení

Pro bezešvou přesnou kruhovou trubku $\varnothing 32 \times 4$, ČSN 42 6711.21 platí

velký průměr $D = 32$ mm
malý průměr $d = 24$ mm

(4)

Po dosazení $W_{orx} = 2199$ mm³
Pro ocel 11 353 je minimální $R_m = 343$ MPa
 $R_e = 230$ MPa podle zdroje [36]

Pro ocel 11 353 a míjivý ohyb je minimální $\sigma_{DorII} = 90 - 115$ MPa podle zdroje[1]
podle zdroje[36]

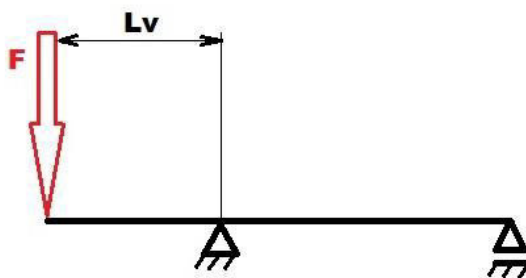
Zatěžující síla $F = 1472$ N

Vzdálenosti síly F od předního a zadního kotvení vychází z prostorových podmínek kaniny vozidla. Z výkresu rámu lze tak odečíst hodnoty L_{rp} a L_{rp} .

Výpočtem lomeného prutu najdeme M_{ormax} a následně spočítáme σ_{orII} .

Porovnáním s hodnotou dovoleného míjivého napětí σ_{DorII} provedeme kontrolu hodnoty namáhání.

2. Kontrola výložníku na namáhání ohybem



Obrázek 30 – ohyb výložníku – skica

Výložník je maximálně namáhán při plném vysunutí a působící zatěžující síle. Namáhání ohybem je předpokladem míjivé.

$$\delta_{ovII} = \frac{M_{ov}}{W_{ovx}} \quad (5)$$

$$M_{ov} = F \cdot L_v \quad (6)$$

Pro profil T60, válcovaný za tepla, EN 10055 je $W_{ov} = 5480 \text{ mm}^3$ podle zdroje [37]

Pro ocel 11 375 (S235JR) je minimální $R_m = 370 \text{ MPa}$
 $R_e = 235 \text{ MPa}$ podle zdroje [38]

Pro ocel 11 375 a míjivý ohyb je minimální $\sigma_{DovII} = 95 - 120 \text{ MPa}$ podle zdroje [39]

Zatěžující síla $F = 1472 \text{ N}$
 Délka výsuvu výložníku $L_v = 500 \text{ mm}$

Dosazením vychází $M_{ov} = 736\,000 \text{ Nmm}$

$$\sigma_{ovII} = 134 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ovII} > \sigma_{DovII} \quad (7)$$

$$134 \text{ MPa} > 120 \text{ MPa}$$

Zvolený průřez profilu T nevyhovuje předpokladu míjivého ohybového namáhání a zatížení hmotností 150 kg.

Zde je třeba vzít v úvahu reálné hodnoty zatížení. Skutečná hmotnost řidiče činí 115 kg. Zatěžující hmotnost 150 kg byla zvolena z důvodu vyšší bezpečnosti. Podobná úvaha na straně bezpečnosti je také u způsobu volby druhu zatížení. Je uvažováno namáhání vysunutého výložníku ohybovým míjivým napětím. Ve skutečnosti je řidič vyzdvihován klidnou silou. Dynamické namáhání bylo bráno v úvahu, pokud by nastala nestandardní situace a tělesně postižený řidič by začal při zdvihání celým zařízením pohybovat. Pokud by se například při zdvihání nadměrně rozkýval. S ohledem na bezpečnost zdvihacího zařízení jsou proto podmínky provozu stanoveny na vytahování i spouštění v klidovém režimu.

Nicméně pro hodnoty hmotnosti $m_s = 115$ kg a ostatní hodnoty stejné

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$L_v = 500 \text{ mm}$$

$$W_{ov} = 5480 \text{ mm}^3$$

Poté vychází $\sigma_{ovII_s} = 103$ MPa

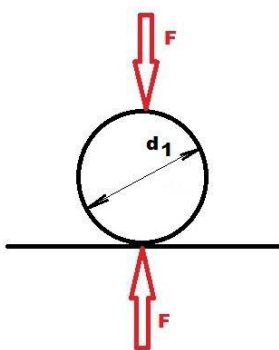
$$\sigma_{ovII_s} < \sigma_{DovII}$$

$$103 \text{ MPa} < 120 \text{ MPa}$$

(8)

Zvolený průřez profilu T vyhovuje předpokladu míjivého ohybového namáhání a zatížení skutečnou hmotností 115 kg.

3. Kontrola pojezdové rolny na kontaktní pnutí



Obrázek 31 – pojezdová rolna – kontaktní pnutí – skica

Podle teorie Heinricha Hertze vzniká koncentrace napětí v působištích sil, kde se přenáší jako spojitá zatížení na plochách velice malých rozměrů.

Pojezdové kladky se odvalují vodorovně v příčném nosníku.

Materiál rolny je polyamid PA6.

Materiál příčného nosníku je konstrukční nelegovaná jakostní ocel 11 375 (S235JR) válcovaná za tepla.

Jde o případ styku typu válec – rovina.

Podle Hertze platí

$$p_{max} = \frac{4 \cdot q}{\pi \cdot b} \quad (9)$$

$$q = \frac{F_0}{l_0} \quad (10)$$

$$b = \sqrt{q \cdot \frac{1}{\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2}} \cdot \frac{1}{d_1}} \quad (11)$$

$$F_0 = \frac{F}{i} \quad (12)$$

Pro **polyamid PA6** platí $E_1 = 3000$ MPa podle zdroje [41] [42]
 Pro **ocel 11 375 (S235JR)** je $p_{dov} = 690 - 1022$ MPa podle zdroje [43] [44]
 $E_2 = 210\,000$ MPa

Rozměry rolny $d_1 = 60$ mm
 $l = 17$ mm
 $l_0 = 14$ mm
 Počet rolen na čepu $i = 2$

Dosazením vychází $F_0 = 736$ N
 $q = 53$ N/mm
 $b = 1,04$ mm
 $p_{max} = 65$ MPa

$$p_{max} < p_{dov} \quad \text{rolna vyhovuje na kontaktní pnutí} \quad (13)$$

Po vyrobení a montáži zařízení do kabiny nákladního vozidla došlo ke zkušebnímu zatížení zdvihacího zařízení. Jeřábová konstrukce byla v prvních chvílích zatížena staticky a poté i míjivým zatížením. Na konstrukci se neprojeví žádné deformace spojené s překročením únosnosti konstrukce. Ani při plném provozu se neobjevují žádné deformace z přetížení konstrukce.

3.3. TECHNICKÁ DOKUMENTACE

Výkresy jsou součástí příloh této práce.

- Výkres sestavy zdvihacího zařízení
- Výrobní výkres pomocného rámu
- Výrobní výkres výložníku
- Výrobní výkres příčného nosníku

4. VÝROBA ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ

Výrobě zdvihacího zařízení předcházela řada předvýrobních prací. Byly to hlavně práce spojené s výrobou modelů a šablon pro části jeřábové konstrukce.

4.1. VÝROBA ČÁSTÍ ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ

Výroba pomocných rámu

Model pomocného rámu byl po vyrobení vyzkoušen v kabině nákladního automobilu. Podle skutečných poměrů v kabině byl upraven, znovu vyzkoušen a následně sloužil jako podklad pro vytvoření výrobního výkresu pomocného rámu.

Samotná výroba pomocných rámu byla provedena společností DTZ s.r.o. v Liberci. Nejdříve byl vyroben první kus pomocného rámu. Ten byl pro kontrolu a ověření vyzkoušen na vozidle a teprve poté byl zadán požadavek na výrobu druhého kusu.

Další operací byla úprava konců pomocných rámu z hlediska tvaru a délky. Důležitou prací bylo vystružení vnitřního průměru konců rámu strojním výstružníkem pro dosažení přesného tvaru a rozměru válcových děr. Důvodem je umožnění volného zasunutí závitových tyčí výškového nastavení pomocných rámu v kabině vozidla.



Obrázek 32 – výroba šablony 1



Obrázek 33 – výroba šablony 2



Obrázek 34 – výroba modelu



Obrázek 35 – model



Obrázek 36 – kontrola modelu v kabině



Obrázek 37 – kontrola rámu v kabině



Obrázek 38 – vyrobené pomocné rámy

Výroba kotvicích částí

Pro úspěšnou realizaci bylo již zcela nutné spojit výrobu s částečnou montáží dílčích skupin zdvihacího zařízení.



Obrázek 39 – rozměření kotvení – pravá přední poloha



Obrázek 40 – rozměření kotvení – pravá zadní poloha

Jednalo se o výrobu konzolí, výrobu mostů do zadních konzolí, zkrácení zadních příložek, cvičného umístění rámu do kabiny a nakreslení polohy podložek na konzolích, zavaření šroubů do konzolí a zavaření podložek do konzolí pomocí šesti až osmi bodů, zkrácení závitových tyčí a zajištění osoustružených matic pojišťovacími svary na dolním konci a jejich vybroušení brousícím a lamelovým kotoučem. Následovala kalibrace závitových tyčí závitovou hlavou M24x2, zavaření černěných matic na konce rámu ve dvou technologických krocích. Nejdříve přibodování matic třemi body s téměř zašroubovanou závitovou tyčí, ale tak, aby šlo s tyčí volně otáčet, po přibodování vyšroubování závitových tyčí, výsledné zavaření matic, nejdříve na místech, kde nejsou body z důvodu zachování přesné polohy a nerozvaření už hotových bodů, kalibrace závitů po vychladnutí závitníkem M24x2.

Následovala montáž rámu a kotvicích částí do kabiny do kabiny.



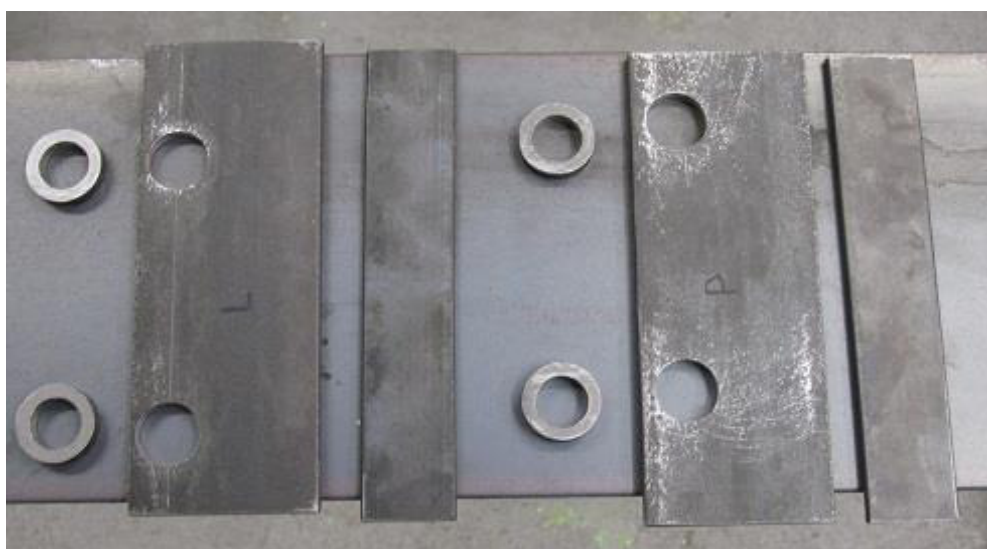
Obrázek 41 – kotvicí části



Obrázek 42 – kotvicí části – pás levé přední konzole



Obrázek 43 – kotvící části – pás pravé přední konzole



Obrázek 44 – kotvící části – levá a pravá zadní konzole



Obrázek 45 – kotvící části – části příložek



Obrázek 46 – kotvící části – přední příložka



Obrázek 47 – kotvící části – zadní most



Obrázek 48 – kotvící části – matice kloubového uložení

Výroba výložníku

Výroba výložníku spočívala v úpravě profilu T. Bylo třeba vyřezat a vypilovat vybrání pro plastové rolny bočního vedení.

Výroba otvorů v příložníku zahrnovala vrtání, hrubování, částečné vystružení. Před samotným vystružením bylo nutné proměření čepů a průměrů ručního výstružníku mikrometrem pro zjištění, do jaké délky výstružníku lze díru pro čepy vystružit. Ruční výstružník má dlouhý vodící náběžný kužel. Částečné vystružení ručním výstružníkem proto proběhlo jen necelým náběžným kuzelem tak, aby díry měly lehce kuželový tvar a tak se daly nasunout originální čepy roln do profilu T a okraj čepu se přitom objevil s osazením na druhé straně tloušťky stěny T profilu. Tento postup byl nutný, aby se při následném lisování nezdeformoval okraj čepu s osazením pro pojistný kroužek s pojistným kroužkem zajištění.

Následovalo opětovné vyjmutí čepů z otvorů a příprava na lisování. Pak přišlo na řadu nalisování čepů s pojistnými kroužky, rolnami a distančními kroužky do připravených otvorů. Nejdříve jedna strana s připraveným nasazeným pojistným kroužkem, rolnou k zalisování a distančním kroužkem. Pokračovalo otočení T profilu, navlečení distančního kroužku na čep, zalisování rolny a pojištění pojistným kroužkem.

Při lisování bylo nezbytné používat podpěrné válečky a lisovací trubky různých rozměrů. Lisování se uskutečnilo pomocí ručního hydraulického lisu.

Vylisování čepů z originálních zakoupených vozíků přineslo problém s odražením pojistných kroužků na jedné straně vozíků vzniklé z původního originálního lisování.

Na řadu přišla výroba čepů na rolny příčného vedení, zavaření čepů do vyrobených vybrání. Pokračovalo nasunutí roln bočního vedení a zajištění pojistnými kroužky. Pro tuto operaci nebylo nutné použít lisování.



Obrázek 49 – výložník



Obrázek 50 – výložník – boční vedení – detail



Obrázek 51 – výložník – pojezdové rolny

Výroba aretace

Výroba aretace se skládala z těchto výrobních kroků. Výroba zarážek na posuvný T profil. Rozměření polohy zarážek. Poloha první zarážky byla zvolena tak, aby délka vysunutí výložníku profilu T z kabiny byla 500 mm a poloha druhé zarážky byla stanovena pro zasunutí T profilu o 375 mm dovnitř kabiny nad sedačku řidiče. Následovalo umístění, napolohování částí aretace do tvaru písmene V, nabodování, cvičné vyzkoušení funkce a přivaření. Sváření bylo provedeno pouze na jedné straně částí zarážek z důvodu zamezení jejich nadměrných deformací, vzniku staženin při svařování.

Pro zjednodušení konstrukce výsuvu a usnadnění ovládání výsuvu bylo pro tuto prvotní verzi zdvihacího zařízení upuštěno od plánované možnosti posouvání výložníku na obě strany.

Dalším důvodem, proč oboustranná možnost vysunutí nebyla realizována, bylo vytvoření pevných mechanických dorazů pro zcela jednoznačné vymezení pohybu výložníku. Poloha dorazu je určena polohou aretace. Poloha dorazu navazuje na polohu aretace a doraz tak odlehčuje aretaci při zatížení jeřábové konstrukce. Dále je třeba zmínit, že za současného stavu není technicky možné, aby výložník neopatrnou ruční manipulací rozbil boční okno u spolujezdce.



Obrázek 52 – aretace – detail

Výroba mechanismu aretace

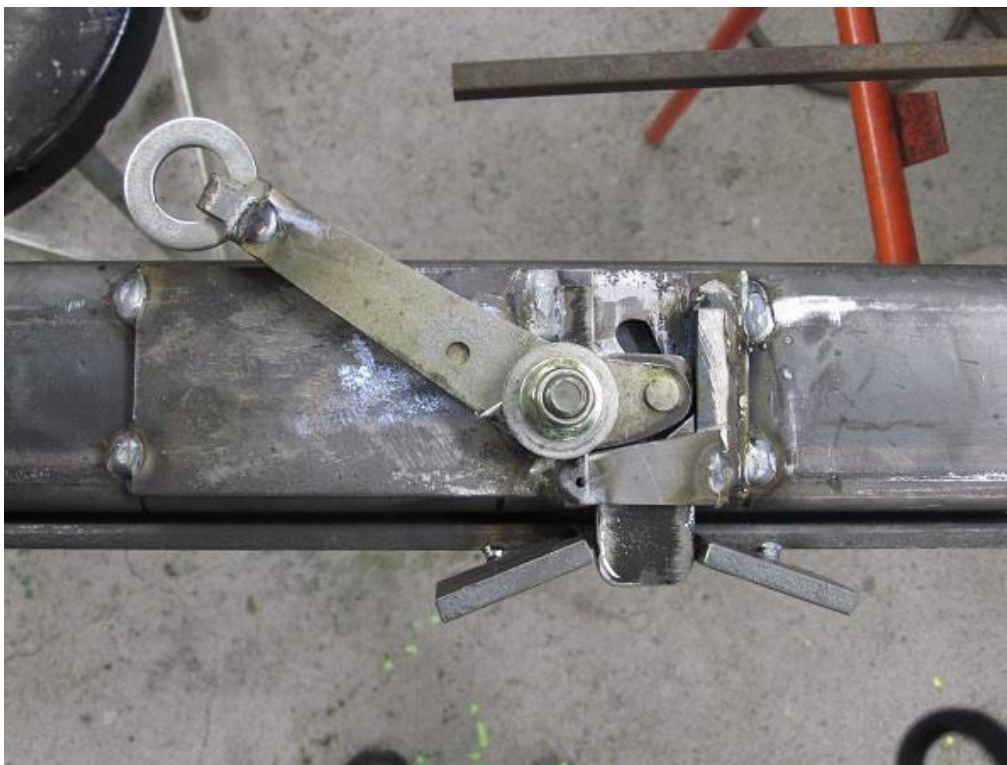
Výroba mechanismu aretace se skládala z výroby páky aretace úpravou z ruční páky brzdy Škoda Favorit. Pokračovala výroba osy páky aretace, výroba posuvného zajišťovacího klínu mechanismu aretace, výroba kulisy mechanismu, vedení posuvného klínu a krycího držáku mechanismu s úchytem zkrutné pružiny.

Aretace a mechanismus aretace pracují na principu dvouramenné ovládací páky a posuvného svislého pohybu zajišťovacího klínu. Princip vychází z mechanismu ovládnutí páky ruční brzdy u brzdové čelisti Škody Favorit a jednoduchého kulisového mechanismu. Klín samočinně zapadá do zářezek tvaru V a je udržován ve vysunutém stavu pomocí předpětí zkrutné pružiny u ovládací páky. Samotný mechanismus je umístěn na C profilu nosníku zdvihacího zařízení. Je v dosahu řidiče vlevo nad jeho hlavou. Poloha ovládacího mechanismu je zvolena tak, aby jej řidič mohl jednoduše ovládat. Ať už sedí na sedačce v kabině řidiče, nebo se nachází mimo kabinu v blízkosti jejích levých dveří. Ovládnutí mechanismu aretace je ruční pomocí textilní lanka průměru 4 mm. Lanko bylo zvoleno z praktického důvodu, aby nedocházelo k nadměrnému poškrábání kabiny, když se ovládá mechanismus aretace a vysouvá výložník a řidič se přitom nachází mimo kabinu. Pro odaretování je třeba zatáhnout za ovládací lano a tak vysunout klín ze zářezky. Poté je možné ručně posouvat T profil výložníku.

Pro snadnější vysouvání výložníku je na jeho levém konci připevněn nosný popruh textilní šíře 16 mm. Pomocí ovládacího lana mechanismu aretace a nosného popruhu se výložník snadno ovládá do vysunuté i zasunuté polohy. K bezpečnému zaaretování požadované polohy výložníku, ať už ve vysunutém nebo zasunutém stavu, stačí posunout výložník žádaným směrem a v této poloze dojde k samočinnému zapadnutí klínu do zářezky a tak k aretaci posuvu výložníku.



Obrázek 53 – mechanismus aretace – pohled 1



Obrázek 54 – mechanismus aretace – pohled 2

4.2. MONTÁŽ ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ

Celý proces montáže je u zdvihacího zařízení jeřábové konstrukce dosti složitý a komplikovaný. Komplikace jsou způsobeny především stísněnými prostorovými podmínkami v kabině vozidla a skutečností, že pro dosažení co největší tuhosti zařízení je pomocný rám ohnutý z jednoho nepřerušného kusu trubky.

Pro přehlednější orientaci jsou v textu použity při popisu postupu montážních operací infinitivy.

Montáž pomocných rámu do kabiny

Vložit konzole do vozu. Přední konzole umístit na šrouby, zadní konzole jen vložit bez šroubů na dotažení.

Závitové tyče zašroubovat do rámu. Ne až na konec, aby dosedly plochy závitů na sebe, ale aby zůstalo vše otočné, závitové tyče i příložky.

Vložit zadní konec rámu opatrně za sedačku, dát pozor na poškrábání kabiny a podlahy. Na straně spolujezdce dát pozor na poškození jednotky klimatizace a nezávislého přídavného topení. Montáž jde lépe, když konec rámu směřuje dovnitř do prostoru kabiny než jej hned umísťovat do zadního rohu kabiny.

Umístit do kabiny přední konec rámu, aby byl rám celý v kabině. Nemusí se ještě nutně ladit poloha příložek na šrouby konzolí. Nemusí se příložky umísťovat už na šrouby konzolí.

Posunout rámem v kabině lehce dozadu, aby byl vzadu zhruba v rohu na konzoli.

Umístit přední část rámu tak, aby se příložka nasunula na šrouby přední konzole v kabině.



Obrázek 55 – levé přední kotvení

Důležitý bod montáže rámu: Zvednout zadní část rámu co nejvíce nahoru. Naklopit konzoli vhodně tak, aby se šrouby v zadní konzoli přiblížily dířám v příložce, opatrně navléknout a podvléknout zadní konzoli do příložky.

Umístit zadní konec rámu s konzolí na své místo v kabině, našroubovat a utáhnout šrouby a matice v konzoli a u příložky.

Utáhnout přítužné nízké matice M24x2, kam až prostor na klíč dovolí.

Poznámka: Vysunout nahoru rám pomocí závitových tyčí M24x2 na konečné místo v prolisu čalounění za současného stavu provedení není možné. Nejdou vyšroubovat závitové tyče. Montážní klíč velikosti 36 se nevejde mezi šrouby M8 v příložce a pro délku konců rámu se nevejdou dvě nízké matice M24x2 pro posuv a pro zajištění na závitovou tyč. Řešením by bylo odřezat zavařené matice z konců rámu, zkrátit konce rámu a zavařit nové matice.

Sváření matic provést na dva technologické kroky. Nejdříve s maximálně zašroubovanými závitovými tyčemi do rámu matice přibodovat na třech místech, závitové tyče vyšroubovat a matice po obvodu zavařit. Po zavaření matic samozřejmě provést kalibraci závitů závitníkem M24x2.

Montáž celku příčného nosníku a výložníku s pomocným rámem

Zvednout složený příčný nosník s výložníkem pod pomocné rámy a přišroubovat jej pomocí třmenů a matic s podložkami.



Obrázek 56 – spojení příčného nosníku s pomocným rámem

Provést kontrolu dotažení všech spojovacích prvků zdvihacího zařízení.

Na závěr bylo na výložník připojeno pomocí oka a ocelové karabiny samotné zařízení na zdvihání. V úplně prvotním provedení bylo realizováno ručním lanovým kladkostrojem. Kladkostroj byl pro bezpečnost obsluhy doplněn samosvornou brzdou pracující na principu lanové techniky arboristů pro výstup po svislém laně. Při uvolnění zdvihacího pramene lana dochází samočinně k zajištění dané polohy při zdvihání.

Hotové vyrobené zdvihací zařízení po montáži



Obrázek 57 – vyrobené zdvihací zařízení – pohled 1



Obrázek 58 – vyrobené zdvihací zařízení – pohled 2

Po několika dnech došlo k výměně ručního zdvihacího kladkostroje za elektrický naviják. Důvodem bylo zvýšení uživatelského komfortu a snížení fyzické náročnosti při výstupu do kabiny. Dočasně byl vymontován a použit naviják ze čtyřkolky majitele nákladního automobilu.



Obrázek 59 – zdvihací zařízení – naviják

4.3. PROVOZ ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ

Popis postupu nástupu do kabiny

Řidič přijede s invalidním vozíkem k levým dveřím nákladního vozidla. Otevře si dveře a pomocným lankem si stáhne páku mechanismu aretace. Pomocí popruhu vytáhne výložník, až zapadne aretace výsuvu. Další pomocný popruh upevní na invalidní vozík. Tento popruh je určený ke zdvihnutí vozíku do kabiny.

Řidič dosáhne na lano navijáku s hákem a obleče si zdvihací postroj. Dálkovým ovládním spustí elektrický naviják a vytáhne se do úrovně výšky lehce nad sedákem sedadla řidiče. Vypne naviják, stáhne mechanismus aretace a přidržení za pomocný rám a volant se vtáhne do kabiny nad sedačku.

Aretace zapadne v poloze nad sedačkou, řidič spustí naviják a dosedá bezpečně na své místo. Svléká si jednoduše zdvihací postroj a upevní bezpečně lano navijáku s hákem.

Sahá pro popruh s vozíkem, vytahuje jej do kabiny a umísťuje je do prostoru mezi sedačky.

Řidič zavírá dveře, poutá se bezpečnostním pásem, spouští motor a po dosažení provozního tlaku brzd a ohřátí motoru může odjíždět.

Pro výstup z kabiny je třeba zvolit opačný sled pohybů.

Zdvihací zařízení doplňuje záchranný vak pro případ selhání funkce navijáku. Záchranný vak obsahuje ruční lanový kladkostroj sestavený z vybavení používaného pro výškové práce. Jde o sestavu složenou z polohovacího prostředku, karabin a kladek. Tímto kladkostrojem je tělesně postižený řidič schopný se dostat z kabiny i do kabiny v případě selhání funkce elektrického navijáku.

Tělesně postižený je proškolen a zacvičen pro případ nestandardních okolností během provozu zařízení a pro používání záchranného kladkostroje.

5. ZHODNOCENÍ VYROBENÉHO ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ

Zdvihací zařízení po vyrobení splňuje funkci, pro kterou bylo navrženo a vyrobeno. Tělesně postižený řidič se bez cizí asistence dokáže samostatně bezpečně přemístit do kabiny nákladního automobilu a stejně bezpečným způsobem i zpět na zem. Přestože posun výložníku je pouze ruční, díky použití plastových rolen s valivými ložisky je velice snadné s výložníkem manipulovat při jakékoli situaci a i při plném zatížení vahou zdvihané osoby.

Jeřábová konstrukce zdvihacího zařízení je pro daný účel navržena s dostatečnou pevností.

Velký vliv na stav zařízení má tuhost celé konstrukce. Samotná jeřábová konstrukce je díky navržení a provedení dostatečně tuhá. Klíčové pro celkovou tuhost systému zdvihacího zařízení jsou ovšem kotevní části. V nich jsou tak nejslabší body celého provedení. Projevem jsou vibrace konstrukce v určitých režimech jízdy. K zakotvení jeřábové konstrukce byly využity pouze stávající technologické otvory v podlaze kabiny automobilu. Jejich velikost a prostorové rozložení není pro dosažení tuhosti ukotvení optimální. Lepšímu provedení kotvení konstrukce do podlahy kabiny brání záruční podmínky nového nákladního automobilu. Pokud by došlo k cílenému porušení plechových částí, majitel vozu by záruku na kabinu a její části ztratil. Pro zvýšení tuhosti by se při zachování ohledů k celistvosti kabiny daly využít i některé technologické otvory na bocích kabiny. Kvůli nim by ale bylo třeba upravit konstrukci pomocných rámu a do určité míry upravit vnitřní výplně kabiny.

Přínosné hledisko konstrukce je také ve skutečnosti, že nebylo zasaženo do žádného pevnostního dílu kabiny a nedošlo k žádnému porušení plechových částí kabiny. Upraveny musely být pouze opravdu nezbytné plastové části výplně kabiny, zadní plastové odkládací schránky, plastové podložky a opěrky nohou. Tedy díly, které jde v případě potřeby snadno nahradit novými. Navrženým řešením se podařilo splnit mimo hlavní funkce zdvihání tělesně postižených osob i praktickou možnost v případě potřeby celé zařízení poměrně jednoduše a rychle demontovat a odstranit bez zásadních stop z kabiny.

Konstrukce jeřábu neomezuje svou přítomností pod stropem a po stranách kabiny řidiče při ovládní nákladního automobilu a výhled z vozidla snižuje značně malým a pouze nezbytně nutným rozsahem.

Zvoleným řešením zdvihacího zařízení zcela uvnitř kabiny se podařilo dosáhnout i cíle nízkého nároku na údržbu. Při jízdě není žádný kontakt s venkovním prostředím.

6. OPTIMALIZACE ZDVIHACÍHO ZAŘÍZENÍ

Optimalizovat provedení kotvících částí do kabiny za účelem zvýšení tuhosti zdvihacího zařízení.

Optimalizovat kotvící části vzhledem k použití montážního nářadí.

Kulový kloub vyrobit tvarově přesně využitím CNC techniky.

Optimalizovat pohon pohybů zdvihacího zařízení. Využít elektrický pohon nejen pro samotné zdvihání, ale i pro posuv výložníku. Podle původních požadavků dosáhnout možnosti vysunutí výložníku na obě strany kabiny. Celková výsuv by byl $500+375+500=1375\text{mm}$.

Mít na zřeteli bezpečnost řidiče při pohybu do kabiny i z kabiny. Zahrnout do problematiky zařízení s elektrickými pohony, aretačí a dorazy i nestandardní situace a ovládání zdvihacího zařízení těmito stavům přizpůsobit.

Optimalizovat rozměry zdvihacího zařízení s přihlédnutím ke snížení hmotnosti při zachování jeho maximální tuhosti.

7. SHRNU TÍ POZNATKŮ

V úvodu jsem zmínil důvody a okolnosti vzniku práce.

V dalších kapitolách práce proběhlo přiblížení zdravotních postižení občanů, možnosti řízení vozidel a specifikace úprav motorových vozidel pro zdravotně postižené.

V části pojednávající o zdvihacích zařízeních jsem uvedl možné varianty řešení a vysvětlil důvody volby vybraného řešení pro konkrétní nákladní automobil.

V kapitole o konstrukci zdvihacího zařízení byla popsána konstrukce.

Část věnovaná výrobě a montáži ukazovala postup a technologii výroby a specifika montáže.

Zhodnocení vyrobeného zdvihacího zařízení popisovalo provoz a podmínky provozu.

Optimalizace zdvihacího zařízení ukázala části vhodné k dalšímu vývoji a navrhla další možná řešení.

8. ZÁVĚR

Vytvoření zdvihacího zařízení proběhlo úspěšně a od ledna 2019 slouží svému plánovanému účelu. Je plně využíváno při pracovním nasazení nákladního automobilu. Při provozu se objevily nedostatky, které byly dané prototypovou výrobou a omezenou možností předpovědět všechna úskalí provozu nákladního automobilu v těžkých terénních podmínkách. Objevily se vibrace zařízení vzniklé rezonancí zařízení při některých režimech jízdy. Tyto stavy záležely na rychlosti vozidla, typu povrchu pod vozidlem, zatížení motoru a míře zatížení vozidla. Dočasně byly vyřešeny zvýšením tuhosti zařízení pomocí předepnutí napínacími popruhy. Celé zařízení i přes úspěšné plnění své funkce je stále považováno za prvotní variantu vývoje. Po dohodě s majitelem a s jeho součinností bude probíhat další vývoj, aby byla zajištěna nejen naprosto bezchybná funkce za jakéhokoli provozu a stavu okolností, ale aby byla splněna i maximální míra uživatelského komfortu používání zařízení.

Při výrobě zdvihacího zřízení se ukázal velký rozdíl mezi myšlenkou provedení a skutečnou realizací. Především z hlediska technologie montáže, prostoru pro montážní nářadí a prostoru pro ruce, které zařízení montují.

Velice zásadní pro mne bylo plné poznání specifík konstrukční činnosti, technické přípravy výroby, použitých technologií a postupů, samotné prototypové výroby a dílčí i celkové montáže při realizaci zdvihacího zařízení.

Další pro mne osobní neopomenutelnou pozitivní skutečností je, že jsem měl možnost se podílet na technické aplikaci, která není v žádném ohledu standardní a která pomohla naplnit sen dalšího člověka.

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obrázek 1 – Coach Lift – Vehicle Lift
- Obrázek 2 – Miller Mobility – Glide'n Go XR
- Obrázek 3 – Life Essentials – Flatbet Pilot Lift
- Obrázek 4 – Life Essentials – AG Pilot Lift
- Obrázek 5 – Tatra 815 – Clay Regazzoni – 1988 – Rallye Paříž Dakar
- Obrázek 6 – Tatra 815 – Clay Regazzoni – ruční řízení
- Obrázek 7 – Tatra 815 – Clay Regazzoni – dílna
- Obrázek 8 – Albert Ilovera – Dakar 2016 – vystupování
- Obrázek 9 – Albert Ilovera – Dakar 2016 – vystupování – detail
- Obrázek 10 – Albert Ilovera – asistence – detail
- Obrázek 11 – zdvihací plošina – BraunAbility Lift
- Obrázek 12 – zdvihací rameno – Life Essentials
- Obrázek 13 – sedačka – vnitřní použití – Startracks Custom Seat Lifts
- Obrázek 14 – sedačka – vnější použití – Coach Lift
- Obrázek 15 – sedačka – vnější použití – nákladní automobil – Miller Mobility
- Obrázek 16 – jeřábová konstrukce – skica
- Obrázek 17 – Tatra Phoenix – boční pohled
- Obrázek 18 – Tatra Phoenix – přední pohled
- Obrázek 19 – Tatra Phoenix – zadní pohled
- Obrázek 20 – Tatra Phoenix – ruční řízení
- Obrázek 21 – jeřáb MAD – boční pohled
- Obrázek 22 – jeřáb MAD – spodní pohled
- Obrázek 23 – nosič lehátka BINZ – pohled 1
- Obrázek 24 – nosič lehátka BINZ – pohled 2
- Obrázek 25 – nosič lehátka BINZ – pohled 3
- Obrázek 26 – Tatra Phoenix – kabina
- Obrázek 27 – Tatra Phoenix – detail kabiny
- Obrázek 28 – ohyb pomocného rámu – skica
- Obrázek 29 – ohyb pomocného rámu – řešení
- Obrázek 30 – ohyb výložníku – skica
- Obrázek 31 – pojezdová rolna – kontaktní pnutí – skica
- Obrázek 32 – výroba šablony 1
- Obrázek 33 – výroba šablony 2
- Obrázek 34 – výroba modelu
- Obrázek 35 – model
- Obrázek 36 – kontrola modelu v kabině
- Obrázek 37 – kontrola rámu v kabině
- Obrázek 38 – vyrobené pomocné rámy
- Obrázek 39 – rozměření kotvení – pravá přední poloha
- Obrázek 40 – rozměření kotvení – pravá zadní poloha
- Obrázek 41 – kotvící části
- Obrázek 42 – kotvící části – pás levé přední konzole
- Obrázek 43 – kotvící části – pás pravé přední konzole
- Obrázek 44 – kotvící části – levá a pravá zadní konzole
- Obrázek 45 – kotvící části – části přílozek
- Obrázek 46 – kotvící části – přední příložka
- Obrázek 47 – kotvící části – zadní most
- Obrázek 48 – kotvící části – matice kloubového uložení

- Obrázek 49 – výložník
- Obrázek 50 – výložník – boční vedení – detail
- Obrázek 51 – výložník – pojezdové rolny
- Obrázek 52 – aretace – detail
- Obrázek 53 – mechanismus aretace – pohled 1
- Obrázek 54 – mechanismus aretace – pohled 2
- Obrázek 55 – levé přední kotvení
- Obrázek 56 – spojení příčného nosníku s pomocným rámem
- Obrázek 57 – vyrobené zdvihací zařízení – pohled 1
- Obrázek 58 – vyrobené zdvihací zařízení – pohled 2
- Obrázek 59 – zdvihací zařízení – naviják

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 – výkres sestavy zdvihacího zařízení
- Příloha 2 – výkres pomocného rámu
- Příloha 3 – výkres výložníku
- Příloha 4 – výkres příčného nosníku

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PEŠÍK, Lubomír. *Části strojů, 1. díl*. Vyd. 4., dopl. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2010. 226 s. ISBN 978-80-7372-573-0.
- [2] PEŠÍK, Lubomír. *Části strojů, 2. díl*. Vyd. 4., dopl. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2010. 236 s. ISBN 978-80-7372-574-0.
- [3] HÖSCHL, Cyril. *Pružnost a pevnost ve strojírenství*. Vyd. 1. Praha: SNTL, 1971. 376 s. DT 539.3/4:621.
- [4] MKF Mezinárodní klasifikace funkčních schopností, disability a zdraví | ÚZIS ČR. ÚZIS ČR | Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR [online]. Copyright © ÚZIS ČR 2010 [cit. 10.01.2019]. Dostupné z: <http://www.uzis.cz/katalog/klasifikace/mkf-mezinarodni-klasifikace-funkcnich-schopnosti-disability-zdravi>
- [5] Mezinárodní klasifikace funkčních schopností, disability a zdraví (MKF) | ÚZIS ČR. ÚZIS ČR | Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR [online]. Copyright © ÚZIS ČR 2010 [cit. 10.01.2019]. Dostupné z: <http://www.uzis.cz/publikace/mezinarodni-klasifikace-funkcnich-schopnosti-disability-zdravi-mkf>
- [6] Informace o typech zdravotního postižení - Alfabet - informační portál pro rodiče dětí se zdravotním postižením. Domů - Alfabet - informační portál pro rodiče dětí se zdravotním postižením [online]. Copyright ©2000 [cit. 10.01.2019]. Dostupné z: <https://www.alfabet.cz/informace-o-typech-zdravotniho-postizeni>
- [7] Rozdělení zdravotně postižených osob do skupin | Žiju s handicapem. Žiju s handicapem [online]. Dostupné z: <https://www.zijushandicapem.cz/clanky/zamestnani/rozdeleni-zdravotne-postizenych-osob-do-skupin.html>
- [8] Tělesné postižení | PráceOZP.cz. PráceOZP.cz | [online]. Copyright © [cit. 10.01.2019]. Dostupné z: <https://www.praceozp.cz/content/t-lesn-posti-en>
- [9] Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění. Zákony pro lidi - Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění [online]. Copyright © [cit. 10.01.2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz>
- [10] Zákon č. 108/2006 Sb., Zákon o sociálních službách. 31.03.2006.
- [11] Zákon č. 361/2000 Sb., Zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů. 19.10.2000.
- [12] Zákon č. 56/2001 Sb., Zákon o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla), ve znění zákona č. 307/1999 Sb. 19.02.2001.

- [13] Zákon č. 247/2000 Sb., Zákon o získávání a zdokonalování odborné způsobilosti k řízení motorových vozidel a o změnách některých zákonů. 09.08.2000.
- [14] Vyhláška č. 31/2001 Sb., Vyhláška o řidičských průkazech a o registru řidičů. 31.01.2001.
- [15] Vyhláška č. 277/2004 Sb., Vyhláška o stanovení zdravotní způsobilosti k řízení motorových vozidel, zdravotní způsobilosti k řízení motorových vozidel s podmínkou a náležitosti lékařského potvrzení osvědčující zdravotní důvody, pro něž se za jízdy nelze na sedadle motorového vozidla připoutat bezpečnostním pásem (vyhláška o zdravotní způsobilosti k řízení motorových vozidel). 05.05.2004.
- [16] Může těžce zdravotně a tělesně postižený řídit auto? | invArena. *invArena | deník pro čtenáře se specifickými potřebami* [online]. Copyright © 2019 [cit. 10.01.2019]. Dostupné z: <http://www.invarena.cz/?p=15795>
- [17] Vyhláška č. 341/2014 Sb., Vyhláška o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. 31.12.2014.
- [18] Vyhláška č. 235/2017 Sb., Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 341/2014 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. 04.08.2017.
- [19] Musil, Bohuslav. *Tělesně postižený v dopravě*. Diplomová práce. Brno: Masarykova univerzita. 2010. 72 s.
- [20] Mazůrek, Martin. *Individuální úpravy osobních automobilů pro řízení osobou tělesně postiženou*. Bakalářská práce. Brno: Mendelova univerzita. 2016. 87 s.
- [21] Příspěvky na zakoupení, celkovou opravu a zvláštní úpravu motorového vozidla - Magistrát města Ústí nad Labem. [online]. Dostupné z: <https://www.usti-nad-labem.cz/cz/uredni-portal/sprava-mesta/magistrat/odbory-oddeleni/odbor-socialnich-veci/oddeleni-pro-zdravotne-postizene/prispevky-zakoupeni-celkovou-opravu-zvlastni-upravu-motoroveho-vozidla.html>
- [22] Co je to příspěvek na úpravu vozu? | . *Elbee #Vaše svoboda pohybu* [online]. Copyright © COPYRIGHT 2017 [cit. 10.01.2019]. Dostupné z: <https://www.elbeemobility.cz/faq-financni-pomoc/co-je-to-prispevek-na-upravu-vozu>
- [23] Vehicle Lift - Coach Lift. *RV Lift | Handicap Chair Lifts | Mobility Lift Systems* [online]. Copyright © 2019 Coach Lift. All Rights Reserved. [cit. 15.02.2019]. Dostupné z: <https://www.coachlift.com/vehicle-lift/>
- [24] Miller Mobility Products | Home Medical Equipment | Waukesha. *Miller Mobility Products | Home Medical Equipment | Waukesha* [online]. Copyright © [cit. 15.02.2019]. Dostupné z: <https://millermobility.com/>
- [25] [online]. Dostupné z: <http://accessunlimited.com/html/other.html>

- [26] Power Wheelchair, Handicap Scooters, Lifts & More | Life Essentials. *Document Moved* [online]. Dostupné z: <http://www.lifeessentialslifts.com/power-wheelchair-custom-mobility-products/>
- [27] Králík, Jan. *Peklo zvané rallye Paříž-Alžír- Dakar*. Praha: SNTL. 1990. 148 s. ISBN 80-03-00048-3.
- [28] Když hvězda Formule 1 Regazzoni osedlala speciál Tatra - Garáž.cz. *Garáž.cz* [online]. Copyright © 1996 [cit. 01.03.2019]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/kdyz-hvezda-formule-1-regazzoni-osedlala-special-tatra-1388>
- [29] [online]. Dostupné z: <https://www.tatraworld.nl/2016/01/08/dakar-2016-albert-llovera-bonver-tatra/>
- [30] Albert Llovera exhibits the truck he drove in Dakar to patients of the Institut Guttmann | Institut Guttmann. *Institut Guttmann | Hospital de neurorehabilitació* [online]. Dostupné z: <https://www.guttmann.com/en/noticias/albert-llovera-exhibits-truck-he-drove-dakar-patients-institut-guttmann>
- [31] Custom Seat Lifts Assist Handicap RV Motorcoach Truck Van. *Custom Seat Lifts Assist Handicap RV Motorcoach Truck Van* [online]. Copyright © 2009 [cit. 03.03.2019]. Dostupné z: <https://www.startrackseatlifts.com/>
- [32] 301 Moved Permanently. *301 Moved Permanently* [online]. Dostupné z: <https://www.braunability.com/>
- [33] TATRA VÁS DOSTANE DÁL. *TATRA VÁS DOSTANE DÁL* [online]. Dostupné z: <https://www.tatra.cz/>
- [34] Převodovky :: Tatra.cz. *TATRA VÁS DOSTANE DÁL* [online]. Dostupné z: <https://www.tatra.cz/proc-tatru/technicka-koncepce-tatra/prevodovky/>
- [35] Ferona online - Trubka bezešvá přesná kruhová, ČSN 42 6711.21,|rozměr|32x4,0. *Ferona online - Vítejte* [online]. Copyright © 2017 Ferona a.s. [cit. 06.05.2019]. Dostupné z: <https://online.ferona.cz/detail/26560/trubka-bezesva-presna-kruhova-csn-42-6711-21-rozmer-32x4-0>
- [36] [online]. Dostupné z: <http://frippersy.sweb.cz/tabulky/pages/mat1.htm>
- [37] Ferona online - Profil T válcovaný za tepla, EN 10055,|T|60. *Ferona online - Vítejte* [online]. Copyright © 2017 Ferona a.s. [cit. 06.05.2019]. Dostupné z: <https://online.ferona.cz/detail/23417/profil-t-valcovany-za-tepla-en-10055-t-60>
- [38] *Bolzano* | Úvod [online]. Copyright © [cit. 10.03.2019]. Dostupné z: https://www.bolzano.cz/assets/files/TP/MOP_%20Tycova_ocel/EN_10025/MOP_prehled_vlastnosti_S235JR.pdf
- [39] [online]. Dostupné z: http://johny.web2001.cz/storage/1208087132_sb_deformacepevnchtles.pdf

- [40] ZABI CZECH s.r.o - Pojezdová, kladky a posuvné brány. *ZABI CZECH s.r.o - Pojezdová, kladky a posuvné brány* [online]. Copyright © 2012 [cit. 06.05.2019]. Dostupné z: <https://www.zabi.cz/>
- [41] Polyamide - Nylon 6 - online catalogue source - supplier of research materials in small quantities - Goodfellow. *Supplier of materials for research and development - Goodfellow* [online]. Copyright © Goodfellow 2008 [cit. 10.03.2019]. Dostupné z: <http://www.goodfellow.com/E/Polyamide-Nylon-6.html>
- [42] *Specialisté na těsnění, pryže, plasty, brzdové obložení | sittech.cz* [online]. Dostupné z: <http://www.sittech.cz/download/plasty/pa6e-polyamid-silon.pdf>
- [43] Polášek, Lukáš. *Analýza a návrh uložení pojezdu výtahu v lakovně karoserií*. Diplomová práce. Brno: Vysoké učení technické. 2012. 85 s.
- [44] Kučo, Stanislav. *Posuvná a zvedací plošina*. Diplomová práce. Brno: Vysoké učení technické. 2014. 94 s.