

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: B2301 Strojní inženýrství  
Studijní zaměření: Dopravní a manipulační technika

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Návrh manipulačních zařízení pro vůz kategorie Formula Student

Autor: **Tomáš Pangerl**  
Vedoucí práce: **doc. Ing. Martin Hynek, Ph.D.**  
Konzultant: **Ing. František Sedláček**

Akademický rok 2018/2019

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš PANGERL**

Osobní číslo: **S16B0110P**

Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**

Studijní obor: **Dopravní a manipulační technika**

Název tématu: **Návrh manipulačních zařízení pro vůz kategorie Formula Student**

Zadávací katedra: **Katedra konstruování strojů**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Základní požadavky:

Navrhněte vybraná manipulační zařízení pro vůz kategorie Formula Student s ohledem na celkovou hmotnost systému, funkčnost a vyrobitelnost. Přičemž navržená zařízení musí splňovat stávající pravidla Formula Student pro sezónu 2019. Práce musí obsahovat CAD data a základní výkresovou dokumentaci návrhu.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Úvod
2. Rešerše stávajícího stavu (v oblasti manipulačních systémů u vozidel kategorie Formula Student)
3. Specifikace požadavků
4. Vlastní konstrukční návrh
5. Závěr

Konzultant: Ing. František Sedláček Regionální technologický institut ZČU

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah kvalifikační práce: **30-40 stran A4**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:

**LAŠ, V., HLAVÁČ, Z., VACEK, V. Technická mechanika v příkladech. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2009**

**HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. Příručka strojního inženýra 1. Praha: Computer Press, 2000**

*Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.*

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Martin Hynek, Ph.D.**

Katedra konstruování strojů

Konzultant bakalářské práce: **Ing. František Sedláček**

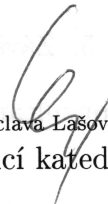
Regionální technologický institut

Datum zadání bakalářské práce: **16. října 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **24. května 2019**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.  
děkan



Doc. Ing. Václava Lášová, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 16. října 2018

## **Prohlášení o autorství**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne: .....

.....

## Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat doc. Ing. Martinu Hynkovi, Ph.D. za odborné vedení. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Františku Sedláčkovi za pomoc a cenné rady. Poděkování si také zaslouží tým studentské formule.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině, která mi umožnila studovat na vysoké škole a byla mi po celou dobu studia oporou.

# ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	Příjmení Pangerl	Jméno Tomáš	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	B2301 „Dopravní a manipulační technika“		
<b>VEDOUČÍ PRÁCE</b>	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Hynek, Ph.D.	Jméno Martin	
<b>PRACOVISŤE</b>	ZČU - FST - KKS		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<del>DIPLOMOVÁ</del>	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Návrh manipulačních zařízení pro vůz kategorie Formula Student		

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KKS	<b>ROK ODEVZD.</b>	2019
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

## POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	83	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	71	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	12
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<p style="text-align: center;"><b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b></p> <p><b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b></p>	<p>Bakalářská práce se zabývá návrhem quick jacku, tažně tlačné tyče a zvedacího zařízení pro vůz kategorie Formula Student. Nejprve jsou v práci specifikovány požadavky pro návrh těchto zařízení. Následně jsou vytvořeny různé konstrukční varianty, ze kterých jsou poté vybrány ty nejhodnější. Při návrhu je potřeba brát ohled na celkovou hmotnost, funkčnost a vyrobitelnost.</p>
<p style="text-align: center;"><b>KLÍČOVÁ SLOVA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b></p>	<p style="text-align: center;">quick jack, tyč, paralelogram, zdvih, formule</p>

## SUMMARY OF BACHELOR SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Pangerl	Name Tomáš	
<b>FIELD OF STUDY</b>	B2301 “Transport and handling machinery“		
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Hynek, PhD.	Name Martin	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KKS		
<b>TYPE OF WORK</b>	<del>DIPLOMA</del>	<b>BACHELOR</b>	Delete when not applicable
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Design of handling equipment for the Formula Student vehicle		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Machine Design	<b>SUBMITTED IN</b>	2019
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	83	<b>TEXT PART</b>	71	<b>GRAPHICAL PART</b>	12
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	<p>This bachelor thesis deals with a design of a quick jack, a pull-push rod and a lifting device for a Formula Student category car. First of all, requirements for the design of these devices are specified. Then, various design variants are created. The most suitable designs are then selected. Important aspects for the design are overall mass, functionality and manufacturability.</p>
<b>KEY WORDS</b>	quick jack, rod, paralelogram, stroke, formula

# Obsah

<b>Seznam použitých veličin</b>	<b>8</b>
<b>1 Úvod</b>	<b>10</b>
<b>2 Současné řešení</b>	<b>11</b>
<b>3 Specifikace požadavků</b>	<b>13</b>
3.1 Požadavky dle pravidel Formula Student	13
3.1.1 Quick jack	13
3.1.2 Tažně tlačná tyč	13
3.1.3 Zvedací zařízení přední části vozu	13
3.2 Obecné požadavky	13
3.2.1 Hmotnost	13
3.2.2 Rozměry	13
3.2.3 Spolehlivost	14
3.2.4 Ergonomie	14
3.2.5 Cena	14
<b>4 Návrh quick jacku a tažně tlačné tyče</b>	<b>15</b>
4.1 Základní varianty	15
4.1.1 Varianty quick jacku	15
4.1.2 Varianty tažně tlačné tyče	16
4.2 Konstrukční návrhy	18
4.2.1 Konstrukční návrhy quick jacku	18
4.2.2 Konstrukční návrhy tažně tlačné tyče	36
4.2.3 Konstrukční návrhy quick jacku společného s tažně tlačnou tyčí	46
4.3 Vybrané návrhy	52
4.4 Nakupované komponenty	57
4.4.1 Kola pro quick jack	57
4.5 Výpočet základních reakcí a sil	58
4.5.1 Reakce od tíhy formule	58
4.5.2 Síly vyvíjené obsluhou na quick jack	59
4.5.3 Výpočet konstrukčních součástí	62
<b>5 Návrh zvedacího zařízení přední části vozu</b>	<b>64</b>
5.1 Základní varianta	64
5.1.1 Varianta zvedacího zařízení přední části vozu	64
5.2 Konstrukční návrh	64
5.2.1 Návrh zvedacího zařízení přední části vozu	64
5.3 Výsledný model	67
5.4 Nakupované komponenty	69
5.4.1 Kola pro zvedací zařízení přední části vozu	69
5.5 Výpočet základních reakcí a sil	71
5.5.1 Reakce od tíhy formule	71
5.5.2 Síla vyvíjená obsluhou na zvedací zařízení přední části vozu	72
5.5.3 Výpočet konstrukčních součástí	77



6 Závěr	80
Literatura	81

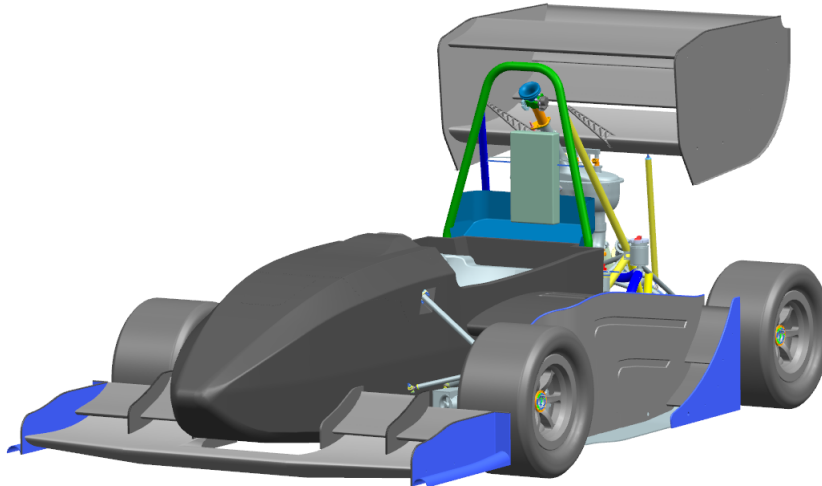
## Seznam použitých veličin

Veličina	Jednotka	Název
$r$	[mm]	Rozvor kol formule
$t$	[mm]	Vzdálenost těžiště a osy zadních kol
$z$	[mm]	Vzdálenost osy zadních kol a opěrné trubky
$u$	[mm]	Vzdálenost opěrného místa v přední části vozu od osy předních kol
$m$	[kg]	Hmotnost formule s řidičem
$m_0$	[kg]	Hmotnost formule bez řidiče
$g$	[m · s <sup>-2</sup> ]	Tíhové zrychlení (9,81 m · s <sup>-2</sup> )
$R_Z$	[N]	Reakce od tíhy formule v opěrné trubce
$R_P$	[N]	Reakce od tíhy formule v opěrném místě v přední části vozu
$R_1$	[N]	Reakce od tíhy formule v ose předních kol
$R_2$	[N]	Reakce od tíhy formule v ose zadních kol
$T$	[-]	Těžiště formule
$G$	[N]	Tíhová síla od hmotnosti formule s řidičem
$G_0$	[N]	Tíhová síla od hmotnosti formule bez řidiče
$M$	[N · m]	Moment
$r_1$	[mm]	Rameno reakce $R_Z$ pro zdvih vozu pomocí quick jacku
$r_{1Z}$	[mm]	Rameno reakce $R_Z$ pro sejmutí vozu z quick jacku
$\alpha$	[°]	Úhel mezi zemí a hlavním profilem quick jacku při zdviženém voze
$F_{PZ}$	[N]	Síla potřebná pro zdvih vozu pomocí quick jacku
$F_{PS}$	[N]	Síla potřebná pro sejmutí vozu z quick jacku
$F_P$	[N]	Síla potřebná pro zdvih vozu pomocí paralelogramu
$F_{TL}$	[N]	Síla potřebná pro tlačení vozu
$G_H$	[N]	Tíhová síla od hmotnosti háku
$F_0$	[N]	Potřebná síla pružiny
$L_0$	[mm]	Délka nezatížené pružiny
$x, y$	[-]	Souřadnicové osy
$R_A$	[N]	Reakce v rotační vazbě $A$
$R_{AX}$	[N]	Reakce v rotační vazbě $A$ ve směru $x$
$R_{AY}$	[N]	Reakce v rotační vazbě $A$ ve směru $y$
$R_B$	[N]	Reakce v rotační vazbě $B$
$R_{BX}$	[N]	Reakce v rotační vazbě $B$ ve směru $x$
$R_{BY}$	[N]	Reakce v rotační vazbě $B$ ve směru $y$
$R_C$	[N]	Reakce v rotační vazbě $C$
$R_{CX}$	[N]	Reakce v rotační vazbě $C$ ve směru $x$
$R_{CY}$	[N]	Reakce v rotační vazbě $C$ ve směru $y$
$R_D$	[N]	Reakce v rotační vazbě $D$
$R_{DX}$	[N]	Reakce v rotační vazbě $D$ ve směru $x$
$R_{DY}$	[N]	Reakce v rotační vazbě $D$ ve směru $y$
$p$	[MPa]	Tlak na pouzdro
$F$	[N]	Síla na pouzdro
$S$	[mm <sup>2</sup> ]	Zatěžovaná plocha pouzdra

$\sigma_{max}$	[MPa]	Maximální dovolené napětí
$M_{o_{max}}$	[N · m]	Maximální ohybový moment
$W_0$	[mm <sup>3</sup> ]	Průřezový modul v ohybu
$\sigma_D$	[MPa]	Dovolené napětí
$k$	[-]	Bezpečnost čepu
$M_{oC_{max}}$	[N · m]	Maximální ohybový moment na čepu
$W_{0C}$	[mm <sup>3</sup> ]	Průřezový modul v ohybu na čepu
$\sigma_{DC}$	[MPa]	Dovolené ohybové napětí na čepu
$\pi$	[-]	Ludolfovo číslo (3,14...)
$D_0$	[mm]	Průměr drážky čepu
$d_0$	[mm]	Průměr díry čepu
$M_{oT_{max}}$	[N · m]	Maximální ohybový moment na trubce
$W_{0T}$	[mm <sup>3</sup> ]	Průřezový modul v ohybu na trubce
$\sigma_{T_{max}}$	[MPa]	Maximální ohybové napětí na trubce
$D$	[mm]	Vnější průměr trubky
$d$	[mm]	Vnitřní průměr trubky

# 1 Úvod

Formula Student je mezinárodní soutěž, které se účastní týmy studentů vysokých škol z celého světa. Studenti musí navrhnout a zkonstruovat závodní vůz, se kterým se následně účastní závodů na prestižních závodních okruzích. Úkolem týmu je vedle samotné konstrukce vozu také zpracování a představení malosériové výroby 1000 vozů ročně. V týmech jsou studenti nejen z technických, ale i z dalších fakult, aby vzájemnou spoluprací dosáhli co nejlepšího výsledku. Soutěž je organizována asociací SAE (Society of Automotive Engineers).



Obrázek 1: 3D model formule pro sezónu 2019

Každý tým musí mít ke svému vozu odnímatelná manipulační zařízení. Jedná se o zvedací zařízení zadní části vozu, nebo-li quick jack. Pomocí quick jacku musí být zadní část vozu zdvižena tak, aby zadní kola formule byla alespoň 100 mm nad zemí. Každý tým musí mít také zařízení, které je možné připojit k zadní části vozu. Toto zařízení slouží k tažení nebo tlačení vozu po závodišti.

Cílem této práce je navrhnout quick jack a tažně tlačnou tyč podle pravidel Formula Student. Při navrhování těchto zařízení je potřeba brát ohled zejména na hmotnost a jednoduchost konstrukce i jejího použití. Je potřeba navrhnout taková konstrukční řešení, která budou k formuli snadno připojitelná i snadno odpojitelná. Je potřeba zvolit vhodný materiál s ohledem na cenu a obtížnost výroby. Důležité také je brát v potaz to, že zařízení se musí přepravovat a skladovat a neměla by tedy zabírat příliš mnoho místa.

Během závodů je také potřeba nadzvedávat přední část vozu. Například pro seřízení geometrie podvozku. Pro tyto případy bude ještě společně s quick jackem a tažně tlačnou tyčí navrženo zvedací zařízení pro zvedání přední části vozu. Toto zařízení nepatří do povinného příslušenství formule a nepodléhá tak pravidlům Formula Student. Při jeho návrhu je třeba brát ohled na jeho parametry, jako jsou například hmotnost a cena, stejně jako při návrhu quick jacku a tažně tlačné tyče.

## 2 Současné řešení

Současný quick jack (obr. 2) je vyroben z ocelových plochoovalných profilů. Je osazen dvěma polyamidovými kolečkami o průměru 50 mm. Kolečka jsou zajištěna na ose pomocí matice. Opěrka pod opěrnou trubku vozu je vyrobena z plechu. Protože byl ale při její výrobě použit příliš slabý plech, docházelo k deformaci opěrky a proto byla vyztužena ještě jedním plechem. Opěrka a osa kol jsou spojeny dvěma plochoovalnými profily. Tyto profily jsou ještě spojeny dalším takovýmto profilem. Na tento profil a na opěrku jsou přivařeny dva profily, které se sbíhají a jsou k sobě svařeny. Jeden z profilů je delší a slouží k uchopení quick jacku při zvedání vozu. Tento způsob uchopení, kdy uchopovací část profilu je kolmá na osu otáčení kol, je pro obsluhu nevýhodná a neergonomická. Mezi těmito profily je přivařena vzpěra, proti které je na níže umístěném profilu přivařen opěrný profil, o který je quick jack opřen, pokud je formule zvednuta.



Obrázek 2: Současný quick jack

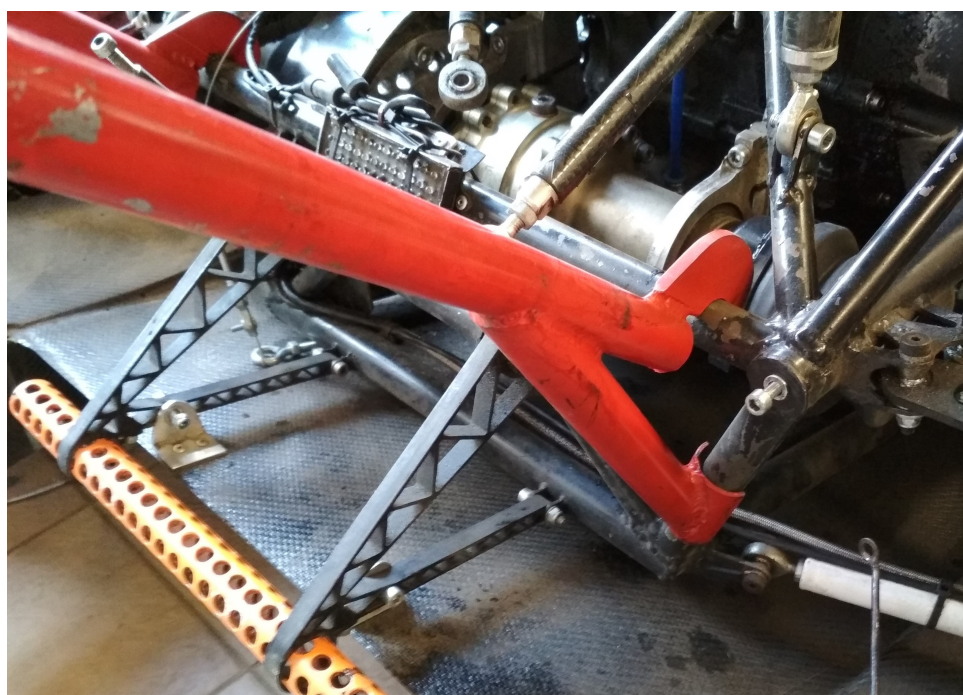


Obrázek 3: Současný quick jack - opěrka

Současná tažně tlačná tyč (obr. 4) je vyrobena z ocelových trubek. Tvoří ji madlo a dvě rovnoběžné trubky, jejichž jeden konec je přivařen k madlu a na druhém konci jsou přivařeny háky a opěrky, pomocí kterých je tažně tlačná tyč k formuli uchycena. Na koncích trubek je na horní straně přivařen hák. Proti němu, na spodní straně, je na kusu trubky přivařena opěrka. Mezi trubkami je ještě přivařena vzpěra. Háky jsou zaháknuty za vodorovnou trubku rámu vozu a opěrky jsou opřeny o trubky vedoucí od příčné trubky směrem dolů. Tyto trubky jsou součástí rámu formule. Jedná se o velmi jednoduché řešení. Výhodou je jeho snadné připojení i odpojení od vozu. Nevýhodou je, že obsluha, pokud tlačí formuli, musí dávat pozor, aby nedošlo k nechtěnému vyháknutí tyče. Tím by mohlo dojít k nárazu do některé z částí formule a k jejímu poškození.



Obrázek 4: Současná tažně tlačná tyč



Obrázek 5: Současná tažně tlačná tyč - uchycení k vozu

Pro návrh konstrukčního řešení quick jacku a tažně tlačné tyče byla hledána inspirace u ostatních týmů, účastnících se závodů kategorie Formula Student. Před navrhováním takovýchto zařízení je vždy dobré zjistit, jak vypadají již používaná řešení. Usnadní to práci, neboť jsou vidět jejich výhody, které se dají využít, a nevýhody, kterých je dobré se vyvarovat.

## 3 Specifikace požadavků

### 3.1 Požadavky dle pravidel Formula Student

Konstrukční řešení celého vozu, včetně příslušenství, podléhá pravidlům Formula Student. Tato pravidla se vydávají nová pro každou sezónu. Konstrukční řešení vytvořená v této práci podléhají pravidlům pro sezónu 2019.

#### 3.1.1 Quick jack

Každý tým musí mít odnímatelné zařízení červené barvy, pomocí kterého lze všechna poháněná kola vozidla zdvihnout. Kola musí být zdvihnuta do výšky alespoň 100 mm od země. Vozidlo musí dokázat zdvihnout pouze jedna osoba a nevyžaduje pro tuto osobu jiné úkony, než umístit zdvihací zařízení a jeho samotné ovládání. Zařízení musí být ve zvednuté poloze zajištěno a funkční bez podpory osoby nebo bez přidání jakéhokoli závaží.

#### 3.1.2 Tažně tlačná tyč

Každý tým musí mít odnímatelné zařízení červené barvy, které se připojí k zadní straně vozu. Toto zařízení musí umožnit dvěma osobám tlačit nebo táhnout vozidlo tak, aby osoby byly ve vzpřímené poloze. Zařízení musí být schopno zpomalit a zastavit vozidlo při pohybu vpřed i při pohybu vzad. Na zařízení musí být namontovaný schválený hasicí přístroj, který musí být rychle přístupný. Zařízení musí být předloženo během technické prohlídky.

#### 3.1.3 Zvedací zařízení přední části vozu

Zařízení pro zvedání přední části vozu nepatří do povinného příslušenství vozu. Pro toto zařízení tedy nejsou stanovena žádná pravidla Formula Student.

### 3.2 Obecné požadavky

#### 3.2.1 Hmotnost

Hmotnost manipulačních zařízení by měla být co nejnižší. Důvodem je jejich neustálé přemísťování během závodů po závodisti. Pro jejich obsluhu je tedy důležitá jejich nízká hmotnost. Čím těžší zařízení je nutno s sebou přenášet, tím je to pro obsluhu nepříjemnější. Manipulační zařízení je také potřeba také přepravovat mezi jednotlivými závody. Spolu s formulí je potřeba na závody převážet spoustu dalšího příslušenství, které také něco váží. Čím vyšší bude tedy hmotnost, tím budou vyšší i náklady na přepravu.

#### 3.2.2 Rozměry

Rozměry těchto zařízení nejsou nijak omezeny pravidly Formula Student. Přesto by rozměry manipulačních zařízení měly být co nejmenší. Je to stejné jako u hmotností zařízení. Se zařízeními je potřeba manipulovat po závodistiích a zároveň je převážet mezi jednotlivými závody. Z těchto důvodů je velmi výhodné, aby rozměry těchto zařízení

byly co nejmenší. Zároveň je ale potřeba si uvědomit, že některé rozměry není možné zmenšit na minimum, ať už z hlediska funkčního, konstrukčního nebo ergonomického.

### 3.2.3 Spolehlivost

Spolehlivost je jedním ze základních požadavků. Během závodů musí vše fungovat s maximální přesností a je nutné vyvarovat se zbytečných komplikací. Je tedy důležité, aby se na manipulační zařízení dalo spolehnout.

Spolehlivost zařízení je velmi ovlivněna jednoduchostí konstrukce. Ta souvisí i s počtem součástí, které obsahuje. Čím je jejich počet menší, tím méně jich může být poškozeno. Snižuje se tak i čas potřebný pro jejich výrobu.

### 3.2.4 Ergonomie

Je velmi důležité, aby ovládání manipulačních zařízení bylo pro obsluhu pohodlné a byl tak zajištěn dobrý přenos sil potřebných pro ovládání zařízení.

Při návrhu manipulačních zařízení je potřeba znát, v jaké výšce nad zemí má být madlo navrhovaného zařízení. Při návrhu se proto bude vycházet z normy DIN 34402-2.

### 3.2.5 Cena

Cena je jedním z kritérií, které se musí také brát v úvahu. Je vhodné vytvořit taková manipulační zařízení, jejichž cena bude co nejnižší. Toho lze dosáhnout vhodným výběrem materiálů použitých pro jejich výrobu, jednoduchostí konstrukce a následnou jednoduchostí výroby.



## 4 Návrh quick jacku a tažně tlačné tyče

Základní návrh řešení manipulačních zařízení vozu vychází ze specifikace požadavků v kapitole 3.

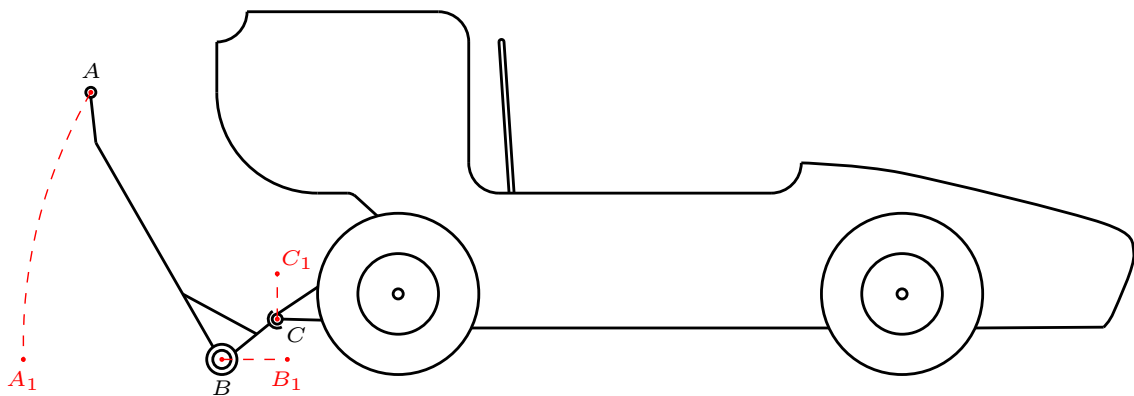
### 4.1 Základní varianty

Pro návrh nejlepšího řešení je potřeba vytvořit několik různých základních variant a podle nich poté vytvořit konstrukční návrhy.

#### 4.1.1 Varianty quick jacku

Funkcí quick jacku je zdvihnout zadní hnaná kola do dané výšky. Toho je docíleno tak, že osoba, která zdvih vozidla provádí, působí silou na quick jack a tím dojde ke zdvihnutí vozidla. Vozidlo má v zadní části vodorovnou trubku určenou pro připojení quick jacku.

#### Varianta A quick jacku

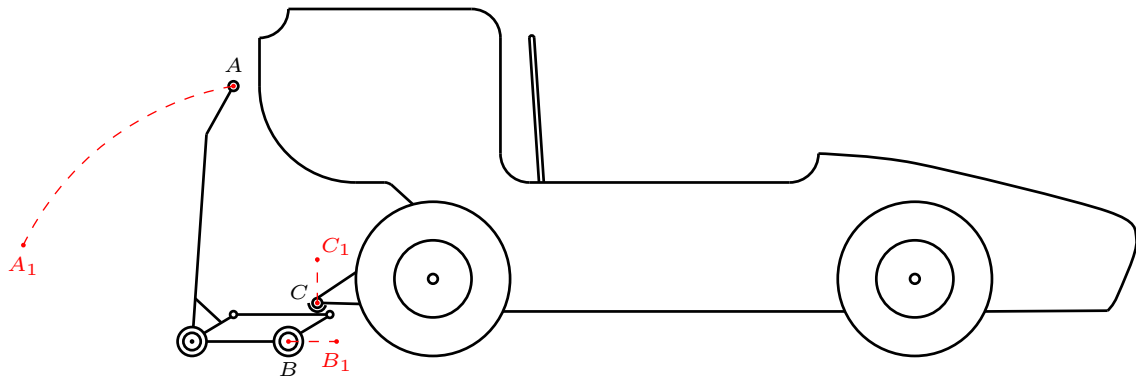


Obrázek 6: Varianta A quick jacku

Tato varianta vychází ze stávajícího řešení. Quick jack je opřen o trubku určenou ke zvedání vozu. Tlačení na madlo quick jacku, znázorněné bodem  $A$ , směrem dolů se vozidlo začne zvedat.

Ke zdvižení vozidla dojde, pokud obsluha začne působit na madlo quick jacku, znázorněné bodem  $A$ , a působí na něj po naznačené trajektorii do bodu  $A_1$ . Při tomto pohybu zároveň dochází k valení kola quick jacku z bodu  $B$  do bodu  $B_1$ . V důsledku toho je zvedána zvedací trubka z bodu  $C$  do bodu  $C_1$ , čímž je zvedána celá formule.

### Varianta B quick jacku



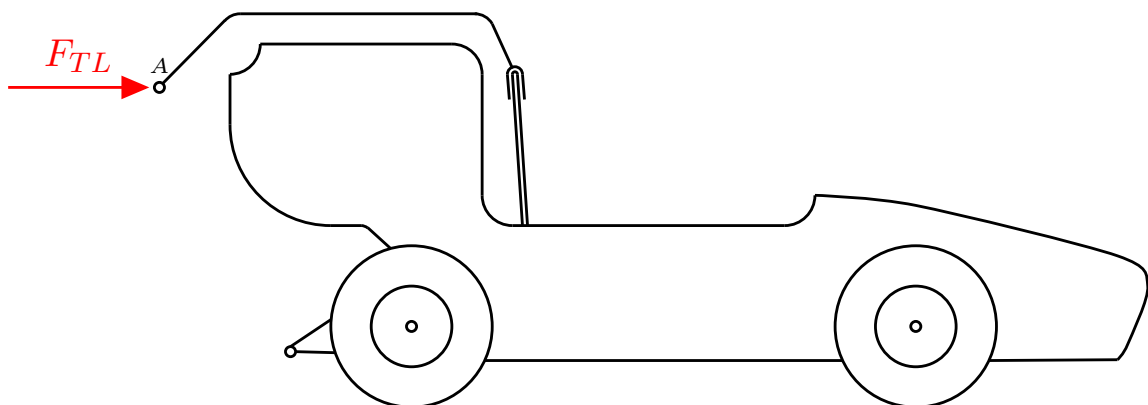
Obrázek 7: Varianta B quick jacku

Varianta *B* je řešena pomocí paralelogramu. Quick jack je umístěn pod opěrnou trubku pro zvedání vozu. Tlačení na madlo, znázorněné bodem *A*, směrem dolů dochází ke zdvihu vozu pohybem paralelogramu.

Ke zdvižení vozidla dojde, pokud obsluha začne, stejně jako u předchozí varianty, působit na madlo znázorněné bodem *A*. Na madlo je potřeba působit po znázorněné trajektorii z bodu *A* do bodu *A*<sub>1</sub>. Při pohybu madla po této trajektorii dochází k valení kol paralelogramu. Všechna kola paralelogramu jsou odvalena o stejnou vzdálenost. Tato vzdálenost je rovna vzdálenosti z bodu *B* do bodu *B*<sub>1</sub>. Zároveň dochází ke zdvihu opěrné trubky, znázorněné bodem *C*, do bodu *C*<sub>1</sub>.

#### 4.1.2 Varianty tažně tlačné tyče

##### Varianta A tažně tlačné tyče

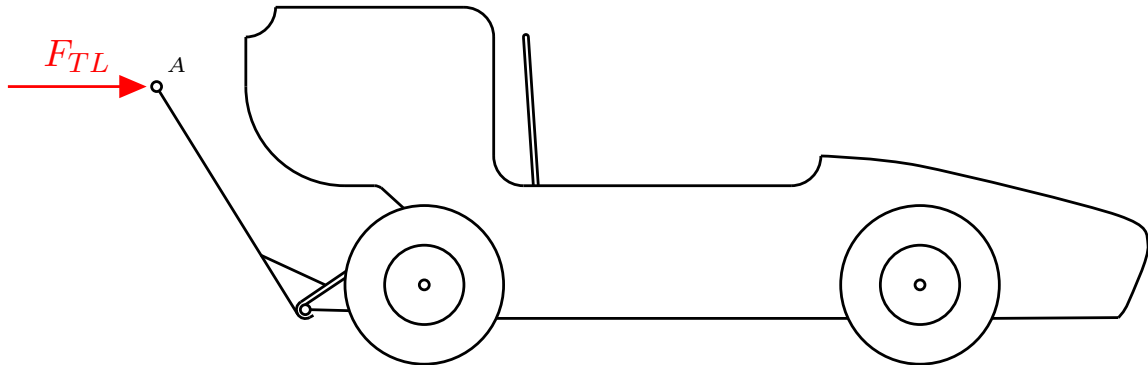


Obrázek 8: Varianta A tažně tlačné tyče

U varianty *A* je tažně tlačná tyč řešena tak, že vede nad vozem. Tažně tlačná tyč je v tomto případě uchycena na vozu za jeho oblouk. Aby došlo k pohybu vozidla, je potřeba

působit na madlo znázorněné bodem  $A$ . Při tlačení vozu je potřeba na tažně tlačnou tyč působit ve směru síly  $F_{TL}$ . Při tažení vozu je naopak nutné působit opačným směrem než je směr síly  $F_{TL}$ .

#### Varianta B tažně tlačné tyče



Obrázek 9: Varianta B tažně tlačné tyče

Varianta tlačné tyče  $B$  je řešena podobně jako stávající řešení. Tažně tlačná tyč je uchycena za opěrnou trubku a zaháknuta za rám vozidla. Manipulace s vozidlem je realizována stejně jako u varianty  $A$ . Pro pohyb vozidla je potřeba působit na madlo znázorněné bodem  $A$  ve směru síly  $F_{TL}$ .

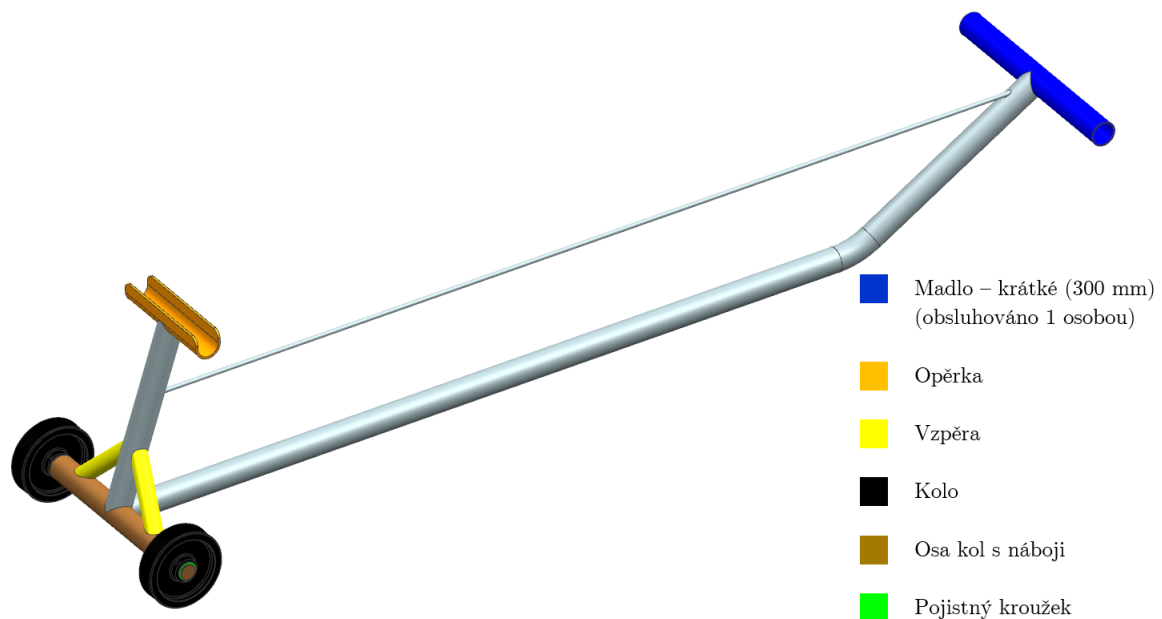
## 4.2 Konstrukční návrhy

Pro správný výběr nejvhodnější varianty je vhodné vytvořit 3D modely možných variant. Na 3D modelu je možné snadno ověřit jeho funkčnost a získat s jeho pomocí potřebné a užitečné informace.

### 4.2.1 Konstrukční návrhy quick jacku

Všechny návrhy quick jacku jsou konstruovány tak, aby zadní kola formule byla zdvižena o požadovaných 100 mm nad zem a aby zdvižená formule na quick jacku držela ve zdvižené poloze.

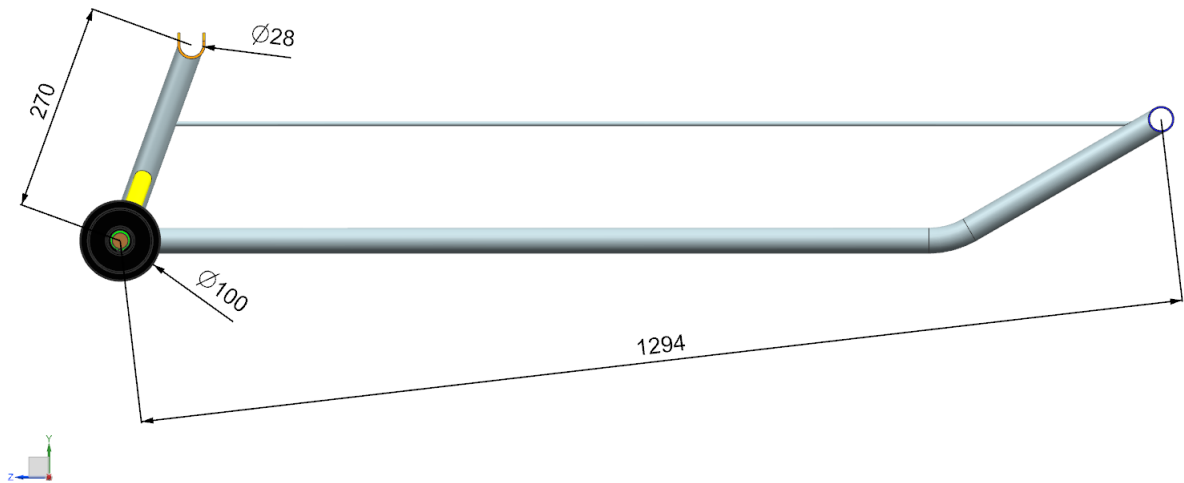
#### Návrh 1 quick jacku



Obrázek 10: Návrh 1 quick jacku

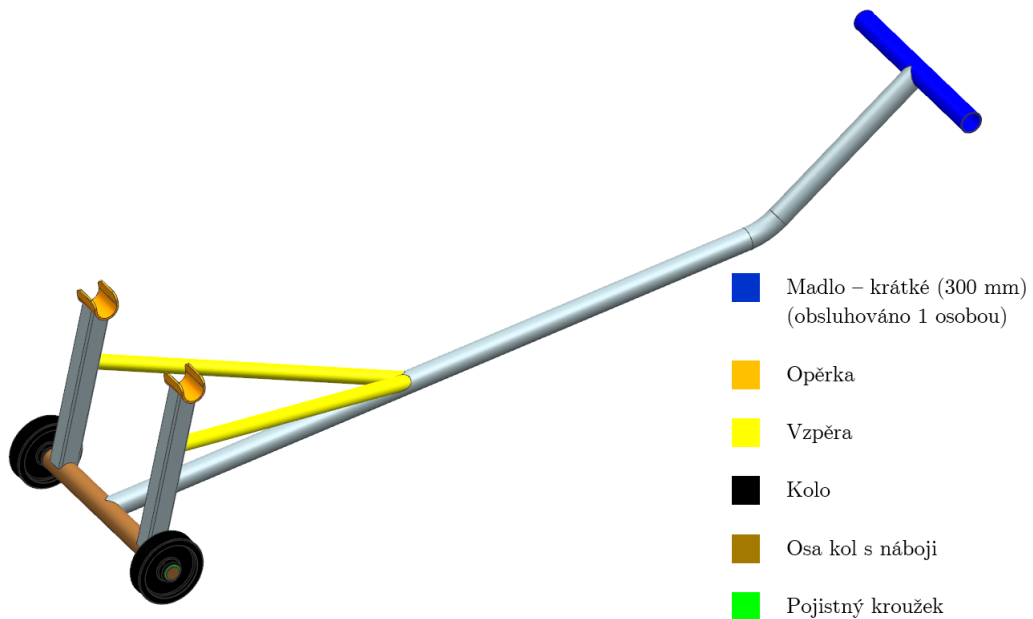
Návrh 1 (obr. 10) je vytvořen z trubek o průměru 32x2 mm. Vzpěry mezi osou kol a svislou trubkou jsou vyrobeny z trubky o průměru 22x2 mm. Osa kol je vyrobena z trubky, do níž je z každé strany vsazen náboj kola. Výztuha mezi svislou trubkou a trubkou vedoucí k madlu je z tyče průměru 6 mm. Opěrka pod opěrnou trubku vozu je vyrobena z plechu o tloušťce 3 mm a její délka je 160 mm. Kola o průměru 100 mm jsou uložena na kuličkových ložiscích a na nábojích jsou zajištěna pomocí pojistných kroužků pro hřídele.

Výhodou tohoto řešení je jeho jednoduchá konstrukce a tím i snadná výroba. Všechny díly jsou k sobě spojeny pomocí svarů.



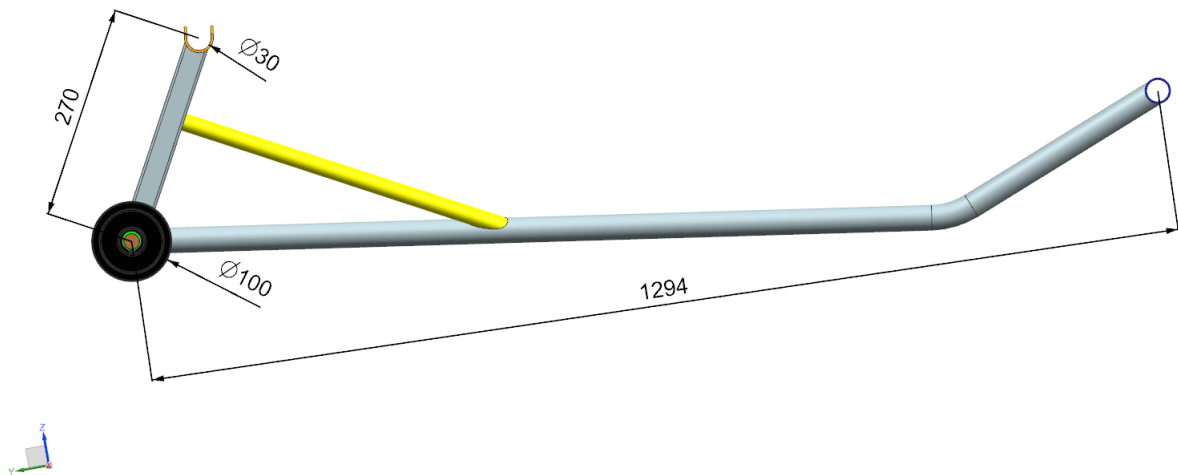
Obrázek 11: Návrh 1 quick jacku se základními rozměry

### Návrh 2 quick jacku



Obrázek 12: Návrh 2 quick jacku

Návrh 2 (obr. 12) je vytvořen z trubek o průměru 32x2 mm. U tohoto řešení jsou použity dvě opěrky pod opěrnou trubku. Opěrná trubka je tedy opřena o quick jack na svých koncích. Opěrky jsou vyrobeny z plechu o tloušťce 3 mm. Jejich délka je 50 mm. Mezi opěrkami a osou kol jsou použity duté svařované profily čtvercového průřezu 30x1,5 mm. Osa kol je vyrobena z trubky, do níž je z každé strany vsazen náboj kola. Vzpěry

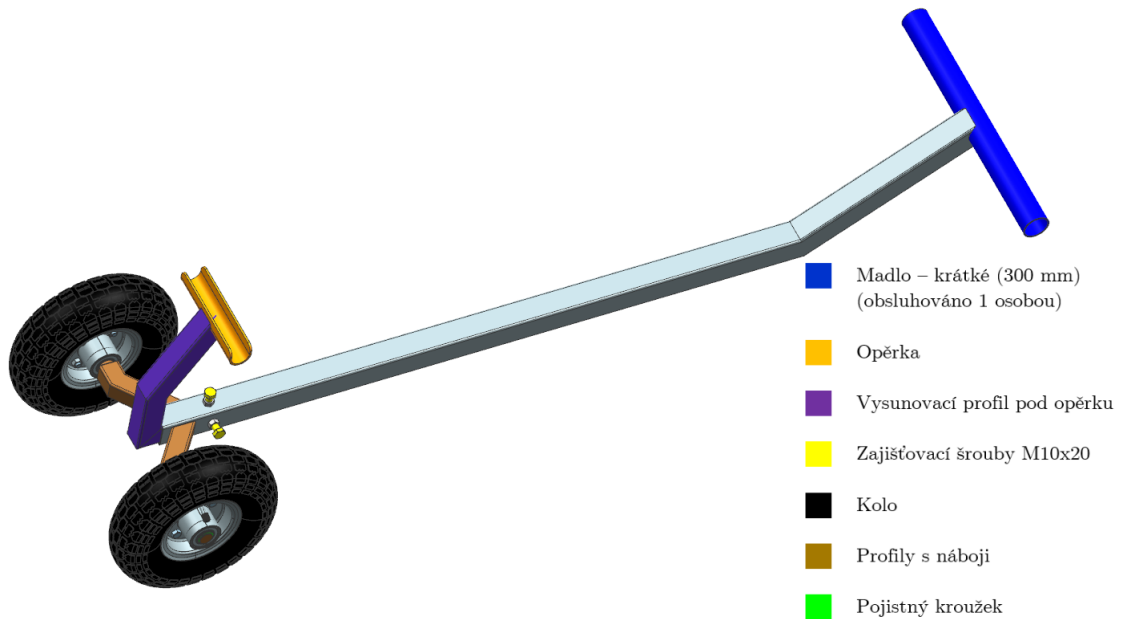


Obrázek 13: Návrh 2 quick jacku se základními rozměry

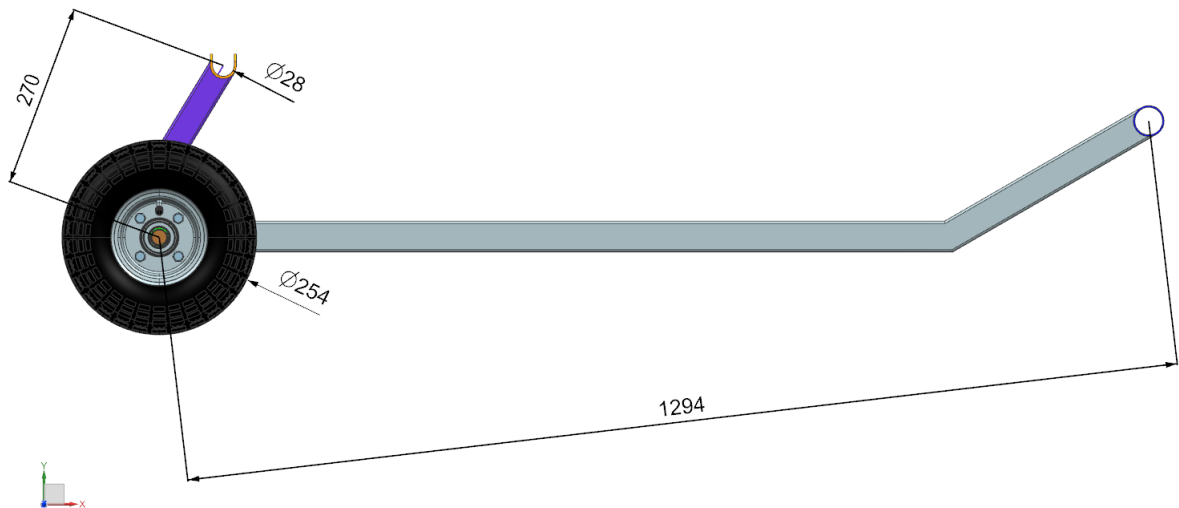
mezi čtvercovými profily a trubicí vedoucí mezi osou kol a madlem jsou vyrobeny z trubky o průměru 22x2 mm. Kola o průměru 100 mm jsou uložena na kuličkových ložiscích a na nábojích jsou zajištěna pomocí pojistných kroužků pro hřídele.

U tohoto řešení je quick jack opřen o opěrnou trubku pomocí dvou opěrek. Díky tomu je zajištěna lepší boční stabilita zvednutého vozu. Ta je tím vyšší, čím dále od podélné osy vozu je quick jack opřen. Jedná se o velmi jednoduchou konstrukci, která není nijak náročná na výrobu. Všechny díly jsou k sobě spojeny pomocí svarů.

### Návrh 3 quick jacku



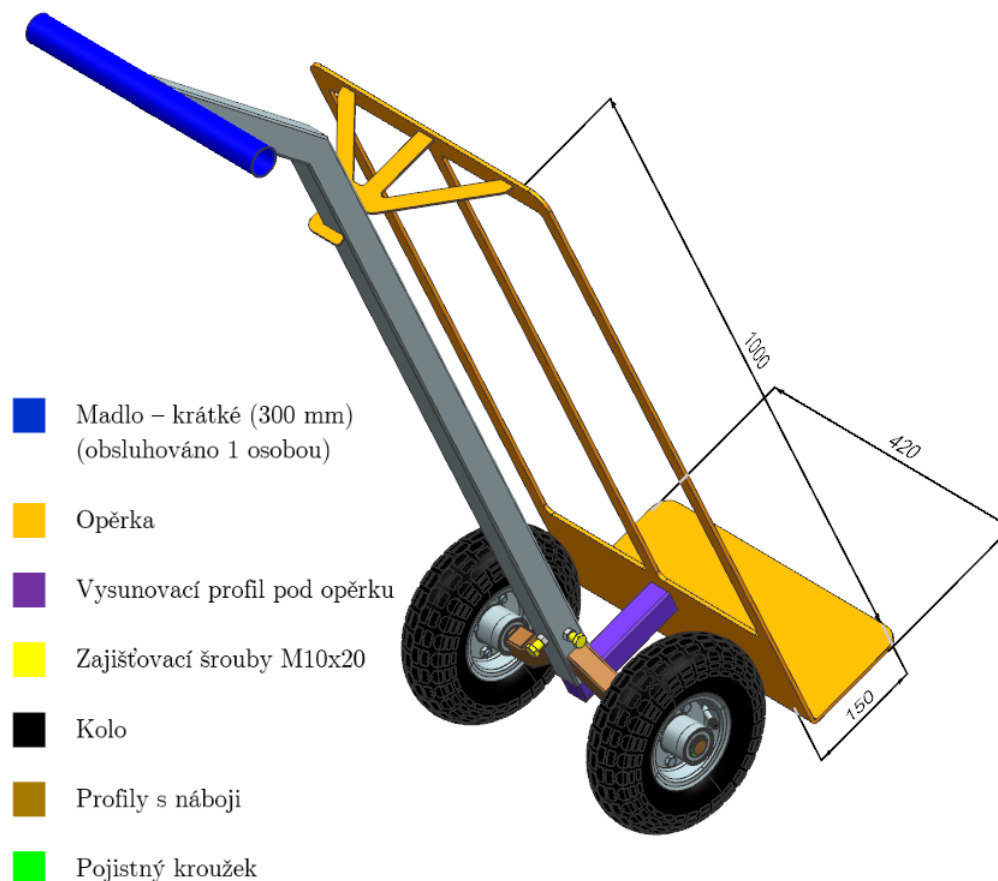
Obrázek 14: Návrh 3 quick jacku



Obrázek 15: Návrh 3 quick jacku se základními rozměry

Návrh 3 (obr. 14) je vytvořen z dutých svařovaných profilů čtvercového průřezu. Jsou použity duté svařované profily čtvercového průřezu 40x2 mm. Pouze profil čtvercového průřezu mezi osou kol a madlem je větší velikosti. Velikost profilu je 35x3 mm. Madlo je vytvořeno z trubky o průměru 32x2 mm. Opěrka pod opěrnou trubku vozu je vyrobena

z plechu o tloušťce 3 mm a její délka je 160 mm. Profil spojený s opěrkou kol je vsazen do profilu mezi osou kol a madlem. Profily jsou v sobě přesazeny o 225 mm a jsou zajištěny pomocí dvou šroubů  $M10 \times 20$ , jejichž osy jsou navzájem kolmé. Šrouby jsou zašroubovány v maticích  $M10$  přivařených na větším z profilů. Kola o průměru 254 mm jsou nasazena na nábojích a jsou uložena pomocí kuličkových ložisek. Náboje jsou vsazené do profilů čtvercového průřezu.



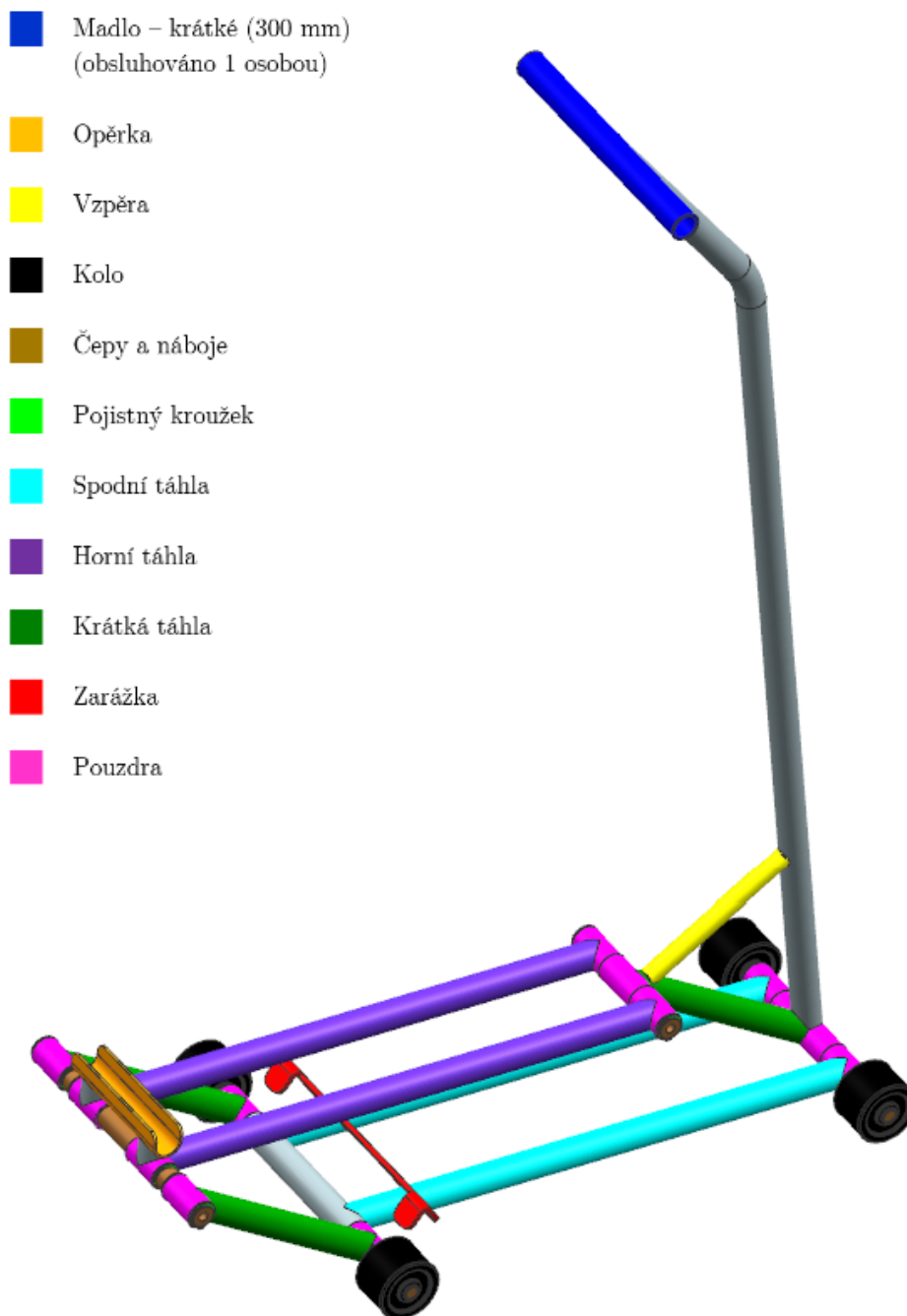
Obrázek 16: Quick jack 3 přestavěn na víceúčelový manipulační rudl

Po povolení zajišťovacích šroubů, a vysunutí profilu s opěrkou je možné tento profil nahradit, čímž vznikne víceúčelový manipulační rudl (obr. 16). Profil s opěrkou se nahrazuje dílem, který je tvořen ohnutým plechem tloušťky 5 mm. Ohnutý plech tvoří plochu pro umístění převáženého nákladu. Plocha pro převážený náklad má rozměry  $420 \times 150$  mm. K ohnutému plechu je připevněn dutý svařovaný profil čtvercového průřezu  $35 \times 3$  mm, který slouží pro zasunutí do většího profilu se zajišťovacími šrouby. Opěrná část ohnutého plechu je tvořena pouze třemi úzkými plechy, které jsou v horní části spojeny dalším úzkým plechem, který je na tři plechy kolmý. Na spojovací plech navazuje zajišťovací hák. Tento hák se zahákne za profil se zajišťovacími šrouby. Zajišťovacím hákem je zajištěna větší odolnost proti ohybu opěrné části. Zajišťovací hák je vyroben z plechu o tloušťce 5 mm. Všechny díly jsou k sobě spojeny pomocí svařů.

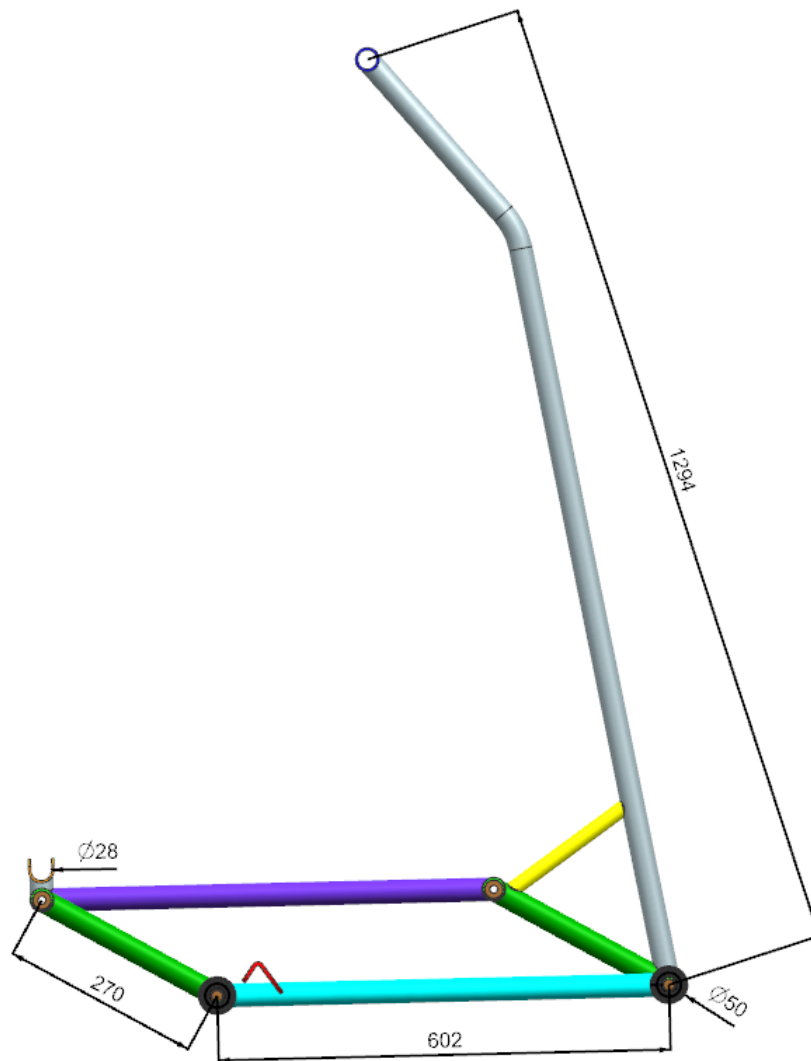


Možnost přestavby quick jacku na manipulační rudl je velkou výhodou, protože quick jack se používá pouze na závodech. Po zbytek roku je quick jack nevyužitý. Je-li možné ho jednoduše přestavět na víceúčelový manipulační rudl, je možné quick jack využívat i jindy, než pouze na závodech.

#### Návrh 4 quick jacku



Obrázek 17: Návrh 4 quick jacku



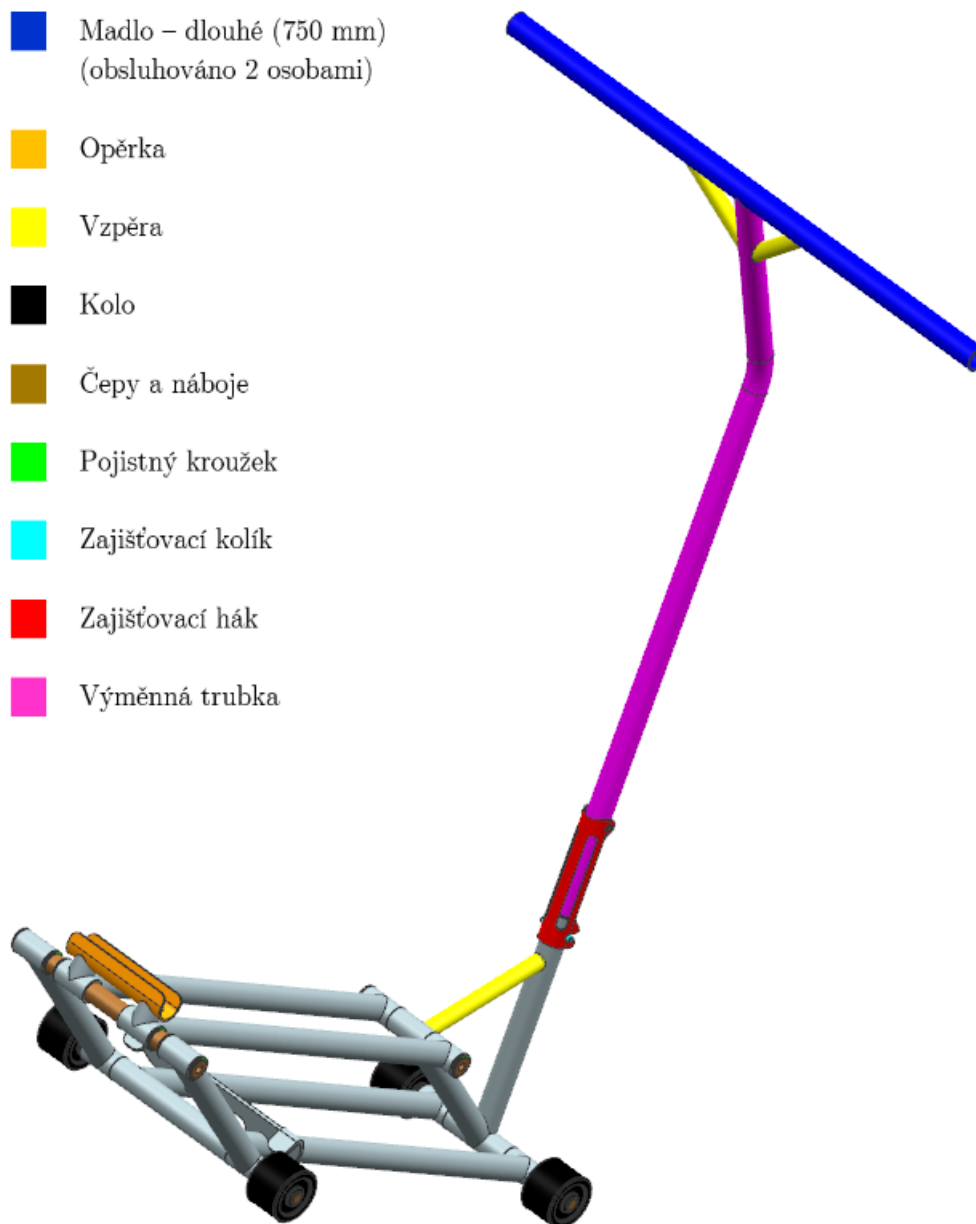
Obrázek 18: Návrh 4 quick jacku se základními rozměry

Funkce návrhu 4 (obr. 17) je založena na principu paralelogramu. Paralelogram má tvar kosodélníku, v jehož vrcholech jsou rotační vazby mezi jednotlivými stranami rovnoběžníku.

Quick jack je vytvořen z trubek o průměru 22x2 mm. Pouze na madlo a trubku mezi osou kol a madlem je použita trubka o průměru 32x2 mm. Opěrka pod opěrnou trubku vozu je vyrobena z plechu o tloušťce 3 mm a její délka je 160 mm. Rotační vazby jsou vytvořeny pouzdrem a osou. Na koncích každého táhla, která tvoří rovnoběžník, jsou přivařena pouzdra tvořená trubkou. V trubce je ocelové kluzné pouzdro s teflonovou výstelkou. Pouzdra táhel, mezi kterými je vždy rotační vazba, jsou spojena osou. Osa je tvořena vrtanou kulatinou o průměru 20 mm. Vrtáním kulatiny je dosaženo snížení hmotnosti. Průměr vrtané díry je 9 mm. Aby paralelogram držel v poloze, kdy je vozidlo zdvihnuté, je na dvou spodních táhlech přivařen pod příslušným úhlem ohnutý plech o tloušťce 4 mm, který slouží jako zarážka paralelogramu ve zdvižené poloze.

Kola o průměru 50 mm jsou uložena na kuličkových ložiscích a na osách jsou zajištěna

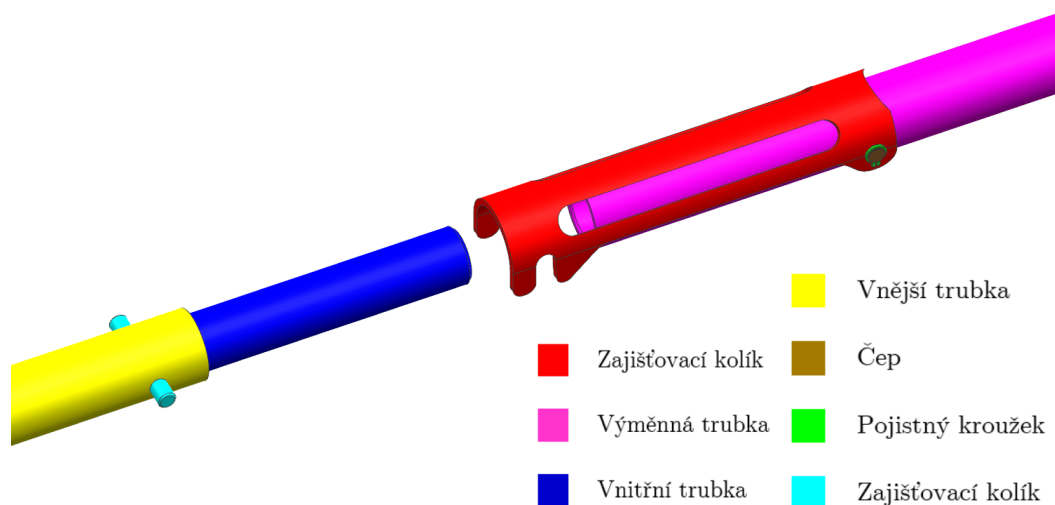
pomocí pojistných kroužků pro hřídele.  
Všechny díly jsou k sobě spojeny pomocí svarů.



Obrázek 19: Návrh 4 quick jacku s výměnnou tyčí

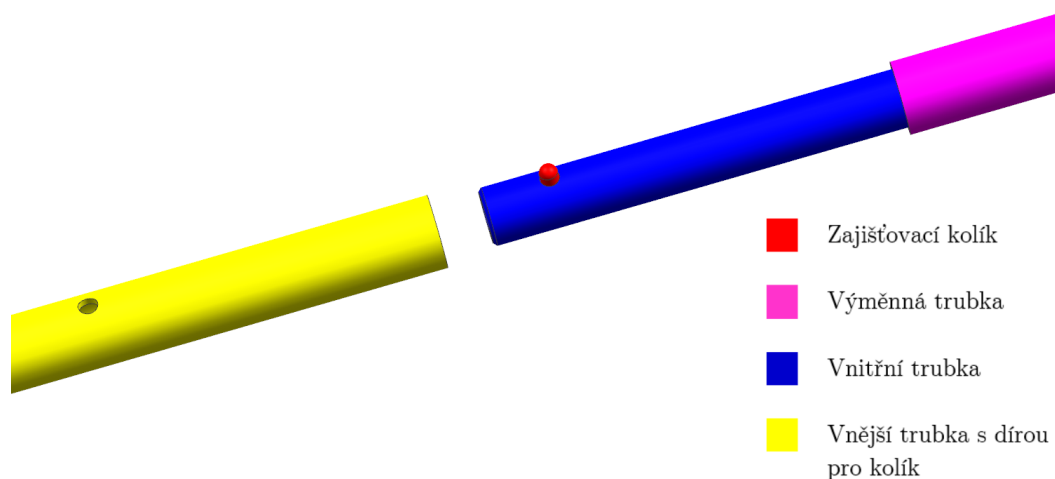
Tuto variantu je možné ještě upravit, aby zabrala méně místa při přepravě. Proto byla trubka mezi osou kol a madlem udělána odnímatelná (obr. 19). Trubka ale není odnímatelná v celé délce, ale část zůstane pevně spojena s paralelogramem. Je to z toho důvodu, aby mohla být trubka vyztužena vzpěrou. Aby bylo zajištěno rychlé a jednoduché připojení a následné odpojení trubky a aby spojení bylo dostatečně pevné, je řešeno pomocí dvou trubek zasunutých do sebe. Vnější trubka je stejná, jako byla použita u varianty bez odnímatelné trubky, má tedy průměr 32x2 mm. Vnitřní trubka musí mít takový rozměr, aby šla do vnější zasunout, ale zároveň nesmí mít ve vnější trubce vůli. Byla tedy použita trubka o průměru 28x2 mm. V části trubky, která je

pevně spojena s paralelogramem je vsazena a přivařena trubka s menším průměrem. Konec této trubky přechází z vnější trubky o 150 mm. Na tento konec se nasazuje odnímatelná trubka. Zajištění spojení může být řešeno více způsoby.



Obrázek 20: Připojení společné tyče pomocí háku

Jednou z možností zajištění spojení dvou trubek je zajištění pomocí odklopného háku. Odklopný hák je připevněn na odnímatelné trubce, pomocí čepu o průměru 8 mm. Ten je zajištěn pojistným kroužkem pro hřídele. Háček je vyroben z plechu o tloušťce 3 mm. Po nasazení se háček zahákne za kolík o průměru 8 mm, který je vsazen a přivařen v trubce spojené s quick jackem. Tím je zajištěno pevné spojení trubek.

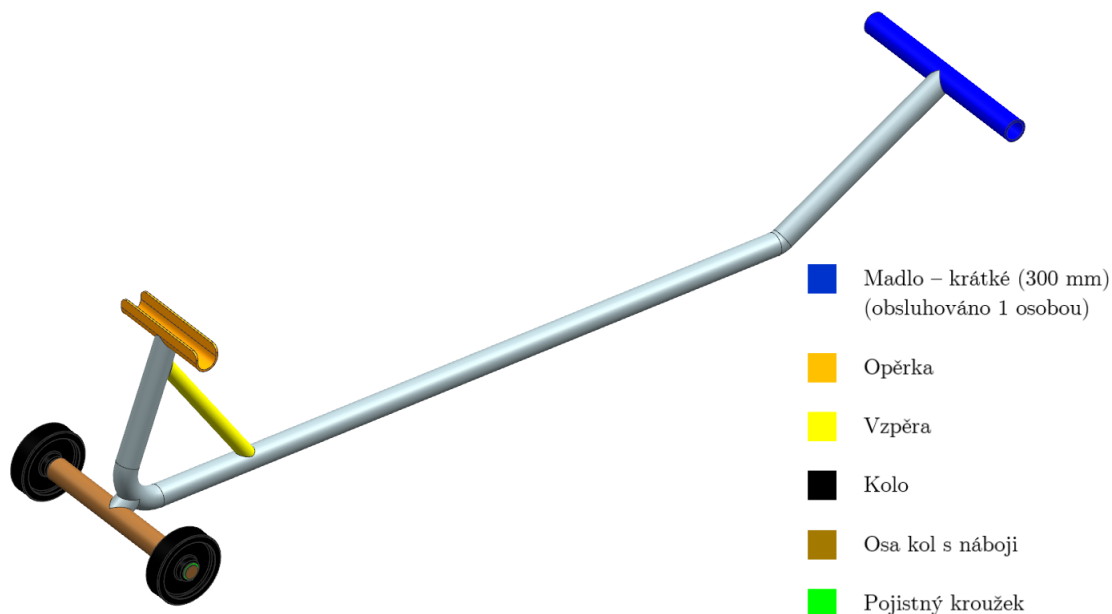


Obrázek 21: Připojení společné tyče pomocí zajišťovacího kolíku

Zajištění spojení trubek může také být pomocí kolíku. Kolík je vsazen v trubce s menším průměrem. Pod kolíkem je pružina, která umožňuje zamáčknutí kolíku pro nasazení

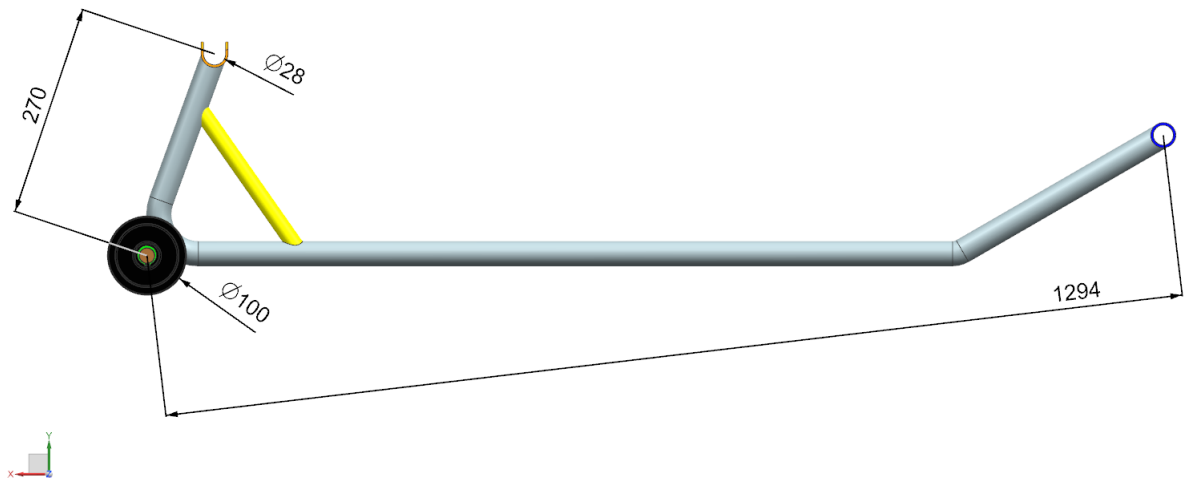
nebo odejmutí trubky. Pro zajištění spojení je v trubce, do které je trubka s kolíkem vsazována, vyvrtána díra, do které kolík zapadne. Pokud je potřeba trubku odejmout, stačí kolík zamáčknout, trubka se tak odjistí a je možné ji vytáhnout. U tohoto řešení není vnitřní trubka vsazena a přivařena v trubce pevně spojené s paralelogramem, ale v trubce odnímatelné. Je to proto, že odnímatelná trubka by mohla být použita i jinde, než jenom u quick jacku. Trubka s kolíkem a pružinkou by pak musela být na každém zařízení, na kterém by byla použita odnímatelná trubka.

### Návrh 5 quick jacku



Obrázek 22: Návrh 5 quick jacku

Návrh 5 (obr. 22) je vytvořen z trubek o průměru 32x2 mm. Základem tohoto konstrukčního řešení je ohýbaná trubka, která spojuje opěrku pod opěrnou trubkou formule, osu kol a madlo. Pouze vzpěra této trubky je z trubky o průměru 22x2 mm. Opěrka pod opěrnou trubku vozu je vyrobena z plechu o tloušťce 3 mm a její délka je 160 mm. Osa kol je vyrobena z trubky o průměru 32x2 mm. Na každé straně je do trubky vsazen náboj kola. Pokud by osa kol a hlavní ohýbaná trubka byli k sobě přiloženi, dosedali by na sebe pouze v jednom bodě. V případě jejich svaření by svar nebyl příliš pevný. Z toho důvodu je mezi osu kol a ohýbanou trubku vsazen mezikus o co nejkratší možné délce, který má upravené konce. Jeden konec je upraven tak, aby dosedl na osu kol, a druhý konec je upraven podle ohybu hlavní trubky. Osa kol je přivařena k mezikusu a mezikus k hlavní trubce. Toto spojení je mnohem pevnější, než bez mezikusu. Kola o průměru 100 mm jsou uložena na kuličkových ložiscích. Na nábojích jsou zajištěna pomocí pojistných kroužků pro hřídele. Všechny díly jsou k sobě spojeny pomocí svarů.

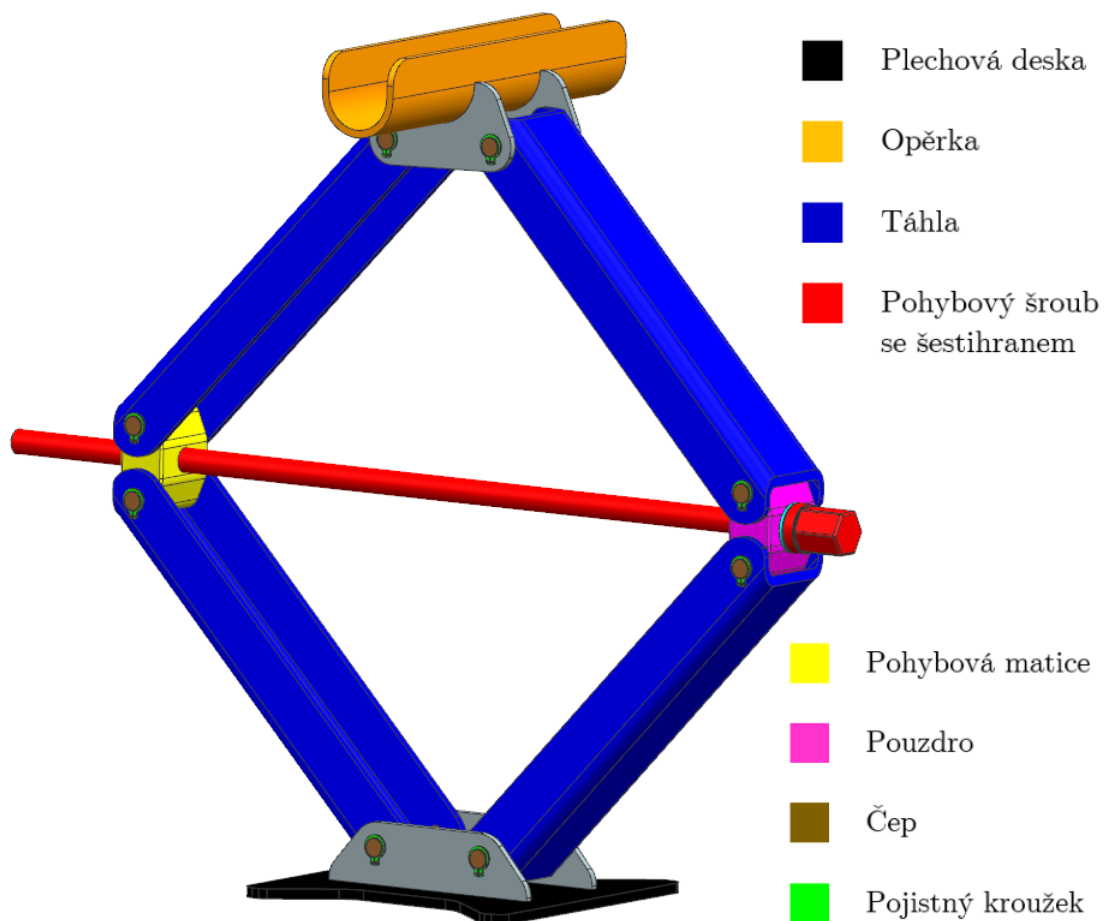


Obrázek 23: Návrh 5 quick jacku se základními rozměry

### Návrh 6 quick jacku

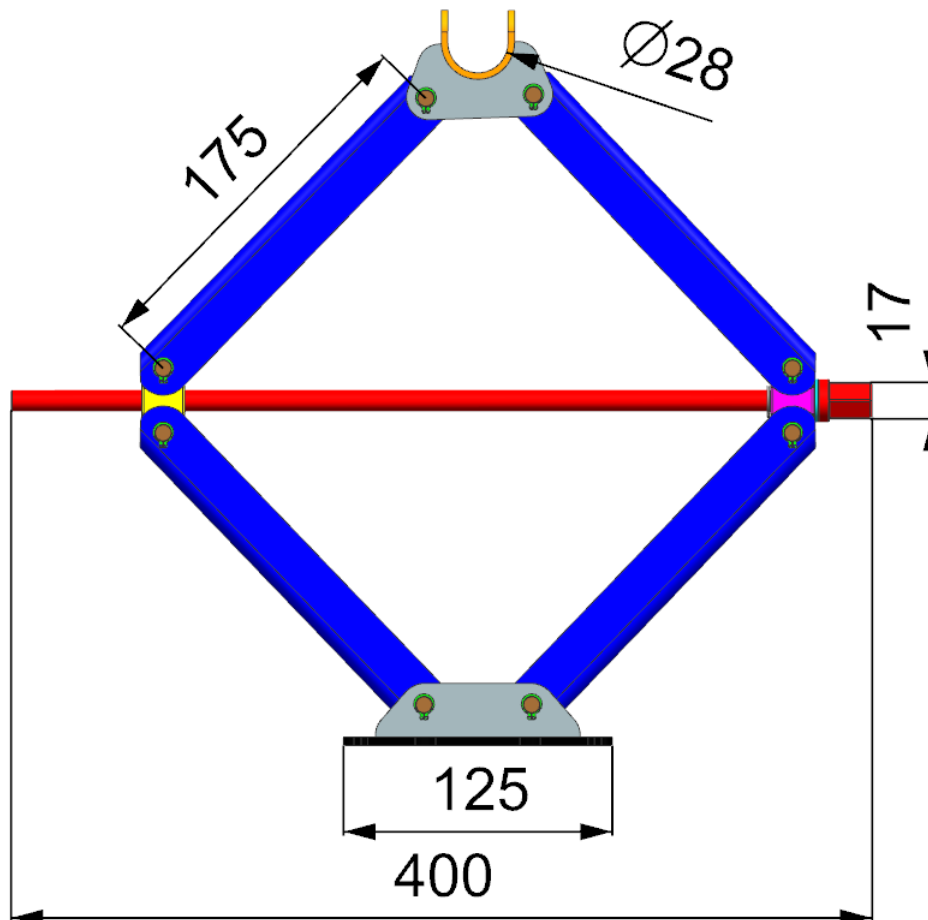
Model 6 (obr. 24) je řešen pomocí nůžkového mechanismu. Zvedák tvoří čtyři ramena, která tvoří rovnoběžník. Jedním vrcholem je rovnoběžník opřen o zem a na protilehlém vrcholu je zvedané břemeno. Druhé dva vrcholy jsou spojeny pohybovým šroubem s lichoběžníkovým rovnoramenným závitem  $Tr\ 10 \times 1,5$ . V jednom z vrcholů se šroub volně otáčí a v druhém vrcholu je šroub v pohybové matici. Otáčením šroubu dochází k prodlužování nebo ke zkracování úhlopříčky mezi těmito vrcholy. Při zkracování této úhlopříčky se druhá úhlopříčka prodlužuje, čímž dochází ke zdvihu. Prodlužováním úhlopříčky naopak dochází k opětovnému vrácení zdvihaného předmětu na zem.

Ramena rovnoběžníku jsou z otevřeného rovnoramenného profilu tvaru  $U$  o rozměrech  $40 \times 25 \times 3$  mm. Aby byla zajištěna stabilita, je každé rameno v každém vrcholu uloženo na zvláštním čepu. Všechny čepy mají průměr 8 mm a jsou zajištěny pojistným kroužkem pro hřídele. U spodního a u horního vrcholu jsou čepy vzdálené 50 mm a u vrcholů, kterými prochází pohybový šroub, je vzdálenost čepů 30 mm. Na zemi zvedák stojí na plechové desce o rozměrech  $150 \times 150$  mm. Tloušťka desky je 4 mm. Na desce jsou přivařeny dva plechy s dírami pro čepy pro uchycení ramen. Plechy mají tloušťku 3 mm. Opěrka pod opěrnou trubku vozu o 160 mm délce je vyrobena z plechu o tloušťce 3 mm. Na opěrce jsou přivařeny dva plechy s dírami pro čepy pro uchycení ramen. Plechy mají tloušťku 3 mm. Pohybový šroub je na jedné straně uložen v pouzdru a na druhé straně v pohybové matici. Pouzdro má jednu díru pro pohybový šroub a další dvě díry pro čepy pro uchycení ramen. Matice je stejná jako pouzdro, pouze díra pro pohybový šroub má v sobě navíc ještě závit. Pohybový šroub je dlouhý 400 mm. Závit není po celé délce, protože na jednom konci je šestihran o velikosti 17 mm a osazení. Osazení zajišťuje pohybový šroub v pouzdru. Mezi pouzdrům a osazením je ještě bronzová podložka pro snížení tření. Z druhé strany pouzdra je šroub zajištěn pojistným kroužkem pro hřídele.



Obrázek 24: Návrh 6 quick jacku

Zdvih je zajištěn otáčením pohybového šroubu. Točivý moment může být šroubu dodáván obsluhou pomocí klíče velikosti 17 mm. Pro rychlejší a snazší zdvih je vhodnější použít např. pneumatický utahovák.

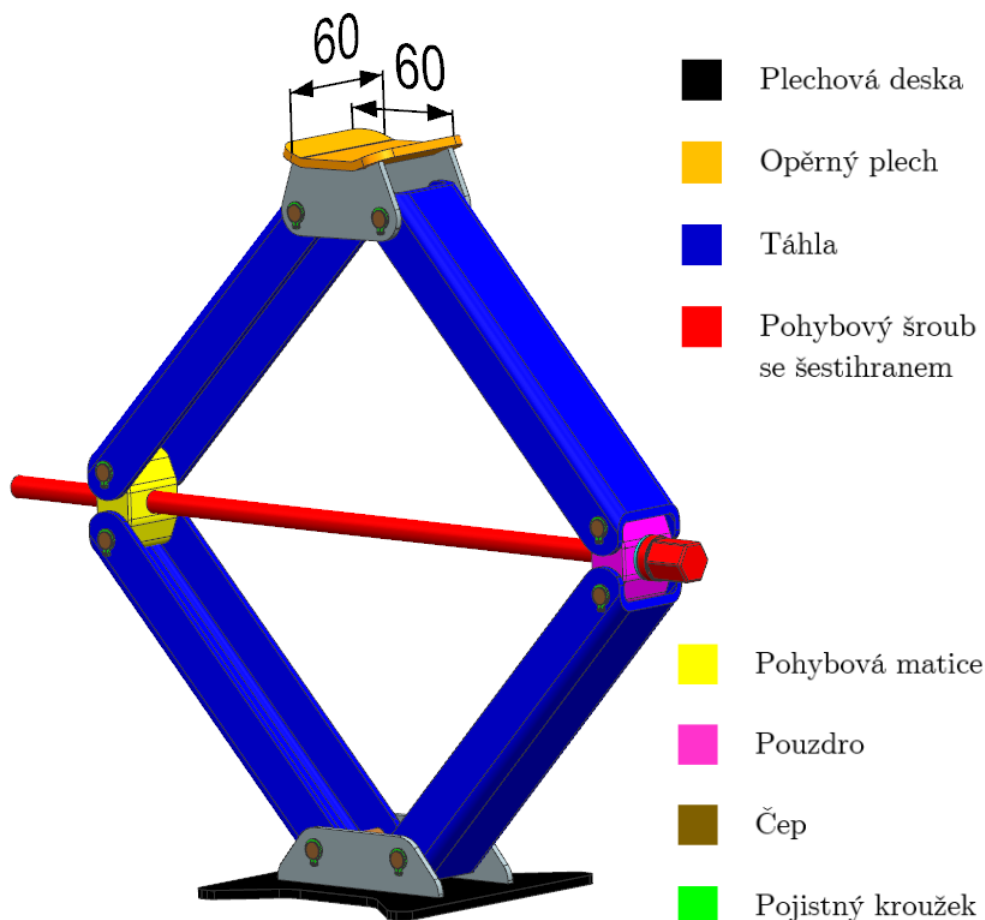


Obrázek 25: Návrh 6 quick jacku se základními rozměry

U tohoto modelu je možné opěrku pod opěrnou trubku s přivařenými plechy nahradit opěrným plechem o tloušťce 4 mm s dvěma přivařenými plechy. Plechy mají díry pro čepy pro uchycení ramen. Plechy mají tloušťku 3 mm. Vzdálenost děr pro čepy je stejně jako u plechů u opěrky pod opěrnou trubku 50 mm. Pro výměnu svařenců stačí uvolnit pojistné kroužky u čepů, čepy vyjmout, provést výměnu svařenců, čepy vrátit zpět a opět je zajistit pojistnými kroužky.

Model s opěrným plechem (obr. 26) lze používat jako univerzální nůžkový zvedák.



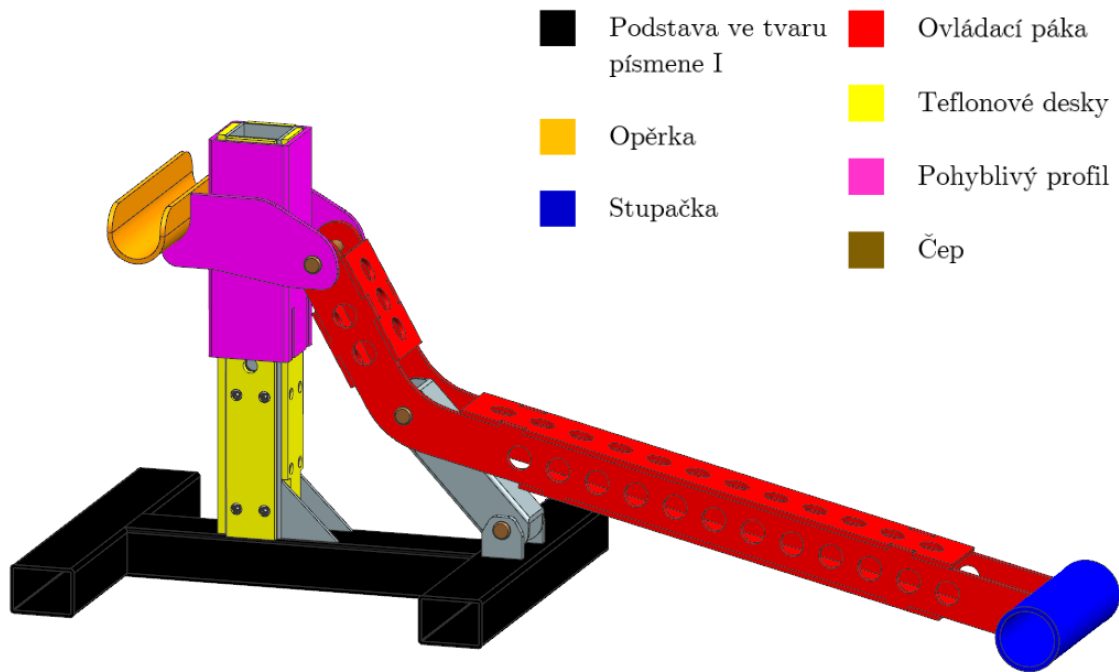


Obrázek 26: Návrh 6 quick jacku jako univerzální zvedák

### Návrh 7 quick jacku

Návrh 7 (obr. 27) je vytvořen tak, že ke zdvihu formule dojde po sešlápnutí páky se stupačkou. Je-li formule na zemi, stupačka je 453 mm nad zemí. Když je formule ve zdvižené poloze, stupačka je téměř opřena o zem.

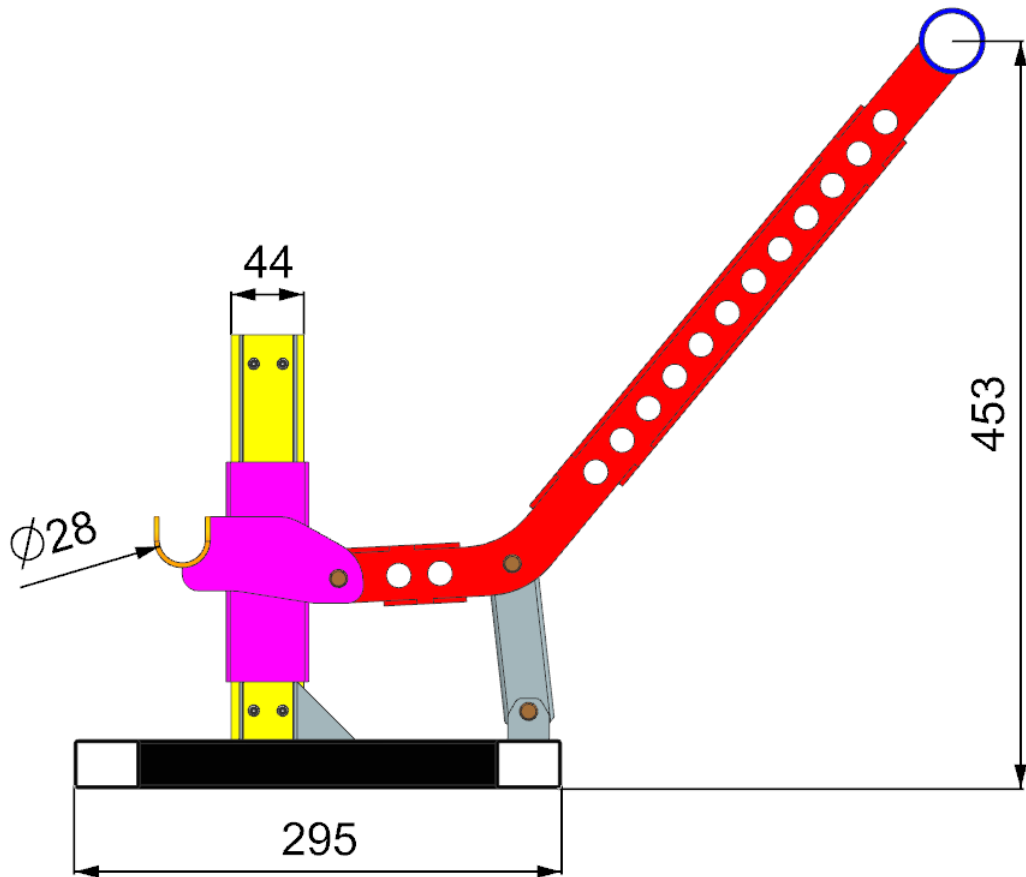
Tento zvedací mechanismus je vytvořen z dutých profilů čtvercového a obdélníkového průřezu. Podstavu tohoto mechanismu tvoří tři duté profily obdélníkového průřezu o rozměrech 40x30x2 mm. Profily jsou svařeny k sobě do tvaru písmene *I*. Dva rovnoběžné profily jsou dlouhé 250 mm a profil mezi nimi je dlouhý 215 mm. Na tomto profilu je přivařen dutý profil čtvercového průřezu o rozměrech 35x2 mm a o délce 245 mm. Mezi těmito dvěma profily jsou ještě přivařeny dvě plechové vzpěry trojúhelníkového tvaru o tloušťce 3 mm. Na svislém profilu jsou přinýtované teflonové desky. Na profil s teflonovými deskami je nasunut čtvercový profil o rozměrech 50x3 mm a o délce 133 mm. Tento vnější profil se pohybuje při zvedání vozu nahoru a dolů. Teflonové desky zajistí, aby při tomto pohybu vznikalo co nejmenší tření. Na vnějším profilu jsou přivařeny dva plechy o tloušťce 4 mm. Na jedné straně plechů je přivařena opěrka pod opěrnou trubku vozu. Opěrka je vyrobena z plechu o tloušťce 3 mm. Na druhé straně plechů jsou vyvrtané díry, ve kterých je vsazen čep, na kterém je nasazena ovládací páka se stupačkou. Ovládací páka je svařena z plechových výpalků. Postranní



Obrázek 27: Návrh 7 quick jacku

výpalky, na kterých je přivařena stupačka, jsou z plechu o tloušťce 4 mm a ostatní výpalky jsou z plechu o tloušťce 3 mm. Výpalky mají v sobě kulaté díry pro snížení hmotnosti. Stupačka je vyrobena z trubky o průměru 32x2 mm. Její délka je 120 mm. Ovládací páka je pomocí druhého čepu spojena s dutým profilem čtvercového průřezu o rozměrech 30x3 mm. Na obou koncích jsou vyvrtány díry, do kterých jsou vsazeny a přivařeny trubky o průměru 12x2 mm a délce 35 mm. Na jednom z rovnoběžných profilů podstavy jsou přivařeny plechové úchyty čepu o tloušťce 4 mm. Čepem je k nim připojen dutý čtvercový profil. Všechny použité čepy mají průměr 8 mm a jsou zajištěny pojistnými kroužky pro hřídele.

Ve zdvižené poloze tento zvedací mechanismus drží, protože prostřední z čepů je ve zdvižené poloze pod spojnicí krajních čepů. Je také možné zdviženou polohu zajistit pomocí čepu, který je možné zasunout do díry pod vnějším profilem.



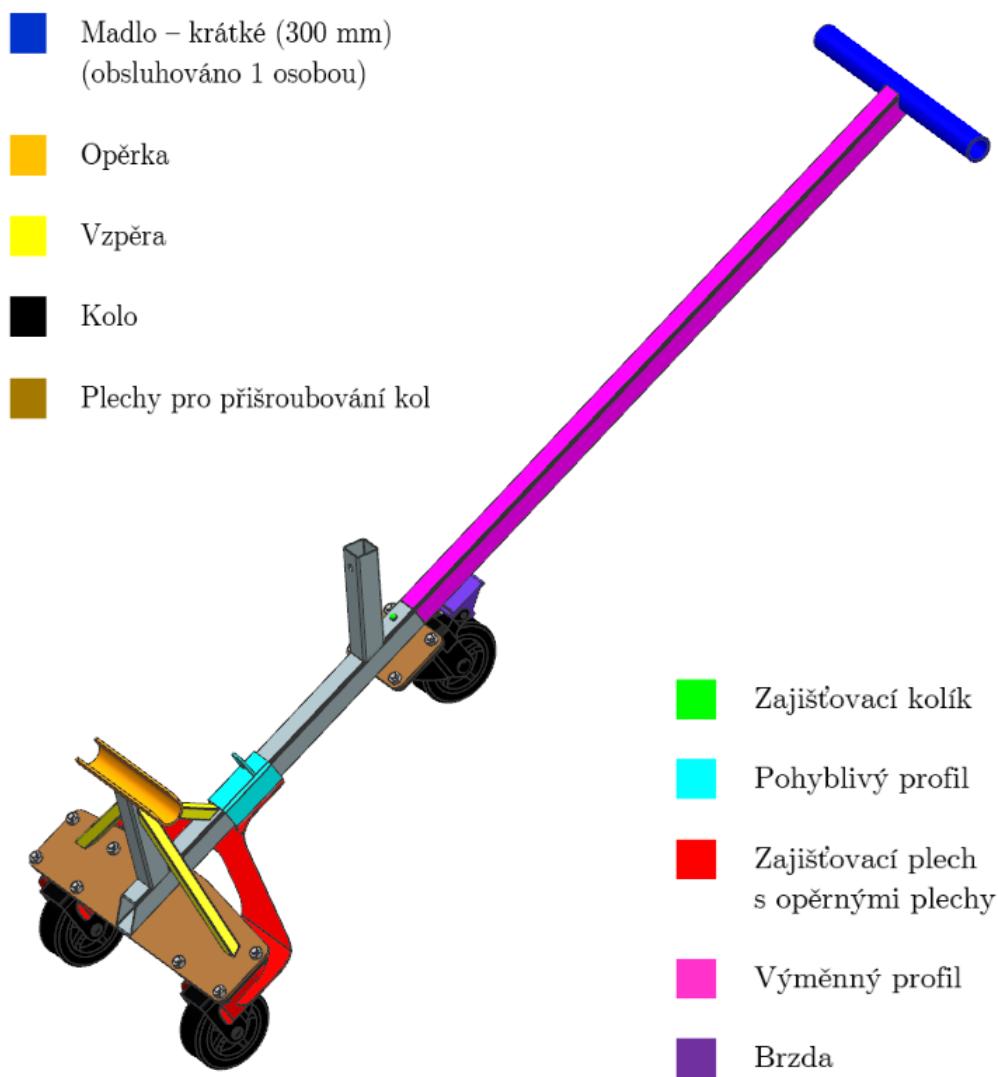
Obrázek 28: Návrh 7 quick jacku ve zdvižené poloze se základními rozměry

### Návrh 8 quick jacku

Model 8 (obr. 29) quick jacku je navržen tak, aby po zvednutí formule bylo možné s formulí na quick jacku manipulovat všemi směry. Na daném místě je také možné formuli na quick jacku zabrzdít.

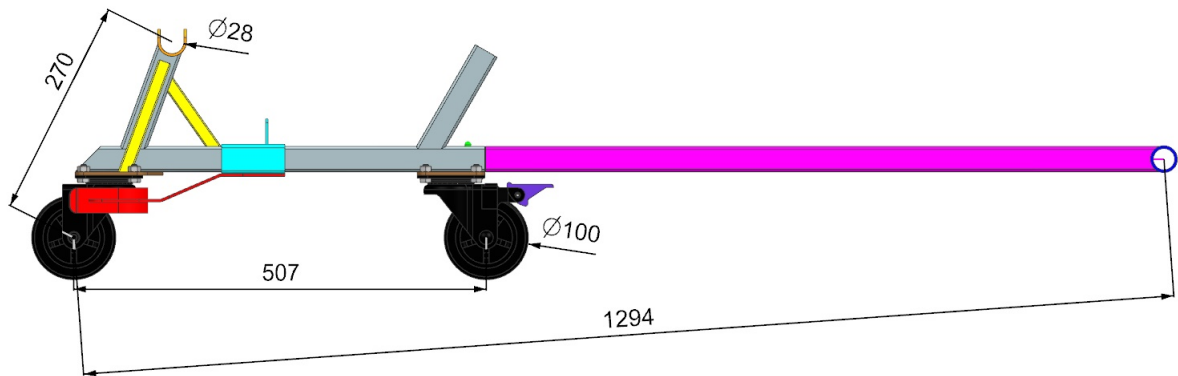
Hlavní část quick jacku tvoří dutý svařovaný profil čtvercového průřezu o rozměrech 30x2 mm. Tento profil je dělený. Na jedné jeho části je na jednom konci přivařené madlo o délce 300 mm. Druhý konec profilu slouží pro jeho spojení s druhou částí děleného profilu. Spojení je řešeno pomocí dvou profilů vsazených do sebe. Vnitřní profil musí mít takový rozměr, aby jej bylo možné zasunout do vnějšího profilu, ale zároveň nesmí mít ve vnějším profilu vůli. Proto byl použit profil čtvercového průřezu o rozměrech 25x3 mm. V profilu, na kterém je přivařené madlo, je vsazen a přivařen tento profil. Jeho konec přechází z vnějšího profilu o 150 mm. Tento konec se zasouvá do druhé části hlavního profilu quick jacku.

Spojení je zajištěno pomocí kolíku. Kolík je vsazen ve vnitřním profilu. Pod kolíkem je pružina, která umožňuje zamáčknutí kolíku pro nasazení nebo odejmutí profilu s madlem. Pro zajištění spojení je ve vnějším profilu, do kterého je vnitřní profil s kolíkem vsazován, vyvrtána díra, do které kolík zapadne. Pokud je potřeba profil odejmout, stačí kolík zamáčknout, profil se tak odjistí a je možné ho vytáhnout.



Obrázek 29: Návrh 8 quick jacku

Na druhé části hlavního profilu jsou přivařeny ještě dva profily stejných rozměrů. Na jednom z těchto profilů je přivařena opěrka pod opěrnou trubku vozu. Ta je vyrobena z plechu o tloušťce 3 mm a její délka je 160 mm. Druhý z profilů je určen pro připojení hlavního profilu s madlem. Na opačné straně hlavního profilu jsou přivařeny dva plechy o tloušťce 5 mm, na kterých jsou přišroubovaná kola. Na větším z plechů jsou přišroubovaná dvě otočná transportní kola o průměru 100 mm. Protože se jedná o otočná kola, je potřeba je při zvedání formule zajistit v jedné poloze. K tomu slouží zajišťovací plech. Na hlavním profilu quick jacku je nasunut dutý profil čtvercového průřezu o rozměrech 35x2 mm a o délce 100 mm, který je možno po hlavním profilu quick jacku posouvat, a tím zajišťovat a odjišťovat kola. Na tomto profilu je přivařen zajišťovací plech o tloušťce 3 mm. V místech, kde se kola o opěrný plech opírají, jsou ještě v na tomto plechu přivařeny opěrné plechy, které mají také tloušťku 3 mm. Pro lepší uchopení posouvaného profilu je na něm přivařen plech 3 mm. Na druhém menším plechu pro přišroubování kola je přišroubováno otočné transportní kolo s brzdou o



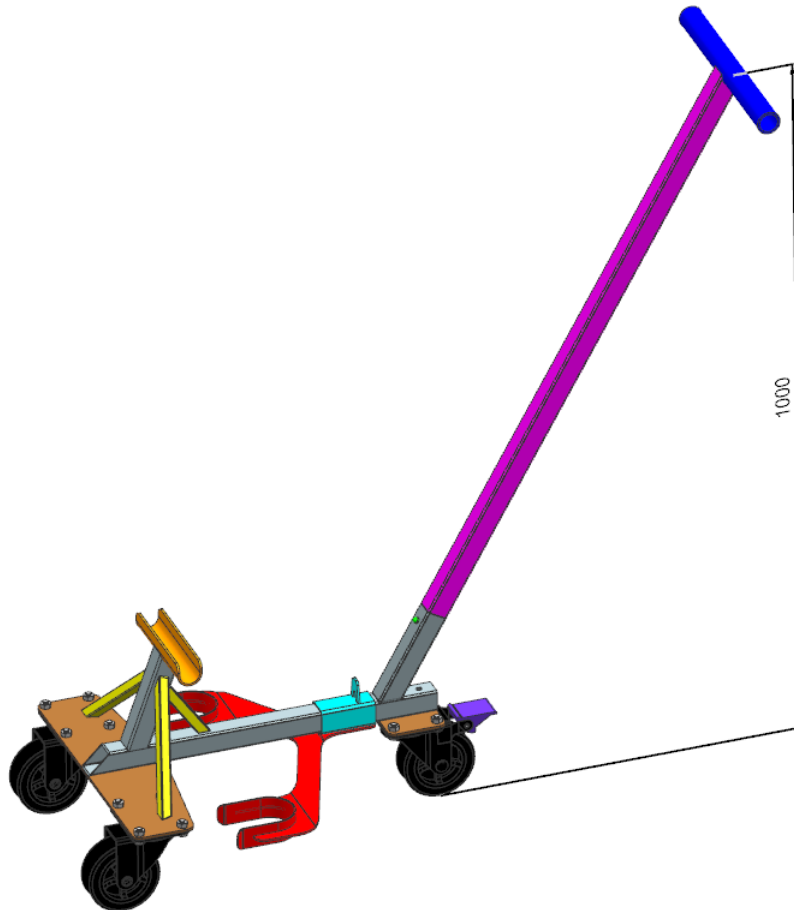
Obrázek 30: Návrh 8 quick jacku manipulačního se základními rozměry

průměru 100 mm. Všechna tři kola jsou přišroubována pomocí šroubů  $M8 \times 16$ . Quick jack je ještě vyztužen pomocí tří vzpěr. Vzpěry jsou vyrobeny z dutého profilu čtvercového průřezu o rozměrech  $15 \times 2$  mm. Dvě vzpěry jsou mezi větším plechem pro přišroubování kol a profilem, na kterém je přivařena opěrka pod opěrnou trubku. Třetí vzpěra je mezi hlavním profilem quick jacku a profilem, na kterém je přivařena opěrka pod opěrnou trubku.

Pro manipulaci s formulí po jejím zdvižení je potřeba odjistit kola. Pro odjištění kol stačí posunout zajišťovací plech po hlavním profilu quick jacku. Aby při manipulaci s formulí nebylo madlo u země a bylo možné lépe s vozem manipulovat, je ještě potřeba zamáčknout zajišťovací kolík na hlavním profilu quick jacku, tím odjistit jeho část s madlem a zasunout ji do druhého profilu určeného pro jeho umístění. S takto přestaveným quick jackem (obr. 31) je nyní možné s formulí snadno manipulovat. Pomocí brzdy na transportním kolečku je možné formuli na požadovaném místě zabrzdit.

Pro sejmutí formule z quick jacku je potřeba profil s madlem vrátit zpět do původní polohy a znovu zajistit otočná kola.

Výhodou tohoto modelu je, že je možné se zvednutou formulí manipulovat.



Obrázek 31: Návrh 8 quick jacku manipulačního v manipulační poloze

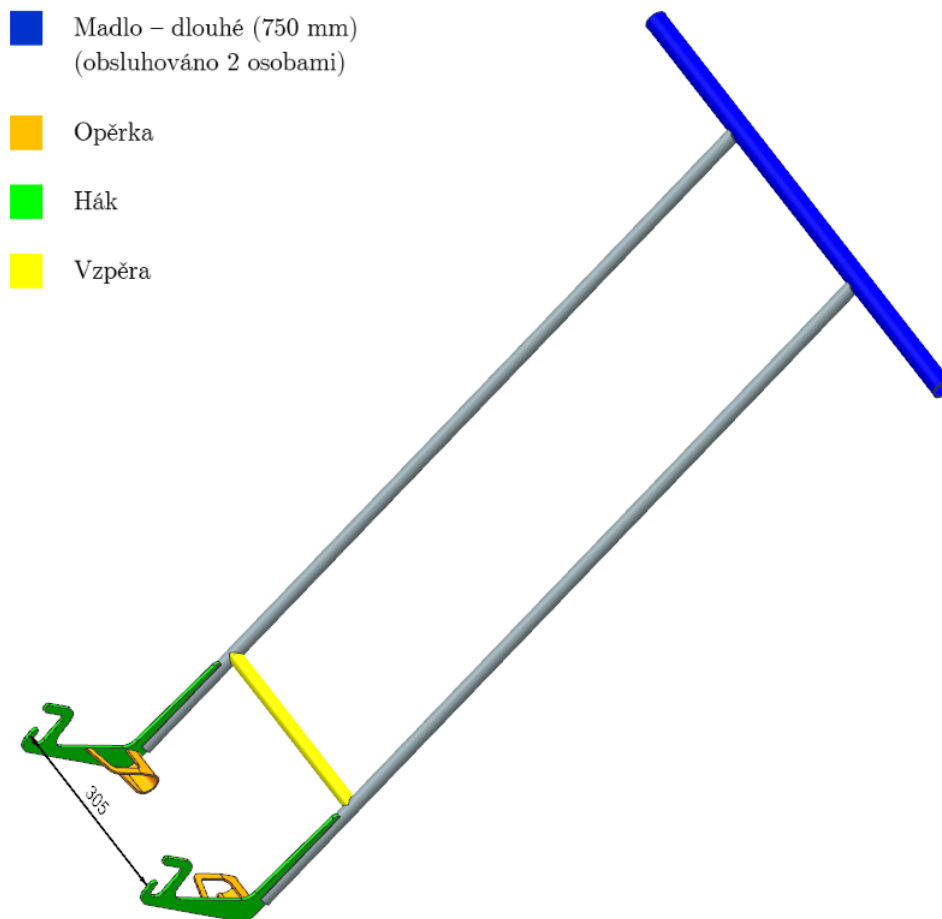
#### 4.2.2 Konstrukční návrhy tažně tlačné tyče

Všechny konstrukční návrhy tažně tlačné tyče jsou konstruovány tak, aby bylo možné pomocí této tyče formuli tlačit nebo táhnout. Zároveň jsou navrženy tak, aby jejich uchycení k vozu bylo co nejjednodušší.

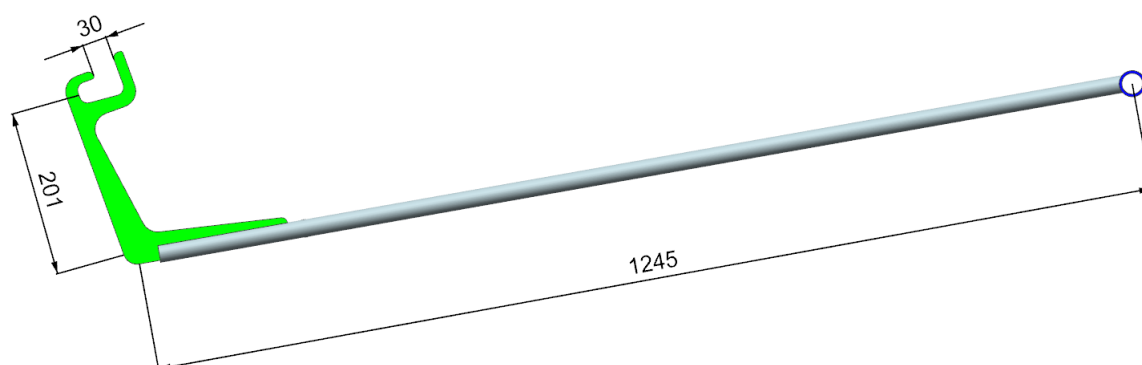
##### Návrh 1 tažně tlačné tyče

Návrh 1 (obr. 32) tažně tlačné tyče je připojován k zadní části vozu. Pro jeho připojení se využívá opěrná trubka pro quick jack v zadní části vozu a také rám vozu. Spodní část tažně tlačné tyče je vyrobena z plechových výpalků, zbytek tyče je z trubek. Dva stejné plechové výpalky jsou z plechu o tloušťce 4 mm a mají tvar písmene *L*. Na jednom konci mají hák pro uchycení k rámu vozu. Hák má tvar písmene *G*. Tento tvar je zvolen z toho důvodu, aby se při tlačení formule pomocí něj tyč opřela o rám vozu. Při tažení se tyč opře o rám vozu a zároveň celá tlačná tyč bude zajištěna proti jejímu odpojení od vozu.

Na vnitřních stranách plechových výpalků jsou ještě přivařeny opěrky, o které je tažně tlačná tyč opřena o opěrnou trubku vozu. Součástí opěrek jsou vodící pásy pro snazší nasazování tažně tlačné tyče na formuli. Při jejím nasazování se o tyto vodící pásy



Obrázek 32: Návrh 1 tažně tlačné tyče



Obrázek 33: Návrh 1 tažně tlačné tyče se základními rozměry

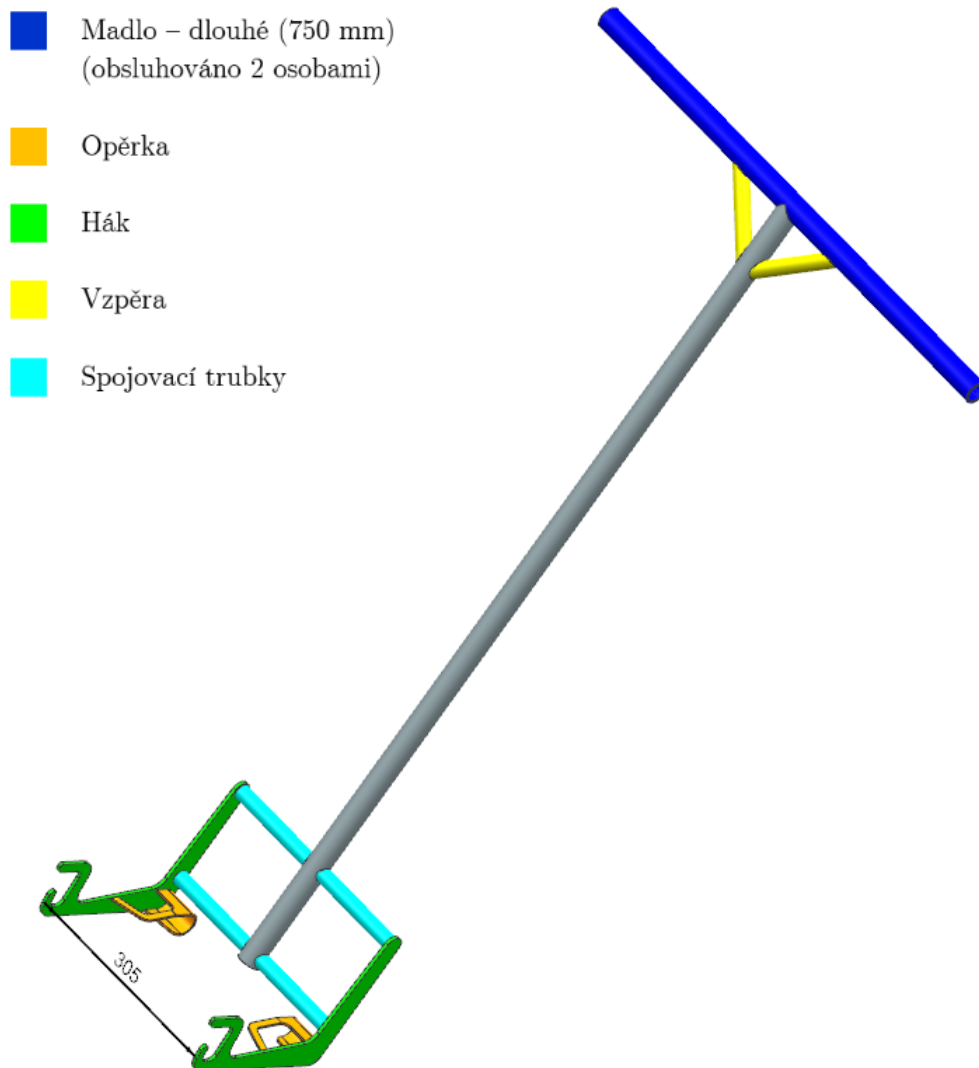
opřou o opěrnou trubku a navedou opěrnou trubku do opěrek. Opěrky jsou vyrobeny z plechu o tloušťce 3 mm.

Na druhých koncích výpalků jsou přivařeny trubky, které vedou k madlu. Tyto trubky

o průměru 25x2 mm mají vyříznutou drážku, do které jsou vsazeny konce plechových výpalků. V místě vsazení jsou konce přivařeny k trubkám. Mezi těmito trubkami je ještě navařena vzpěra z trubky stejných rozměrů. Na konce dvou trubek je přivařeno madlo o délce 750 mm. Madlo je vyrobeno z trubky o průměru 25x2 mm.

Výhodou takto navržené tažně tlačné tyče je, že drží na formuli, aniž by ji obsluha musela přidržovat.

### Návrh 2 tažně tlačné tyče

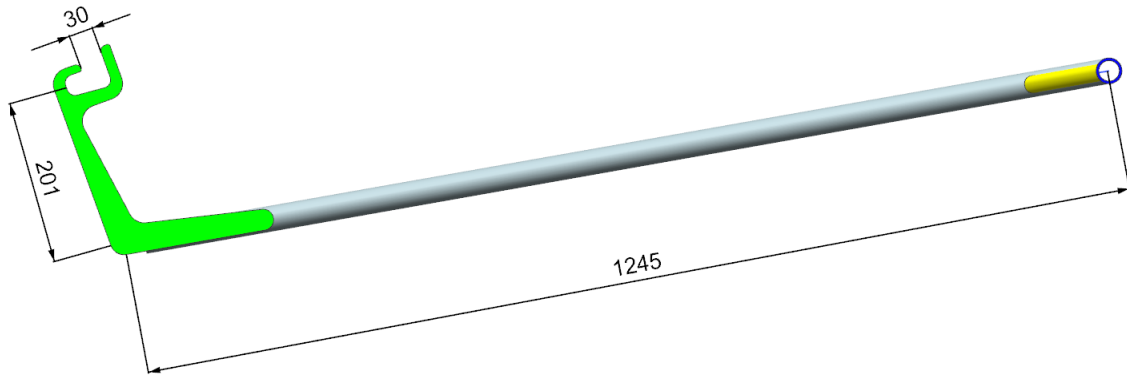


Obrázek 34: Návrh 2 tažně tlačné tyče

Návrh 2 (obr. 34) je podobný návrhu 1 tažně tlačné tyče. Plechové výpalky a opěrky k opěrné trubce jsou stejné jako u návrhu 1. Výpalky mají tvar písmene *L* a na jednom konci mají hák tvaru písmene *G*. Tento model se liší ve spojení plechových výpalků a madla.

K madlu vede pouze jedna trubka. Má stejný průměr jako trubka, ze které je vyrobeno





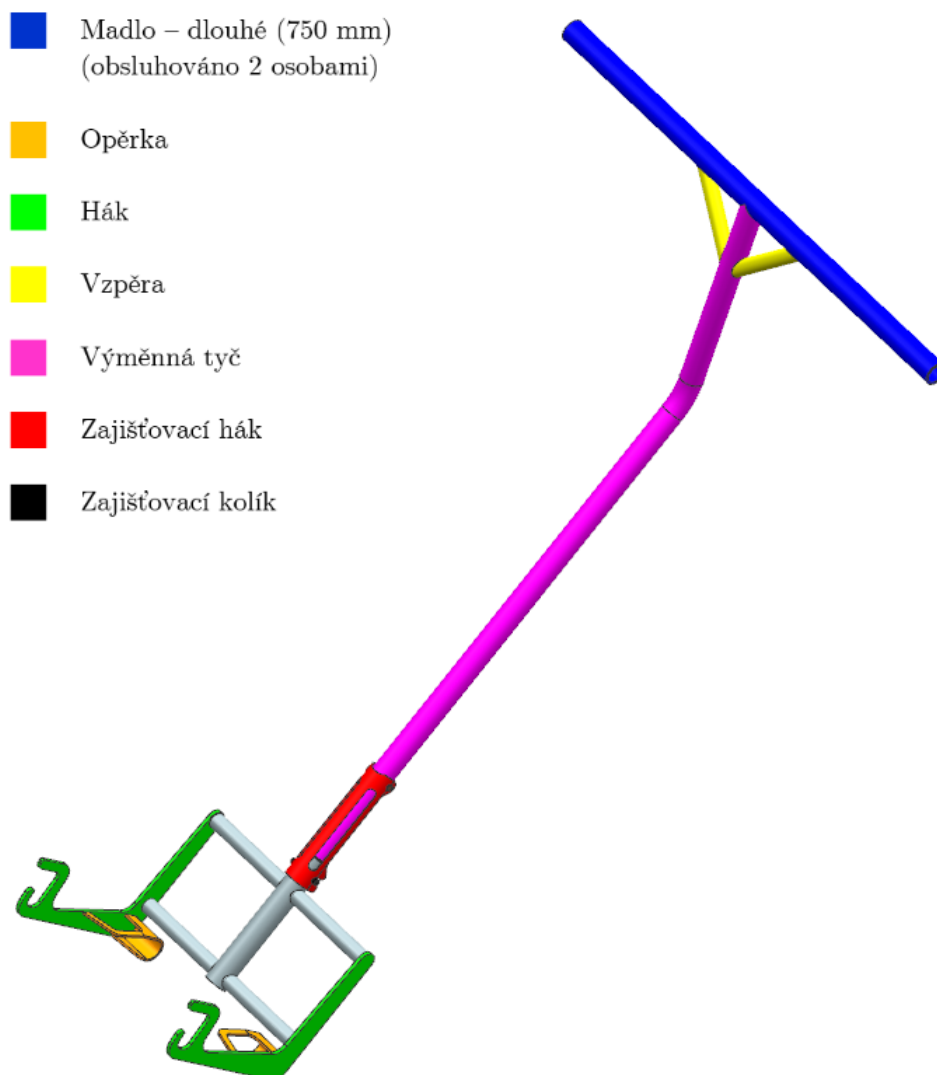
Obrázek 35: Návrh 2 tažně tlačné tyče se základními rozměry

madlo. Průměr těchto trubek je 32x2 mm. Mezi madlem a trubicí, ke které je přivařená, jsou ještě přivařeny vzpěry. Vzpěry jsou z trubky o průměru 25x2 mm. Trubka vedoucí k madlu je uprostřed mezi plechovými výpalky. K trubce jsou na každé straně přivařeny trubky o průměru 25x2 mm. Druhé konce trubek jsou přivařeny k plechovým výpalkům.

U tohoto návrhu tažně tlačné tyče je stejně jako u návrhu 4 quick jacku možné trubicí vedoucí k madlu udělat oddělovací (obr. 36). Spojení trubek je možné zajistit stejně jako u návrhu 4 quick jacku pomocí zajišťovacího háku (obr. 20) nebo pomocí zajišťovacího kolíku (obr. 21).

Pokud by byl vybrán návrh 4 quick jacku a tento návrh tažně tlačné tyče, stačilo by vyrobít pouze jednu oddělovací trubicí s madlem, která by se používala pro quick jack i tažně tlačnou tyč. U quick jacku i tažně tlačné tyče by musel být použit stejný typ zajištění. Madlo společné tyče by muselo být dlouhé 750 mm, protože u tažně tlačné tyče musí být umožněna její obsluha dvěma osobám. U quick jacku takto dlouhé madlo být nemusí, ale ničemu nevádí, když bude takto dlouhé.

Společné madlo pro quick jack i tažně tlačnou tyč je výhodné, protože se ušetří prostor při přepravě a zároveň i výrobní náklady.

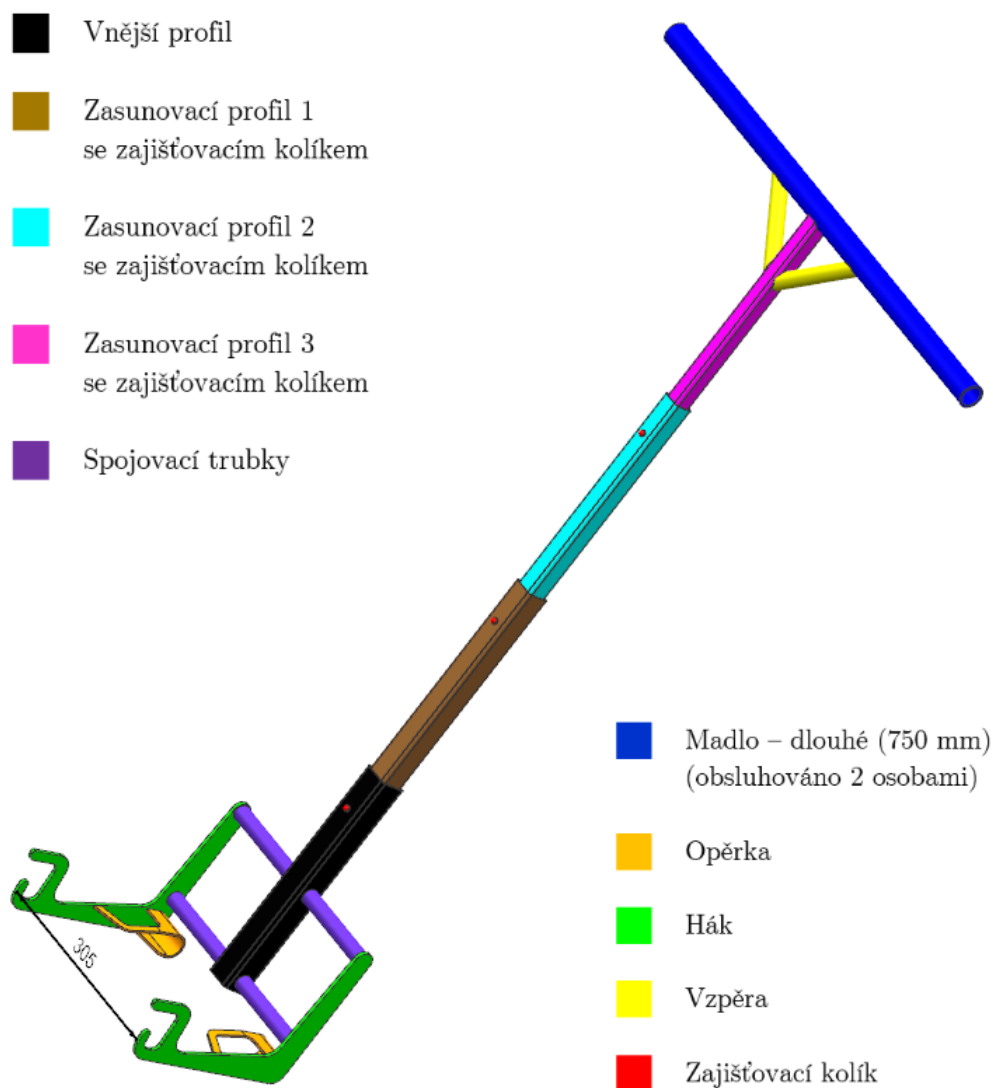


Obrázek 36: Návrh 2 tažně tlačné tyče s výměnnou tyčí

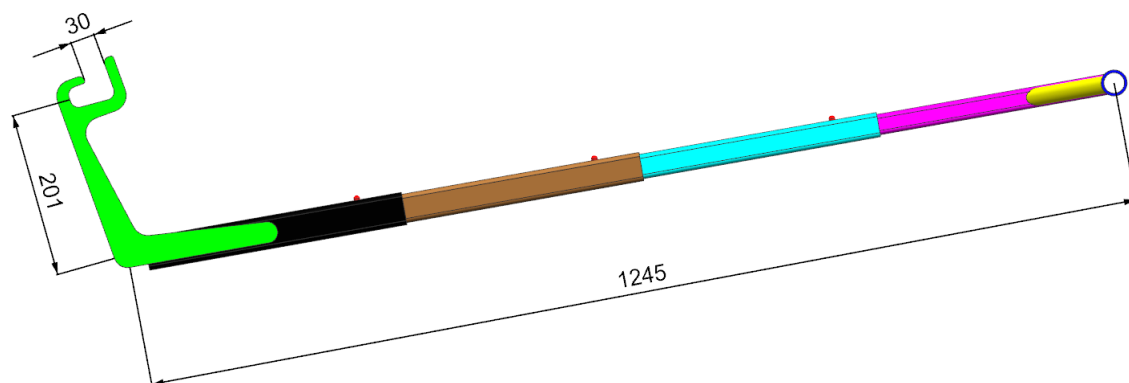
### Návrh 3 tažně tlačné tyče

Návrh 3 (obr. 37) má stejně jako návrh 1 a 2 stejnou spodní část. Stejně jsou plechové výpalky ve tvaru písmene *L*, které mají na jednom konci háček ve tvaru písmene *G*. Stejně jsou také opěrky pro opření tažně tlačné tyče o opěrnou trubku v zadní části vozu.

V tomto návrhu jsou plechové výpalky a madlo spojeny dutými profily čtvercového průřezu. Jedná se o čtyři profily různé velikosti. Velikost profilů je volena tak, aby profily bylo možné zasouvat do sebe. Největší z profilů o rozměrech 40x2 mm a délce 320 mm je uprostřed mezi plechovými výpalky. Mezi profilem a výpalky jsou na každé straně přivařeny dvě trubky o průměru 25x2 mm. Do tohoto profilu je vsazen profil o rozměrech 35x2 mm a délce 380 mm. Do něj je vsazen třetí profil o rozměrech 30x2 mm a délce 380 mm. Čtvrtý profil o rozměrech 25x2 mm a délce 380 mm je vsazen do třetího profilu. Na konci čtvrtého a nejmenšího profilu je přivařeno madlo. Madlo je vyrobeno z trubky o průměru 32x2 mm. Mezi madlem a nejmenším z profilů jsou ještě

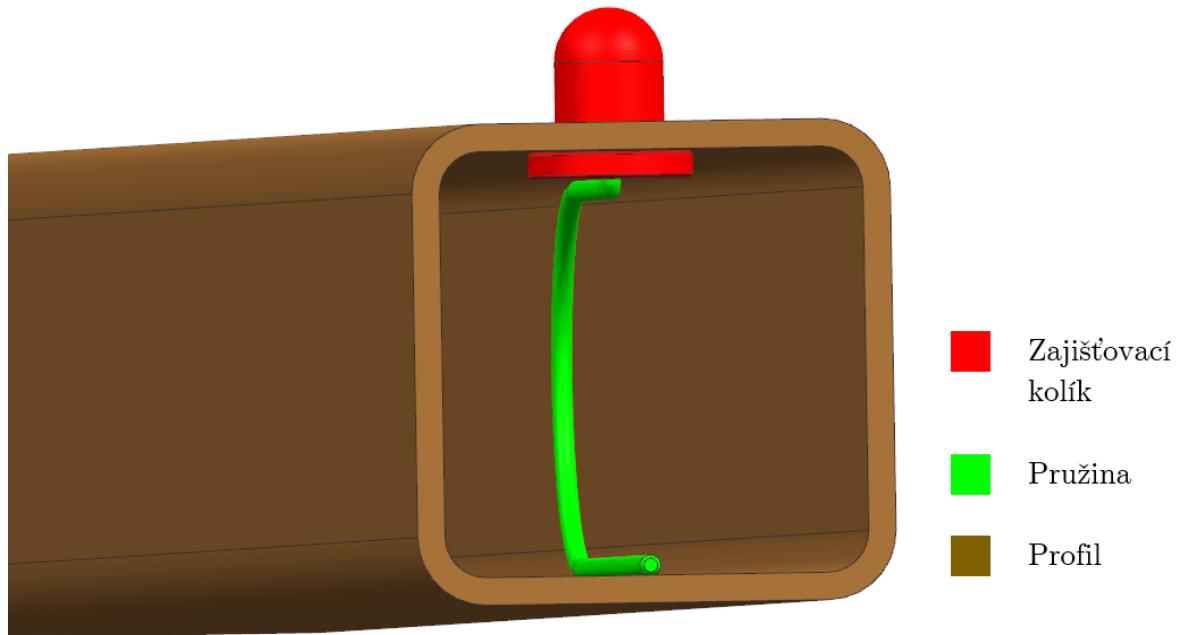


Obrázek 37: Návrh 3 tažně tlačné tyče teleskopické



Obrázek 38: Návrh 3 tažně tlačné tyče teleskopické se základními rozměry

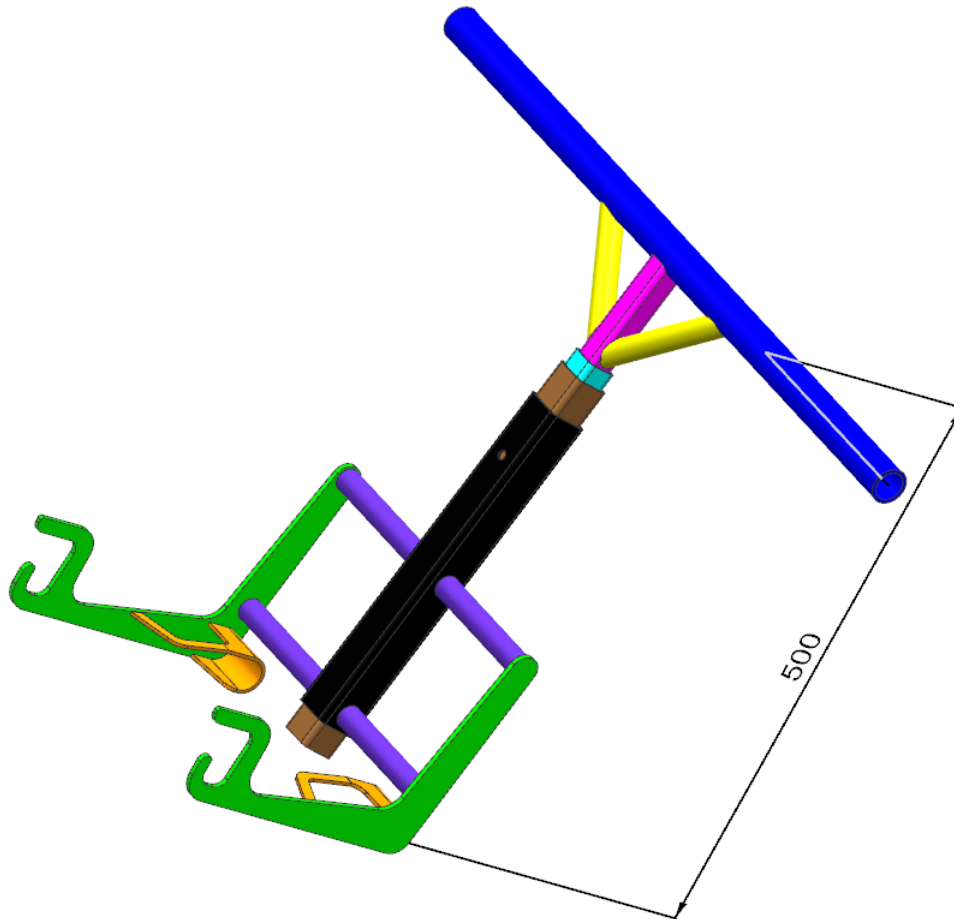
přivařeny vzpěry. Vzpěry jsou vyrobeny z trubek o průměru 25x2 mm.



Obrázek 39: Návrh 3 tažně tlačné tyče teleskopické - zajišťovací kolík

Protože profily jdou do sebe volně zasouvat, je potřeba, aby bylo možné profily zajistit v požadované poloze proti vzájemnému posunutí. K tomu slouží zajišťovací kolíky vsazené vždy v menším ze dvou profilů. Pod zajišťovacími kolíky je pružina, která umožňuje zamáčknutí kolíku, aby se profily mohly zasunout do sebe (obr. 39). Pro zajištění spojení je ve větším z profilů vyvrtána díra, do které kolík zapadne. Pokud je potřeba profily do sebe zasunout, stačí jednotlivé kolíky zamáčknout, profily se tak odjistí a je možné je do sebe zasunout (obr. 40).

Tím, že byly použity profily takových rozměrů, aby šli zasouvat do sebe a zároveň mezi nimi nebyla moc velká vůle, byla vytvořena teleskopická tažně tlačná tyč. Výhodou tohoto řešení je úspora prostoru, který tažně tlačná zabere, pokud není používána.

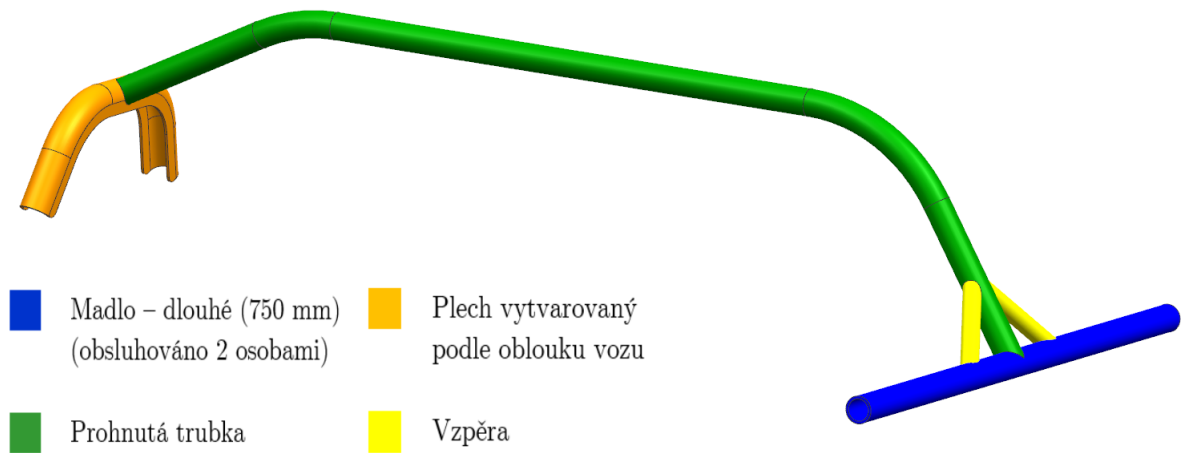


Obrázek 40: Návrh 3 tažně tlačné tyče teleskopické zasunuté

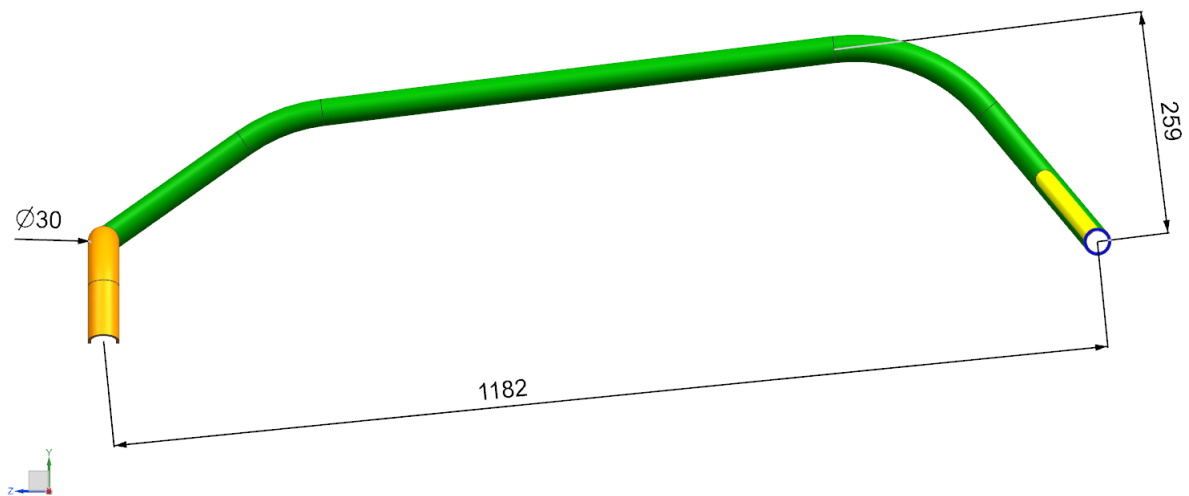
#### Návrh 4 tažně tlačné tyče

Návrh 4 (obr. 41) tažně tlačné tyče je vytvořen tak, že tažně tlačná tyč je vedena nad křídlem vozu a je připojena k oblouku vozu.

K oblouku je tažně tlačná tyč připojena pomocí ohýbaného plechu o tloušťce 3 mm. Rovný plech je nejprve ohnutý do tvaru písmene *U*. Tvar písmene *U* je volen proto, aby tento ohýbaný plech dobře dosedl na oblouk vozu, který je vyroben z trubky o vnějším průměru 25 mm. Následně je ještě plech tvaru *U* ohnutý podle tvaru oblouku vozu. Na tomto ohýbaném plechu je přivařena trubka o průměru 32x3 mm. Tato trubka je ve dvou místech prohnutá. Trubku bylo potřeba prohnout, protože trubka vede nad křídlem vozu a je důležité, aby mezi trubkou a křídlem bylo dostatek prostoru a trubka se v žádném případě nemohla o křídlo vozu opřít. Pokud by se trubka o křídlo opřela, mohlo by dojít k poškození křídla. Na druhém konci trubky, než na kterém je přivařen opěrný plech, je přivařeno madlo. Madlo je vyrobeno ze stejné trubky jako prohnutá trubka. Madlo je dlouhé 750 mm. Mezi madlem a prohnutou trubkou jsou ještě přivařeny vzpěry. Vzpěry jsou vyrobeny z trubky o průměru 25x2 mm.



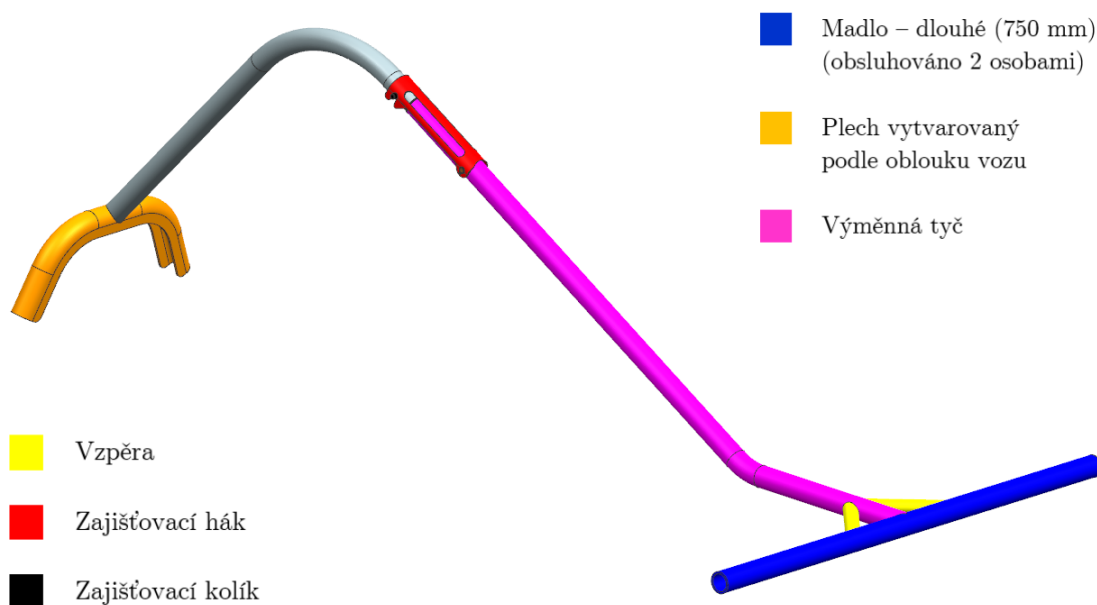
Obrázek 41: Návrh 4 tažně tlačné tyče



Obrázek 42: Návrh 4 tažně tlačné tyče se základními rozměry

U tohoto návrhu tažně tlačné tyče je možné stejně jako u návrhu 2 tažně tlačné tyče a návrhu 4 quick jacku udělat část ohnuté trubky s madlem oddělovací (obr. 43). Spojení trubek je možné zajistit stejně jako u návrhu 4 quick jacku pomocí zajišťovacího háku (obr. 20) nebo pomocí zajišťovacího kolíku (obr. 21).

Pokud by byl vybrán návrh 4 quick jacku a návrh 4 tažně tlačné tyče, stačilo by, stejně jako v případě, že by byl vybrán návrh 2 tažně tlačné tyče, vyrobit pouze jednu oddělovací trubku s madlem, která by se používala pro quick jack i tažně tlačnou tyč. U



Obrázek 43: Návrh 4 tažně tlačné tyče s výměnnou tyčí

quick jacku i tažně tlačné tyče by musel být použit stejný typ zajištění. Madlo společné tyče by muselo být dlouhé 750 mm.

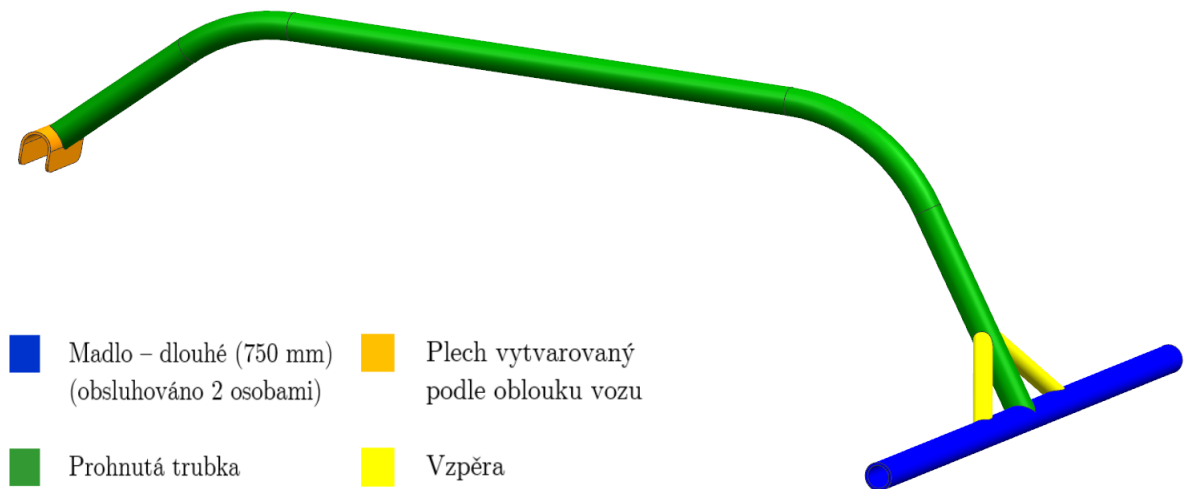
Výhodou tohoto řešení je, že tažně tlačná tyč drží v poloze nad křídlem samovolně, bez toho, aby ji obsluha držela. Nevýhodou tohoto řešení je, že pokud se tato tažně tlačná tyč uchycuje k oblouku vozu, je potřeba ji přendat přes křídlo vozu. Při tom je potřeba velké opatrnosti, aby nedošlo k nárazu tyče do křídla, které by tím mohlo být poškozeno.

### Návrh 5 tažně tlačné tyče

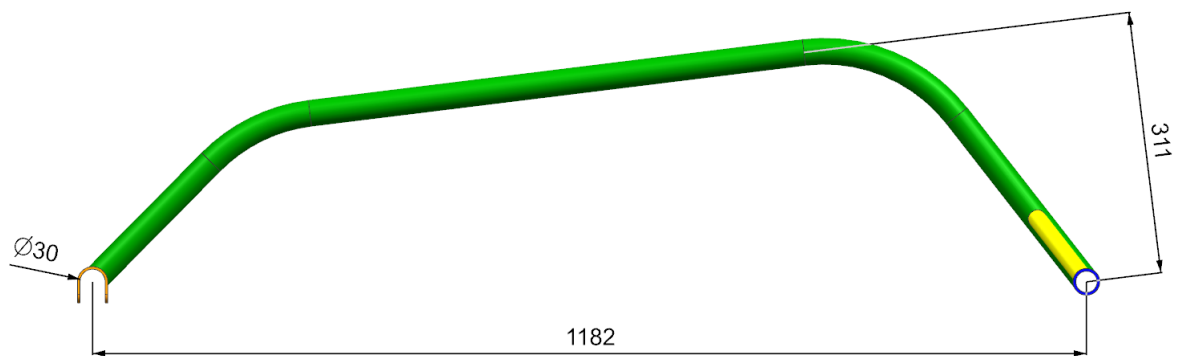
Návrh 5 (obr. 44) tažně tlačné tyče je vytvořen podobně jako návrh 4 tažně tlačné tyče. Tažně tlačná tyč je vedena nad křídlem vozu a je připojena k oblouku vozu.

K oblouku vozu je tažně tlačná tyč připojena pomocí plechu ohnutého do tvaru písmene *U*. Tento ohnutý plech o tloušťce 3 mm je dlouhý 100 mm. Tento tvar je ohnutý tak, aby do plechu zapadla trubka oblouku, která má vnější průměr 25 mm. Na tomto plechu je přivařena dvakrát prohnutá trubka o průměru 32x2 mm. Trubka je prohnutá kvůli křídlu formule, nad kterým tato trubka vede k madlu. Na konci této trubky je přivařeno madlo. Madlo je vyrobeno z trubky o stejném průměru, jaký má prohnutá trubka. Mezi prohnutou trubkou a madlem jsou přivařeny dvě vzpěry. Na vzpěry byla použita trubka o průměru 25x2 mm.

Výhodou této tažně tlačné tyče jsou její malé rozměry a zároveň je jednoduchá na výrobu. Nevýhodou této tyče je, že pro její připojení k vozu je potřeba ji přendat přes křídlo, o které by snadno mohla zachytit a křídlo tak poničit. Další nevýhodou je, že pokud je tato tyč připojena k vozu, její obsluha ji musí stále držet. Pokud by ji obsluha nedržela, došlo by k jejímu opření o křídlo vozu, což je nežádoucí.



Obrázek 44: Návrh 5 tažně tlačné tyče



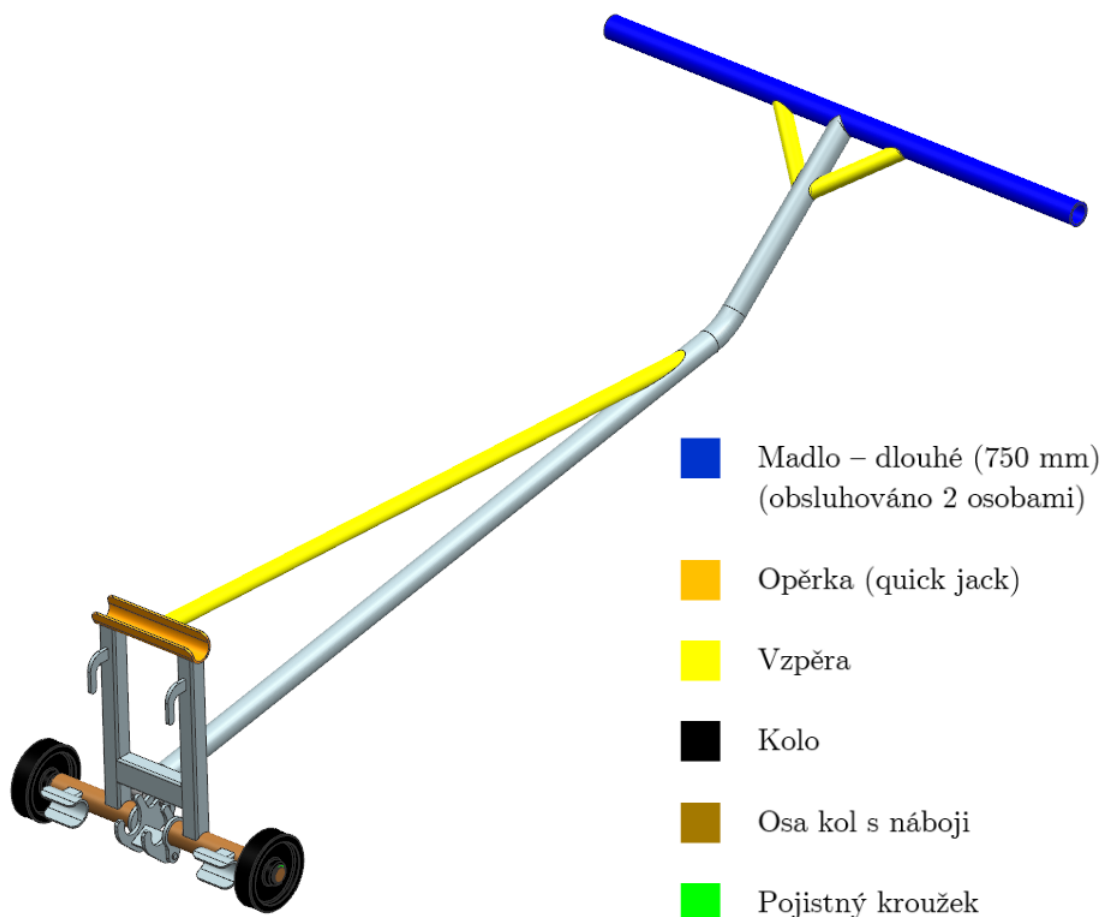
Obrázek 45: Návrh 5 tažně tlačné tyče se základními rozměry

#### 4.2.3 Konstrukční návrhy quick jacku společného s tažně tlačnou tyčí

##### Návrh 1 quick jacku společného s tažně tlačnou tyčí

Návrh 1 společného quick jacku s tažně tlačnou tyčí je možné použít jako quick jack (obr. 46) nebo jako tažně tlačnou tyč (obr. 47). Návrh je vytvořen z trubek a dutých svařovaných profilů čtvercového a obdélníkového průřezu. Madlo je vyrobeno z trubky o průměru 32x2 mm a jeho délka je 750 mm. Madlo je přivařené k trubce vedoucí k dutému svařovanému profilu obdélníkového průřezu. Trubka je k profilu také přivařena. Mezi touto trubkou a madlem jsou ještě přivařeny vzpěry. Vzpěry jsou vyrobeny z trubky o průměru 22x2 mm. Rozměr této trubky je stejný jako rozměr trubky madla. Dutý svařovaný profil obdélníkového průřezu má rozměry 25x35x2 mm. Tento profil

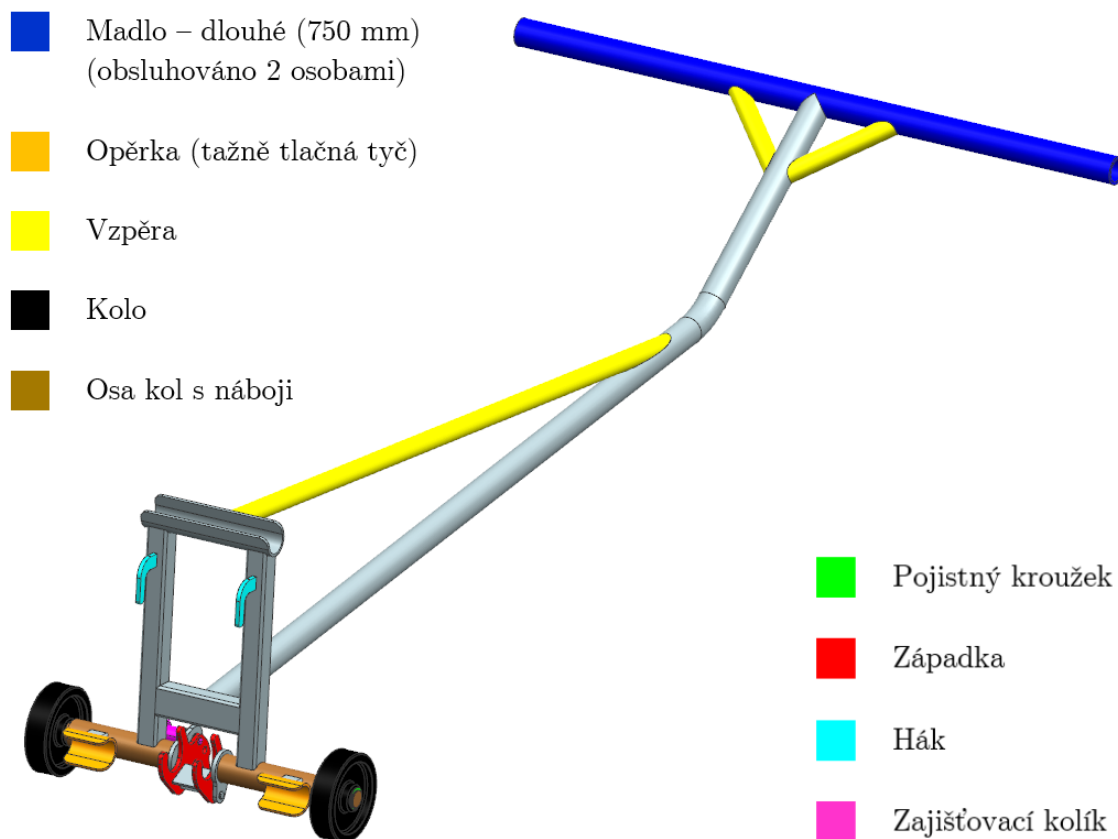




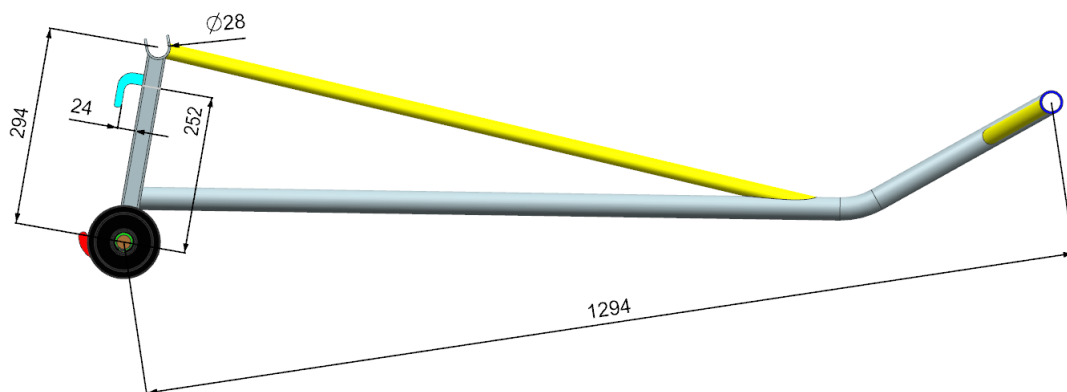
Obrázek 46: Návrh 1 quick jacku společného s tlačnou tyčí - quick jack

je přivařen mezi dutými svařovanými profily čtvercového průřezu o rozměrech 25x2 mm. Na jednom konci těchto profilů je přivařena opěrka pod opěrnou trubku formule. Opěrka je vyrobena z plechu o tloušťce 3 mm a její délka je 160 mm. Mezi opěrku a trubku vedoucí k madlu je přivařena vzpěra. Vzpěra je vyrobena z trubky o průměru 22x2 mm. Na profilech čtvercového průřezu jsou ještě přivařeny háky vyrobené z plechu o tloušťce 5 mm. Háky slouží k přichycení k rámu vozu, pokud je zařízení používáno jako tažně tlačná tyč. Na druhém konci čtvercových profilů jsou přivařeny poloosy, které jsou vyrobeny z trubky o průměru 32x2 mm. V poloosách jsou vsazeny a přivařeny náboje, na kterých jsou nasazena kola. Kola mají průměr 100 mm. Na nábojích jsou zajištěna pomocí pojistných kroužků pro hřídele. Na poloosách jsou ještě přivařeny opěrky, které se opírají o opěrnou trubku vozu, pokud je zařízení používáno jako tažně tlačná tyč. Opěrky však nejsou přivařeny přímo na poloosách, ale ještě je mezi poloosy a opěrky vsazen dutý svařovaný profil čtvercového průřezu o rozměrech 25x2 mm, aby bylo možné opěrku lépe přivařit. Opěrky jsou vyrobeny z plechu o tloušťce 3 mm a jejich délka je 55 mm.

Mezi poloosami je západkový mechanismus. Na koncích poloos jsou přivařeny plechy o tloušťce 4 mm, které v sobě mají díru pro čep o průměru 6 mm, na kterém se otáčí zá-

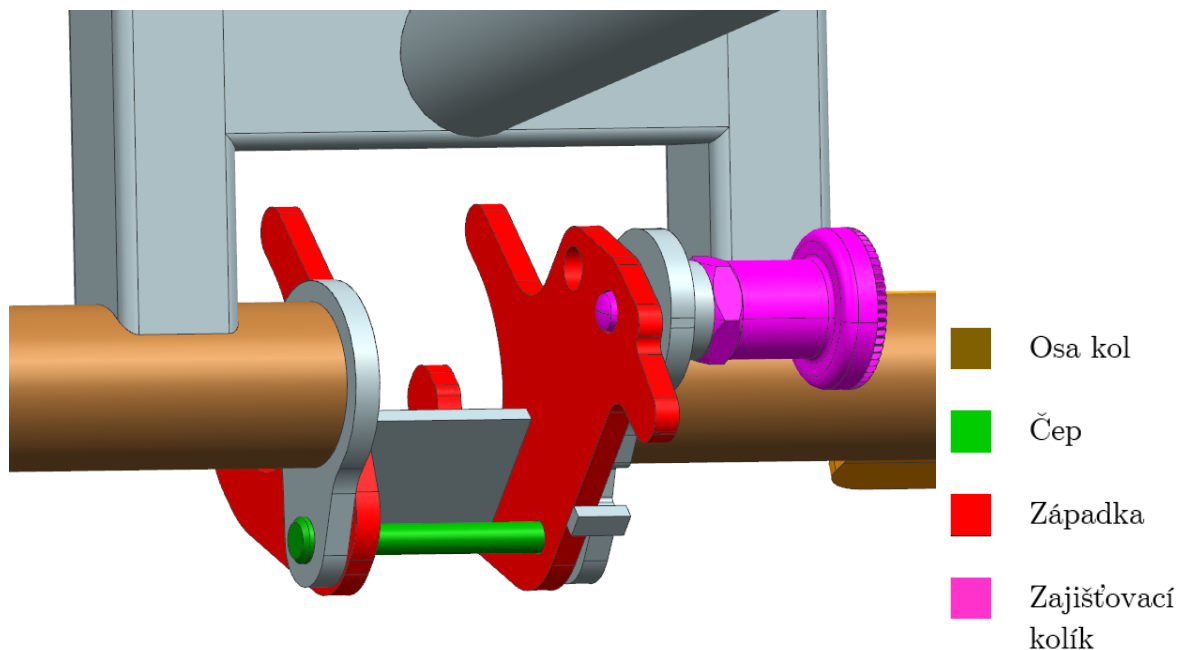


Obrázek 47: Návrh 1 quick jacku společného s tlačnou tyčí - tažně tlačná tyč



Obrázek 48: Návrh 1 quick jacku společného s tlačnou tyčí se základními rozměry

padkový mechanismus. V jednom z plechů je ještě navíc přišroubován zajišťovací kolík. Pokud by se tento návrh vyráběl, zajišťovací kolík by se nevyráběl, ale kupoval by se. Zajišťovací kolík slouží k zajištění západkového mechanismu, pokud dojde k připojení k opěrné trubce vozu, bude-li zařízení použito jako tažně tlačná tyč. V případě použití zařízení jako quick jacku je potřeba zajišťovací zařízení zajistit do krajní polohy, aby



Obrázek 49: Návrh 1 quick jacku společného s tlačnou tyčí - západkový mechanismus

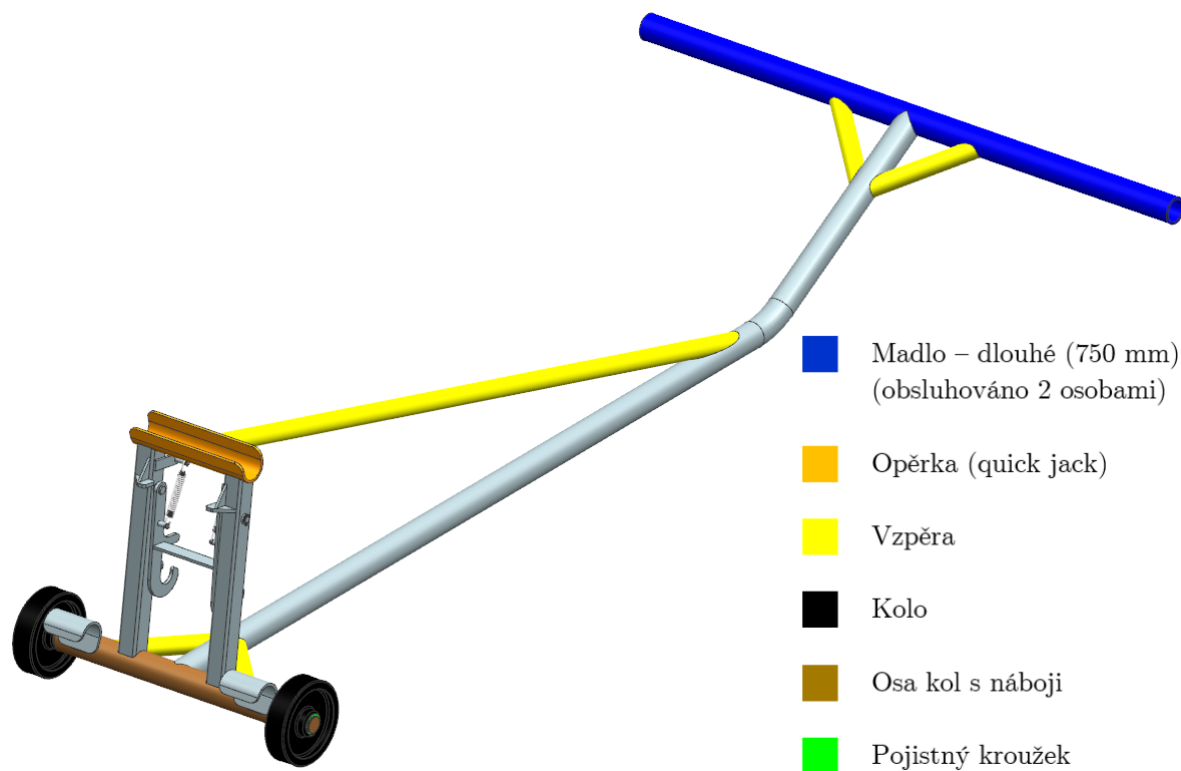
nedošlo o opření quick jacku o tento mechanismus, protože by mohlo dojít k jeho poškození. Zajišťovací zařízení tvoří dva plechové výpalky o tloušťce 4 mm. Tyto výpalky jsou navrženy tak, aby při nasazování na opěrnou trubku došlo k jejich samovolnému zajištění. Aby výpalky držely ve stejné poloze, je mezi ně přivařen plech o tloušťce 3 mm.

Pokud bude zařízení použito jako tažně tlačná tyč, háky na dutých svařovaných profilech budou zaháknuty k rámu vozu a opěrky na poloosách kol budou opřeny o opěrnou trubku vozu. Tažně tlačná tyč bude zajištěna západkovým mechanismem, který je zajištěn pomocí zajišťovacího kolíku.

Pokud je zařízení použito jako quick jack, bude opěrná trubka vozu opřena o opěrku, která je na koncích dvou dutých svařovaných profilů čtvercového průřezu.

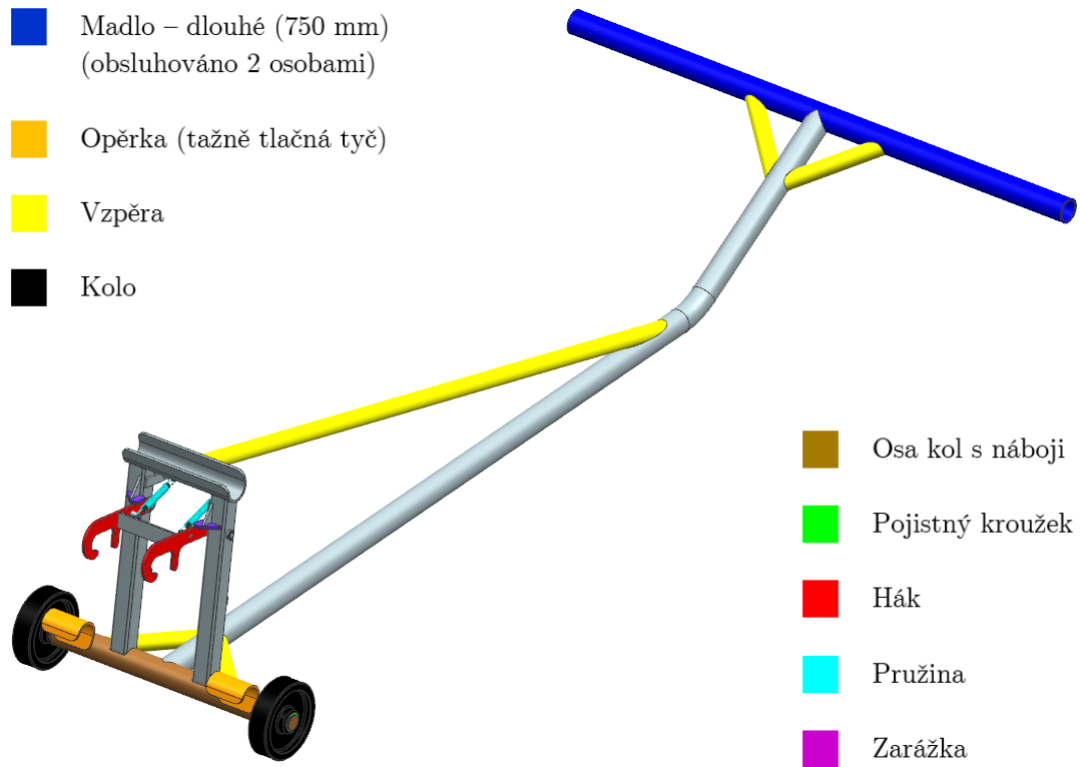
## Návrh 2 quick jacku společného s tlačnou tyčí

Návrh 2 společného quick jacku s tlačnou tyčí je možné použít jako quick jack (obr. 50) nebo jako tažně tlačnou tyč (obr. 51). Návrh 2 je stejně jako návrh 1 vytvořen z trubek a dutých svařovaných profilů čtvercového průřezu. Madlo je vyrobeno z trubky o průměru 32x2 mm a jeho délka je 750 mm. Madlo je přivařené k trubce vedoucí k ose kol. Trubka je přivřena k ose. Mezi touto trubkou a madlem jsou ještě přivařeny vzpěry. Stejně vzpěry jsou také přivařeny mezi touto trubkou a osou kol. Vzpěry jsou vyrobeny z trubek o průměru 22x2 mm. Osa kol je také vyrobena z trubky o průměru 32x2 mm. V ose kol jsou vsazeny a přivařeny náboje, na kterých jsou nasazena kola. Kola mají průměr 100 mm. Na ose kol jsou přivařeny duté svařované profily čtvercového

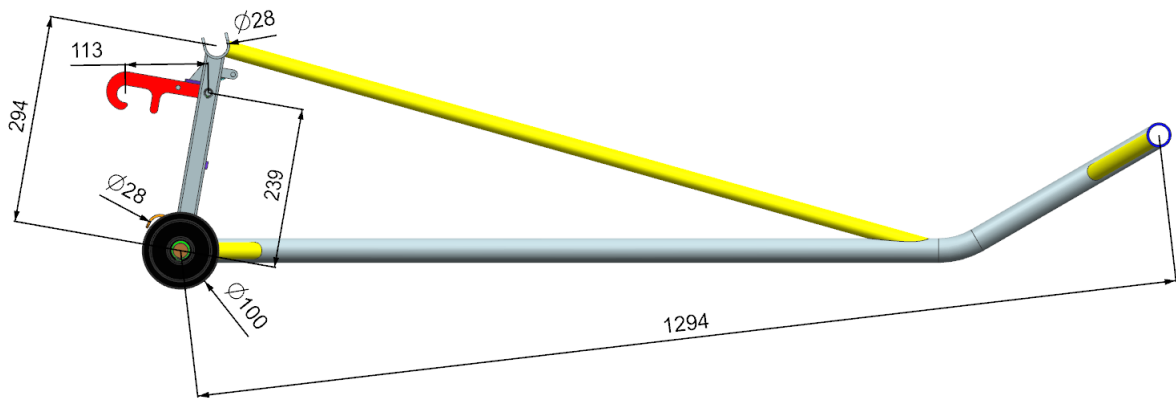


Obrázek 50: Návrh 2 quick jacku společného s tlačnou tyčí - quick jack

průřezu o rozměrech 25x2 mm, na kterých jsou přivařeny opěrky, o které je zařízení opřeno o opěrnou trubku vozu, pokud je použito jako tažně tlačná tyč. Opěrky jsou vyrobeny z plechu o tloušťce 3 mm a jejich délka je 55 mm. Opěrky jsou přivařeny tak, aby pokud bude zařízení používáno jako quick jack, nebude se o opěrky opírat. Na ose kol jsou ještě přivařeny dva duté svařované profily čtvercového průřezu, na kterých je přivařena opěrka pod opěrnou trubku vozu. Tato opěrka je vyrobena z plechu o tloušťce 3 mm a její délka je 160 mm. Mezi touto opěrkou a trubkou vedoucí k madlu je přivařena vzpěra. Vzpěra je vyrobena z trubky o průměru 22x2 mm. Ve čtvercových profilech jsou vyvrtány díry, do kterých jsou vsazeny a přivařeny trubky o průměru 12x2 mm. Tyto trubky slouží pro uložení čepů, na kterých se otáčí háky. Čepy mají průměr 8 mm a jsou zajištěny pomocí pojistných kroužků pro hřídele. Tyto háky slouží pro uchycení zařízení k rámu vozu, pokud je používáno jako tažně tlačná tyč. Háky jsou vyrobeny z plechu o tloušťce 4 mm. Aby byly oba háky pořád ve stejné poloze, je mezi ně vsazen a přivařen plech o tloušťce 3 mm. Na hácích jsou ještě z vnitřní strany přivařeny kulatiny s drážkou o průměru 6 mm, které slouží k uchycení pružin. Druhý konec pružin je uchycen na kulatině stejného průměru. Tato kulatina je přivařena na plechu a společně s ním je přivařena na dutém čtvercovém profilu. Pružiny drží háky v horní nebo v dolní poloze, podle toho, do které polohy jsou překlopeny. Pro každou polohu jsou ještě na čtvercovém profilu přivařeny zářezky, které je v dané poloze drží společně s pružinami. V horní poloze jsou potřeba háky, pokud se zařízení používá jako tažně tlačná tyč. Pokud se používá jako quick jack, je potřeba, aby háky byly sklopeny v dolní poloze.



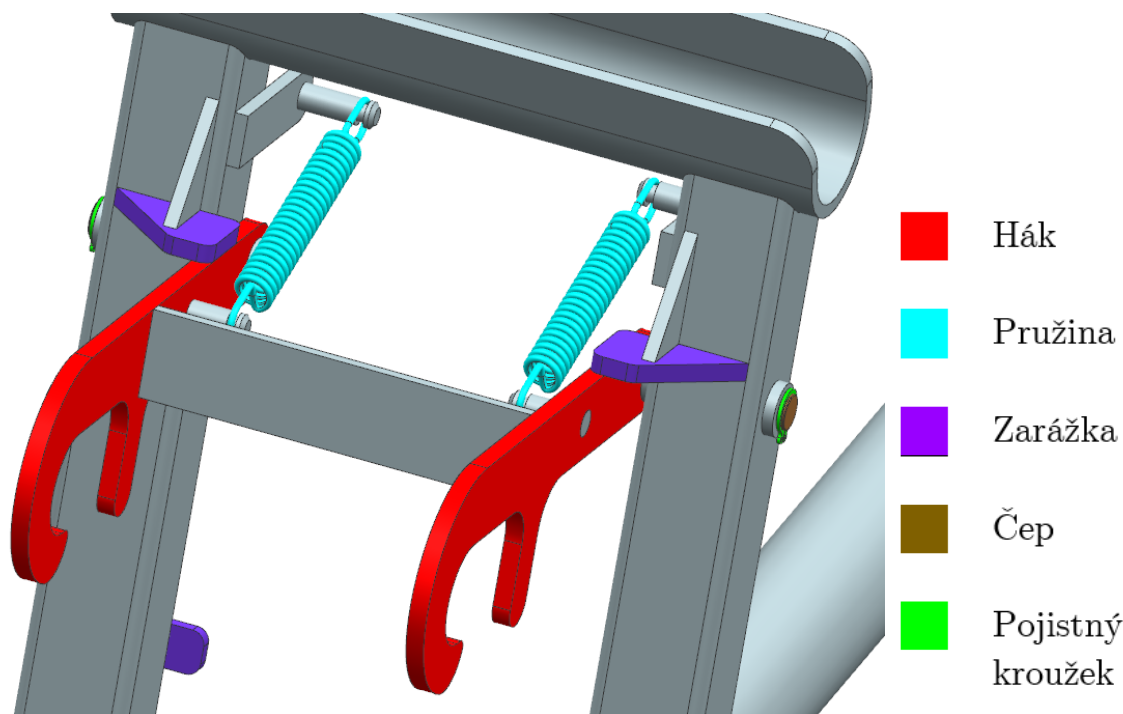
Obrázek 51: Návrh 2 quick jacku společného s tlačnou tyčí - tažně tlačná tyč



Obrázek 52: Návrh 2 quick jacku společného s tlačnou tyčí se základními rozměry

Pokud bude zařízení použito jako tažně tlačná tyč, háky budou v horní poloze a budou zaháknuty k rámu vozu a opěrky na poloosách kol budou opřeny o opěrnou trubku vozu.

Pokud je zařízení použito jako quick jack, bude opěrná trubka vozu opřena o opěrku, která je na koncích dvou dutých svařovaných profilů čtvercového průřezu. Háky budou v dolní poloze, aby nepřekážely při zvedání vozu.



Obrázek 53: Návrh 2 quick jacku společného s tlačnou tyčí - hák

### 4.3 Vybrané návrhy

Ze všech návrhů quick jacku a tažně tlačné tyče je potřeba vybrat nejvhodnější návrhy. Při jejich výběru bude hlavním kritériem jejich hmotnost. Pro tvorbu návrhů byla použita konstrukční ocel S235JRH. Hmotnosti jednotlivých návrhů jsou uvedeny v tabulce 1.

Podle hmotnosti jednotlivých návrhů by byl nejvhodnější návrh 1 quick jacku společného s tažně tlačnou tyčí. Pro porovnání se společným quick jackem a společnou tažně tlačnou tyčí byly sečteny hmotnosti nejlehčího quick jacku a nejlehčí tažně tlačné tyče.

Po konzultaci s týmem formule byl vybrán návrh 2 quick jacku společného s tažně tlačnou tyčí. Podle hmotnosti se jedná o druhý nejvhodnější návrh. Týmu formule se příliš nelíbilo řešení uchycení pomocí západkového mechanismu. Naopak za velkou výhodu považovali použití jednoho zařízení jako quick jacku i jako tažně tlačné tyče.

Při výběru nejvhodnější varianty byl společně s týmem vybrán ještě návrh 7 quick jacku, který bude sloužit pouze pro dílenské účely. Pro tyto účely není potřeba, aby zadní kola vozu byla zvedána do výšky 100 mm nad zem. Proto byl návrh 7 upraven tak, aby zadní kola vozu byla zvedána do výšky okolo 40 mm.

Pro tvorbu návrhů byla použita ocel S235JRH. Jedním z hlavních požadavků je, aby hmotnost manipulačních zařízení byla co nejnižší. Je tedy potřeba pro jejich výrobu použít materiál o nižší hustotě. Byla tedy vybrána hliníková slitina EN AW-6060 T66. Bude-li použita tato slitina, hmotnost quick jacku společného s tlačnou tyčí se sníží z 8,6 kg na 3,3 kg. U quick jacku pro dílenské účely bude změnou materiálu hmotnost

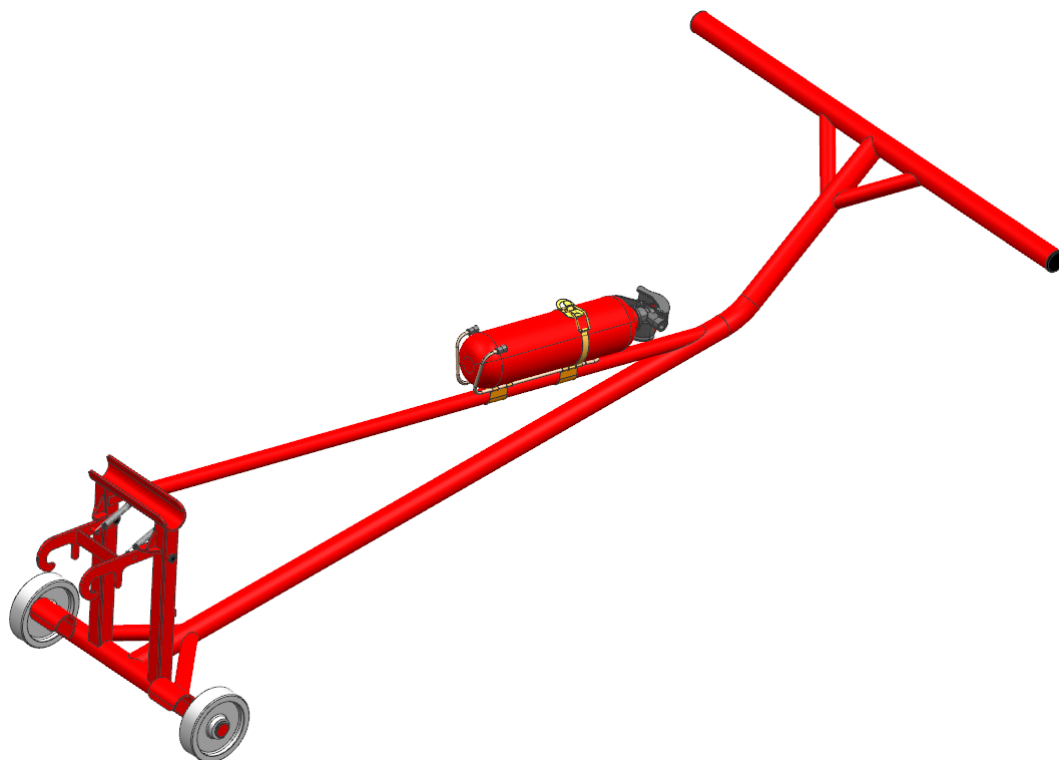
Návrh	Hmotnost [kg]
Návrh 1 quick jacku	4,8
Návrh 2 quick jacku	5,2
Návrh 3 quick jacku	8,4
Návrh 4 quick jacku	17,2
Návrh 4 quick jacku s výměnnou tyčí	19,3
Návrh 5 quick jacku	5,9
Návrh 6 quick jacku	3,0
Návrh 7 quick jacku	5,4
Návrh 8 quick jacku	14,1
Návrh 1 tažně tlačné tyče	5,8
Návrh 2 tažně tlačné tyče	6,5
Návrh 2 tažně tlačné tyče s výměnnou tyčí	7,0
Návrh 3 tažně tlačné tyče	6,4
Návrh 4 tažně tlačné tyče	5,6
Návrh 4 tažně tlačné tyče s výměnnou tyčí	7,2
Návrh 5 tažně tlačné tyče	5,3
Návrh 1 quick jacku společného s tažně tlačnou tyčí	8,2
Návrh 2 quick jacku společného s tažně tlačnou tyčí	8,6

Tabulka 1: Hmotnosti jednotlivých návrhů

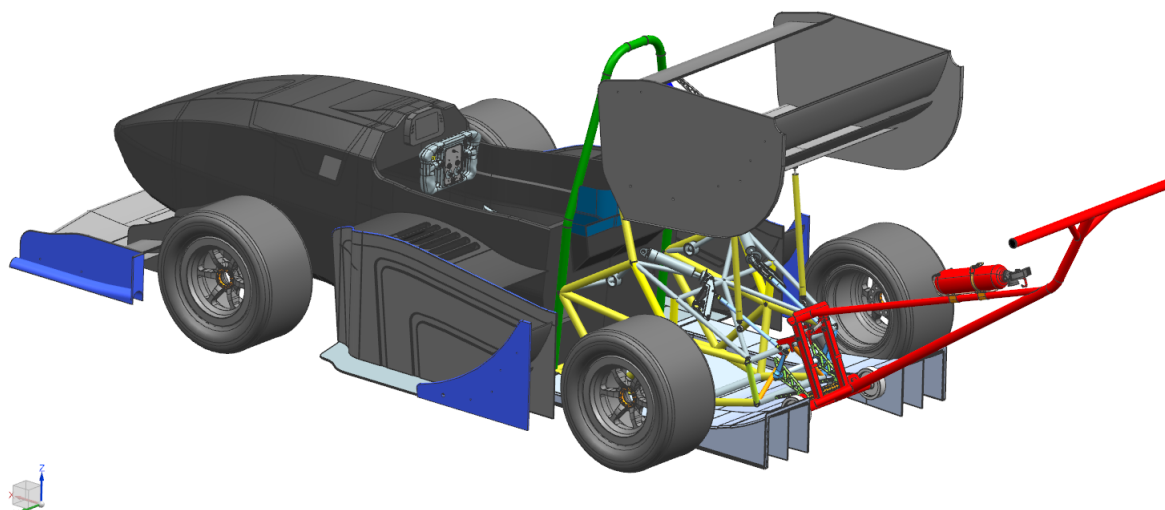
snížena z 5,4 kg na 2,0 kg. Pouze použité čepy nebudou vyráběny z této hliníkové slitiny, protože pro výrobu čepů je vhodnější použít ocel. Čepy budou vyrobeny z konstrukční oceli ČSN 12050.

Na výsledný model quick jacku společného s tažně tlačnou tyčí je ještě připevněn hasicí přístroj podle pravidel Formula Student. Konce madla tohoto modelu jsou osazeny plochými zátkami trubek černé barvy vyrobenými z polyetylenu. U quick jacku pro dílenské účely jsou konce dutých profilů čtvercového a obdélníkového průřezu také osazeny zátkami vyrobenými z polyuretanu.

### Vybraný návrh quick jacku společného s tažně tlačnou tyčí

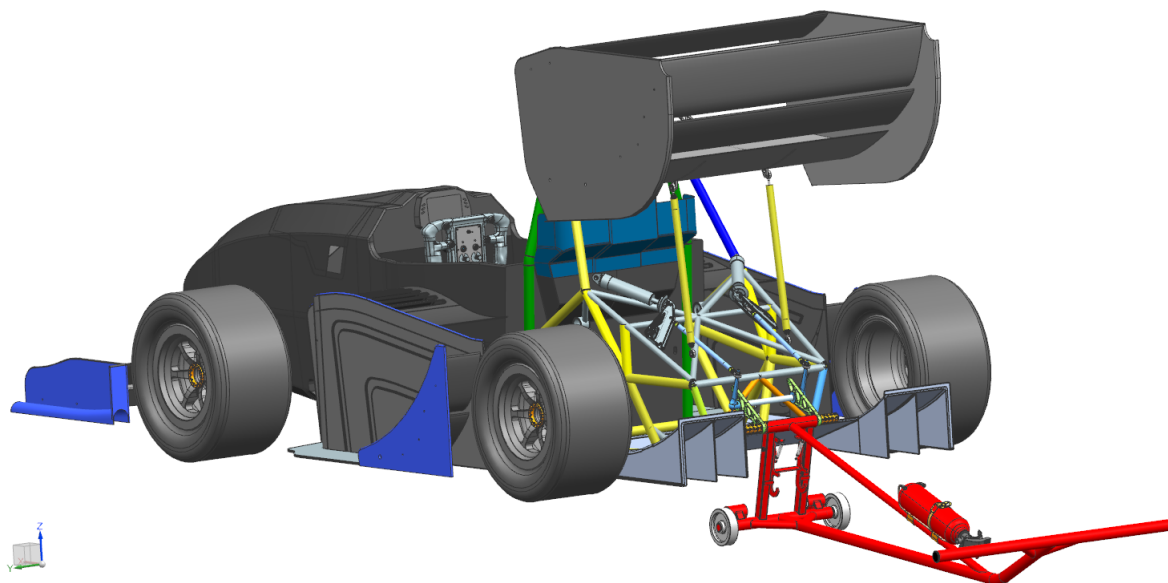


Obrázek 54: Quick jack společný s tažně tlačnou tyčí

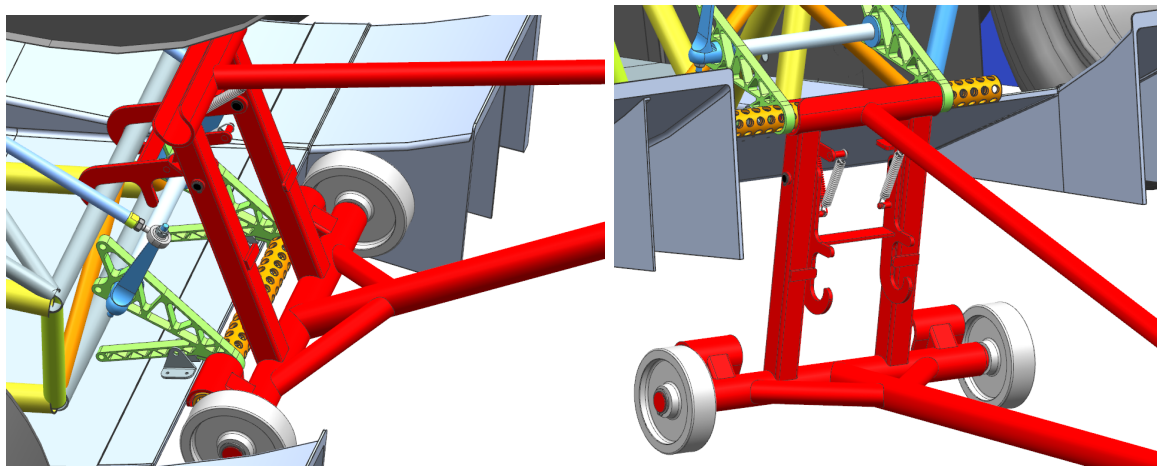


Obrázek 55: Quick jack společný s tažně tlačnou tyčí jako tažně tlačná tyč s formulí



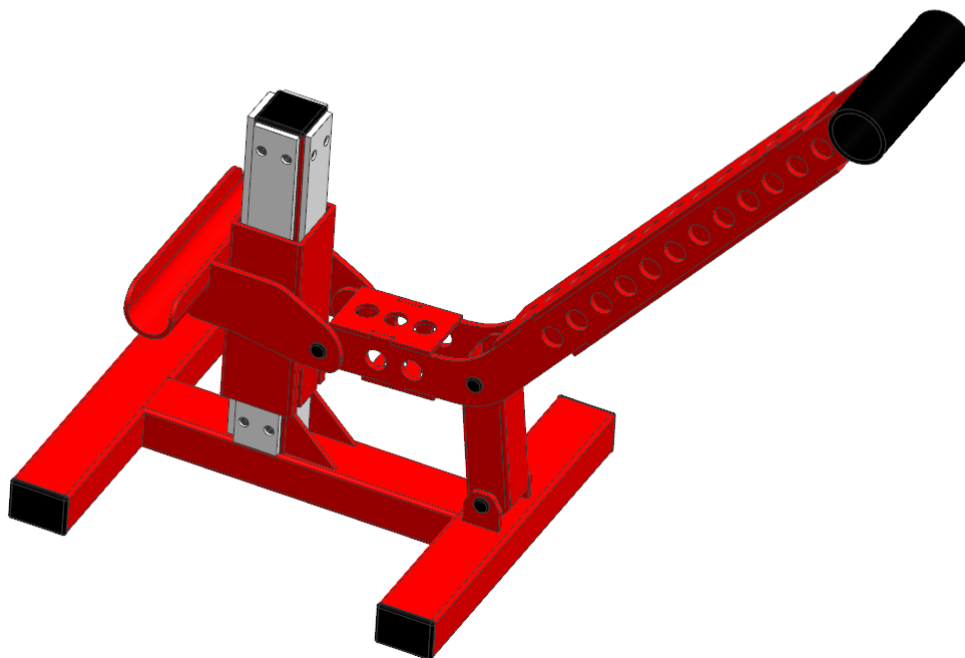


Obrázek 56: Quick jack společný s tažně tlačnou tyčí jako quick jack s formulí

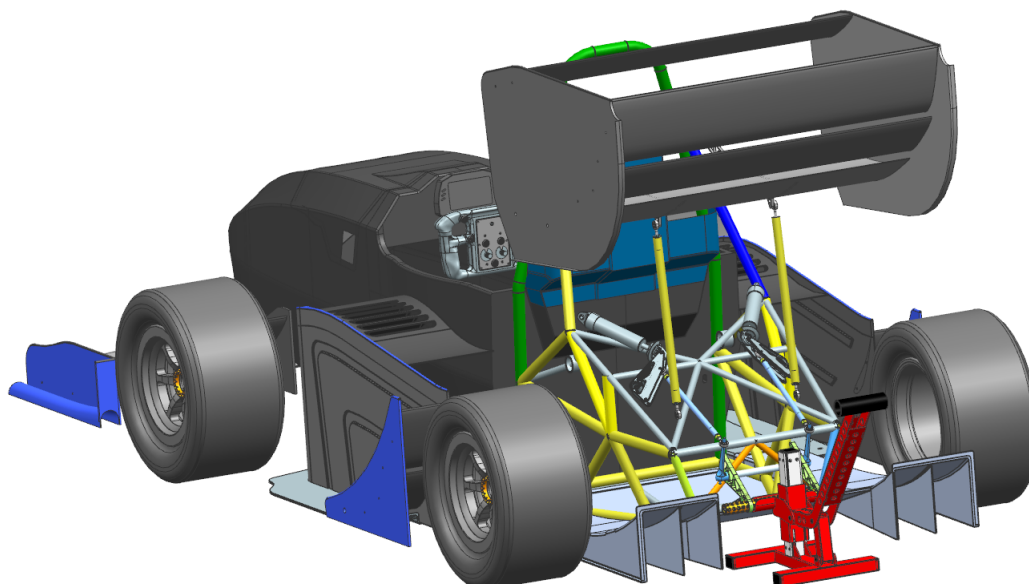


Obrázek 57: Quick jack společný s tažně tlačnou tyčí jako tažně tlačná tyč s formulí - detail  
Obrázek 58: Quick jack společný s tažně tlačnou tyčí jako quick jack s formulí - detail

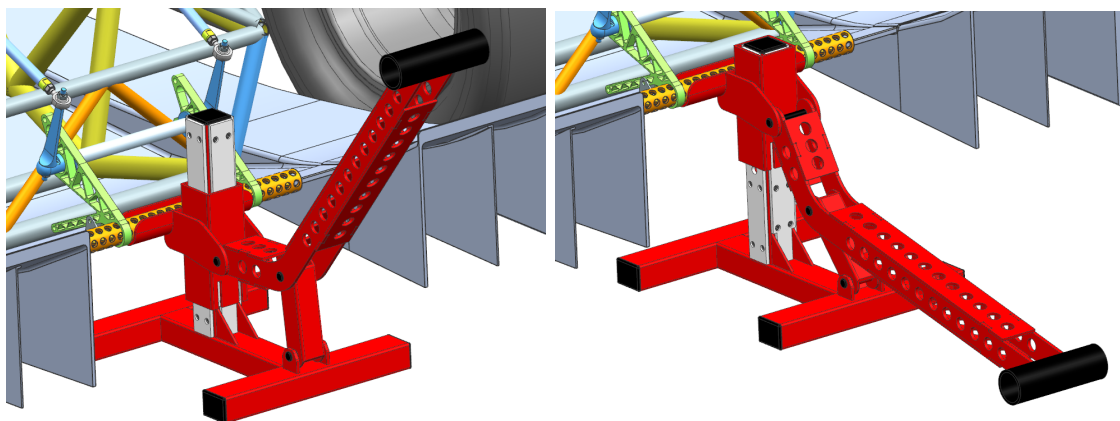
### Vybraný návrh quick jacku pro dílenské účely



Obrázek 59: Quick jack pro dílenské účely



Obrázek 60: Quick jack pro dílenské účely s formulí



Obrázek 61: Quick jack pro dílenské účely s formulí - detail

Obrázek 62: Quick jack pro dílenské účely s formulí zvednutý - detail

## 4.4 Nakupované komponenty

### 4.4.1 Kola pro quick jack

Návrhy quick jacku jsou vytvořeny pro kola o průměru 100 mm. Aby byla použita ta nejvhodnější kola, je potřeba z několika kol, která by mohla být, vybrat porovnáním parametrů to nejvhodnější. Pro správnou funkci quick jacku byla volena kola s kuličkovým uložením. Nejvhodnější kolo bylo vybíráno z následujících kol.

#### Navržená kola pro použití u quick jacku

Typ kola	B90.100	B80.100	B47.100	B15.100
Průměr kola [mm]	100	100	100	100
Šířka běhounu [mm]	30	40	30	30
Průměr otvoru hřídele [mm]	15	15	15	15
Délka náboje [mm]	40	40	35	40
Zatížení [kg]	200	150	150	175
Hmotnost [kg]	0,378	0,490	0,245	0,245
Cena [Kč] - bez DPH	208,58	166,46	253,94	147,42
Materiál - střed	hliník	hliník	polyamid	polyamid
Materiál - běhoun	polyuretan	guma	polyuretan	polyamid

Tabulka 2: Technické údaje o kolech [5], [6], [7], [8]



Obrázek 63: Kolo - B90.100 [5]



Obrázek 64: Kolo - B80.100 [6]



Obrázek 65: Kolo - B47.100 [7]



Obrázek 66: Kolo - B15.100 [8]

### Výběr nejvhodnějšího kola pro quick jack

Při výběru nejvhodnějšího kola pro quick jack byly rozhodující hmotnost a cena. Nej důležitějším kritériem pro návrh quick jacku je jeho hmotnost, proto je potřeba jí přikládat největší váhu. Druhým důležitým kritériem je cena kola, která by měla být také co nejnižší.

Kritéria pro každé kolo jsou uvedena v následující tabulce:

Typ kola	B90.100	B80.100	B47.100	B15.100
Hmotnost [kg]	2	1	4	4
Cena [Kč] - bez DPH	2	3	1	4
<b>Součet hodnot</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>8</b>

Tabulka 3: Nejvhodnější kolo pro quick jack

Každému z těchto dvou kritérií byla přiřazena hodnota od 1 do 4 podle toho, jak je varianta danému kritériu vyhovuje. Číslo 1 je pro dané kritérium nejméně vyhovující a číslo 4 je nejvíce vyhovující.

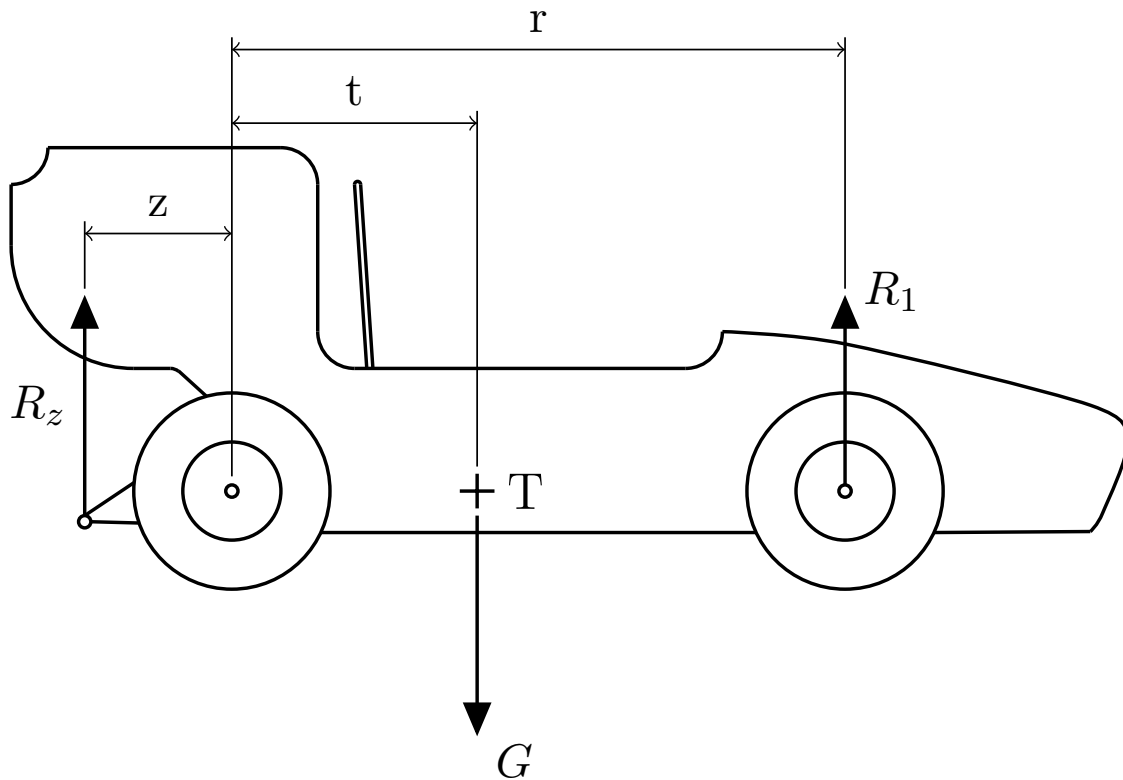
Nejvhodnější kolo pro quick jack je tedy kolo s největším součtem hodnot. Jedná se o samostatné pojezdové polyamidové kolo s označením B15.100. Toto kolo bylo vybráno po porovnání s koly B90.100, B80.100 a B47.100.

## 4.5 Výpočet základních reakcí a sil

### 4.5.1 Reakce od tíhy formule

Reakce jsou počítány pro hmotnost vozu  $m = 300$  kg (210 kg hmotnost vozu + 90 kg hmotnost řidičem) a pro rozložení hmotnosti 60:40, kdy větší hmotnost je na zadních kolech. Vzdálenost těžiště formule a zadní osy kol je tedy  $t = 0,4 \cdot r$ . Rozvor kol formule  $r = 1590$  mm a vzdálenost osy zadních kol a opěrné trubky  $z = 269$  mm [4].

### Výpočet reakce působící na quick jack v opěrné trubce



Obrázek 67: Reakce působící na quick jack v opěrné trubce

Reakce  $R_Z$  je počítána z momentové podmínky vzhledem k ose předních kol.

$$\Sigma M_i = 0 \quad (1)$$

$$-m \cdot g \cdot (r - t) + R_Z \cdot (r + z) = 0 \quad (2)$$

$$R_Z = \frac{m \cdot g \cdot (r - t)}{r + z} \quad (3)$$

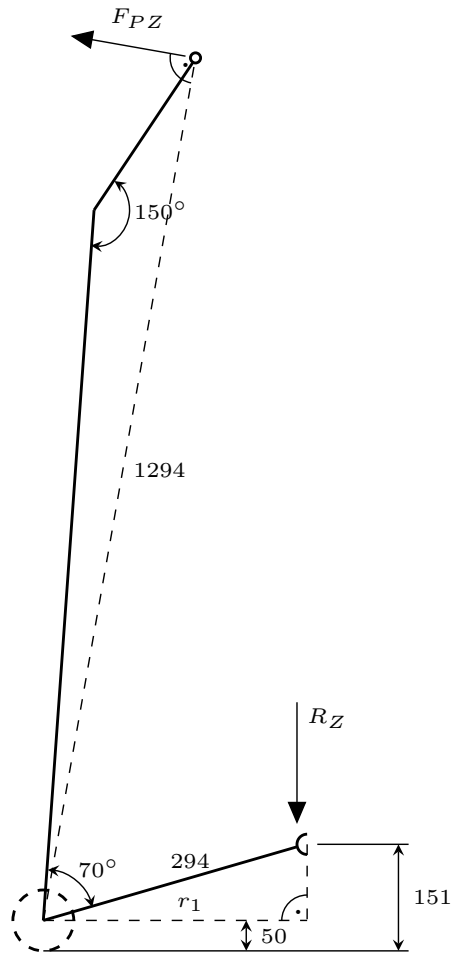
$$R_Z = \frac{300 \cdot 9,81 \cdot (1590 - 0,4 \cdot 1590)}{1590 + 269} \doteq \mathbf{1510 \text{ N}} \quad (4)$$

#### 4.5.2 Síly vyvíjené obsluhou na quick jack

Výpočty reakcí jsou prováděny pro vzdálenost osy kol a osy opěrné trubky v zadní části vozu 294 mm. Hlavní profil mezi osou kol a rukojetí je tvořen dvěma částmi, které spolu svírají úhel  $150^\circ$ . Vzdálenost osy kol a madla je 1294 mm. Delší část má délku 1000 mm a kratší část má délku 300 mm. Hlavní profil mezi osou kol a rukojetí svírá se spojnicí osy kol a osy opěrné trubky svírá úhel  $70^\circ$ . Opěrka vozu je ve výšce 151 mm nad zemí, je-li formule na zemi.

### Výpočet síly vyvinuté obsluhou potřebné pro zdvih formule

Síla je počítána pro řešení quick jacku na obrázku. Na obrázku jsou uvedeny i rozměry quick jacku.



Obrázek 68: Síla potřebná pro zdvih formule

Síla je počítána z momentové podmínky vzhledem k ose kol.

$$\Sigma M_i = 0 \quad (5)$$

$$R_Z \cdot r_1 - F_{PZ} \cdot 1294 = 0 \quad (6)$$

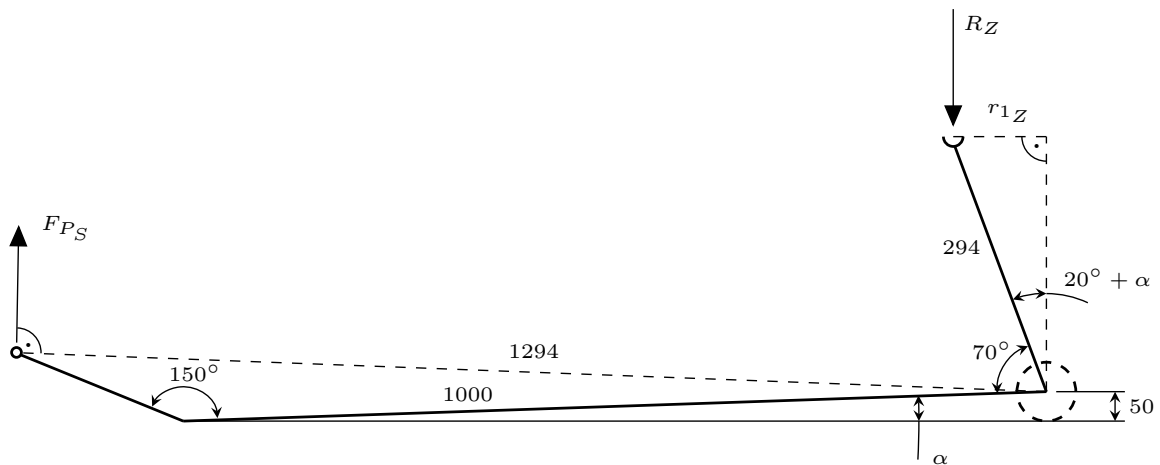
$$F_{PZ} = \frac{R_Z \cdot r_1}{1294} \quad (7)$$

$$r_1 = \sqrt{294^2 - (151 - 50)^2} = 239,48 [mm] \quad (8)$$

$$F_{PZ} = \frac{1509,95 \cdot 239,48}{1318,37} \doteq \mathbf{274 \text{ N}} \quad (9)$$

### Výpočet síly vyvinuté obsluhou potřebné pro sejmutí formule z quick jacku

Síla je vypočtena pro polohu, kdy quick jack je opřen o zem oběma koly a opěrným bodem mezi osou kol a osou rukojeti.



Obrázek 69: Síla potřebná pro sejmutí formule z quick jacku

Síla je počítána z momentové podmínky vzhledem k ose kol.

$$\Sigma M_i = 0 \quad (10)$$

$$F_{P_S} \cdot 1294 - R_Z \cdot r_{1Z} = 0 \quad (11)$$

$$F_{P_S} = \frac{R_Z \cdot r_{1Z}}{1294} \quad (12)$$

$$r_{1Z} = 294 \cdot \sin (20^\circ + \alpha) \quad (13)$$

$$\alpha = \arcsin \frac{50}{1000} = 2,87^\circ \quad (14)$$

$$r_{1Z} = 294 \cdot \sin (20^\circ + 2,87^\circ) = 101,05 \text{ mm} \quad (15)$$

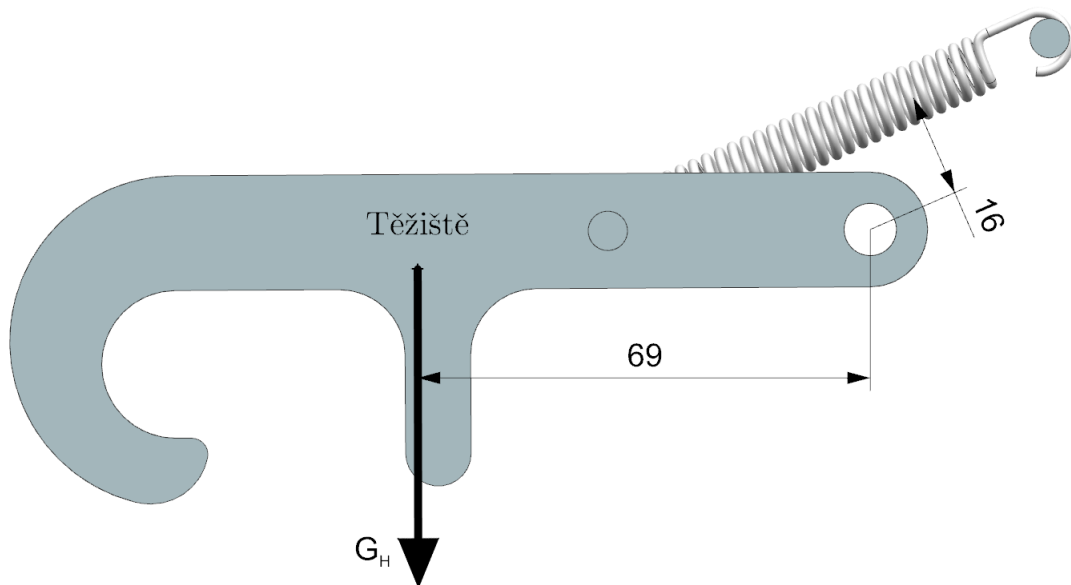
$$F_{Ps} = \frac{1509,95 \cdot 101,05}{1268,71} \doteq \mathbf{120} \text{ [N]} \quad (16)$$

Síla  $F_{Ps}$  je minimální síla potřebná pro sejmutí formule z guick jacku, protože působí v optimálním směru. Síla je kolmá na spojnici osy kol a osy rukojeti.

#### 4.5.3 Výpočet konstrukčních součástí

##### Výpočet síly v pružině pro udržení háku guick jacku v horní poloze

Síla v pružině  $F_0$  potřebná pro udržení svařence háku guick jacku v horní poloze je počítána z momentové podmínky k ose otáčení svařence háku. Z 3D modelu byla zjištěna poloha těžiště svařence a tíhová síla  $G_H$  působící na svařenec.



Obrázek 70: Zatížení pružiny

$$\Sigma M_i = 0 \quad (17)$$

$$G_H \cdot 69 = F_0 \cdot 16 \quad (18)$$

$$F_0 = \frac{G_H \cdot 69}{16} = \frac{0,812 \cdot 69}{16} \doteq 3,50 \text{ N} \quad (19)$$



Protože svařenec háku drží v horní poloze dvě pružiny, síla v jedné pružině je tedy polovina síly  $F_0$ . Pokud by síla v pružině byla rovna polovině  $F_0$ , svařenec háku by se z horní polohy snadno vychýlil. Proto jsou voleny pružiny, které působí tahovou silou o velikosti  $F_0$ .

Byla tedy vybrána tažná pružina 12/3/2 - 1.1200 (EN 10270-1 SH (1.1200)). Tato pružina má sílu o velikosti 3,26 N a délku  $L_0 = 60,6$  mm. Pružina bude tedy mírně napnutá i v nejkratší poloze, čímž bude síla pružiny větší než 3,26 N.

## 5 Návrh zvedacího zařízení přední části vozu

Pro zvednutí přední části vozu není předepsaná výška. Výšku, do které mají být zvednuta přední kola vozu, stanovil tým studentské formule. Výška byla stanovena na alespoň 50 mm nad zemí.

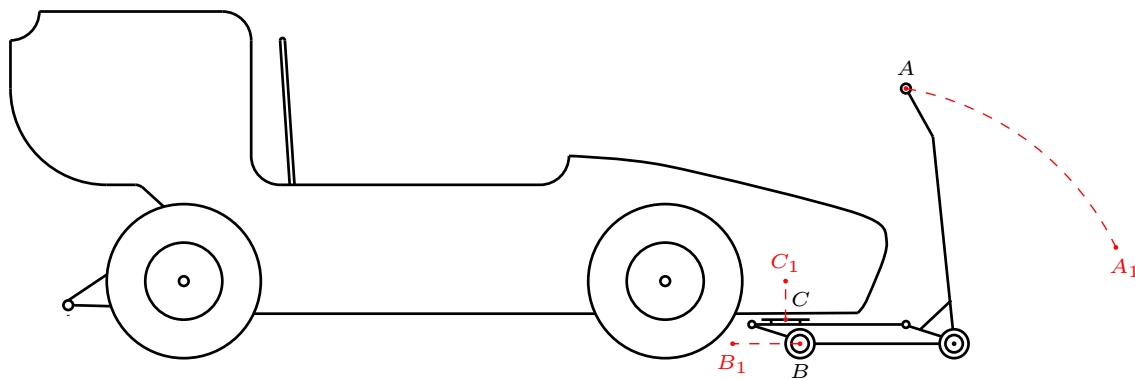
Zvedací zařízení pro zvedání přední část vozu bude opřeno o monokok vozu. Monokok vozu je vyroben z kompozitního materiálu. Proto nemůže být zvedací zařízení opřeno pouze v jednom nebo v několika bodech, ale musí mít opěrnou plochu, kterou bude o monokok opřeno. Jinak by mohlo dojít k poškození monokoku.

Na přední části monokoku je umístěno přední křídlo. Za přední křídlo není možné formulí zvedat, proto musí být zvedací zařízení pod křídlem podsunuto a opřeno o monokok vozu. Pod předním křídlem je pouze 68 mm, pokud je vozidlo s řidičem. Toto zvedací zařízení bude ale sloužit ke zvedání vozidla bez řidiče, bude tak pod křídlem ještě o 7 mm více místa, tedy 75 mm.

Aby zvedací zařízení přední části vozu splňovalo všechny tyto parametry, bude výhodné navrhnout zvedací zařízení, které bude fungovat na principu paralelogramu.

### 5.1 Základní varianta

#### 5.1.1 Varianta zvedacího zařízení přední části vozu

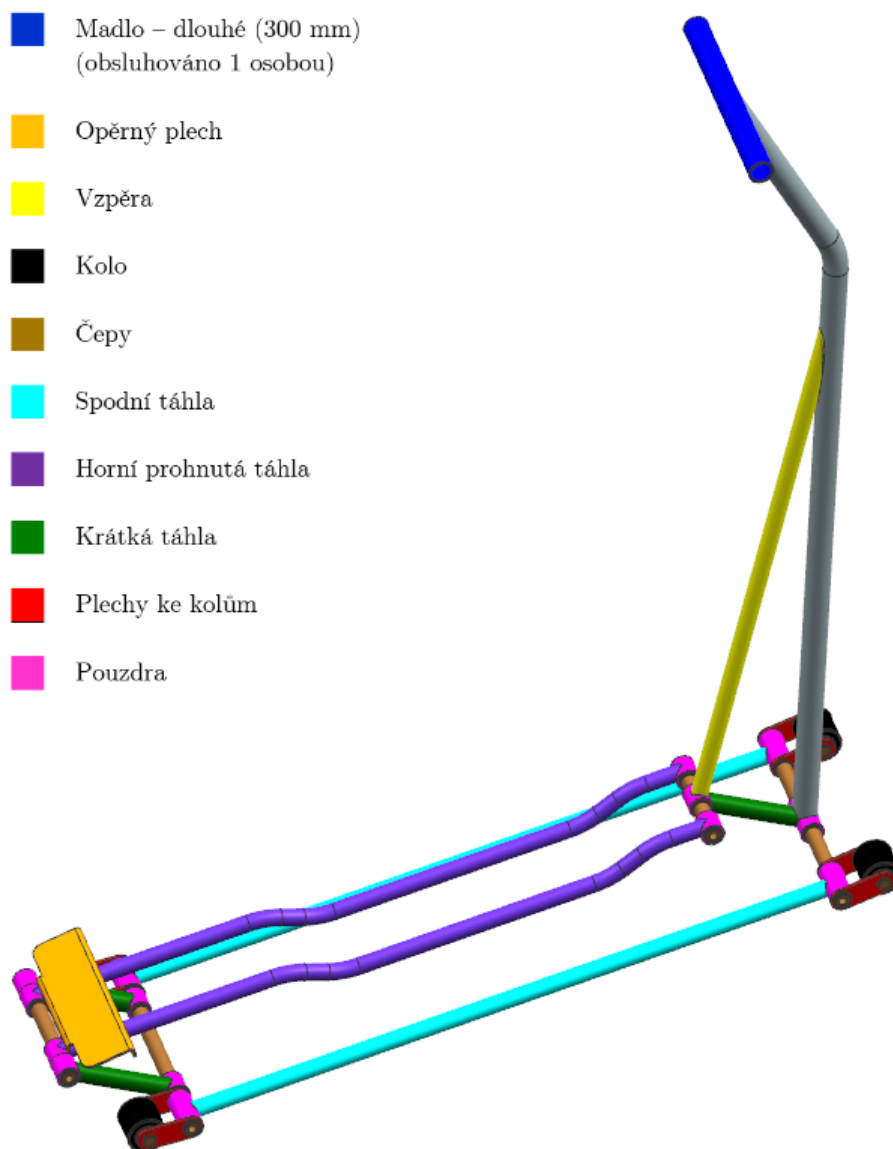


Obrázek 71: Varianta zvedacího zařízení přední části vozu

Zvedací zařízení přední části vozu je řešeno paralelogramem. Ke zdvihu vozidla dojde při působení obsluhy na madlo znázorněné bodem  $A$  po trajektorii do bodu  $A_1$ . Všechna kola paralelogramu se budou při zdvihu odvalovat. Všechna kola se odvalí o stejnou vzdálenost znázorněnou přemístěním bodu  $B$  do bodu  $B_1$ . Zároveň dojde ke zdvihu bodu  $C$  do polohy  $C_1$ , čímž se zvedne přední část vozidla. Vozidlo je o paralelogram opřeno pomocí opěrné desky, protože přední část vozu je vyrobena jako kompozitový monokok. Zátěžnou sílu je tedy potřeba rozložit na co největší plochu.

### 5.2 Konstrukční návrh

#### 5.2.1 Návrh zvedacího zařízení přední části vozu



Obrázek 72: Návrh paralelogramu pro zdvih přední části vozu

Paralelogram (obr. 72) má tvar kosodélníku. Jeho vrcholy jsou nahrazeny rotačními vazbami. Každá ze stran kosodélníku je tvořena táhlem. Táhlo je vždy vyrobeno z trubky, která má na každém konci přivařenou trubku, ve které je vloženo kluzné pouzdro. Trubky na koncích táhel jsou vyrobeny z trubky o průměru 30x5 mm. Vnitřní průměr trubky je vysoustružen na průměr 23 mm, aby do ní mohlo být vloženo kluzné ocelové pouzdro s teflonovou výstelkou.

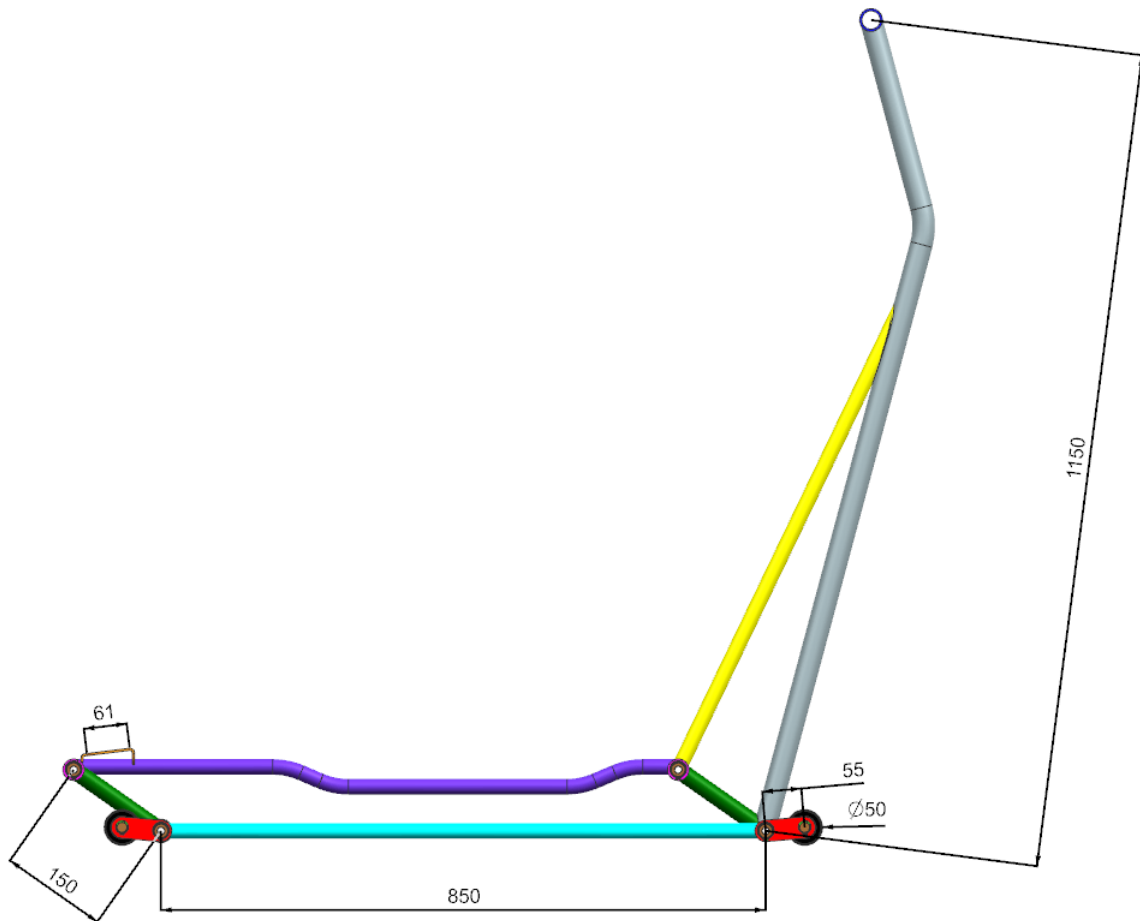
Dvě spodní a dvě horní táhla jsou vyrobeny z trubek o průměru 22x2 mm a jejich délka je 850 mm. Trubky na koncích spodních táhel jsou dlouhé 55 mm. Na obou koncích trubek jsou ještě přivařeny plechy o tloušťce 4 mm. Tyto plechy slouží pro uchycení kol. Byla použita kola o průměru 50 mm. Kola jsou uložena na čepch o průměru 8 mm. Čepy jsou zajištěny pomocí pojistných kroužků pro hřídele. Plechy jsou vůči trubkám o průměru 22x2 mm pootočený o 5°. Je to proto, aby celý paralelogram byl co nejnižší a vešel se tak pod přední křídlo. Protože kluzná pouzdra mají délku 30 mm a trubka

s přivařenými plechy má dohromady 63 mm, jsou v těchto trubkách vložena pouzdra po dvou. Trubky na koncích horních táhel jsou dlouhé 30 mm. Horní trubky musí být ještě prohnuté, protože jinak by se při zvedání vozu opíraly o přední křídlo formule. Na horních trubkách je přivařen plech o tloušťce 3 mm. Plech je na každé straně ohnutý. V ohybech jsou vytvořeny půlkruhové výřezy, do kterých zapadnou trubky, ke kterým je plech přivařen. Spodek monokoku vozu není vodorovný, ale je skloněný o  $7^\circ$ , proto jsou obruby plechu jinak dlouhé, aby plech s horními trubkami svíral také úhel  $7^\circ$ . Velikost plochy plechu, o kterou bude monokok opřen je 61x250 mm.

Zbylá krátká táhla jsou vyrobena z trubek o průměru 25x2 mm. Délka trubek je 150 mm. Na straně paralelogramu, která bude pod formulí jsou tato táhla dvě. Na koncích táhel jsou také přivařené trubky pro uložení kluzných pouzder o délce 30 mm. Mezi trubkami, ve kterých jsou uložena kluzná pouzdra a plechy pro uchycení kol, je ještě vložena podložka o tloušťce 3 mm. Kdyby tam podložka nebyla, čepy, na kterých jsou uložena kola, by překážely v pohybu těmito táhlům. Na opačné straně paralelogramu je pouze jedno táhlo. Na jedné jeho straně je přivařena trubka pro uložení kluzného pouzdra o délce 60 mm. Na této trubce je ještě přivařena trubka, která vede k madlu. V trubce jsou uložena dvě kluzná pouzdra z důvodu větší boční stability uložení. Na druhé straně táhla je přivařena trubka pro uložení kluzného pouzdra o délce 30 mm. Na této trubce je ještě přivařená vzpěra, jejíž druhý konec je přivařen k trubce vedoucí k madlu. Vzpěra je vyrobena z trubky o průměru 22x2 mm.

Trubka vedoucí k madlu je prohnutá. Paralelogram ve zdvižené poloze drží tak, že tato trubka je opřená o zem. Prohnutí je pouze proto, aby se madlo paralelogramu neopřelo o zem a byly tak chráněny ruce obsluhy. Trubka má průměr 32x2 mm. Na konci trubky je přivařené madlo, které je také vyrobené z trubky o průměru 32x2 mm. Madlo je dlouhé 300 mm. Na koncích madla jsou vsazeny kruhové zátky pro trubky z polyetylenu.

V každém ze čtyř rotačních vazeb mezi táhlly jsou kluzná pouzdra uložena na čepu. Všechny čtyři čepy mají průměr 20 mm. Aby byla snížena hmotnost, čepy jsou vrtané. Vrtaná díra má průměr 9 mm. Kluzná pouzdra jsou na čepích zajištěna pomocí pojistných kroužků pro hřídele.



Obrázek 73: Návrh paralelogramu pro zdvih přední části vozu se základními rozměry

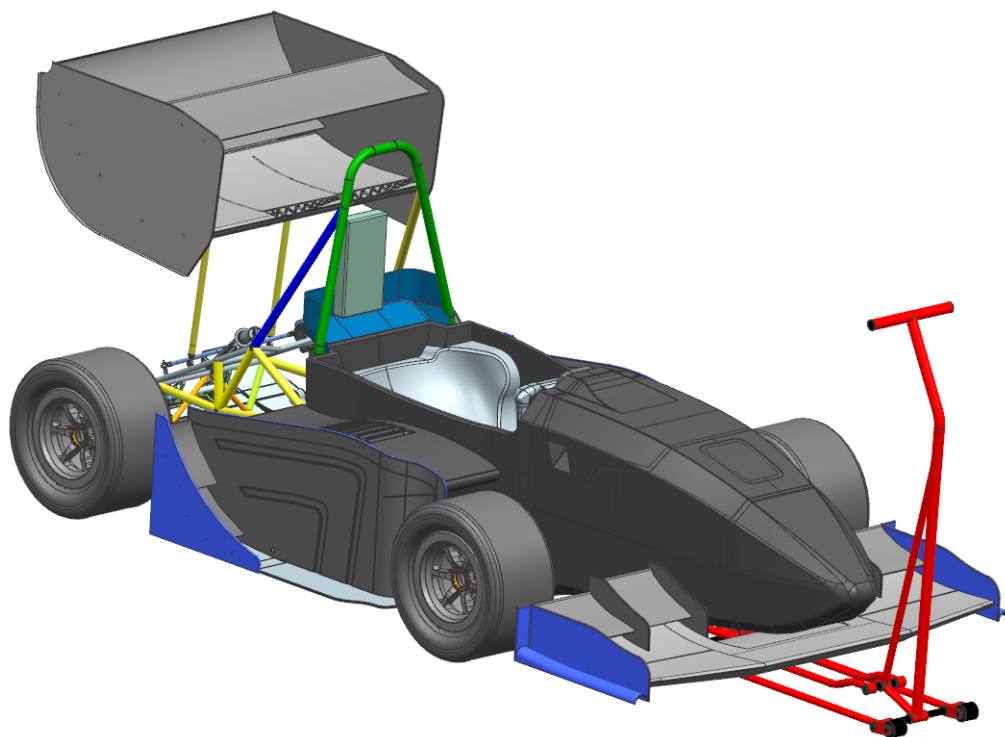
### 5.3 Výsledný model

Aby navržený model splňoval všechny požadavky, je potřeba ještě vybrat vhodný materiál, ze kterého bude paralelogram vyroben. Návrh je vytvořen pro ocel S235JRH. Jedná se o běžnou konstrukční ocel. Hlavním z požadavků na manipulační zařízení je co nejnižší hmotnost. Pro splnění tohoto požadavku však není tato ocel příliš vhodná. Pokud by byl paralelogram vyroben z této oceli, jeho hmotnost by byla 14,5 kg. To je poměrně hodně, proto je potřeba zvolit jiný materiál, který bude mít nižší hustotu. Musí ale mít vhodné mechanické vlastnosti.

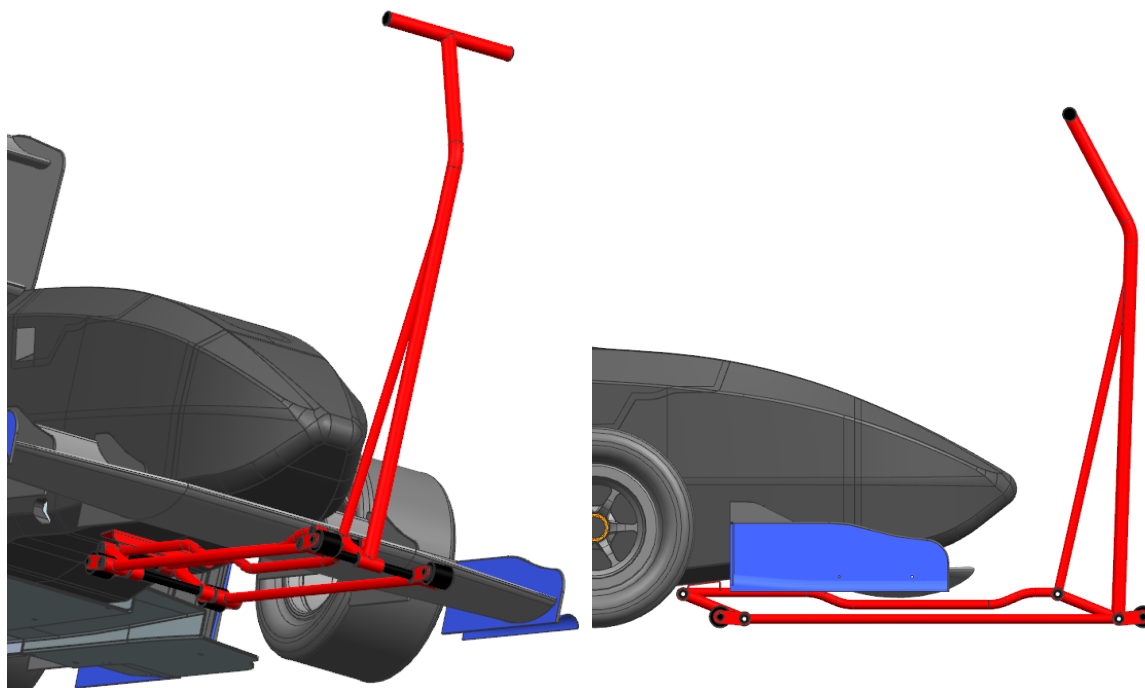
Jako materiál s nižší hustotou byla zvolena hliníková slitina EN AW-6060 T66. Paralelogram vyrobený z tohoto materiálu bude mít hmotnost pouze 6,9 kg. Tento materiál splňuje všechny mechanické vlastnosti i vlastnosti potřebné pro výrobu paralelogramu. Jedná se zejména o svařitelnost. Pouze čepy budou vyrobeny z oceli, protože na výrobu čepů se hliníková slitina příliš nehodí. Budou vyrobeny z konstrukční oceli ČSN 12050. Konce madla výsledného modelu jsou ještě osazeny plochými zátkami trubek černé barvy vyrobenými z polyethylenu.



Obrázek 74: Paralelogram pro zvedání přední části vozu



Obrázek 75: Paralelogram pro zvedání přední části vozu s formulí



Obrázek 76: Návrh paralelogramu pro zdvih přední části vozu - detail 1

Obrázek 77: Návrh paralelogramu pro zdvih přední části vozu - detail 2

## 5.4 Nakupované komponenty

Pro usnadnění výroby a snížení výrobních nákladů je nejlepší použít co možná nejvíce dílů, které se nemusejí vyrábět, ale možné je koupit už hotové. Zároveň je ale velice důležité tyto komponenty vybírat tak, aby odpovídali požadovaným parametrům a tím byla zajištěna jejich správná funkce a dlouhá životnost.

### 5.4.1 Kola pro zvedací zařízení přední části vozu

Návrh paralelogramu pro zvedání přední části vozu je vytvořen pro kola o průměru 50 mm. Aby byla použita ta nejvhodnější kola, je potřeba z několika kol, která by mohla být použita, vybrat porovnáním parametrů to nejvhodnější. Pro správnou funkci paralelogramu byla volena kola s kuličkovým uložením. Nejvhodnější kolo bylo vybíráno z následujících kol.

### Navržená kola pro použití u paralelogramu

Typ kola	R-50-50/8	C40.50x70-15
Průměr kola [mm]	50	50
Šířka běhounu [mm]	50	70
Průměr otvoru hřídele [mm]	8	15
Délka náboje [mm]	50	70
Zatížení [kg]	100	300
Hmotnost [kg]	0,120	0,360
Cena [Kč] - bez DPH	79,00	210,00
Materiál - střed	hliník	ocel
Materiál - běhoun	polyamid PA6	polyuretan

Tabulka 4: Technické údaje o kolech [9], [10]



Obrázek 78: Kolo - R-50-50/8 [9]



Obrázek 79: Kolo - C40.50x70-15 [10]

### Výběr nejvhodnějšího kola pro paralelogram

Výběr nejvhodnějšího kola pro paralelogram byl proveden, stejně jako u výběru nejvhodnějšího kola pro quick jack, podle hmotnosti a ceny kol. Hmotnost i cena kola by měly být co nejnižší. Kritéria pro každé kolo jsou uvedena v tabulce 5.

Každému z těchto dvou kritérií byla přiřazena hodnota 1 nebo 2 podle toho, jak je varianta danému kritériu vyhovuje. Číslo 1 je pro dané kritérium méně vyhovující a číslo 2 je více vyhovující.



Typ kola	R-50-50/8	C40.50x70-15
Hmotnost [kg]	2	1
Cena [Kč] - bez DPH	2	1
<b>Součet hodnot</b>	<b>4</b>	<b>2</b>

Tabulka 5: Nejvhodnější kolo pro paralelogram

Podle těchto dvou kritérií bylo vybráno vhodnější kolo. Vhodnější kolo pro paralelogram je kolo s větším součtem hodnot. Jedná se o samostatné pojezdové kolo s označením R-50-50/8. Toto kolo bylo vybráno po porovnání s kolem C40.50x70-15.

## 5.5 Výpočet základních reakcí a sil

### 5.5.1 Reakce od tíhy formule

#### Výpočet reakce působící v místě zvedání přední části vozu

Přední část bude na rozdíl od zadní části zvedána bez řidiče ve voze. Proto je reakce  $R_P$  počítána pro hmotnost vozu  $m_0 = 210$  mm. Rozložení hmotnosti je i pro vozidlo bez řidiče uvažováno 60:40. Ostatní velikosti a rozměry jsou stejné, jako pro vozidlo s řidičem (viz kapitola 4.5.1) [4].

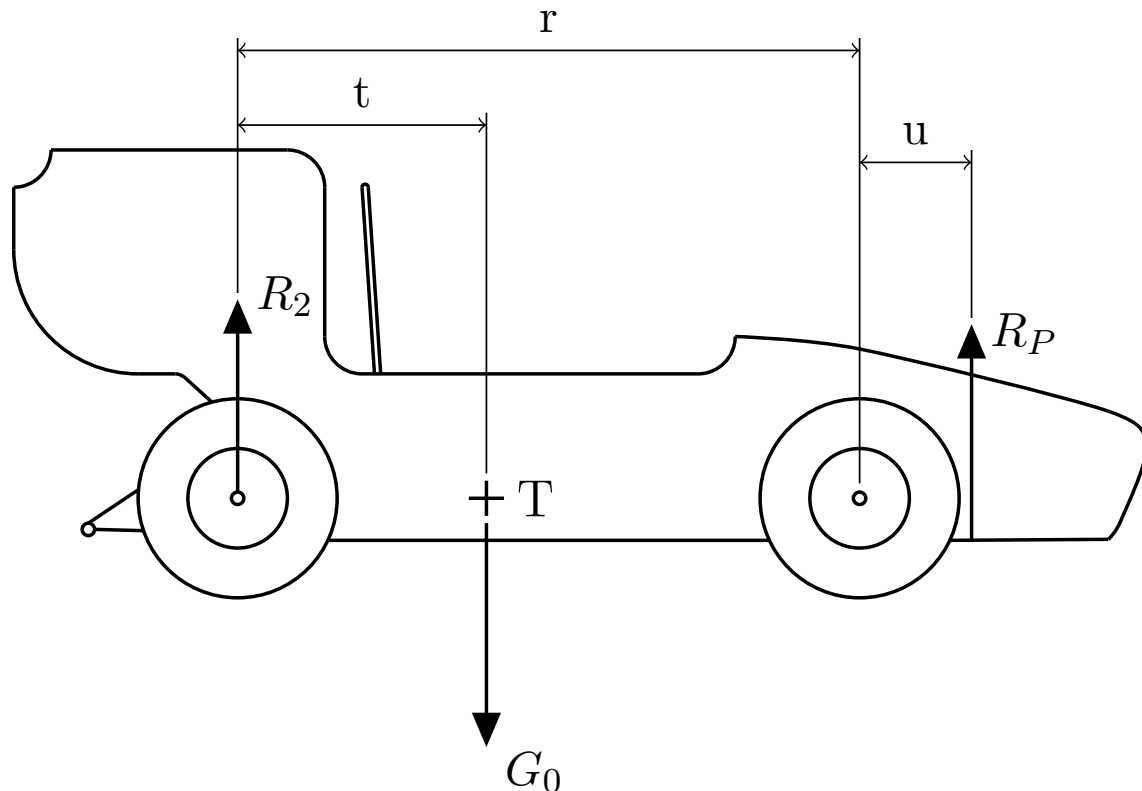
Reakce  $R_P$  je počítána z momentové podmínky vzhledem k ose zadních kol.

$$\Sigma M_i = 0 \tag{20}$$

$$m_0 \cdot g \cdot t - R_P \cdot (r + u) = 0 \tag{21}$$

$$R_P = \frac{m_0 \cdot g \cdot t}{r + u} \tag{22}$$

$$R_P = \frac{210 \cdot 9,81 \cdot (0,4 \cdot 1590)}{1590 + 220} \doteq \mathbf{724 \text{ N}} \tag{23}$$



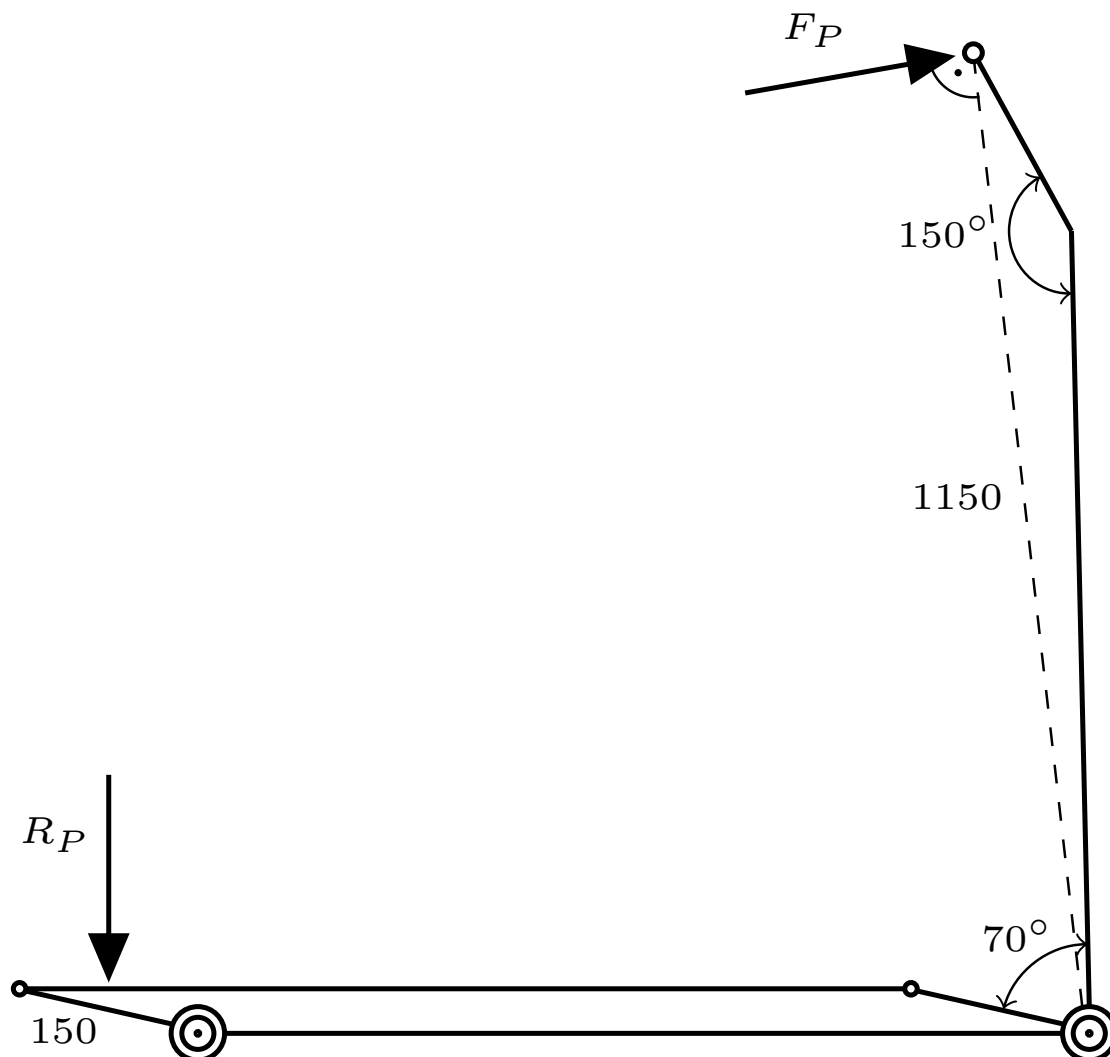
Obrázek 80: Reakce působící v místě zvedání přední části vozu

### 5.5.2 Síla vyvíjená obsluhou na zvedací zařízení přední části vozu

#### Výpočet síly vyvinuté obsluhou potřebné pro zdvih formule včetně velikosti reakcí v rotačních vazbách

Výpočet síly  $F_P$ , kterou musí obsluha zvedacího zařízení vyvinout, aby došlo ke zdvihu vozu je počítána metodou uvolňování. Metoda spočívá v uvolnění mechanismu na jednotlivé členy a každý člen je poté počítán samostatně. Při výpočtu síly touto metodou jsou zároveň určeny reakce ve všech rotačních vazbách [3].

Pro každý člen musí být splněna podmínka rovnováhy. Součet všech sil působících ve směru  $x$  i ve směru  $y$  je roven nule a součet všech momentů k libovolnému bodu je roven nule.



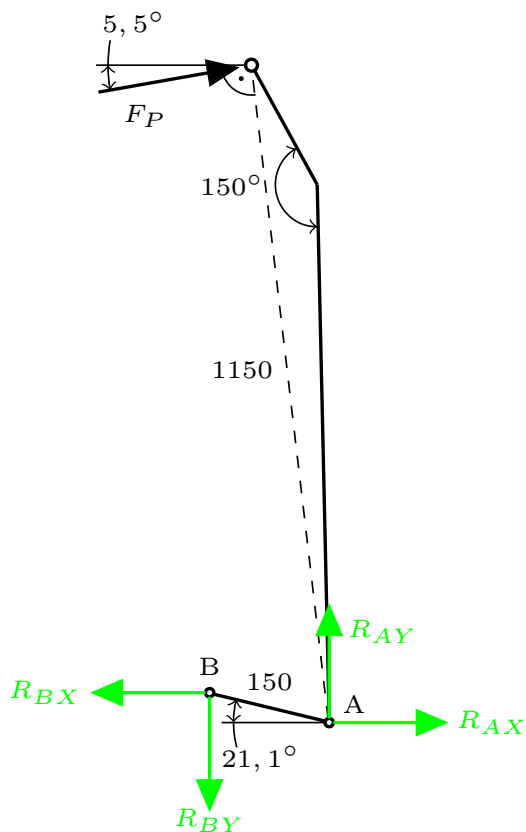
Obrázek 81: Síla potřebná pro zvednutí formule

Pro druhý člen platí následující rovnice:

$$\sum_i F_{ix} = 0 : R_{AX} - R_{BX} + F_P \cdot \cos 5,5^\circ = 0 \quad (24)$$

$$\sum_i F_{iy} = 0 : R_{AY} - R_{BY} + F_P \cdot \sin 5,5^\circ = 0 \quad (25)$$

$$\sum_i M_{iA} = 0 : -F_P \cdot 1150 + R_{BX} \cdot 150 \cdot \sin 21,1^\circ + R_{BY} \cdot 150 \cdot \cos 21,1^\circ = 0 \quad (26)$$



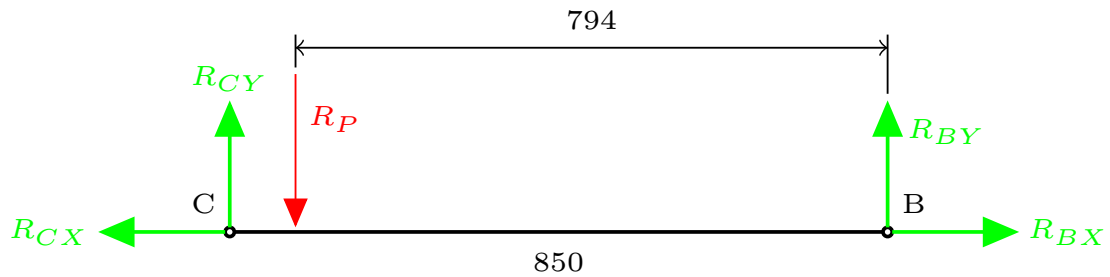
Obrázek 82: Uvolněný druhý člen

Pro třetí člen platí následující rovnice:

$$\sum_i F_{ix} = 0 : R_{BX} - R_{CX} = 0 \quad (27)$$

$$\sum_i F_{iy} = 0 : R_{BY} - R_P + R_{CY} = 0 \quad (28)$$

$$\sum_i M_{iB} = 0 : R_P \cdot 794 + R_{CY} \cdot 850 = 0 \quad (29)$$



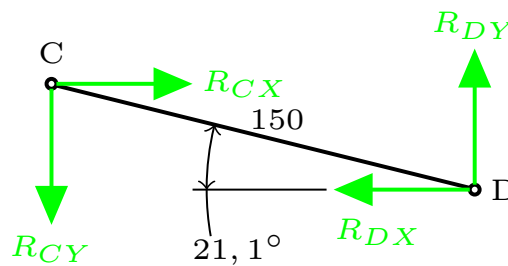
Obrázek 83: Uvolněný třetí člen

Pro čtvrtý člen platí následující rovnice:

$$\sum_i F_{ix} = 0 : R_{CX} - R_{DX} = 0 \quad (30)$$

$$\sum_i F_{iy} = 0 : R_{CY} - R_{DY} = 0 \quad (31)$$

$$\sum_i M_{iC} = 0 : R_{DY} \cdot 150 \cdot \cos 21,1^\circ - R_{DX} \cdot 150 \cdot \sin 21,1^\circ = 0 \quad (32)$$



Obrázek 84: Uvolněný čtvrtý člen

Těchto devět rovnic obsahuje devět neznámých. Jsou to reakce v jednotlivých rotačních vazbách rozložené do směru  $x$  a  $y$  a síla  $F_p$ .

$$z (29) : R_{CY} = \frac{R_P \cdot 794}{850} = \frac{724 \cdot 794}{850} = 676,3 \text{ N} \quad (33)$$

$$z (28) : R_{BY} = R_P - R_{CY} = 724 - 676,3 = 47,7 \text{ N} \quad (34)$$

$$z (31) : R_{DY} = R_{CY} = 676,3 \text{ N} \quad (35)$$

$$z (32) : R_{DX} = \frac{R_{DY} \cdot 150 \cdot \cos 21,1^\circ}{150 \cdot \sin 21,1^\circ} = \frac{676,3 \cdot 150 \cdot \cos 21,1^\circ}{150 \cdot \sin 21,1^\circ} = 1752,7 \text{ N} \quad (36)$$

$$z (30) : R_{CX} = R_{DX} = 1752,7 \text{ N} \quad (37)$$

$$z (27) : R_{BX} = R_{CX} = 1752,7 \text{ N} \quad (38)$$

$$\begin{aligned} z (26) : F_P &= \frac{R_{BX} \cdot 150 \cdot \sin 21,1^\circ + R_{BY} \cdot 150 \cdot \cos 21,1^\circ}{1150} = \\ &= \frac{1752,7 \cdot 150 \cdot \sin 21,1^\circ + 47,7 \cdot 150 \cdot \cos 21,1^\circ}{1150} = 88,1 \text{ N} \end{aligned} \quad (39)$$

$$z (25) : R_{AY} = R_{BY} - F_P \cdot \sin \alpha = 47,7 - 88,1 \cdot \sin 5,5^\circ = 39,3 \text{ N} \quad (40)$$

$$z (24) : R_{AX} = R_{BX} - F_P \cdot \cos 5,5^\circ = 1752,7 - 88,1 \cdot \cos 5,5^\circ = 1665,0 \text{ N} \quad (41)$$

Pro získání velikostí reakcí v rotačních vazbách je potřeba složit směry  $x$  a  $y$  příslušných reakcí.

$$R_A = \sqrt{R_{AX}^2 + R_{AY}^2} = \sqrt{1665,0^2 + 39,3^2} \doteq 1666 \text{ N} \quad (42)$$

$$R_B = \sqrt{R_{BX}^2 + R_{BY}^2} = \sqrt{1752,7^2 + 47,7^2} \doteq 1753 \text{ N} \quad (43)$$

$$R_C = \sqrt{R_{CX}^2 + R_{CY}^2} = \sqrt{1752,7^2 + 676,3^2} \doteq 1879 \text{ N} \quad (44)$$

$$R_D = \sqrt{R_{DX}^2 + R_{DY}^2} = \sqrt{1752,7^2 + 676,3^2} \doteq 1879 \text{ N} \quad (45)$$

Pro zvednutí vozu je potřeba síla  $F_P$  o velikosti **88,1 N**.

Ve dvou rotačních vazbách je reakční síla stejná. Zároveň se o největší z reakcí. V obou rotačních vazbách je reakční síla přenášena vždy dvěma kluznými pouzdry. Jedno kluzná pouzdro tedy přenáší sílu, která je rovna polovině této největší síly.

V rotační vazbě, která přenáší sílu o velikosti 1753 N, zajišťuje přenos síly na druhý člen pouze jedno pouzdro. Toto pouzdro bude ze všech pouzder nejvíce namáháno, proto je potřeba pouzdro zkontrolovat. Protože v pouzdru nebudou velké kluzné rychlosti, bude pouzdro zkontrolováno na otláčení.

### 5.5.3 Výpočet konstrukčních součástí

#### Kontrola kluzného pouzdra na otláčení

Pro rotační vazbu bylo použito ocelové kluzné pouzdro s vnitřním povrchem z teflonu. Pouzdro má vnitřní průměr 20 mm, vnější průměr 23 mm a délku 30 mm.

$$p = \frac{F}{S} \quad [2] \quad (46)$$

$$p = \frac{R_B}{20 \cdot 30} \quad (47)$$

$$p = \frac{1753}{20 \cdot 30} \doteq 3 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2} \quad (48)$$

Tlak  $3 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$  je pro toto pouzdro dovolen pro kluzné rychlosti až do  $0,5 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$ . Takovýchto rychlostí kluzné uložení u tohoto mechanismu zdaleka dosahovat nebude, proto lze brát pouzdro za vyhovující a lze ho tedy použít.

#### Výpočet os, na kterých se otáčí kluzná pouzdra

Pro výrobu os byla zvolena ocel ČSN 12050. Tato ocel má mez kluzu 490 MPa [11]. Pro osy bude uvažována bezpečnost  $k = 2,5$ . Pro snížení hmotnosti budou středy os vrtány. Je tedy potřeba stanovit největší možný průměr vrtané díry, aby byla úspora hmotnosti co možná největší. Průměr vrtané díry bude zjišťován z namáhání na ohyb. Nejvíce namáhaná osa na ohyb bude osa, na které se otáčí trubka vedoucí k madlu paralelogramu. Tato osa je totiž uložena na koncích a namáhaná je ve svém středu. Ve středu je zatěžována reakcí  $R_A$ . Rameno zátěžné síly je uvažováno od středu krajního uložení do středu osy. V ose jsou ještě vysoustruženy drážky pro pojistné kroužky, proto je potřeba jako vnější průměr uvažovat průměr vysoustružené drážky. Tento průměr je 19 mm.

Pro zjednodušení výroby bude počítána pouze tato jedna osa a průměry ostatních os voleny podle této osy.

$$\sigma_{max} = \frac{M_{o_{max}}}{W_o} \leq \sigma_D \quad [1] \quad (49)$$

$$\sigma_{DC} = \frac{490}{k} = \frac{490}{2,5} = 196 \text{ MPa} \quad (50)$$

$M_{o_{max}}$  je největší ohybový moment, který na trubku působí. V tomto případě bude největší ohybový moment v místě působení reakce  $R_A$ . Protože osa bude namáhána ve středu, maximální ohybový moment je potřeba určit z poloviční reakce  $R_A$ .

$W_o$  je modul průřezu v ohybu. U této osy se určí jako rozdíl ohybového momentu pro průměr vysoustružené drážky  $D_o$  a ohybového momentu pro průměr vrtané díry  $d_o$ .

$$M_{oC_{max}} = \frac{R_A}{2} \cdot 138 \quad (51)$$

$$W_{oC} = \frac{\pi \cdot (D_o^3 - d_o^3)}{32} \quad (52)$$

$$\sigma_{DC} = \frac{\frac{R_A}{2} \cdot 138}{\frac{\pi \cdot (D_o^3 - d_o^3)}{32}} = \frac{32 \cdot \frac{R_A}{2} \cdot 138}{\pi \cdot D_o^3 - \pi \cdot d_o^3} \quad (53)$$

$$\sigma_{DC} \cdot (\pi \cdot D_o^3 - \pi \cdot d_o^3) = 16 \cdot R_A \cdot 138 \quad (54)$$

$$\sigma_{DC} \cdot \pi \cdot d_o^3 = \sigma_{DC} \cdot \pi \cdot D_o^3 - 16 \cdot R_A \cdot 138 \quad (55)$$

$$d_o^3 = \frac{\sigma_{DC} \cdot \pi \cdot D_o^3 - 16 \cdot R_A \cdot 138}{\sigma_{DC} \cdot \pi} \quad (56)$$

$$d_o = \sqrt[3]{D_o^3 - \frac{16 \cdot R_A \cdot 138}{\sigma_{DC} \cdot \pi}} = \sqrt[3]{19^3 - \frac{16 \cdot 1666 \cdot 138}{196 \cdot \pi}} \doteq 9,6 \text{ mm} \quad (57)$$

Průměr vrtané díry v osách  $d_o$  je volen **9 mm**.

### Kontrola trubek pod opěrnou deskou

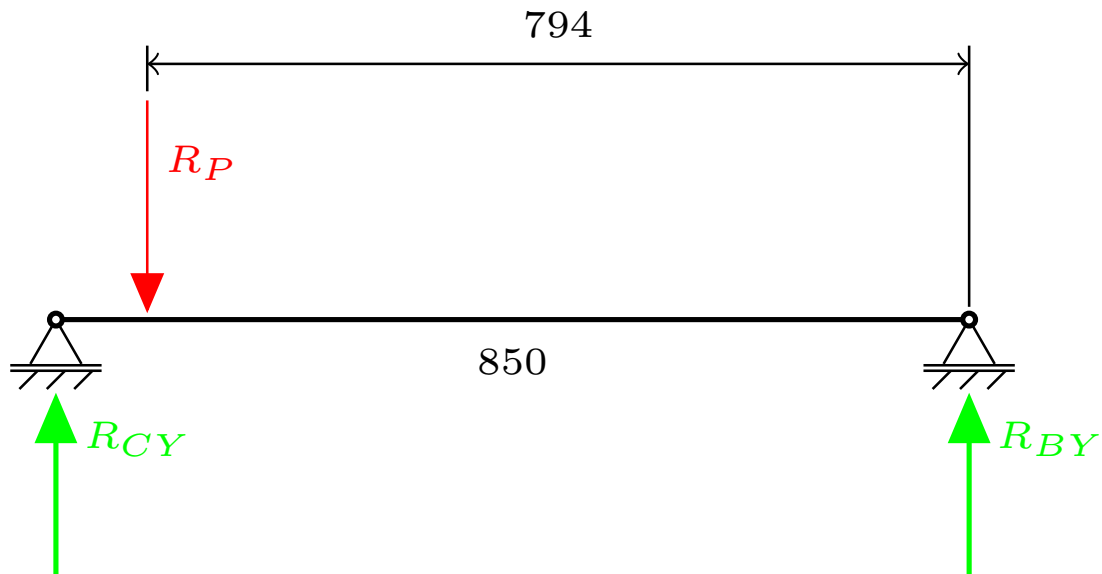
Trubky pod opěrnou deskou budou namáhány na ohyb. Je tedy potřeba zkontrolovat napětí v ohybu na těchto trubkách. Napětí bude kontrolováno pro sílu o velikosti reakce  $R_P$  od hmotnosti vozu. Pro zjednodušení výpočtu bude trubka počítána jako rovná, tedy bez prohnutí.

$$\sigma_{max} = \frac{M_{o_{max}}}{W_o} \leq \sigma_D \quad [1] \quad (58)$$



$M_{o_{max}}$  je největší ohybový moment, který na trubku působí. U nosníku na dvou podpěrách, který je zatížen pouze jednou silou, je největší ohybový moment v místě působení síly.

$W_o$  je modul průřezu v ohybu. U trubky se určí jako rozdíl ohybového momentu pro vnější průměr  $D$  a ohybového momentu pro vnitřní průměr  $d$ .



Obrázek 85: Trubka pod opěrnou desku zatížená silou  $R_P$

$$M_{oT_{max}} = R_{BY} \cdot 794 \quad (59)$$

$$W_{oT} = \frac{\pi \cdot (D^3 - d^3)}{32} \quad (60)$$

$$\sigma_{T_{max}} = \frac{R_{BY} \cdot 794}{\frac{\pi \cdot (D^3 - d^3)}{32}} = \frac{47,7 \cdot 794}{\frac{\pi \cdot (22^3 - 18^3)}{32}} \doteq 80,1 \text{ MPa} \quad (61)$$

Protože pod opěrnou desku jsou trubky dvě, bude výsledné napětí v ohybu pro jednu trubku poloviční, než je napětí  $\sigma_{max}$ . Maximální ohybové napětí na trubce bude tedy **40,5 MPa**.

Pro hliník EN AW-6060 T66, ze kterého jsou trubky vyrobeny, je mez kluzu 195 MPa [12]. Je to více než čtyřnásobek skutečného namáhání, proto lze brát tuto trubku jako vyhovující.

## 6 Závěr

Cílem této práce bylo navrhnout quick jack, tažně tlačnou tyč a zvedací zařízení přední části vozu pro vůz kategorie Formula Student. Nejprve bylo potřeba specifikovat požadavky, které musí tato zařízení splňovat. Quick jack a tažně tlačná tyč jsou kompatibilní s formulí pro sezónu 2019 a podléhají pravidlům Formula Student. Bylo tedy třeba při tvorbě požadavků vycházet z těchto pravidel.

Základem pro tvorbu jednotlivých návrhů bylo vytvoření základních variant jednotlivých zařízení. U každé z variant byl ukázán princip jejího fungování. Tyto základní varianty sloužily jako podklad pro následné vytvoření konstrukčních návrhů. Nejprve byl navrhován quick jack a tažně tlačná tyč, poté zvedací zařízení přední části vozu.

Podle základních variant byly vytvořeny konstrukční návrhy. Při jejich tvorbě bylo potřeba řídit se stanovenými požadavky.

Konstrukční návrhy fungují podle základních variant na principu zvedání vozu přes páku a na principu paralelogramu. Dále byla vytvořena varianta pracující na principu nůžkového mechanismu a také varianta, u které se zvedá objímka pomocí páky, na které je vůz opřen. Jednu z variant je možné jednoduchou úpravou přestavět na víceúčelový manipulační rudl. Pomocí další varianty lze vůz zdvihnout a následně s ním manipulovat.

Konstrukční návrhy tažně tlačné tyče jsou podle základních variant řešeny dvěma různými způsoby uchycení tyče k vozu. Tažně tlačná tyč je uchycena buď v zadní části vozu, a nebo je vedena nad křídlem a uchycena za ochranný rám.

Quick jack a tažně tlačná tyč se nepoužívají současně. Proto mohly být vytvořeny také návrhy, které je možné použít i jako quick jack, ale i jako tažně tlačnou tyč.

Z těchto návrhů byl vybrán ten nejvhodnější. Výběr nejvhodnějšího návrhu byl proveden po konzultacích se členy studentského týmu formule s přihlédnutím k hmotnosti jednotlivých návrhů. Jako nejvhodnější varianta byl vybrán quick jack společný s tažně tlačnou tyčí (obr. 54). Dále byl vybrán návrh quick jacku pracujícího na principu páky a objímky (obr. 59). Tento návrh bude používán pouze pro dílenské účely. Jeho zdvih tedy nemusí dosahovat výšky předepsané pravidly.

U zvedacího zařízení přední části vozu bylo postupováno stejně jako u dvou předchozích. Nejprve byla vytvořena základní varianta, podle které byl následně vytvořen základní návrh. Zvedací zařízení přední části vozu byla navrženo na principu paralelogramu (obr. 74), protože jsou kvůli přednímu křídlu velmi omezeny rozměry tohoto zařízení. Paralelogram byl volen proto, že ho lze použít i ve velmi omezeném prostoru.

Při tvorbě konstrukčních návrhů byla uvažována pro jejich výrobu ocel S235JRH. Aby byl však splněn hlavní z požadavků, což je nejnižší hmotnost, byla tato ocel nahrazena hliníkovou slitinou EN AW-6060 T66. Pro zajištění správné funkčnosti a dlouhé životnosti byla pomocí výpočtů provedena kontrola základních součástí.

## Literatura

- [1] LAŠ, V., HLAVÁČ, Z., VACEK, V. Technická mechanika v příkladech. 5. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2009. ISBN 978-80-7043-830-5.
- [2] HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. Příručka strojního inženýra: obecné strojní části. Praha: Computer Press, 2000. Edice strojaře. ISBN 80-7226-202-5.
- [3] HLAVÁČ, Zdeněk a Jan VIMMR. Sběrka příkladů ze statiky a kinematiky. 2. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2012. ISBN 978-80-261-0138-3.
- [4] GSCHEIDLE, Rolf. Příručka pro automechanika. 3., přeprac. vyd. Přeložil Iva MICHŇOVÁ, přeložil Zdeněk MICHŇA, přeložil Jiří HANDLÍŘ. Praha: Europa-Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86706-17-7.
- [5] Polyuretanová B90 B90.100 - Kola Pirkl s.r.o.. Pojezdová kolečka, manipulační technika, dopravníkové systémy - Kola Pirkl s.r.o. [online]. Copyright © 2019 kolapirkl.cz [cit. 02.05.2019]. Dostupné z: <https://www.kolapirkl.cz/samostatne-polyuretanove-pojezdove-kolo-b90-100>
- [6] Gumová B80 B80.100 - Kola Pirkl s.r.o.. Pojezdová kolečka, manipulační technika, dopravníkové systémy - Kola Pirkl s.r.o. [online]. Copyright © 2019 kolapirkl.cz [cit. 02.05.2019]. Dostupné z: <https://www.kolapirkl.cz/samostatne-gumove-pojezdove-kolo-b80-100>
- [7] Polyuretanová B47 B47.100 - Kola Pirkl s.r.o.. Pojezdová kolečka, manipulační technika, dopravníkové systémy - Kola Pirkl s.r.o. [online]. Copyright © 2019 kolapirkl.cz [cit. 02.05.2019]. Dostupné z: <https://www.kolapirkl.cz/samostatne-polyuretanove-pojezdove-kolo-b47-100>
- [8] Polyamidová B15 B15.100 - Kola Pirkl s.r.o.. Pojezdová kolečka, manipulační technika, dopravníkové systémy - Kola Pirkl s.r.o. [online]. Copyright © 2019 kolapirkl.cz [cit. 02.05.2019]. Dostupné z: <https://www.kolapirkl.cz/samostatne-polyamidove-pojezdove-kolo-b15-100>
- [9] Váleček pro paletový vozík 50 mm - ZABI CZECH s.r.o. ZABI CZECH s.r.o - Pojezdová, kladky a posuvné brány [online]. Copyright © 2012 [cit. 02.05.2019]. Dostupné z: <https://www.zabi.cz/valecek-pro-paletovy-vozik-50-mm-r-50-508>
- [10] Polyuretanové - zadní C40.50x70-15 - kolo pro paletové vozíky - Kola Pirkl s.r.o.. Pojezdová kolečka, manipulační technika, dopravníkové systémy - Kola Pirkl s.r.o. [online]. Copyright © 2019 kolapirkl.cz [cit. 02.05.2019]. Dostupné z: <https://www.kolapirkl.cz/samostatne-polyuretanove-pojezdove-kolo-c40-50x70-15>
- [11] Bolzano | Úvod [online]. Copyright © [cit. 21.05.2019]. Dostupné z: [https://www.bolzano.cz/assets/files/TP/%MOP\\_20Tycova\\_ocel/EN\\_10083/MOP\\_vlastnosti\\_C45.pdf](https://www.bolzano.cz/assets/files/TP/%MOP_20Tycova_ocel/EN_10083/MOP_vlastnosti_C45.pdf)
- [12] Tabulka slitin | Strojmetal Aluminium Forging, s.r.o.. Strojmetal Aluminium Forging, s.r.o. [online]. Copyright © 2019, Strojmetal Aluminium Forging, s.r.o. [cit. 06.05.2019]. Dostupné z: <https://www.strojmetal.cz/tabulka-slitin>

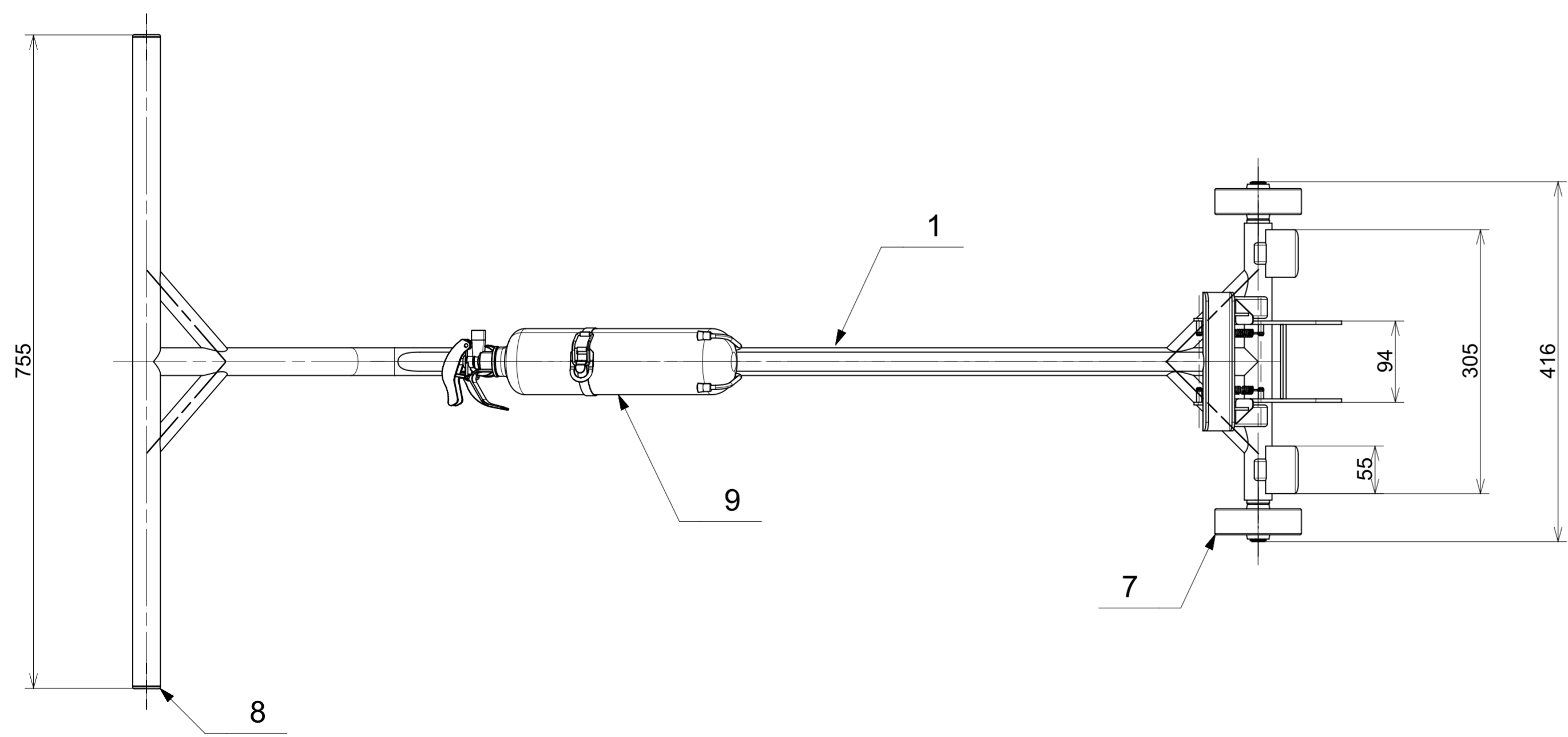
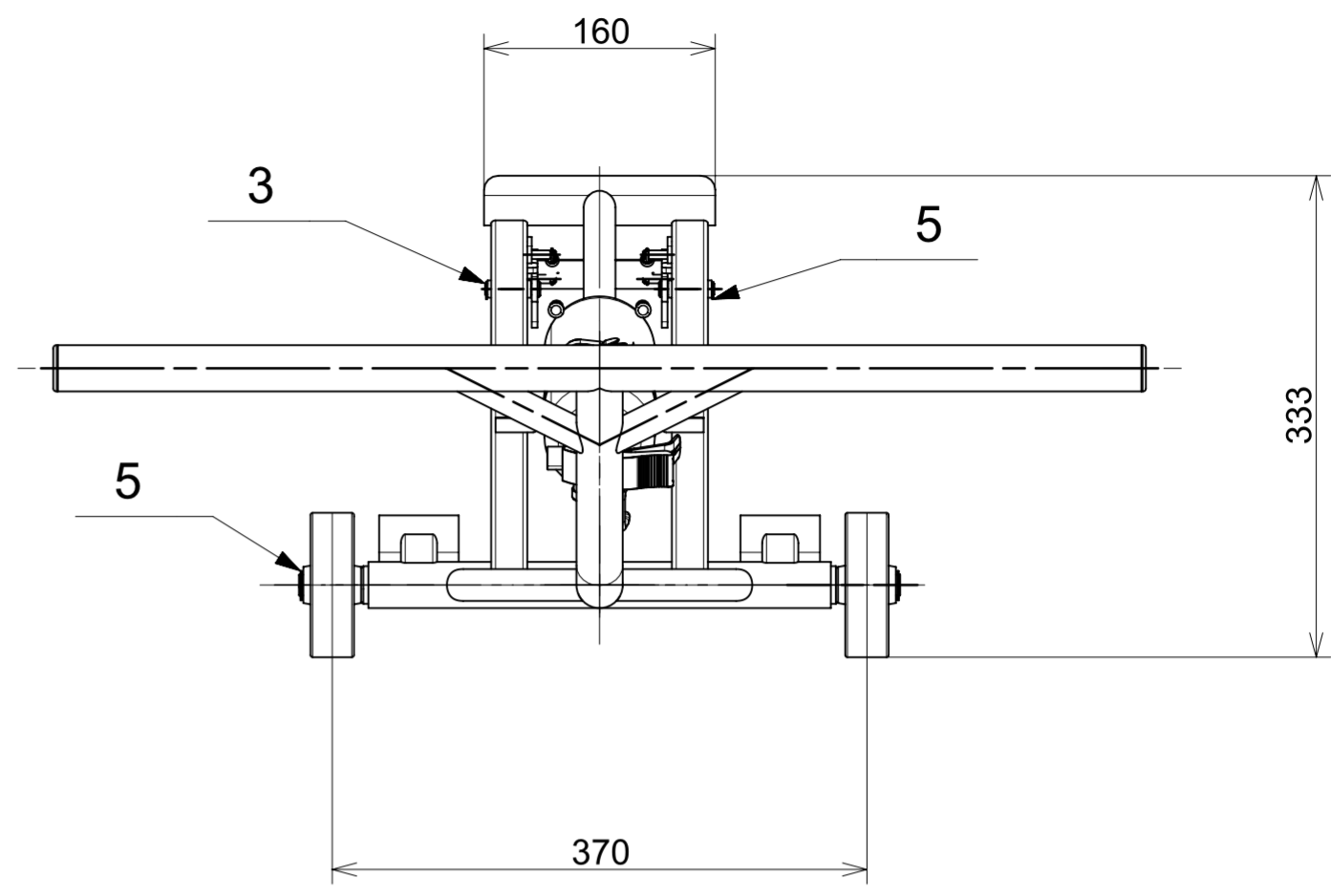
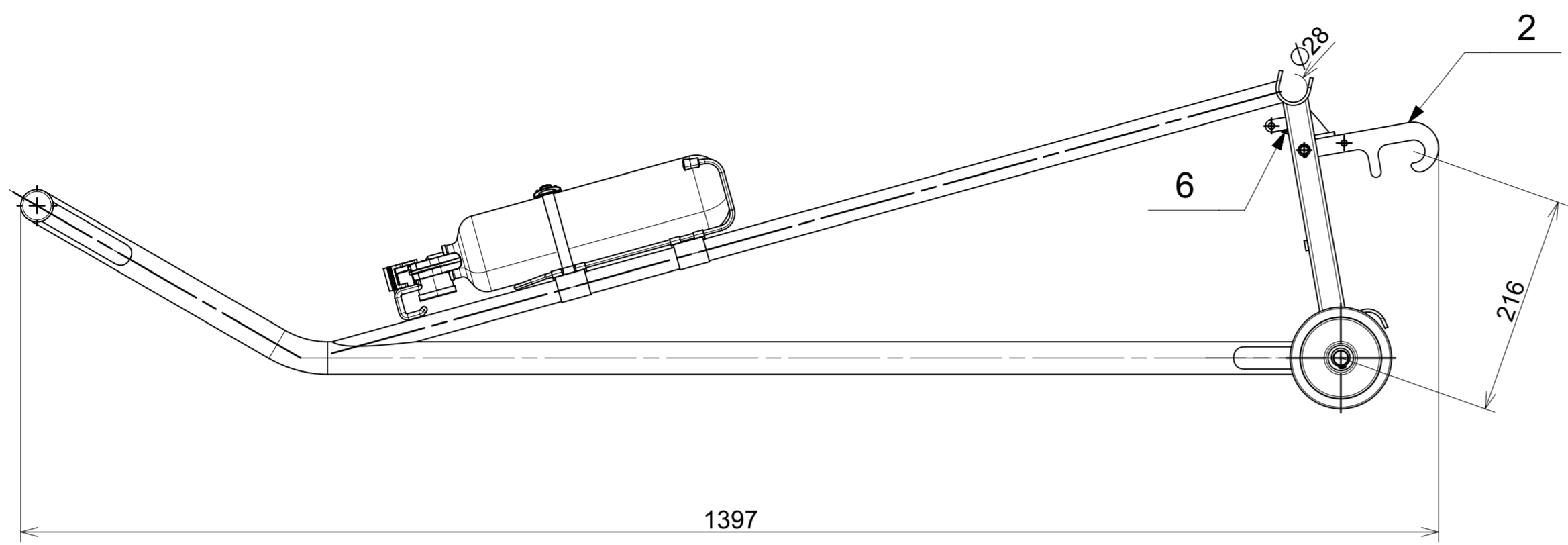
## Seznam obrázků

1	3D model formule pro sezónu 2019 . . . . .	10
2	Současný quick jack . . . . .	11
3	Současný quick jack - opěrka . . . . .	11
4	Současná tažně tlačná tyč . . . . .	12
5	Současná tažně tlačná tyč - uchycení k vozu . . . . .	12
6	Varianta A quick jacku . . . . .	15
7	Varianta B quick jacku . . . . .	16
8	Varianta A tažně tlačné tyče . . . . .	16
9	Varianta B tažně tlačné tyče . . . . .	17
10	Návrh 1 quick jacku . . . . .	18
11	Návrh 1 quick jacku se základními rozměry . . . . .	19
12	Návrh 2 quick jacku . . . . .	19
13	Návrh 2 quick jacku se základními rozměry . . . . .	20
14	Návrh 3 quick jacku . . . . .	21
15	Návrh 3 quick jacku se základními rozměry . . . . .	21
16	Quick jack 3 přestavěn na víceúčelový manipulační rudl . . . . .	22
17	Návrh 4 quick jacku . . . . .	23
18	Návrh 4 quick jacku se základními rozměry . . . . .	24
19	Návrh 4 quick jacku s výměnnou tyčí . . . . .	25
20	Připojení společné tyče pomocí háku . . . . .	26
21	Připojení společné tyče pomocí zajišťovacího kolíku . . . . .	26
22	Návrh 5 quick jacku . . . . .	27
23	Návrh 5 quick jacku se základními rozměry . . . . .	28
24	Návrh 6 quick jacku . . . . .	29
25	Návrh 6 quick jacku se základními rozměry . . . . .	30
26	Návrh 6 quick jacku jako univerzální zvedák . . . . .	31
27	Návrh 7 quick jacku . . . . .	32
28	Návrh 7 quick jacku ve zdvižené poloze se základními rozměry . . . . .	33
29	Návrh 8 quick jacku . . . . .	34
30	Návrh 8 quick jacku manipulačního se základními rozměry . . . . .	35
31	Návrh 8 quick jacku manipulačního v manipulační poloze . . . . .	36
32	Návrh 1 tažně tlačné tyče . . . . .	37
33	Návrh 1 tažně tlačné tyče se základními rozměry . . . . .	37
34	Návrh 2 tažně tlačné tyče . . . . .	38
35	Návrh 2 tažně tlačné tyče se základními rozměry . . . . .	39
36	Návrh 2 tažně tlačné tyče s výměnnou tyčí . . . . .	40
37	Návrh 3 tažně tlačné tyče teleskopické . . . . .	41
38	Návrh 3 tažně tlačné tyče teleskopické se základními rozměry . . . . .	41
39	Návrh 3 tažně tlačné tyče teleskopické - zajišťovací kolík . . . . .	42
40	Návrh 3 tažně tlačné tyče teleskopické zasunuté . . . . .	43
41	Návrh 4 tažně tlačné tyče . . . . .	44
42	Návrh 4 tažně tlačné tyče se základními rozměry . . . . .	44
43	Návrh 4 tažně tlačné tyče s výměnnou tyčí . . . . .	45
44	Návrh 5 tažně tlačné tyče . . . . .	46
45	Návrh 5 tažně tlačné tyče se základními rozměry . . . . .	46

46	Návrh 1 quick jacku společného s tlačnou tyčí - quick jack . . . . .	47
47	Návrh 1 quick jacku společného s tlačnou tyčí - tažně tlačná tyč . . . . .	48
48	Návrh 1 quick jacku společného s tlačnou tyčí se základními rozměry . . . . .	48
49	Návrh 1 quick jacku společného s tlačnou tyčí - západkový mechanismus . . . . .	49
50	Návrh 2 quick jacku společného s tlačnou tyčí - quick jack . . . . .	50
51	Návrh 2 quick jacku společného s tlačnou tyčí - tažně tlačná tyč . . . . .	51
52	Návrh 2 quick jacku společného s tlačnou tyčí se základními rozměry . . . . .	51
53	Návrh 2 quick jacku společného s tlačnou tyčí - hák . . . . .	52
54	Quick jack společný s tažně tlačnou tyčí . . . . .	54
55	Quick jack společný s tažně tlačnou tyčí jako tažně tlačná tyč s formulí . . . . .	54
56	Quick jack společný s tažně tlačnou tyčí jako quick jack s formulí . . . . .	55
57	Quick jack společný s tažně tlačnou tyčí jako tažně tlačná tyč s formulí - detail . . . . .	55
58	Quick jack společný s tažně tlačnou tyčí jako quick jack s formulí - detail . . . . .	55
59	Quick jack pro dílenské účely . . . . .	56
60	Quick jack pro dílenské účely s formulí . . . . .	56
61	Quick jack pro dílenské účely s formulí - detail . . . . .	57
62	Quick jack pro dílenské účely s formulí zvednutý - detail . . . . .	57
63	Kolo - B90.100 [5] . . . . .	58
64	Kolo - B80.100 [6] . . . . .	58
65	Kolo - B47.100 [7] . . . . .	58
66	Kolo - B15.100 [8] . . . . .	58
67	Reakce působící na quick jack v opěrné trubce . . . . .	59
68	Síla potřebná pro zdvih formule . . . . .	60
69	Síla potřebná pro sejmutí formule z quick jacku . . . . .	61
70	Zatížení pružiny . . . . .	62
71	Varianta zvedacího zařízení přední části vozu . . . . .	64
72	Návrh paralelogramu pro zdvih přední části vozu . . . . .	65
73	Návrh paralelogramu pro zdvih přední části vozu se základními rozměry . . . . .	67
74	Paralelogram pro zvedání přední části vozu . . . . .	68
75	Paralelogram pro zvedání přední části vozu s formulí . . . . .	68
76	Návrh paralelogramu pro zdvih přední části vozu - detail 1 . . . . .	69
77	Návrh paralelogramu pro zdvih přední části vozu - detail 2 . . . . .	69
78	Kolo - R-50-50/8 [9] . . . . .	70
79	Kolo - C40.50x70-15 [10] . . . . .	70
80	Reakce působící v místě zvedání přední části vozu . . . . .	72
81	Síla potřebná pro zvednutí formule . . . . .	73
82	Uvolněný druhý člen . . . . .	74
83	Uvolněný třetí člen . . . . .	75
84	Uvolněný čtvrtý člen . . . . .	75
85	Trubka pod opěrnou desku zatížená silou $R_P$ . . . . .	79

## Seznam tabulek

1	Hmotnosti jednotlivých návrhů . . . . .	53
2	Technické údaje o kolech [5], [6], [7], [8] . . . . .	57
3	Nejvhodnější kolo pro quick jack . . . . .	58
4	Technické údaje o kolech [9], [10] . . . . .	70
5	Nejvhodnější kolo pro paralelogram . . . . .	71



Pos.	Nazev - rozmer	Polotovar	Material konecny/vychozi	T.O.	C.hmot	Hr.hmot	Cislo vykresu	Pocet ks.
9	HASICI PRÍSTROJ PRÁŠKOVÝ 1 KG	---	---/---	---	1,800	---	---	1
8	ZÁTKA TRUBKY PLOCHÁ 32	Zátka trubky plochá Ø32x1,0/2,0mm	---/---	---	0,020	---	---	2
7	KOLO Ø100	Samostatné pojzdové kolo - B15.100	---/---	---	0,245	---	---	2
6	Tažná pružina 12/3/2 - 1.1200	Hennlich tažné pružiny EN 10270-1 SH (1.1200)	---/---	---	0,019	---	---	2
5	POJISTNÝ KROUŽEK 8	ČSN 02 2930	---/---	---	0,001	---	---	2
4	POJISTNÝ KRUŽEK 15	ČSN 02 2930	---/---	---	0,003	---	---	2
3	ČEP K HÁKU	Ø12-40 ČSN 42 5510.12	12 050.0/---	---	0,031	---	KKS/BP1-00-01	2
2	HÁK SVÁRENEC - SESTAVA	---	---/---	---	0,083	---	KKS/BP1-02-00	1
1	HLAVNÍ SVÁRENEC - SESTAVA	---	---/---	---	2,759	---	KKS/BP1-01-00	1

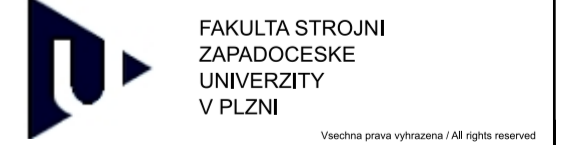
Pos.	Title - size	Blank	End material/Start material	C.W.	Weight	R.weight	Drawing No.	Quant.
9	HASICI PRÍSTROJ PRÁŠKOVÝ 1 KG	---	---/---	---	1,800	---	---	1
8	ZÁTKA TRUBKY PLOCHÁ 32	Zátka trubky plochá Ø32x1,0/2,0mm	---/---	---	0,020	---	---	2
7	KOLO Ø100	Samostatné pojzdové kolo - B15.100	---/---	---	0,245	---	---	2
6	Tažná pružina 12/3/2 - 1.1200	Hennlich tažné pružiny EN 10270-1 SH (1.1200)	---/---	---	0,019	---	---	2
5	POJISTNÝ KROUŽEK 8	ČSN 02 2930	---/---	---	0,001	---	---	2
4	POJISTNÝ KRUŽEK 15	ČSN 02 2930	---/---	---	0,003	---	---	2
3	ČEP K HÁKU	Ø12-40 ČSN 42 5510.12	12 050.0/---	---	0,031	---	KKS/BP1-00-01	2
2	HÁK SVÁRENEC - SESTAVA	---	---/---	---	0,083	---	KKS/BP1-02-00	1
1	HLAVNÍ SVÁRENEC - SESTAVA	---	---/---	---	2,759	---	KKS/BP1-01-00	1

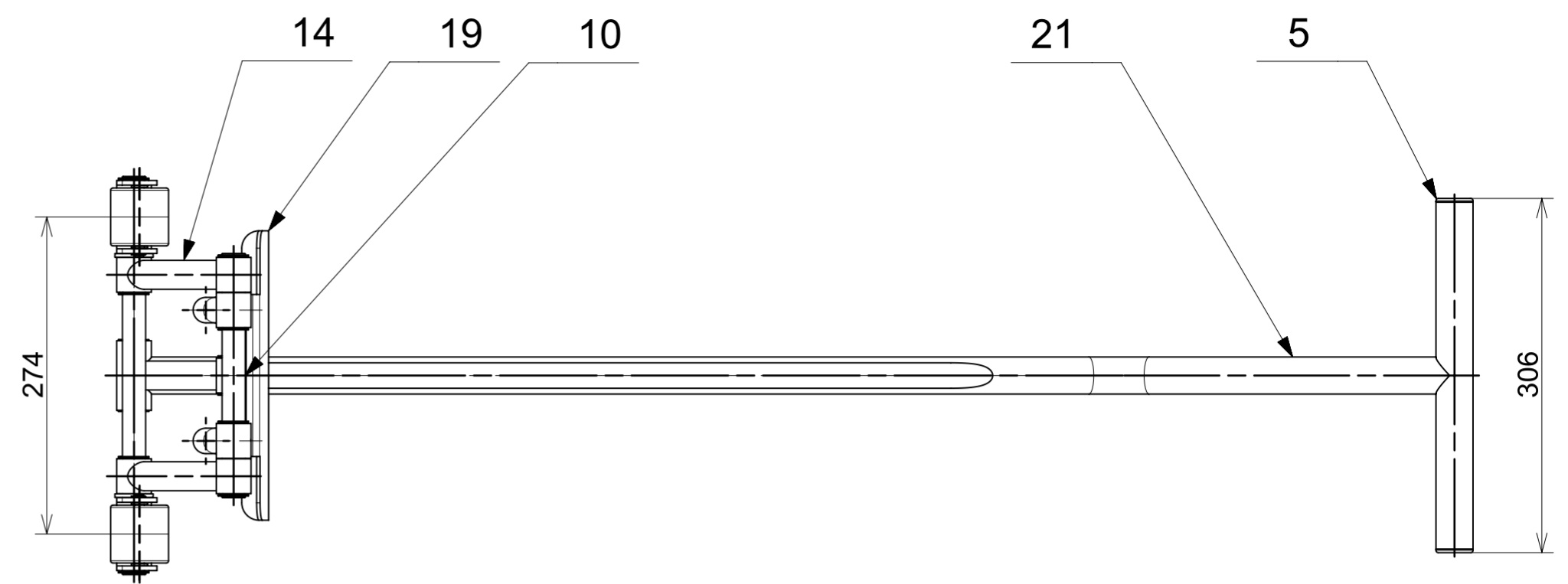
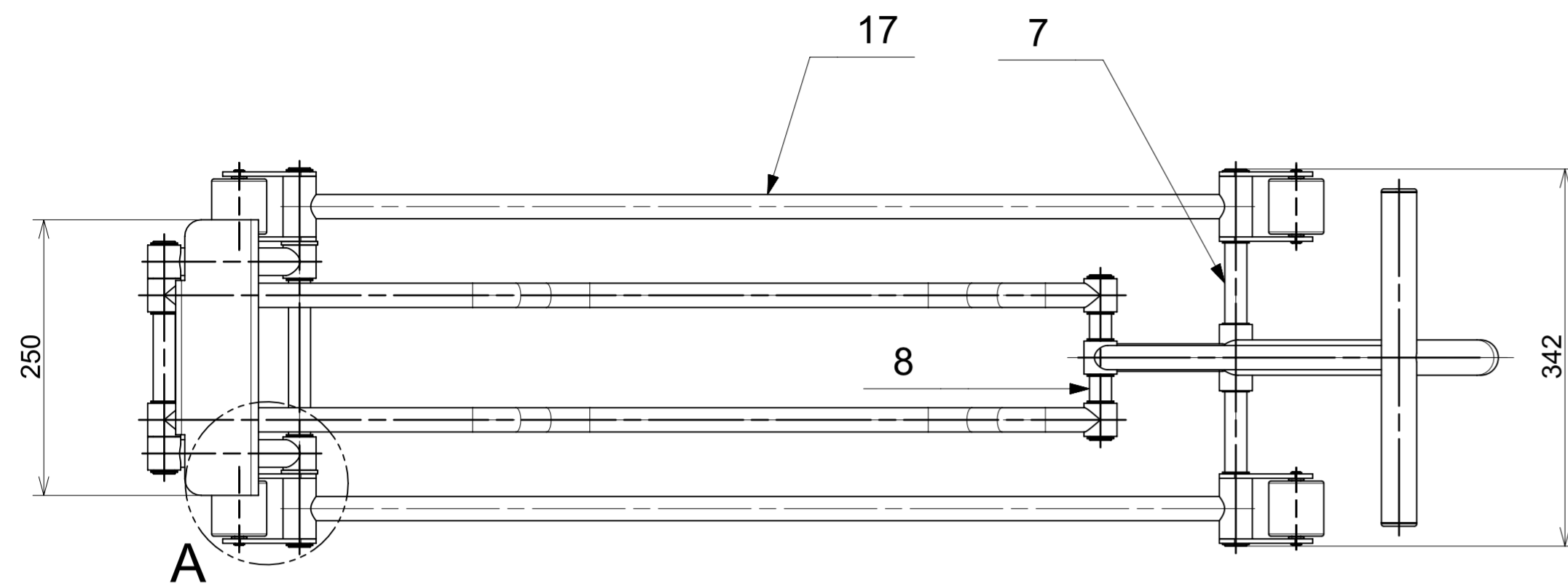
  

Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schval. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature	Poznámka / Note
---	---	---	---	---	---

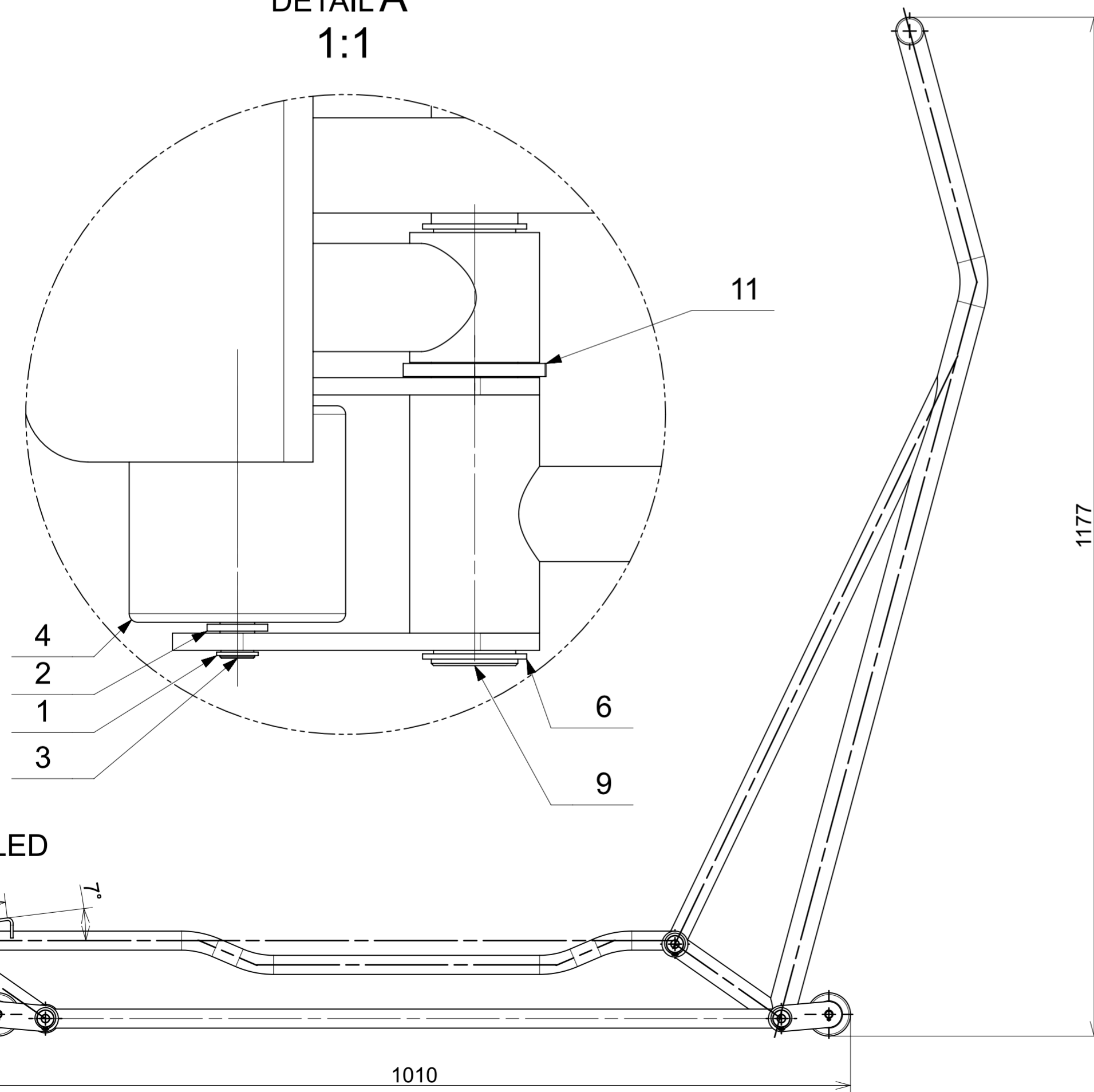
  

 Tolerance / Tolerovani ISO 8015 ISO 2768mK	Soubor-model / ASM-file sestava_quick_jack	Projekt / Project: ---	Meritko / Scale <b>1:5</b>
	Soubor-vykres / DRW-file sestava_quick_jack	C.sestavy / Assembly No. ---	
Nazev / Title <b>QUICK JACK</b>		Rev. 0	Cismot.sestavy 5,30 Cislo vykresu / Drawing No. <b>KKS/BP1-00-00</b> List / sheet no. 1    Pocet listu / sheets 2



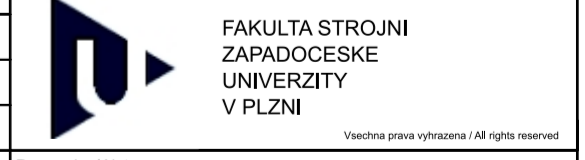


DETAIL A  
1:1

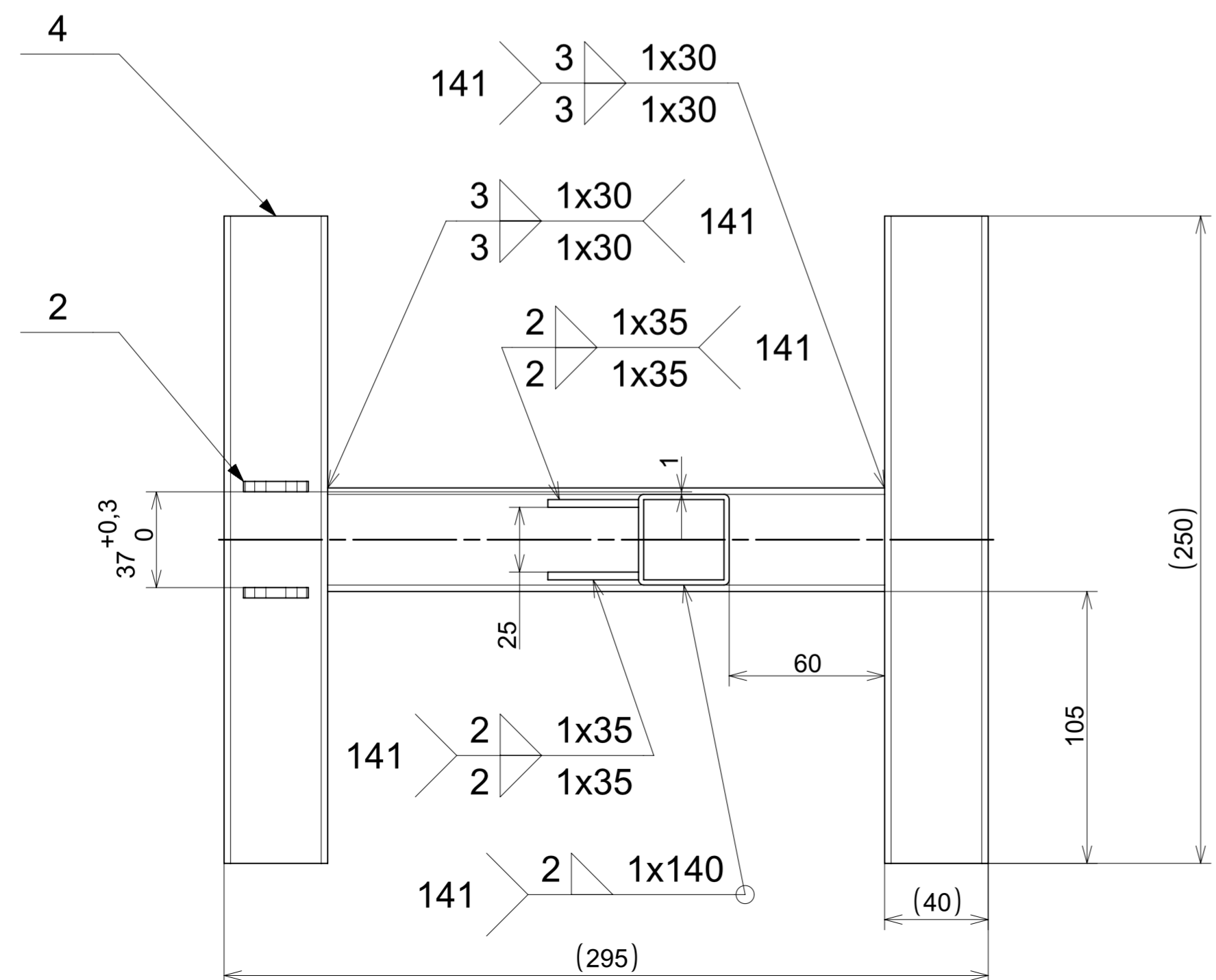
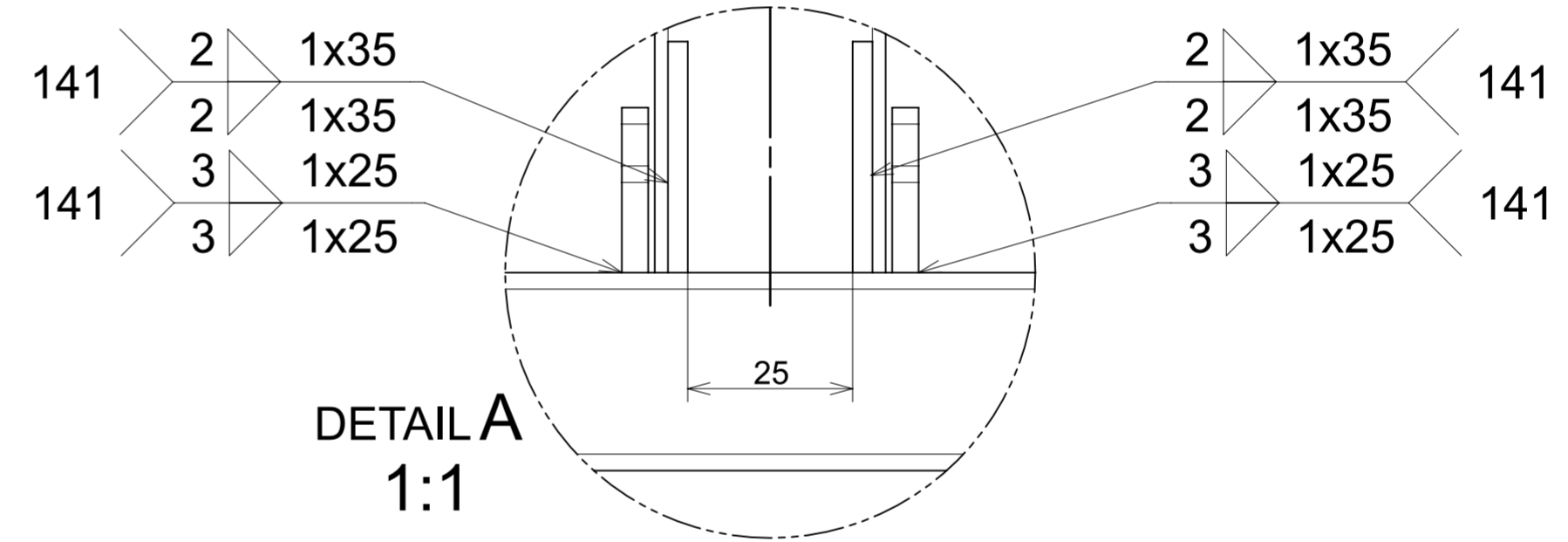
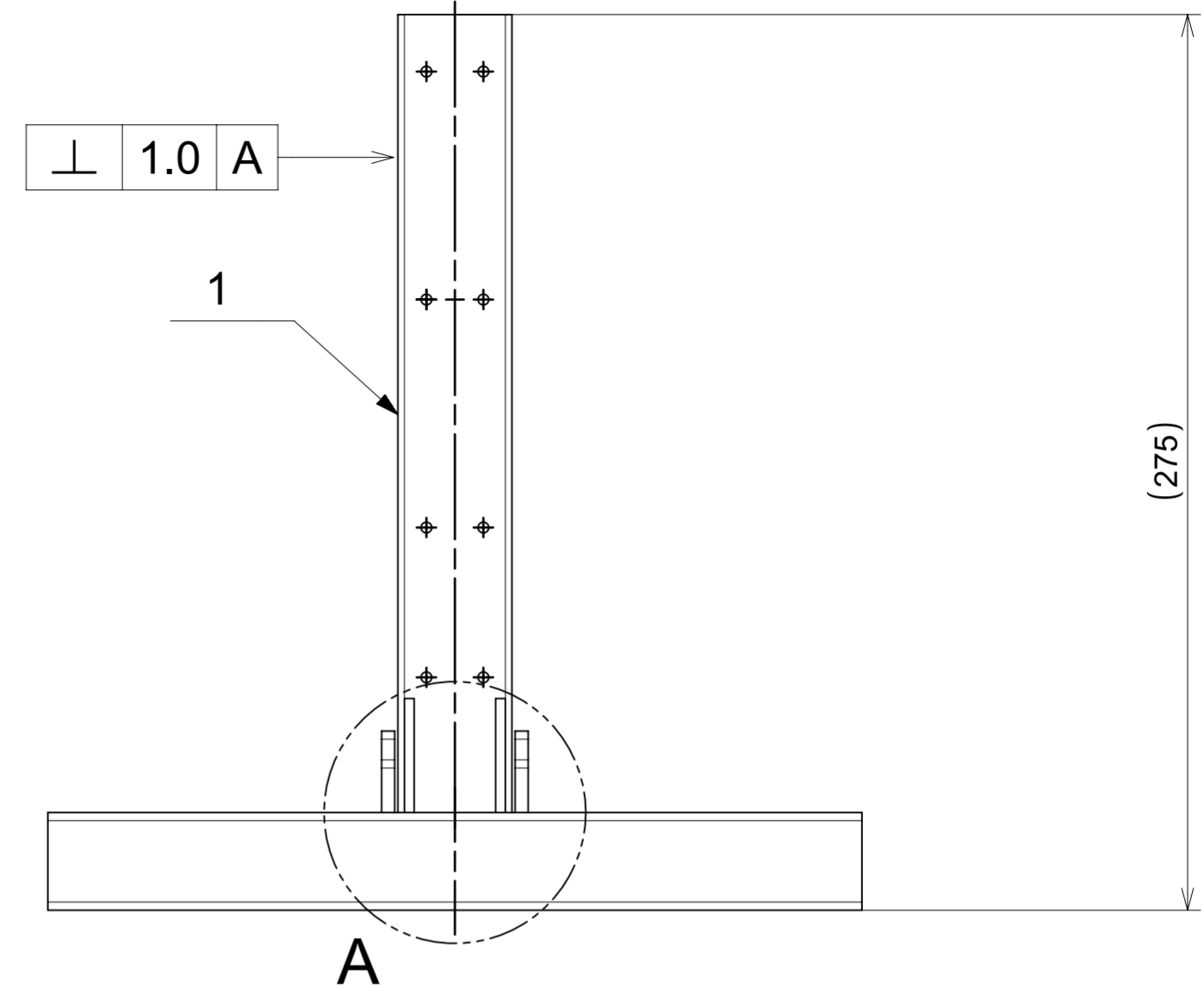
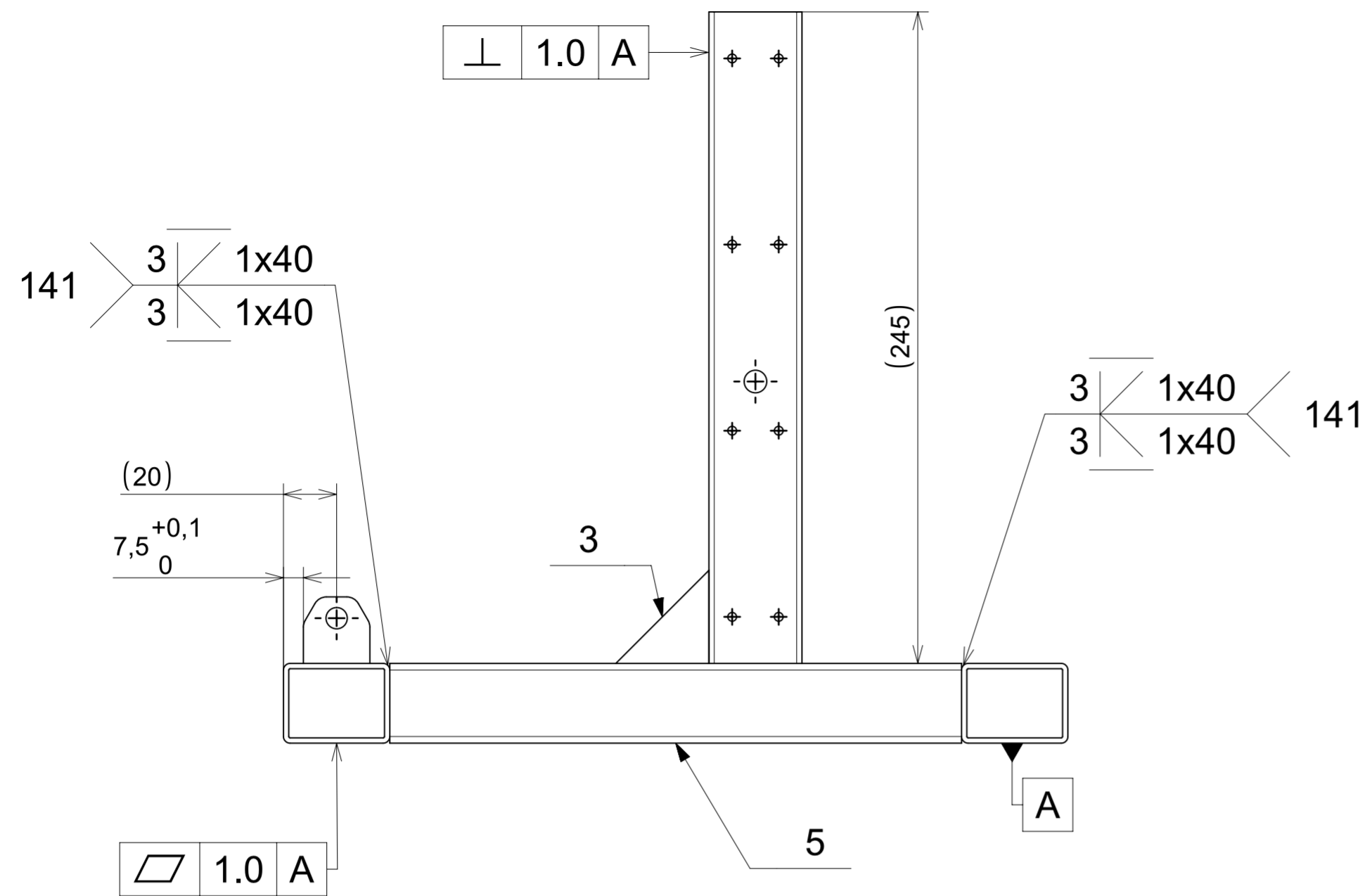


BOČNÍ POHLED

15	ZÁTKA TRUBKY PLOCHÁ 32	Zátka trubky plochá Ø32X1,0/2,0mm	---	---	0,020	---	---	2
14	KOLO Ø50	Váleček pro paletový vozík 50 mm - R-50-50/8	---	---	0,120	---	---	4
13	POJISTNÝ KROUŽEK 8	ČSN 02 2930	---	---	0,002	---	---	8
12	POJISTNÝ KROUŽEK 20	ČSN 02 2930	---	---	0,033	---	---	20
11	PODLOŽKA 8	ČSN 02 1703	---	---	0,010	---	---	8
10	PODLOŽKA 20	ČSN 02 1703	---	---	0,024	---	---	2
9	ČEP KOLA	Ø10-69 ČSN 42 5510.12	12 050,0/---	---	0,104	---	KKS/BP-00-05	4
8	ČEP ZADNÍ HORNÍ	Ø22-153 ČSN 42 5510.12	12 050,0/---	---	0,291	---	KKS/BP-00-04	1
7	ČEP PŘEDNÍ HORNÍ	Ø22-214 ČSN 42 5510.12	12 050,0/---	---	0,412	---	KKS/BP-00-03	1
6	ČEP PŘEDNÍ SPODNÍ	Ø22-347 ČSN 42 5510.12	12 050,0/---	---	0,670	---	KKS/BP-00-02	1
5	ČEP ZADNÍ SPODNÍ	Ø22-347 ČSN 42 5510.12	12 050,0/---	---	0,670	---	KKS/BP-00-01	1
4	BOČNÍ TÁHLO SVÁŘENEC - SESTAVA	---	---	---	0,144	---	KKS/BP-04-00	2
3	SPODNÍ TÁHLO SVÁŘENEC - SESTAVA	---	---	---	0,546	---	KKS/BP-03-00	2
2	OPĚRNÝ SVÁŘENEC - SESTAVA	---	---	---	1,186	---	KKS/BP-02-00	1
1	MADLO SVÁŘENEC - SESTAVA	---	---	---	1,493	---	KKS/BP-01-00	1
Poz.	Nazev - rozmer	Polotovary	Material konecný/vychozí	T.O.	C.hmot	Hr.hmot	Císlo vykresu	Pocet ks.
Pos.	Title - size	Blank	End material/Start material	C.W.	Weight	R.weight	Drawing No.	Quant.
cad 1	Datum / Date	Jmeno / Name						
Kreslí / Drawn by	20. 5. 2019	Tomáš Pangerl						
Prezkoušel / Checked by	---	---						
Schválil / Approved by	---	---						
Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schval. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature	Poznámka / Note:			
---	---	---	---	---	---			
---	---	---	---	---	---			
ISO 128	Tolerance / Tolerovani	Soubor-model / ASM-file		Projekt / Project:	---	Meritko / Scale	1:5	
	ISO 8015 ISO 2768mK	paralelogram_sestava		C.sestavy / Assembly No.	---	6,96		Format A2
Soubor-vykres / DRW-file		paralelogram_sestava		C.hmot.sestavy	6,96		Císlo vykresu / Drawing No. 0 KKS/BP2-00-00	
Nazev / Title			PŘEDNÍ PARALELOGRAM		Rev.	3		Pocet listu / sheets 3
List / sheet no.			3		Pocet listu / sheets		3	







**SOUČÁSTI POZ. 2 SVAŘOVAT S VLOŽENÝM STŘEDÍCÍM TRNEM Ø8 mm DO DĚR TĚCHTO SOUČÁSTÍ**  
**PO SVAŘENÍ BARVIT ODSŤÍNEM RAL3000**

Pos.	Název - rozměr	Polotovary	Material konečný/výchozí	T.O.	C.hmot	Hr.hmot	Číslo výkresu	Počet ks.
5	PROFIL SPOJOVACÍ	TR OBD 35X35X2 - 215	EN AW-6060 T66/---	---	0,151	---	---	1
4	PROFIL SPODNÍ	TR OBD 40X30X3 - 250	EN AW-6060 T66/---	---	0,175	---	---	2
3	VÝZTUHA	---	EN AW-6060 T66/---	---	0,005	---	KKS/BP3-01-03	2
2	ÚCHYT	---	EN AW-6060 T66/---	---	0,006	---	KKS/BP3-01-02	2
1	PROFIL SVISLÝ	---	EN AW-6060 T66/---	---	0,171	---	KKS/BP3-01-01	1
Pos.	Title - size	Blank	End material/Start material	C.W.	Weight	R.weight	Drawing No.	Quant.
Kreslil / Drawn by		Datum / Date		Jmeno / Name				
Prezkoušel / Checked by		---		---				
Schválil / Approved by		---		---				
Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schval. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature	Poznámka / Note:			
---	---	---	---	---	---			
Tolerance / Tolerovaní		Soubor-model / ASM-file		Projekt / Project:		Měřítko / Scale		
ISO 128 ISO 8015 ISO 2768mK		podstavec_svařenec		---		1:2		
Soubor-výkres / DRW-file		podstavec_svařenec		C.sestavy / Assembly No.		---		
Název / Title		C.hmot.sestavy		0,69		Format		
PODSTAVEC SVAŘENEC		Rev.		Číslo výkresu / Drawing No.		0 KKS/BP3-01-00		
---		---		---		List / sheet no. 3 Počet listů / sheets 3		

