



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

POMOCNÉ ZAŘÍZENÍ PRO MANIPULACI S OSOBNÍM VOZIDLEM

ACCESSORY EQUIPMENT FOR PASSENGER CAR MANIPULATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. ADAM BURYŠEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ONDŘEJ BLAŽÁK, Ph.D.

BRNO 2011

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Adam Buryšek

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Automobilní a dopravní inženýrství (2301T038)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Pomocné zařízení pro manipulaci s osobním vozidlem

v anglickém jazyce:

Accessory Equipment For Passenger Car Manipulation

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Proveďte návrh pomocného zařízení pro manipulaci s osobním vozidlem pro potřeby ÚADI.

Cíle diplomové práce:

1. Proveďte konstrukční návrh různých typů zvedacích zařízení pro manipulaci s osobním vozidlem pro potřeby ÚADI (zvedání za kola vozidla, zvedání pod prahy vozidla).
2. Proveďte kinematický rozbor vybraných zařízení (viz. výše) a proveďte jejich dimenzování s ohledem na předpokládaná působící zatížení.
3. Jednotlivé body zadání upřesní vedoucí práce.

Seznam odborné literatury:

- [1] REIMPELL, J. Fahrwerktechnik. ISBN 3-8023-1507-3, Vogel Buchverlag, 1995.
- [2] VLK, F. Zkoušení a diagnostika motorových vozidel. ISBN 80-234-6573-0, Nakladatelství VLK, Brno 2000.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ondřej Blaták, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/2011.

V Brně, dne 19.11.2011

L.S.

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty



ABSTRAKT

Tato diplomová práce pojednává o zařízeních sloužících k manipulaci s osobním vozidlem. Představuje souhrn současných řešení a konstrukční návrhy takovýchto zařízení. Cílem této práce je pro potřeby ÚADI zefektivnit manipulaci s osobními vozidly.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vozík, zvedák, manipulace, zařízení, vozidlo

ABSTRACT

This master's thesis deals about equipment for manipulation with passenger car. It represents a summary of present equipment and engineering design of such devices. The purpose of this thesis is to make more efficient work with passenger cars for the ÚADI needs.

KEYWORDS

Cart, hoist, manipulation, equipment, vehicle



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BURYŠEK, A. *Pomocné zařízení pro manipulaci s osobním vozidlem*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 60 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Ondřej Blatňák, Ph.D.



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Ondřeje Blatáka, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 26. května 2011

.....

Adam Buryšek



PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce Ing. Ondřeji Blaťákovi, Ph. D, za zájem, připomínky a čas, který věnoval mé práci. Zároveň bych chtěl také poděkovat celé mé rodině za podporu při studiu.



OBSAH

Úvod	10
1 Vozík pro manipulaci s vozidlem bez mechanismu zvedání automobilu	11
1.1 Typy vozíků pro manipulaci s vozidlem bez mechanismu zvedání automobilu	11
1.1.1 Vozík firmy GRIP	11
1.1.2 Vozík firmy Northern Industrial Tools.....	12
1.1.3 Vozík firmy Merrick.....	12
1.2 Návrh vozíku pro manipulaci s vozidlem bez mechanismu zvedání automobilu.....	14
1.2.1 1. Varianta vozíku.....	14
1.2.2 2. Varianta vozíku.....	16
1.3 Kolečka vozíků	18
2 Vozík pro manipulaci s vozidlem s mechanismem zvedání automobilu.....	19
2.1 Historie vozíku pro manipulaci s vozidlem s mechanismem zvedání automobilu	20
2.2 Typy mechanismů pro zvedání automobilu	21
2.3 Návrh mechanismu zvedání automobilu.....	22
2.4 Princip mechanismu zvedání automobilu	23
2.5 Návrh vozíku pro manipulaci s vozidlem s mechanismem zvedání automobilu.....	27
2.5.1 Návrh nosné tyče vozíku	28
2.5.2 Výpočet nosné trubky vozíku	29
2.5.3 Návrh pedálu.....	30
2.6 Kolečka vozíku	32
2.7 Parametry vozíku	33
2.8 Dokovací stanice.....	34
2.9 Cena sestavy vozíků s dokovací stanicí	36
3 Zvedák pro manipulaci s vozidlem.....	40
3.1 Návrh zvedáku automobilu	42
3.2 Kolečka zvedáku	44
3.3 Výpočet úchytů automobilu.....	45
3.4 Návrh hydraulického okruhu zvedáku	47
3.4.1 Výpočet zvedací síly.....	47
3.4.2 Hydraulický agregát	48
3.4.3 Hydraulický válec.....	51
3.4.4 Hydraulická hadice	52
3.5 Kontrola uchycení hydraulického válce.....	53
3.5.1 Kontrola lícovaného šroubu.....	53
3.5.2 Kontrola úchytů válce.....	53



3.6	Výpočet rámu zvedáku	55
3.6.1	Kontrola čepů spojující rámy zvedáku	56
3.7	Parametry zvedáku pro manipulaci s vozidlem	57
Závěr		58
Seznam použitých zkratk a symbolů		60



ÚVOD

V automobilovém průmyslu, zvláště v odvětví automobilového průmyslu zaměřeném na údržbu, opravy a rekonstrukce roste poptávka po pomůckách na pomoc s manipulací vozidla. Stejně je tomu i v případě Ústavu automobilního a dopravního inženýrství, kde je potřeba manipulace s vozidly na malém prostoru. Často se jedná i o závodní vozidla, která mají malý poloměr otáčení (rejd) a manipulace s nimi ve stísněných prostorech je velmi obtížná.

Cílem mé diplomové práce bylo pro potřeby ÚADI navrhnout konstrukční řešení různých typů zvedacích zařízení pro manipulaci s vozidlem. Jedno z těchto zařízení by mělo dokázat uchopit automobil za kola a druhé za prahy. Pro tyto zařízení provést kinematický rozbor a provést dimenzování těchto zařízení s ohledem na působící zatížení. U nejvhodnějšího zařízení poté provést kalkulaci výrobních nákladů pro jeho případnou realizaci ústavem ÚADI.

Zařízení, kterými se ve své diplomové práci zabývám, slouží především k manipulaci s vozidlem ve vodorovném směru, které může být i nepojízdné. Jsou zde navrženy dva odlišné mechanismy pro manipulaci s vozidlem. Jedním je sestava vozíků umísťující se pod kola automobilu, druhým je pojízdný zvedák uchopující automobil za prahy.

Vozíky mají široké spektrum využití a mohou být využity např. v karosárně, dílně, výstavních místnostech nebo na přemístění závodních či historických aut, které jsou momentálně nepojízdné. Vozík může být užitečný například k rychlému přemístění zavazovacího vozidla. Tohoto by mohli využít například hasiči, kteří se potýkají se špatně zaparkovaným autem. Vozík může být užitečný například i pro odtahovou službu. Většina lidí totiž parkuje automobil tak, že nechá zařazený první rychlostní stupeň. Zde stačí pouze nadzvednout přední kola, natočit si automobil do požadované polohy, zaháknout za naviják a pak je možné jednoduše automobil vytáhnout na plošinu odtahového vozidla.

Výhoda pojízdného zvedáku je ta, že může manipulovat i s vozidlem, kterému chybí kola nebo má poškozenou nápravu. Tento zvedák byl konstruován pro potřeby ÚADI, kde je potřeba manipulace s vozidlem na kterém jsou měřeny kinematické body zavěšení a tudíž na vozidle chybí kola a mnohdy jsou demontovány i části zavěšení. Manipulace s takovýmto vozidlem je velmi nesnadná a časově náročná. Zvedák je obdobou paletového vozíku, tedy slouží pouze k mírnému nadzvednutí automobilu do doby, než se s ním dá manipulovat, a k jeho následnému přemístění.



1 VOZÍK PRO MANIPULACI S VOZIDLEM BEZ MECHANISMU ZVEDÁNÍ AUTOMOBILU

Toto zařízení slouží k manipulaci s osobním vozidlem po rovném, pevném a hladkém povrchu. Jsou to v podstatě 4 vozíky, kde každý vozík se umísťuje pod kolo vozidla. U tohoto vozíku byl hlavní požadavek na flexibilitu uchycení vozidla, tedy aby se dal vozík roztahovat, čímž by měnil svůj rozvor. Díky tomuto se dají uchytit vozidla s velikostí kol od 13 palců do 25 palců.

1.1 TYPY VOZÍKŮ PRO MANIPULACI S VOZIDLEM BEZ MECHANISMU ZVEDÁNÍ AUTOMOBILU

Na současném trhu je k dostání několik různých typů takovýchto vozíků, které bych zde chtěl ukázat.

1.1.1 VOZÍK FIRMY GRIP

Jednoduché řešení tohoto vozíku lze koupit od Americké firmy GRIP. Tento vozík tvoří pouze svařený rám, ke kterému jsou přišroubována kolečka, tedy je velice jednoduchý na výrobu. Nosnost tohoto vozíku se pohybuje okolo 600 kg, tedy za použití 4 vozíků lze přemístit automobil až do hmotnosti 2400 kg.



Obr. 1 Vozík firmy GRIP [4]



1.1.2 VOZÍK FIRMY NORTHERN INDUSTRIAL TOOLS

Další typ takového vozíku vyrábí například firma Northern Industrial Tools, což je opět Americká firma. Tento vozík sestává z výlisku, který je vyztužen dvěma tyčkami. Oproti vozíku od firmy GRIP má výhodu v příjemnějším uchycení kola. Pneumatika zde bude deformována podobně jako při stání na rovném povrchu. Nevýhoda tohoto vozíku je hlavně v nosnosti, která činí pouhých 450 kg. Za použití všech 4 vozíků by měla být tedy maximální hmotnost automobilu 1800 kg.



Obr. 2 Vozík firmy Northern Industrial Tools [4]

1.1.3 VOZÍK FIRMY MERRICK

Velice podobný vozík jako předchozí vyrábí Americká firma Merrick. Je daleko více výrobně jednodušší a má také daleko větší nosnost. Vyrábí se ve třech variantách z hlediska velikosti a ve dvou z hlediska nosnosti. První, určená pro menší zatížení sestává z vozíku o nosnosti 680 kg, tedy 2720 kg pro celý automobil. U druhé varianty dokáže vozík unést váhu 1130 kg. Čtyři vozíky potom tedy dokáží unést váhu 4520 kg.



Obr. 3 Vozík firmy Merrick [4]



Tyto vozíky se dají použít nejen na automobily, ale i na lodě, letadla, vrtulníky a další těžké věci jako např. sloupy elektrického vedení, pluh traktoru nebo dokonce soustruh.



Obr. 4 Příklad dalšího použití vozíku Merrick [5]

Firma k tomuto vozíku nabízí několik dalších přídavných prvků jako např. úchyt za šrouby kol automobilu, úchyt pro motor automobilu, přídavnou tyč pro uchycení kol automobilu nebo dokonce sedák.



Obr. 5 Přídavné prvky vozíku Merrick [5]



1.2 NÁVRH VOZÍKU PRO MANIPULACI S VOZIDLEM BEZ MECHANISMU ZVEDÁNÍ AUTOMOBILU

Při návrhu vozíku byl kladen hlavní požadavek na flexibilitu uchycení vozidla, tedy aby se dal vozík roztahovat, čímž by měnil svůj rozvor. Díky tomuto se dají uchytit vozidla s velikostí kol od 13 palců do 18 palců. Při návrhu vozíku jsem se snažil skloubit výhody výše uvedených vozíků, jako výrobní jednoduchost, příjemné uchycení kola a vysokou nosnost. Nosnost vozíku je omezena nosností koleček a na tuto nosnost jsou obě varianty vozíků konstruovány.

1.2.1 1. VARIANTA VOZÍKU

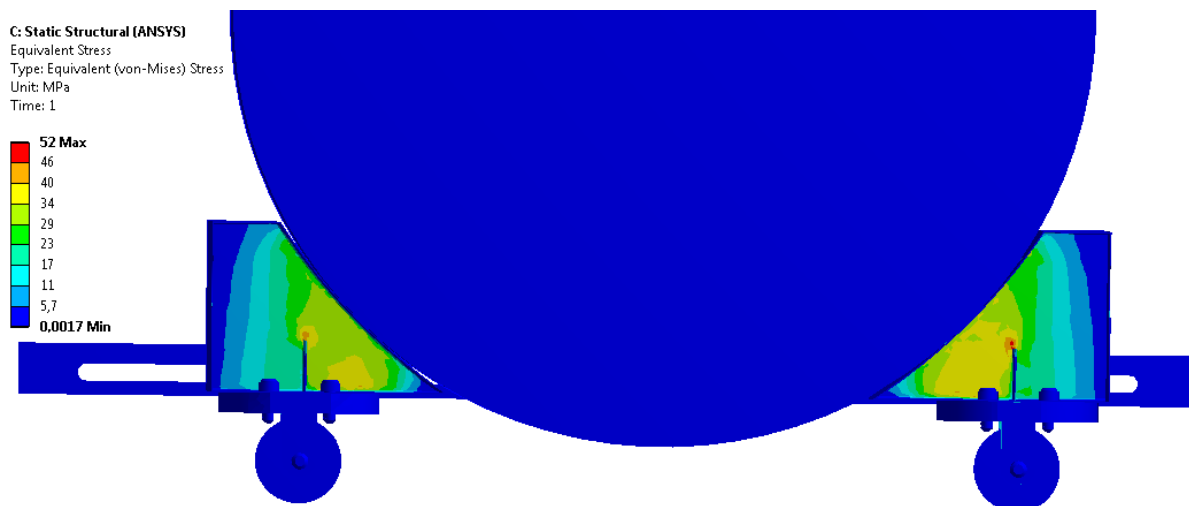
První varianta sestává ze dvou základen svařených z 0,8 mm plechu válcovaného za studena. Umožňuje uchytit pneumatiku až o šířce 300 mm a průměru 710 mm, tedy asi 18-ti palcové kolo s pneumatikou 245/50. Základny jsou spojeny dvěma 3 mm tyčemi L profilu a spojeny se základnou pomocí dvou šroubů pro přizpůsobení vozíku pneumatice. Nosnost vozíku je omezená nosností koleček. Každé kolečko má nosnost 270 kg, tedy celý vozík má nosnost 1080 kg. Celé vozidlo za použití čtyř vozíků může mít hmotnost až 4320 kg.



Obr. 6 První varianta vozíku



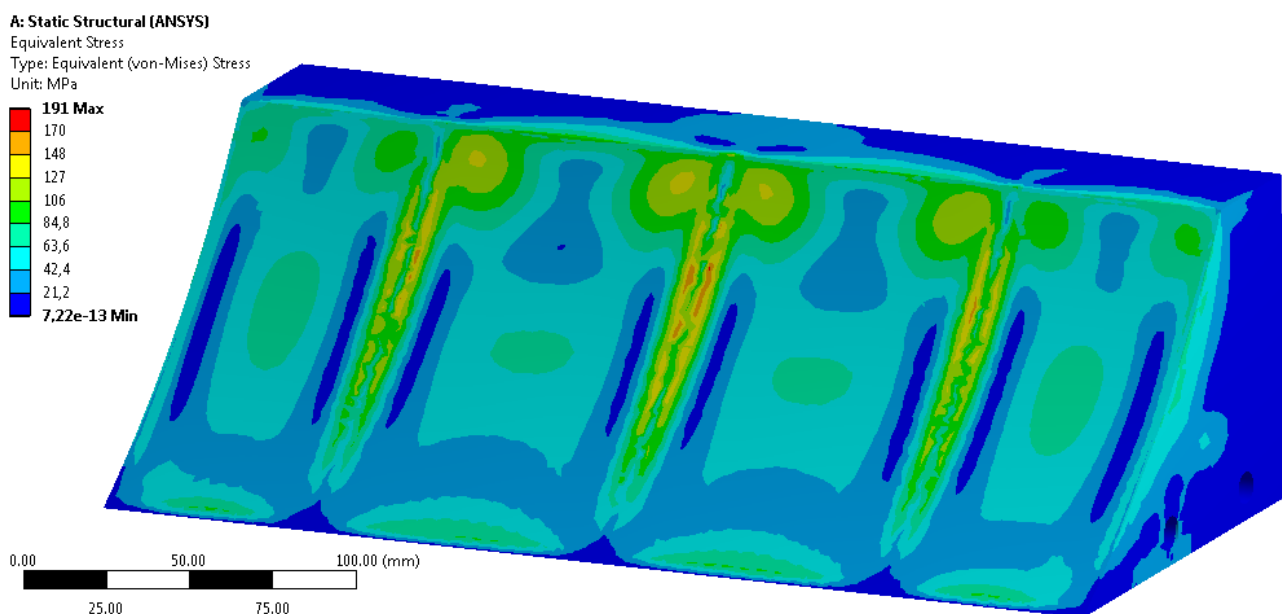
Nosnost vozíku byla ověřena pomocí programu ANSYS Workbench do kterého byly převedeny modely z programu Pro ENGINEER. Do vozíku bylo uchopeno kolo o průměru 508 mm a šířce 240 mm. Toto kolo bylo poté zatíženo maximální nosností vozíku, tedy váhou 1080 kg.



Obr. 7 Napětí ve vzpěře vozíku

Největší napětí je 52 MPa ve vzpěře základny. Základna je vyrobená z plechu válcovaného za studena s označením: DC01-A-m (1.0330) dle EN 10130. Tento materiál má mez kluzu 280 MPa. Bezpečnost je tedy 5,38.

Dále byla zatížena styková plocha základny s pneumatikou a to váhou 540 kg. Největší napětí dosahuje 191 MPa, bezpečnost bude pak 1,46.



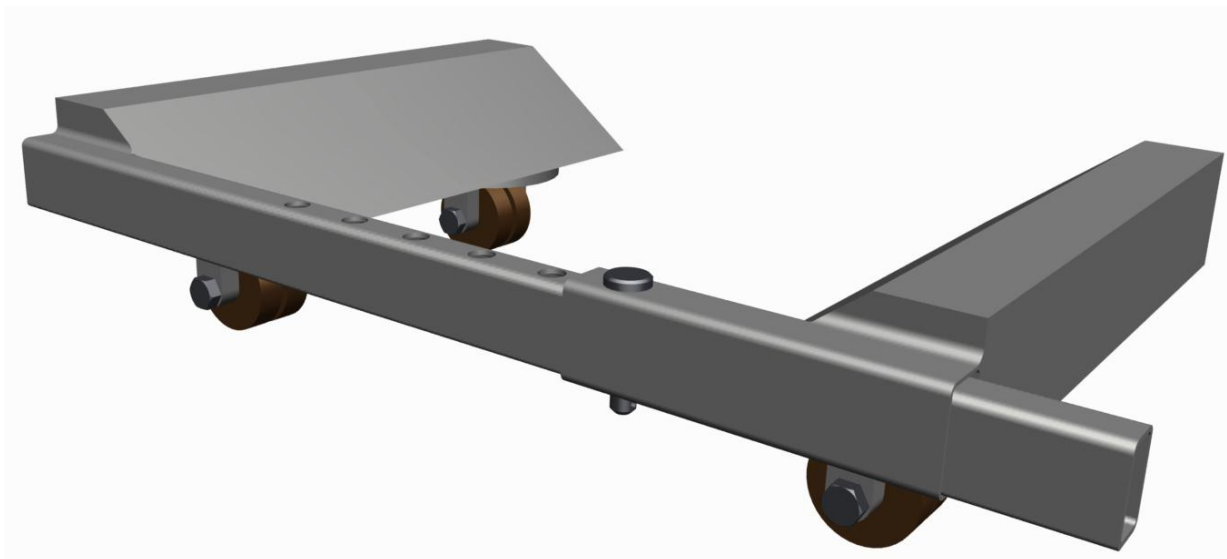
Obr. 8 Napětí ve stykové ploše základny



1.2.2 2. VARIANTA VOZÍKU

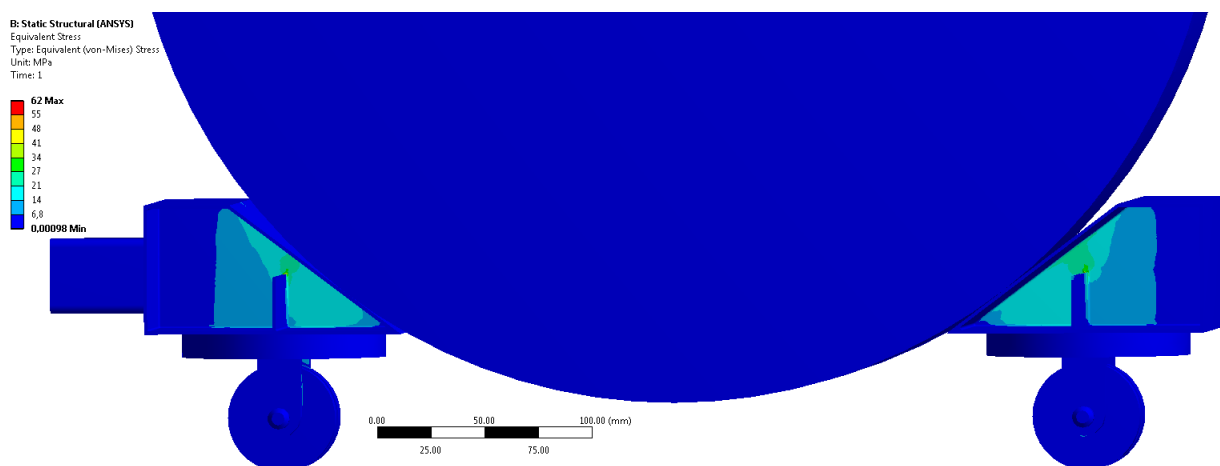
Druhá varianta přináší oproti první několik zlepšení. Hlavním zlepšením je spojení základen pouze na jedné straně se zajištěním pomocí čepu. Toto spojení má nevýhodu v krokovém nastavení rozvoru vozíku a to po 35 mm. Další zlepšení je použití tlustšího plechu, zmenšení výšky základny a absence úchopů, díky čemuž se dá vozík zatížit maximální nosností i na vrchní straně základny. Vozík už tedy nemusí sloužit pouze k přemísťování automobilů.

U druhé varianty byla použita stejná kolečka jako u první, díky kterým zůstala nosnost vozíku stejná, tj. 1080 kg. Základny byly svařeny z 1,5 mm plechu válcovaného za studena a spojeny pomocí dvou obdélníkových trubek zajištěných čepem.



Obr. 9 Druhá varianta vozíku

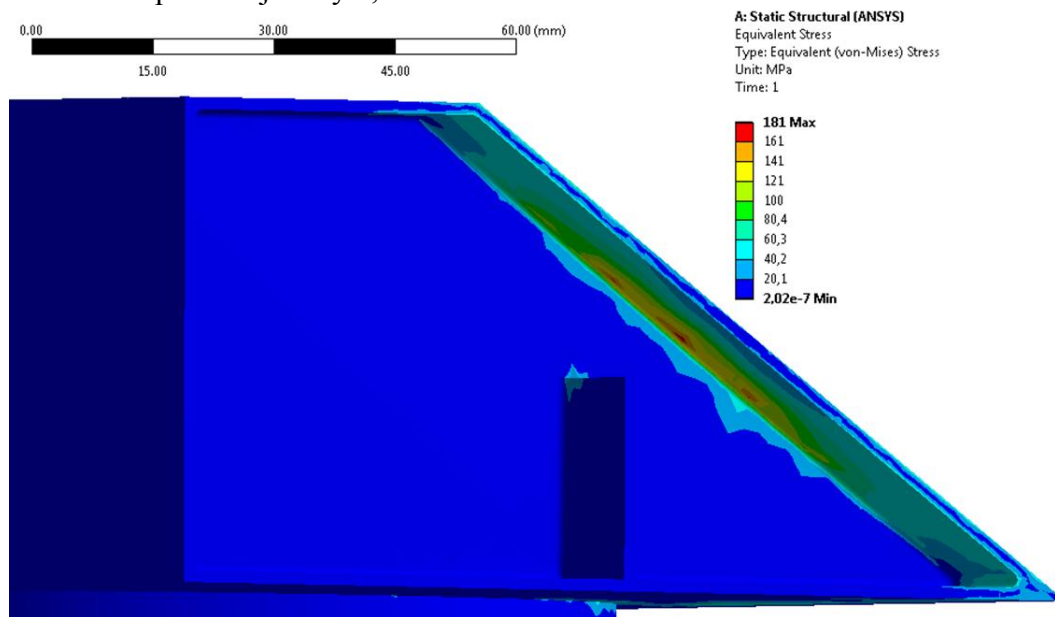
U druhé varianty byla opět ověřena nosnost pomocí programu ANSYS Workbench. Do vozíku bylo uchopeno kolo o průměru 508 mm a šířce 240 mm a zatíženo silou odpovídající váze 1080 kg.



Obr. 10 Napětí ve vzpěře vozíku



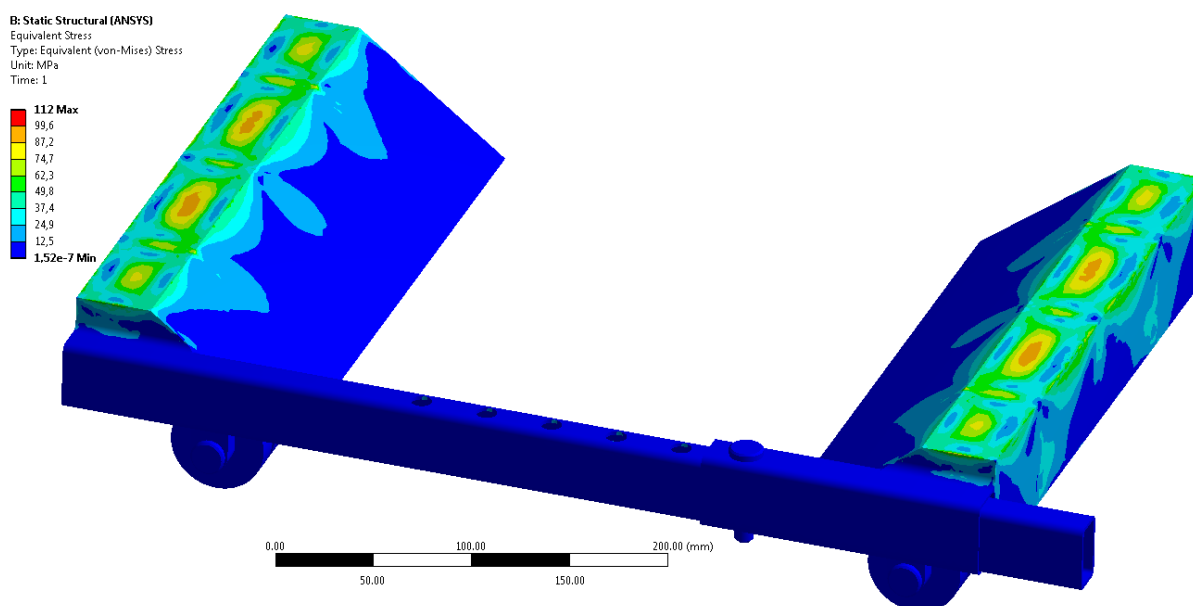
Největší napětí ve vzpěře základny je 62 MPa. Základna je vyrobena z plechu válcovaného za studena s označením: DC01-A-m (1.0330) dle EN 10130, který má mez kluzu 280 MPa a bezpečnost je tedy 4,52.



Obr. 11 Napětí ve stykové ploše základny

Napětí ve stykové ploše s pneumatikou dosahuje hodnoty 181 MPa. Bezpečnost je v tomto místě 1,55. Napětí ve spoji základen se ukázalo poměrně malé a nikterak nebezpečné.

Vozík byl rovněž zatížen na vrchních plochách základen maximální nosností. Obdobně jakoby na něm stála například paleta. Největší napětí dosáhlo hodnoty 112 MPa. Bezpečnost v tomto místě je 2,5.



Obr. 12 Zatížení vozíku na vrchní straně základny



1.3 KOLEČKA VOZÍKŮ

U obou variant vozíků byla použita stejná kolečka. Nároky na kolečka byly totiž v obou případech stejné. Co nejmenší kolečko s co největší nosností, ideálně okolo 250 kg. Jako nejvhodnější se nakonec ukázala dvojitá vysokožátěžová kladka s kolečkem o průměru 50 mm a celkovou výškou 64 mm. Vidlice i montážní deska je vyrobena z legované oceli kované za tepla a následně pozinkována. Kolečko se otáčí na otočném ložisku bez středového čepu, které je tvořeno kalenou kuličkovou dráhou. Vidlice je osazena dvěma lakovanými litinovými koly s kluznými ložisky. Tato kolečka byla vybrána z katalogu firmy VALVE CONTROL, s.r.o. na internetovém obchodu: www.pojezdová-kola.cz [9].

PARAMETRY KOLEČEK

Tab. 1 Parametry koleček vozíků bez mechanismu zvedání vozidla

Průměr kola	50 mm
Šířka obruče	14 mm
Celková výška	64 mm
Přesazení	25 mm
Rozměry desky	D = 95 mm
Rozteče děr	d = 51 mm
Průměr děr	6 mm
Nosnost	270 kg



Obr. 13 Kolečka vozíků bez mechanismu zvedání vozidla [9]



2 VOZÍK PRO MANIPULACI S VOZIDLEM S MECHANISMEM ZVEDÁNÍ AUTOMOBILU

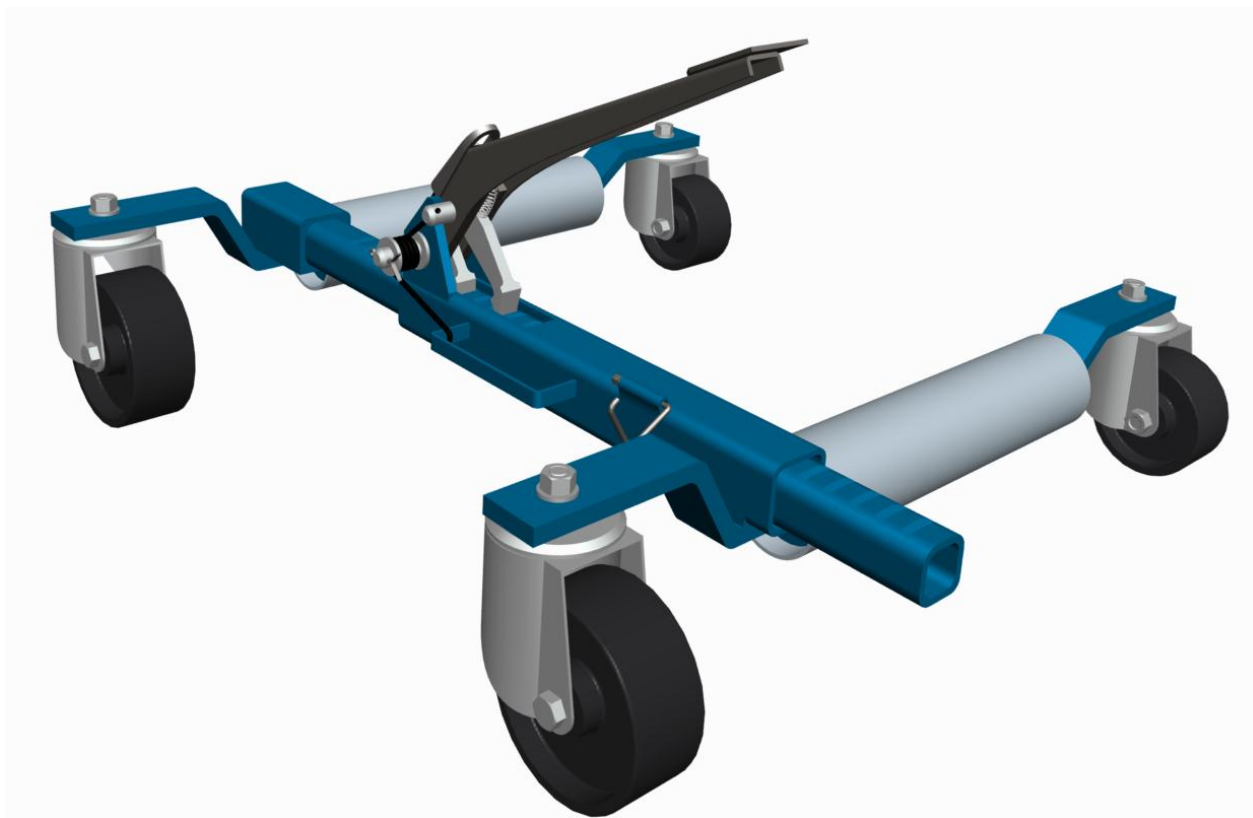
Vozík sloužící k manipulaci s vozidlem, který dokáže automobil zvednout, přemístit a poté také spustit. Vozík se umísťuje okolo kola automobilu a s každým sešlápnutím pedálu se budou úchyty kola přibližovat nebo oddalovat, čímž se bude zvedat nebo spouštět automobil, jak lze vidět na Obr. 14.



Obr. 14 Zvedání automobilu [7]

Vozík sestává se dvou nosných tyčí, ke kterým je přidělena kulatá nosná trubka tak, aby se mohla otáčet kolem své osy a při zvedání či spouštění se mohla odvalovat po pneumatice vozidla. Jeden úchyt trubky je pevně přivařen k nosné tyči a po nasazení trubky se nasune i druhý úchyt, který se zajistí proti posunutí šroubem. Toto je hlavní důvod, proč je na jedné straně vozíku menší kolečko než na druhé. Aby se přes záhyb nosné tyče dala nasadit trubka a poté i úchyt. Proti posunutí trubky do strany brání na jedné straně ohyb nosné tyče a na druhé straně spojující část nosných tyčí.

Spojovací část tvoří dvě čtvercové trubky (jäckly), které jsou v sobě vsazeny. Součástí spojující části je mechanismus zvedání vozidla. Nejčastěji se jedná o hydraulický válec spojující nosné tyče (viz. Obr. 16) nebo mechanický mechanismus pracující na principu rohatka-západka (Obr. 15).



Obr. 15 Vozík pro manipulaci s vozidlem s mechanismem zvedání automobilu

2.1 HISTORIE VOZÍKU PRO MANIPULACI S VOZIDLEM S MECHANISMEM ZVEDÁNÍ AUTOMOBILU

V roce 1984, Al Coccaro, prezident společnosti Zendex Tool, potřeboval efektivní prostředky k přemísťování automobilu bokem ke zlepšení vnitřního dopravního proudu v jeho autoopravně.

Po přezkoumání dostupných metod, si brzo uvědomil omezení stávajících zvedáků a vozíků. S různými šířkami náprav, rozvorů, pneumatik a velikostí kol většina jednoduchých zvedáků nefungovala. Časově náročné zvedání automobilu a umísťování na vozíky bez mechanismu zvedání automobilu nebylo přijatelné. Byl tedy zapotřebí lepší způsob přemísťování vozidla. Po hodně pokusech a chybách, se zrodil vozík, který byl schopen zvednout automobil. Po více jak dvaceti letech pan Coccaro konečně postavil takovýto vozík, který dostal jméno GoJak. [7]



2.2 TYPY MECHANISMŮ PRO ZVEDÁNÍ AUTOMOBILU

- Mechanické

Zvedání je realizováno silou člověka přes mechanismus, jenž spočívá v přeměně pohybů a sil. Tento mechanismus byl vybrán jako nejvhodnější pro mou diplomovou práci.

- Hydraulické

Využívá tekutiny (oleje) k dosažení potřebné síly ke zvedání automobilu. Zařízení může využívat sílu člověka nebo může být realizováno pomocí hydrogenerátoru.



Obr. 16 Vozík s hydraulickým zvedáním vozidla [11]

- Elektrické

Pomocí přeměny elektrické energie na mechanickou, může být realizováno zvedání automobilu. Toto zařízení má ovšem několik nevýhod, jako třeba velký zástavbový prostor pro elektromotor o daném výkonu, potřeba akumulátoru nebo připojení do elektrické sítě.

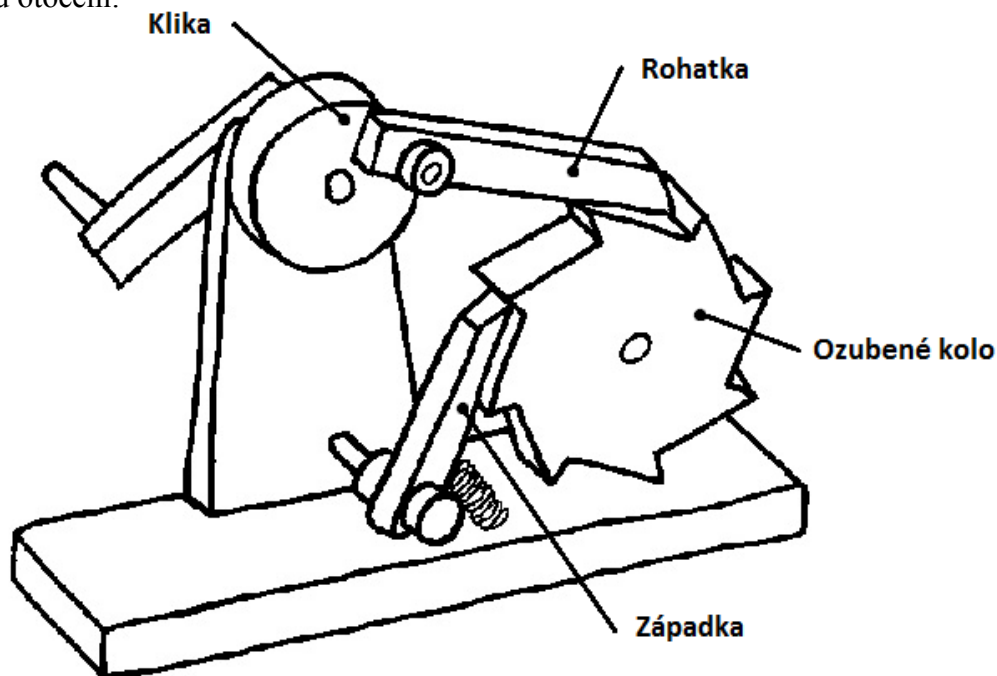
- Pneumatické

Zde je využit tlak plynu k přenesení nebo zvětšení síly. Toto zařízení by bylo vhodné v dílně, kde je neustálý přístup ke kompresoru nebo rozvodu stlačeného vzduchu.



2.3 NÁVRH MECHANISMU ZVEDÁNÍ AUTOMOBILU

Jako mechanismus zvedání automobilu byl zvolen mechanismus pracující na principu rohatka-západka. Na Obr. 17 je vidět jednoduchý mechanismus s rohatkou a západkou. Při jednom otočení kliky posune rohatka ozubené kolo o jeden zub a západka ho zajistí proti zpětnému otočení.

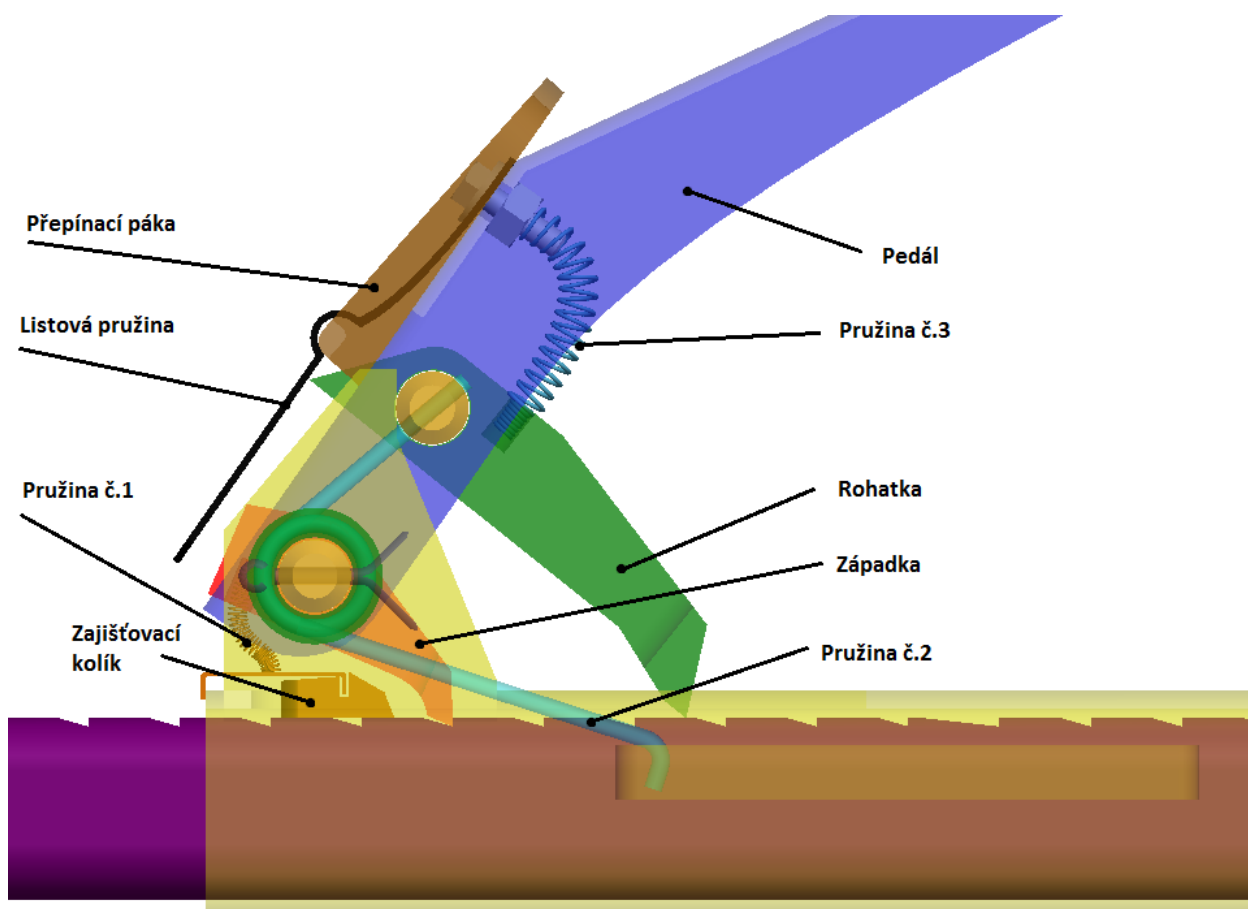


Obr. 17 Mechanismus rohatka-západka [10]

Mechanismus vozíku pro zvedání automobilu je velice podobný. Je zde pouze místo kliky pedál, tedy páka a místo ozubeného kola je použit hřeben pro přímočarý pohyb. Pro spouštění vozidla je zde navíc listová pružina, která na krátkou chvíli dokáže přizvednout západku a zároveň natočit rohatku do polohy tak, aby zapadávala o zub dál než při zvedání vozidla. Poloha listové pružiny tedy určuje, jestli se bude automobil zvedat nebo spouštět.

2.4 PRINCIP MECHANISMU ZVEDÁNÍ AUTOMOBILU

Předtím než bude objasněn princip mechanismu je potřeba vysvětlit základní části mechanismu zvedání, které jsou popsány na Obr. 18.



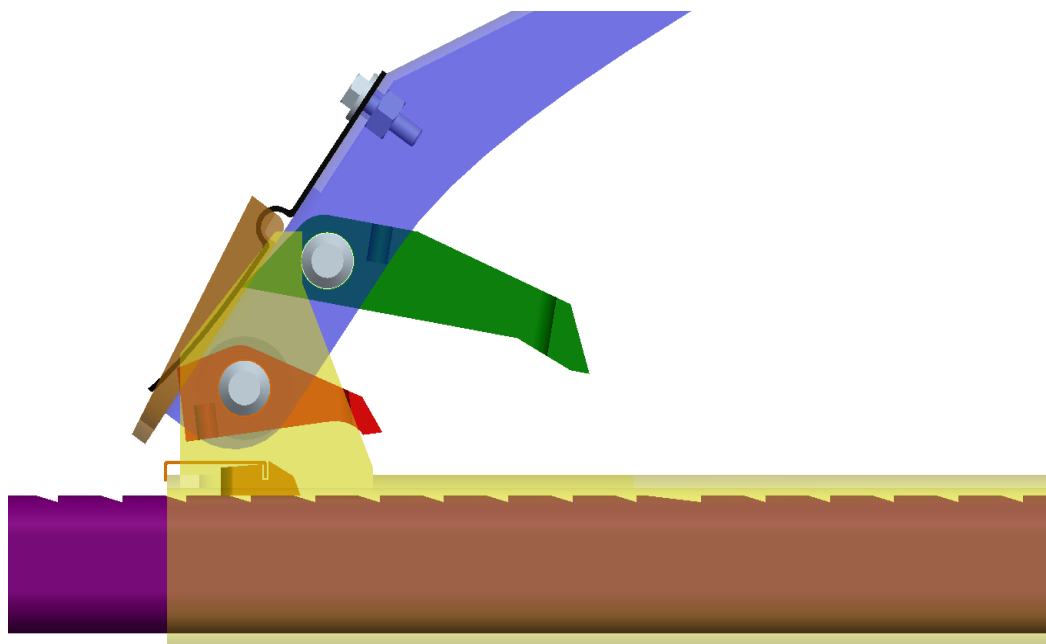
Obr. 18 Mechanismus zvedání automobilu

Přepínací páka zvedá listovou pružinu a tím ji vyřazuje z činnosti. Tak se určuje, jestli se bude automobil zvedat nebo spouštět. Rohatka při zvedání automobilu posunuje hřeben vždy o jeden zub a západka ho zajišťuje proti zpětnému posunutí. Zajišťovací kolík slouží jako doraz, aby nebylo možno vozík roztáhnout za maximální mez. Jak lze na Obr. 18 vidět je na hřebenu jeden odlišný zub, o který se kolík zasekne a nedovolí vozíku nadále se roztahovat. Pružina č.1 neustále přitlačuje západku k hřebenu, stejně tak jako pružina č.2 přitlačuje rohatku. Tyto pružiny jsou výrazně slabší než listová pružina, která při aktivaci dokáže přizvednout jak západku, tak i rohatku. Pružina č.2, která je uchycena na spodním čepu zvedá pedál do horní polohy a zároveň zajišťuje horní čep ve správné poloze.

Nyní, když známe všechny základní části mechanismu, je možné vysvětlit samotný princip činnosti. Obrázky na kterých se budu snažit tento mechanismus vysvětlit, byly vytvořeny pomocí programu Pro ENGINEER a nebudou na nich z důvodu pracnosti zobrazeny pružiny č. 1,2 a 3.

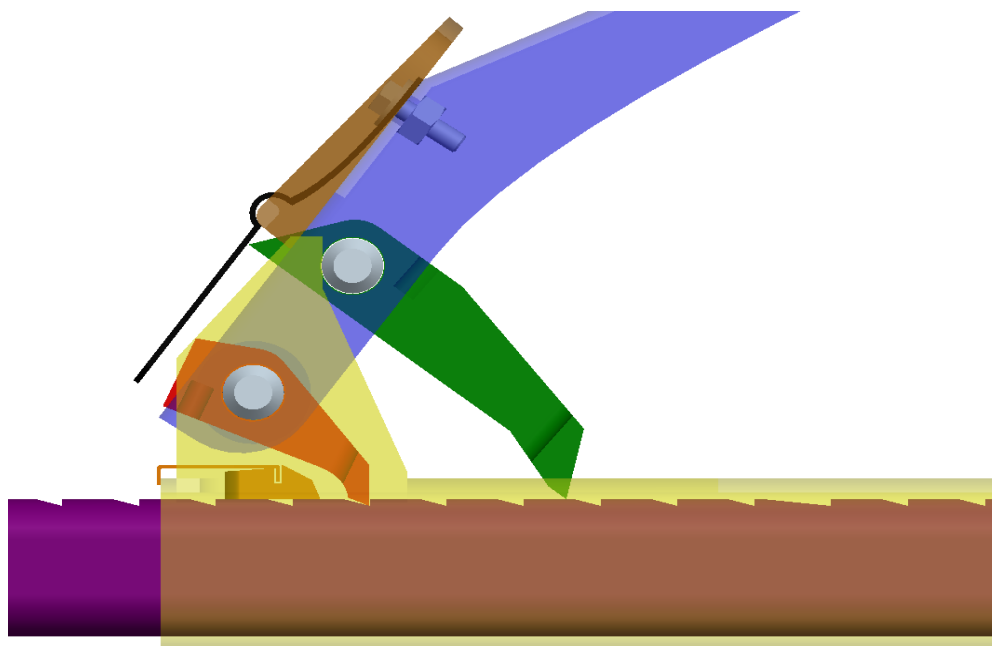


V počáteční poloze, tedy poloze před zvedáním automobilu, se může vozík volně roztahovat. Hřeben se volně pohybuje v pouzdře, jak lze vidět na Obr. 19. Přepínací páka je ve spodní poloze a listová pružina je tedy aktivní. Tím, že je pružina aktivní, tak vyřazuje z činnosti západku, díky čemuž může být vozík volně roztážen, umístěn pod automobil a přizpůsoben velikosti kola.



Obr. 19 Volná poloha mechanismu

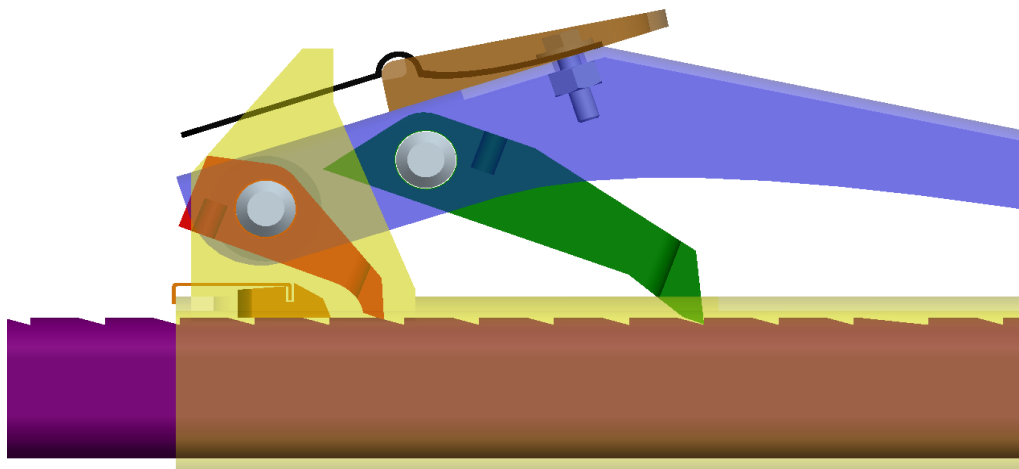
Pokud budeme chtít zvedat automobil, přemístíme přepínací páku do horní polohy, a tím vyřadíme listovou pružinu z činnosti. Rohatka a západka spadnou tedy na hřeben. Po prvním sešlápnutí pedálu se zasekne západka o zub hřebenu a nebude možné vozík nadále roztahovat. Tato poloha je zobrazena na Obr. 20.



Obr. 20 Počáteční poloha mechanismu pro zvedání vozidla

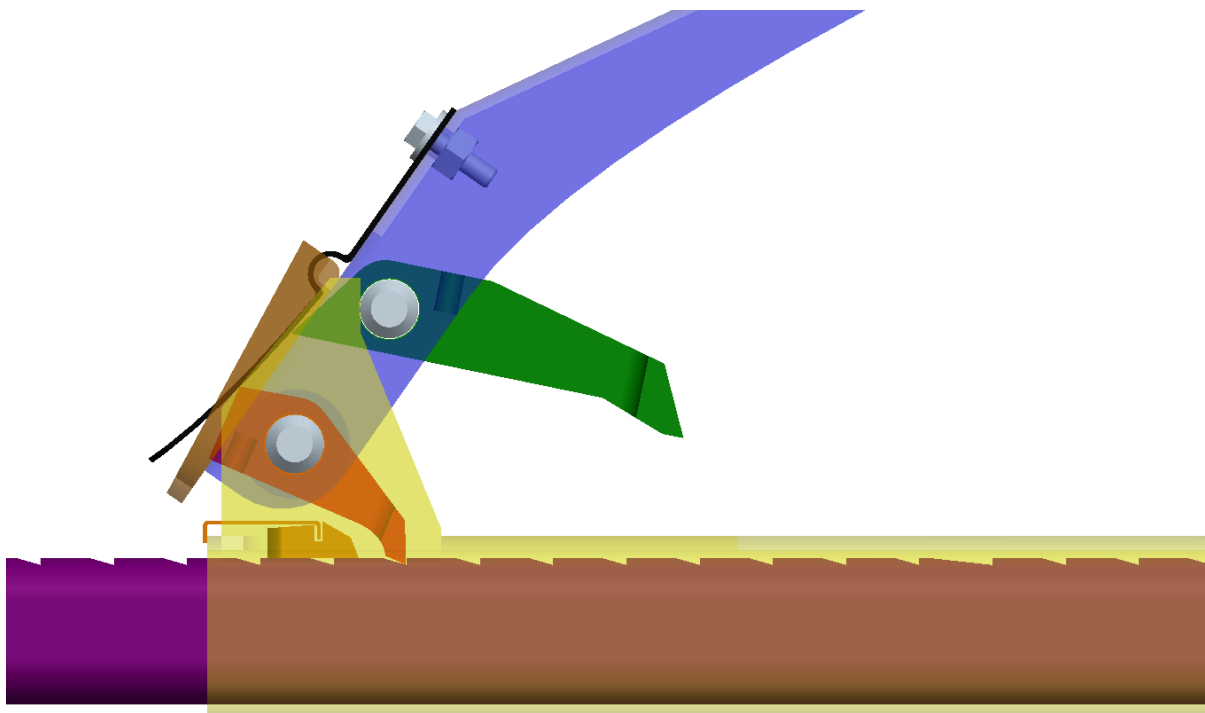


Při dalším sešlápnutí pedálu posune rohatka hřeben o jeden zub, jak lze vidět na Obr. 21. Ve skutečnosti posune rohatka hřeben o více jak jeden zub, ale váhou vozidla se hřeben po odlehčení pedálu začne pohybovat zpět, dokud se západka nezasekne o zub hřebenu, čímž zabrání dalšímu pohybu hřebenu. Důvod, proč posunuje rohatka hřeben o kousek více jak jeden zub, bude vysvětlen později při spouštění vozíku.



Obr. 21 Konečná poloha mechanismu při zvedání vozidla

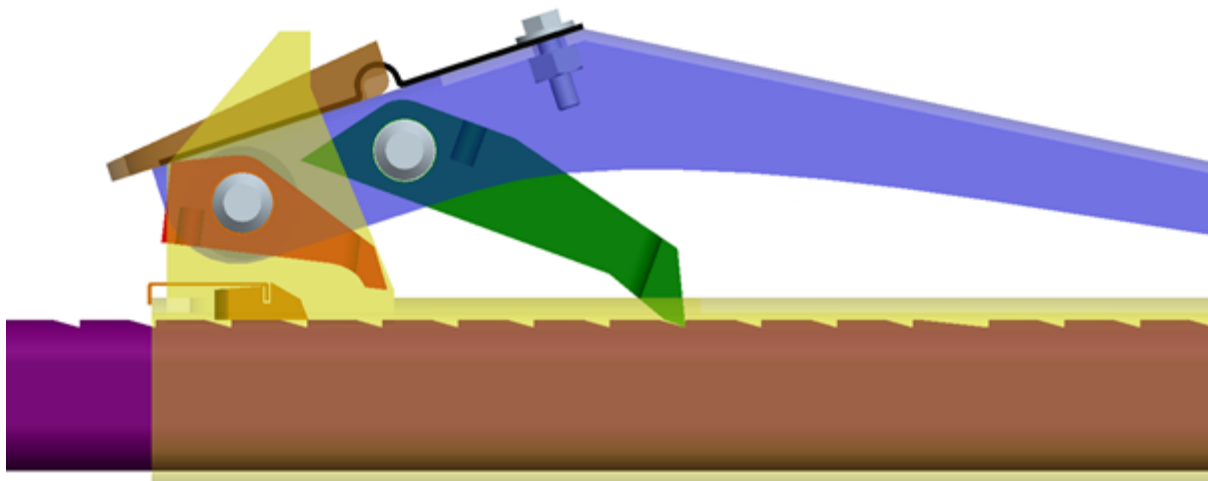
Po zvednutí automobilu a přemístění na požadované místo je potřeba automobil také spustit dolů. Automobil je potřeba spouštět postupně tak, aby nespádl hned na zem, čímž by se mohl poškodit. Pro spouštění automobilu umístíme přepínací páku do spodní polohy, tedy uvedeme do činnosti listovou pružinu, která začne tláčit na západku. To znázorňuje Obr. 22.



Obr. 22 Počáteční poloha pro spouštění vozidla

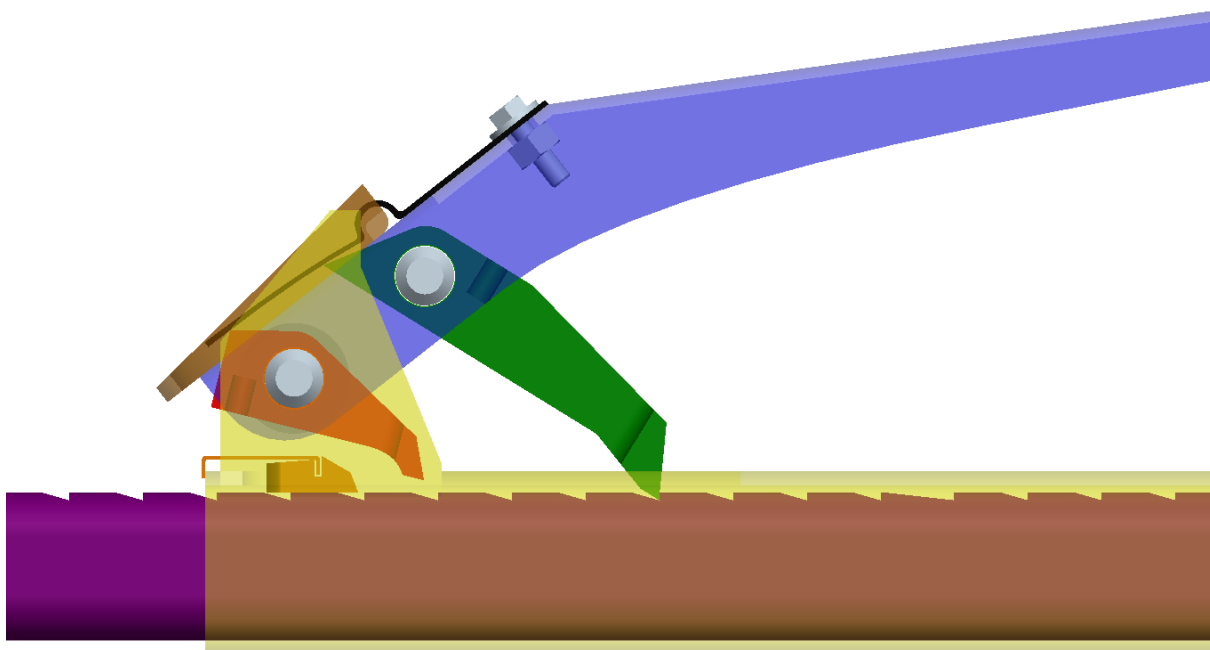


Při sešlápnutí pedálu zapadne rohatka o zub dál než při zvedání vozidla vlivem natočení od listové pružiny. Jak již bylo zmíněno u Obr. 21 posune rohatka hřeben o malý kousek a tlačící listová pružina odjistí západku.



Obr. 23 Odjištění západky

Po odlehčení pedálu bude váha vozidla roztahovat vozík. Hřeben se bude tedy pohybovat směrem doleva. Tím, že se bude mít vozík snahu roztahovat, bude na rohatku působit síla v zubu hřebenu a zároveň síla od pružiny č.3. Tyto síly se nedovolí rohatce vysmeknout a budou jí držet do doby, než rohatka přizvedne listovou pružinu tak, že odjistí západku, jak lze vidět na Obr. 24. Po úplném odjištění západky začne působit pružina č.1, díky které západka spadne a zajistí vozík proti dalšímu roztažení. Vozík se bude tedy roztahovat po jednom zubu, dokud bude působit váha vozidla. Až přestane váha vozidla roztahovat vozík, přestane hřeben působit silou na rohatku, která se vysmekne. Nebude moci tedy přizvednout listovou pružinu, která neodjistí západku a vozík se dostane tedy do volné polohy (viz. Obr. 19).



Obr. 24 Zajišťování západky



2.5 NÁVRH VOZÍKU PRO MANIPULACI S VOZIDLEM S MECHANISMEM ZVEDÁNÍ AUTOMOBILU

Navrhovaný vozík vychází z koncepce vozíku od firmy Zendex tool, která se zabývá výrobou nástrojů pro lakovny, karosárny a dílny. Jako nejvhodnější byl vybrán model GoJak 6200, který se vyznačuje vysokou nosností a dokáže uchopit skoro všechny typy kol používaných na sériových a závodních automobilech.



Obr. 25 Vozík GoJak model 6200 [7]

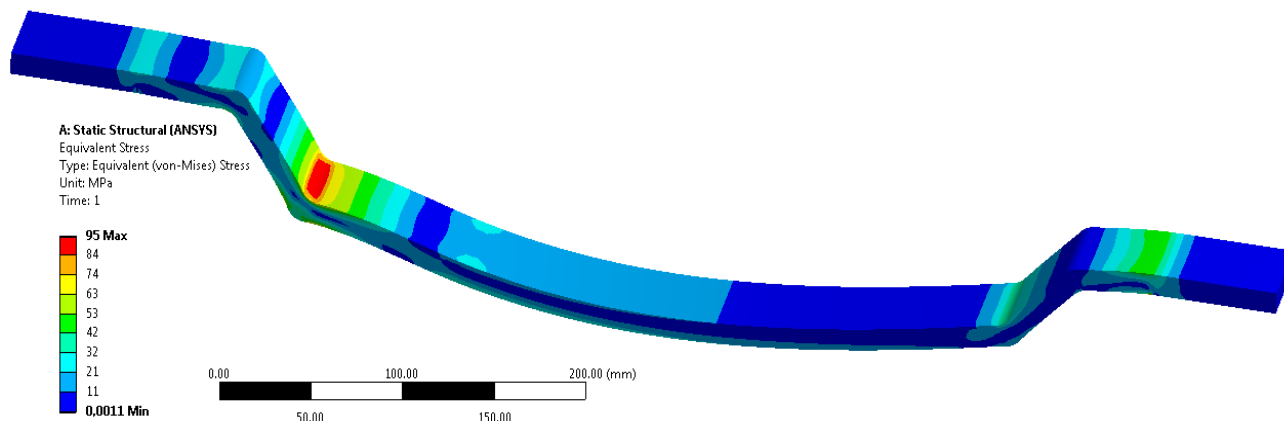
GoJak 6200 má nosnost 705 kg, dokáže uchopit pneumatiku do šířky 330 mm a průměru maximálně 915 mm. Je vybaven dvěma páry koleček, jedny o průměru 100 mm a druhé o průměru 125 mm, pro snadnější manipulaci s těžkými vozidly.

Vozík byl navržen tak, aby se dal vyrobit z materiálů, které jsou k dostání v katalogu Ferony a.s. [15].



2.5.1 NÁVRH NOSNÉ TYČE VOZÍKU

Jako hlavní nosný člen vozíku byla vybrána tyč o průřezu 45x12 mm. Vzhledem k tvaru tyče bude výpočet prováděn v programu ANSYS Workbench. Tyč byla uchycena pevně na koncích do vzdálenosti 70 mm od konce, obdobně jak je uchycená pomocí koleček. V místech uchycení trubky byla poté zatížena silou odpovídající maximální nosnosti vozíku, tedy 150 kg na jeden úchyt trubky.

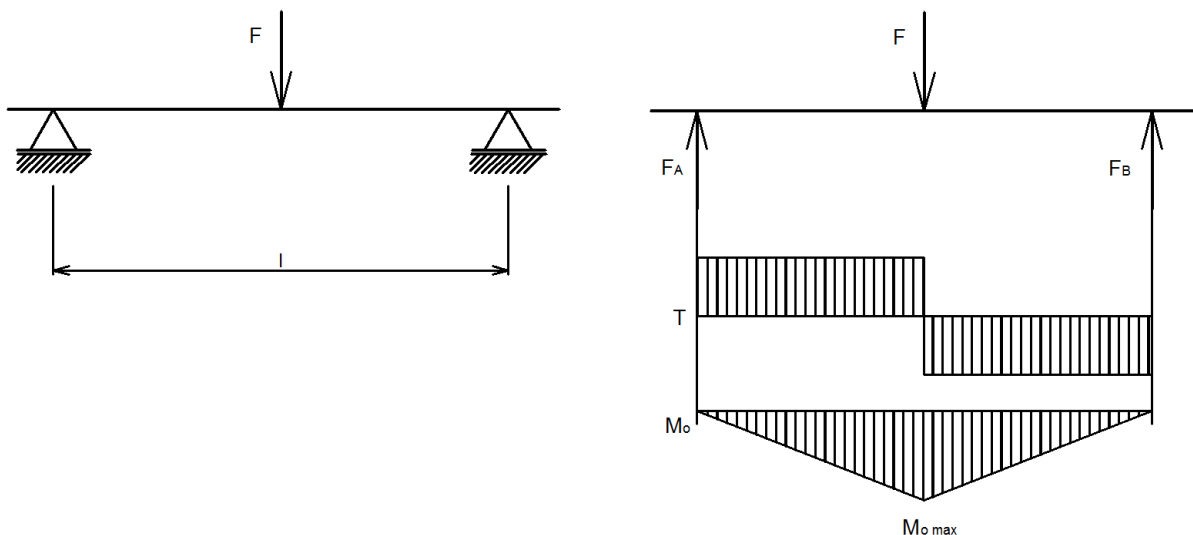


Obr. 26 Napětí v nosné tyči vozíku

Z výsledku lze vidět, že maximální napětí je v místě ohybu a dosahuje hodnoty 95 MPa. Materiál tyče má minimální mez kluzu $R_e = 235$ MPa. Bezpečnost tedy je 2,47, což je zhruba ideální hodnota, protože je potřeba zohlednit fakt, že rozložení sil v úchytech nemusí být ideální, tedy ne 50:50 jak bylo zvoleno. Pro informaci je maximální průhyb tyče 0,3 mm a bezpečnost bez 10 mm zaoblení v místě ohybu je 2, tedy je zde maximální napětí zhruba o pětinu větší.

2.5.2 VÝPOČET NOSNÉ TRUBKY VOZÍKU

Nosná trubka vozíku je v přímém kontaktu s pneumatikou vozidla, po které se po dobu zvedání odvaluje. Trubka je přidělána k nosné tyči pomocí dvou úchytů, na kterých se může volně otáčet kolem své osy.



Obr. 27 Zatížení nosné trubky a průběhy VVÚ

- Průměr nosné trubky $D = 76 \text{ mm} = 0,076 \text{ m}$
- Tloušťka nosné trubky $t = 2,9 \text{ mm} = 0,0029 \text{ m}$
- Vnitřní průměr trubky $d = 0,076 - 2 \cdot 0,0029 = 0,0702 \text{ m}$
- Vzdálenost mezi úchyty $l = 273 \text{ mm} = 0,295 \text{ m}$
- Zatěžující hmotnost $m = 300 \text{ kg}$
- Zatěžující síla $F = 300 \cdot 9,81 = 2943 \text{ N}$
- Materiál 11 353.0
- Mez kluzu $R_e = 180 \text{ MPa}$

Ohybový moment:

$$M_o = \frac{F \cdot l}{4} = \frac{2943 \cdot 0,295}{4} = 217,05 \text{ Nm} \quad (1)$$

Průřezový modul v ohybu:

$$W_o = \frac{\pi}{32} \frac{D^4 - d^4}{D} = \frac{\pi}{32} \frac{0,076^4 - 0,0702^4}{0,076} = 1,172 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \quad (2)$$



Ohybové napětí:

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{217,05}{1,172 \cdot 10^{-5}} = 18,5 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 18,5 \text{ MPa} \quad (3)$$

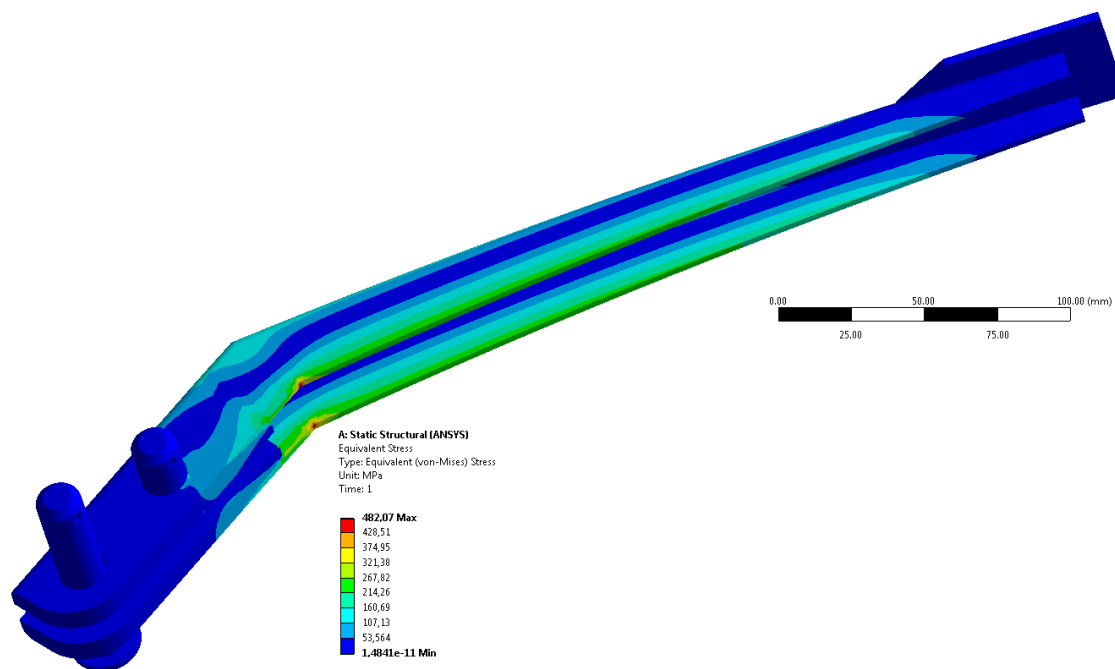
Bezpečnost:

$$k = \frac{R_e}{\sigma_o} = \frac{180}{18,5} = 9,73 \quad \longrightarrow \quad \text{Vyhovuje} \quad (4)$$

Z bezpečnosti vyplývá, že by bylo možno použít i trubku o menší tloušťce, ovšem v katalogu Ferony a.s. je toto nejmenší tloušťka trubky pro daný průměr.

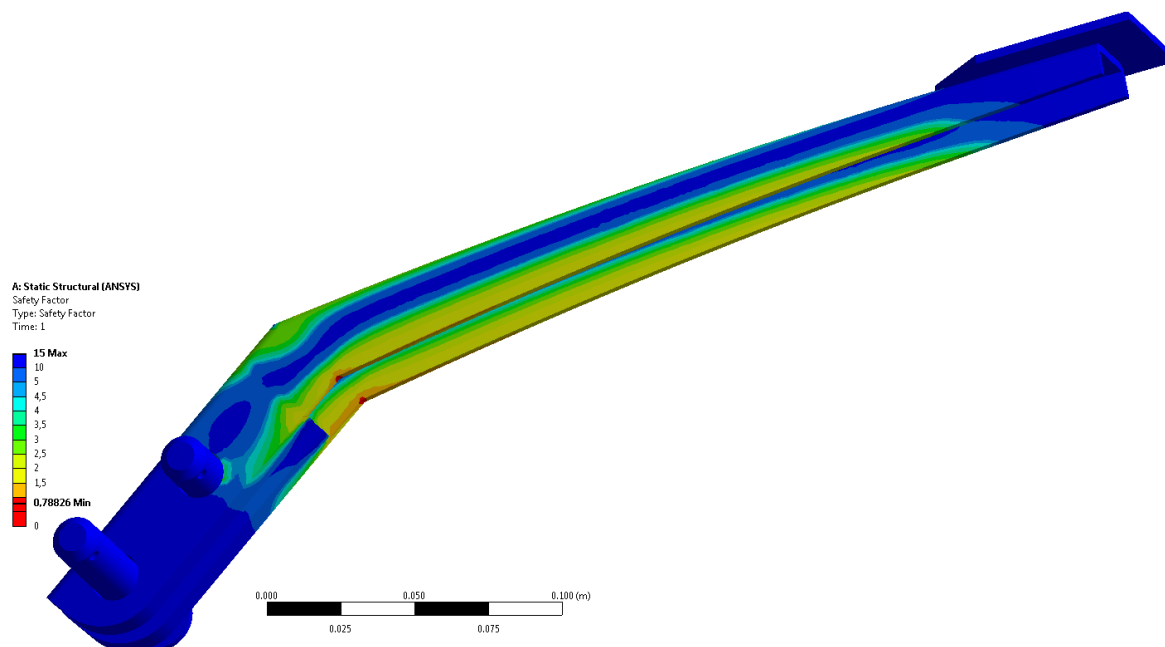
2.5.3 NÁVRH PEDÁLU

Pedál byl navržen tak, aby dokázal unést váhu 100 kg. V krajní poloze by se mohl zlomit, kdyby se na něj omylem postavil člověk, který si nevšiml, že je už vozík v dorazu. Pedál je opět počítán metodou MKP pomocí programu ANSYS – Workbench.



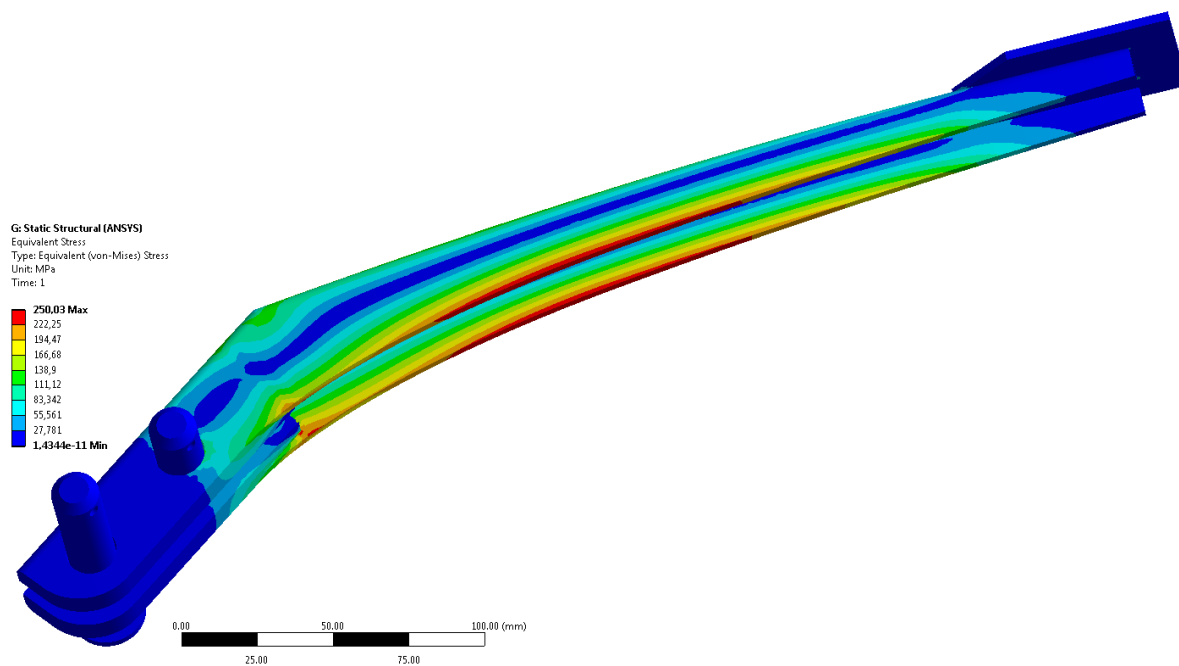
Obr. 28 Napětí v pedálu

Napětí dosahuje v místě ohybu pedálu hodnoty $\sigma = 482 \text{ MPa}$. Pedál je vyroben z materiálu S380MC dle EN 10025-2, který má minimální mez kluzu $R_{e \min} = 380 \text{ MPa}$. Pomocí programu ANSYS byla vykreslena bezpečnost pro tento materiál.



Obr. 29 Bezpečnost pedálu

Jak lze z Obr. 29 vidět, bezpečnost v kritickém místě dosahuje pouze hodnoty 0,79. Pedál by se v tomto místě mohl zdeformovat a po opakovaném přetěžování dokonce zlomit. Ovšem při běžném používání by se toto nemělo nikdy stát, ale je třeba při konstrukci počítat se všemi možnými stavy, které mohou během životnosti nastat. Bude proto toto kritické místo zpevněno pomocí výztuhy.



Obr. 30 Napětí v pedálu s výztuhou

Po vyztužení pedálu vychází maximální napětí $\sigma = 250$ MPa. Bezpečnost nyní bude $k = 1,5$, tedy skoro dvakrát větší než u pedálu bez výztuhy.



2.6 KOLEČKA VOZÍKU

Na vozíku jsou použity dva páry různých koleček, liší se ovšem pouze ve velikosti. Tato kombinace koleček umožňuje lepší manipulaci s těžkým vozidlem. Na straně spočívající vně vozidla jsou kolečka o průměru 125 mm a celkové výšce 155 mm. Na opačné straně, tedy na straně, která se umísťuje pod vozidlo, jsou kolečka o průměru 100 mm a celkové výšce 128 mm. Tato kolečka jsou zde z důvodu montáže trubky. Tu by přes větší rameno nebylo možno nasadit na tyč spojující kolečka. Ovšem bude zde i menší výška vozíku na straně, která se bude umísťovat pod vozidlo. Všechna kolečka mají nosnost 150 kg. Celková nosnost vozíku bude 600 kg. Kolečka mají v rejdové hlavě dvouřadou kuličkovou dráhu, na kterou je připevněna ocelová pozinkovaná vidlice, která drží bílé polyamidové kolo s válečkovým ložiskem. Tato kolečka byla vybrána z katalogu firmy VALVE CONTROL, s.r.o. na internetovém obchodu: www.pojezdova-kola.cz [9].

PARAMETRY KOLEČEK

Tab. 2 Parametry koleček vozíku s mechanismem zvedání vozidla

Průměr kola	100 mm	125 mm
Šířka obruče	32 mm	32 mm
Celková výška	128 mm	155 mm
Přesazení	41 mm	41 mm
Průměr upevňovacího otvoru	13 mm	13 mm
Nosnost	150 kg	150 kg



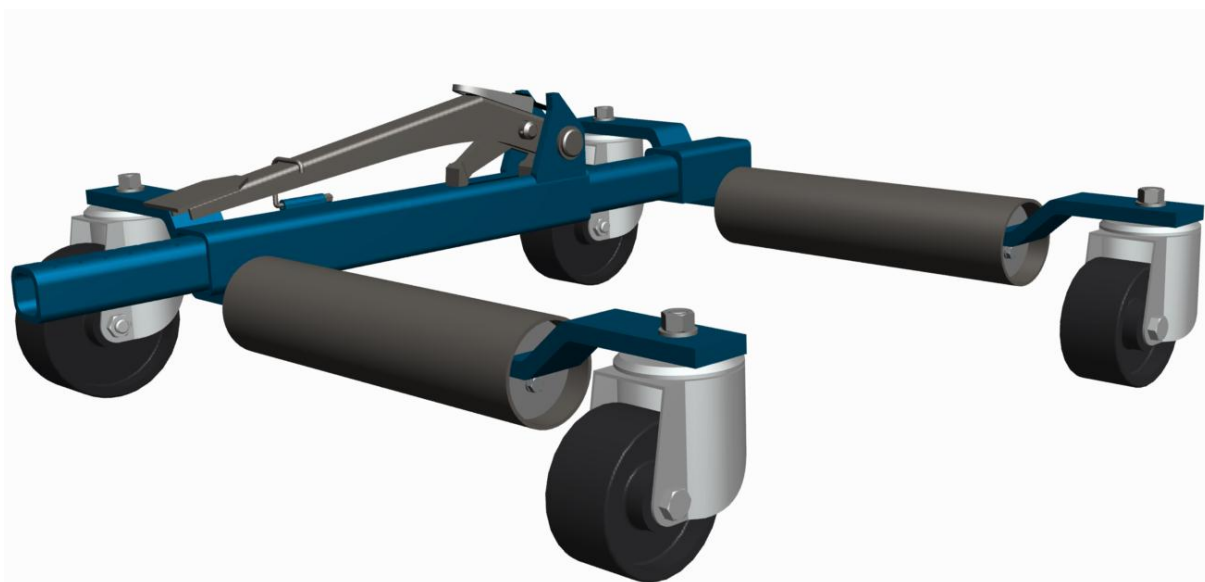
Obr. 31 Kolečka vozíku s mechanismem zvedání vozidla [9]



2.7 PARAMETRY VOZÍKU

Nosnost jednoho vozíku je 600 kg. Tato nosnost je limitována nosností koleček. Za použití 4 vozíků se dá zvednout automobil až do hmotnosti 2000 kg. Zde by asi každého napadla otázka proč je celková nosnost 2000 kg, když je nosnost jednoho vozíku 600 kg? Celková nosnost by tedy měla být 4×600 kg, tedy 2400 kg. Tato nosnost je snížena hlavně z důvodu nerovnoměrného rozložení hmotnosti na jednotlivých kolech. U valné většiny aut totiž není rozdělená hmotnost na přední a zadní nápravě vozidla v poměru 50:50. Například pro Škodu Octávii 1,4 LX je rozložení hmotnosti v poměru 58:42. Kdyby bylo rozložení stejné i u automobilu vážícího 2400 kg, byla by váha automobilu v přední části 1392 kg, tedy 696 kg na jeden vozík. Nosnost vozíku by byla tedy překročena o 96 kg.

Vozík je navržen pro maximální šířku pneumatiky 330 mm. Vozík by měl pohodlně zvednout kolo o průměru 13 palců s pneumatikou 145/60, tedy kolo o průměru 504,2 mm. Toto kolo by mělo být v dorazové poloze zvednuto o 30 mm. Maximální uchopitelný průměr pneumatiky je 915 mm. Tento rozměr odpovídá zhruba kolu o průměru 26 palců s pneumatikou 315/40.

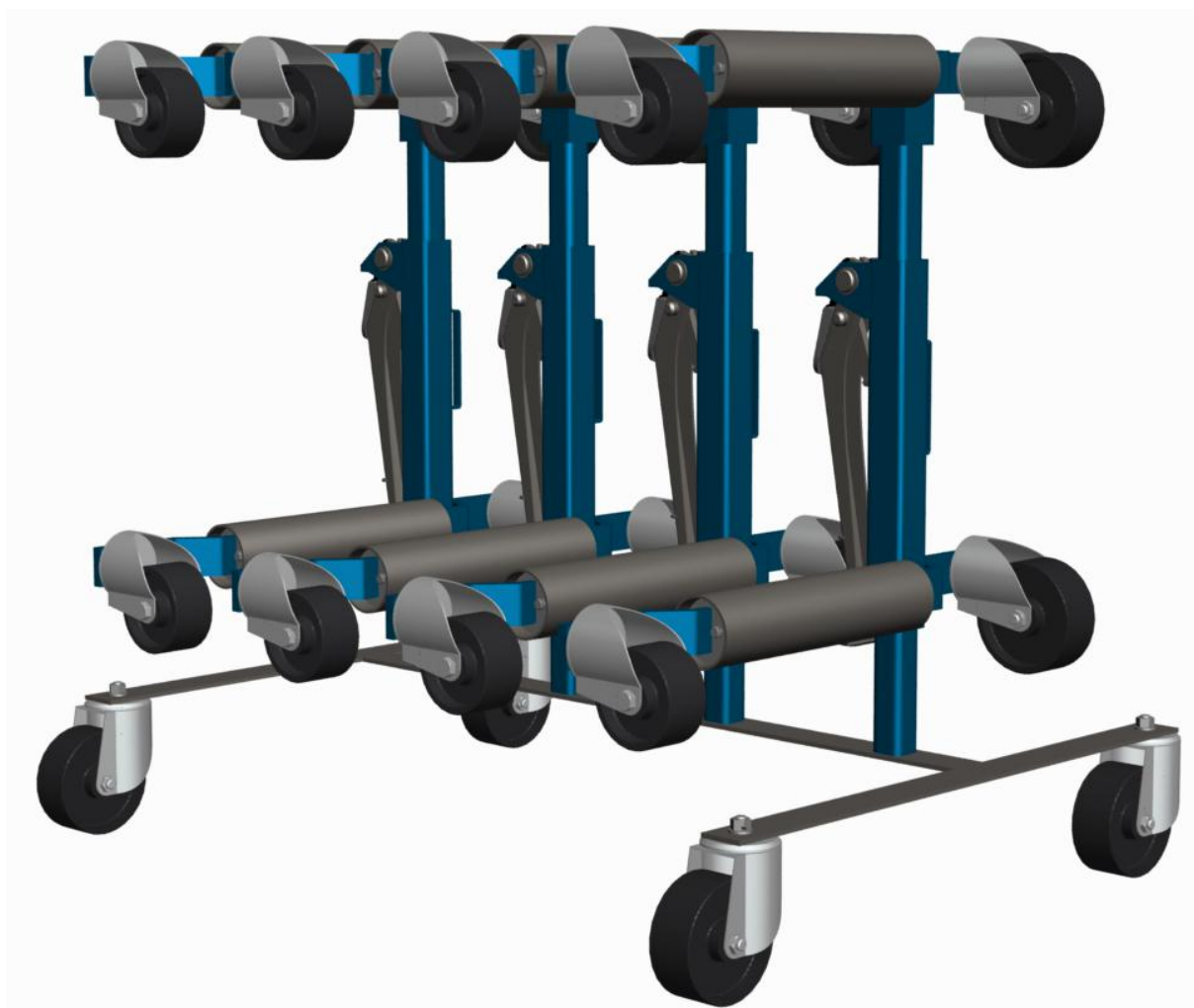


Obr. 32 Vozík ve složeném stavu



2.8 DOKOVACÍ STANICE

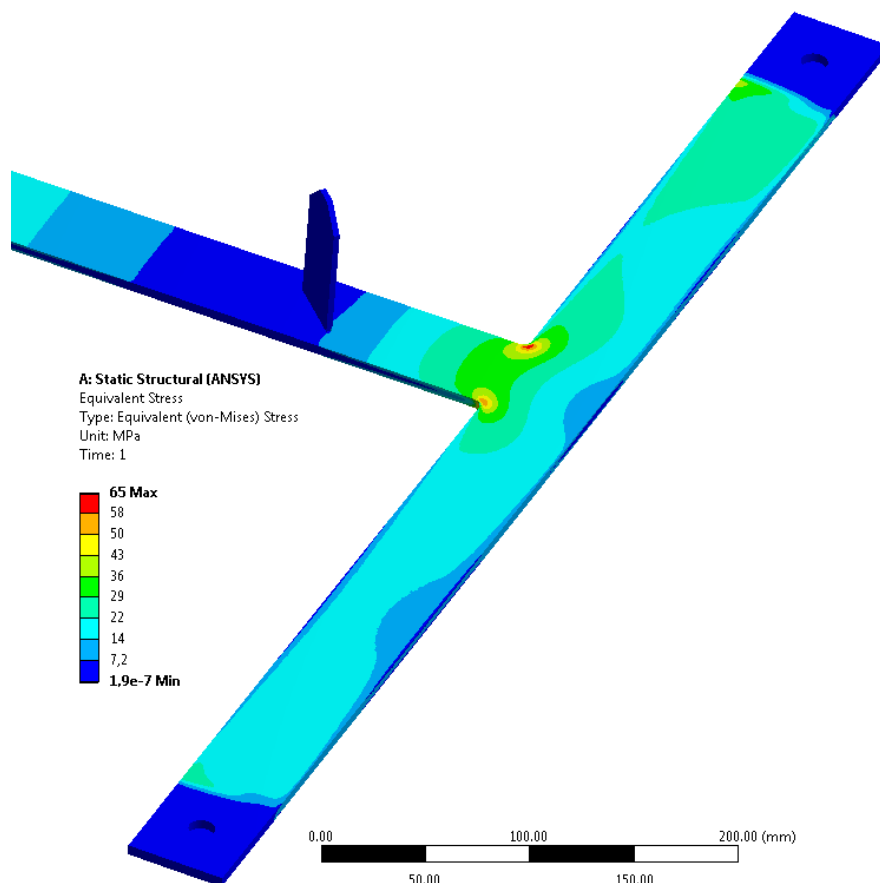
Protože jsou vozíky špatně skladovatelné, byla navržena rovněž dokovací stanice, do které se vozíky umístí v době jejich nevyužívání. Dokovací stanice dokáže pojmout sadu 4 vozíků. Vozíky se do stanice umísťují horizontálně a jsou uchopeny za díru v tyči hřebenu. K rámu dokovací stanice jsou připevněna kolečka o průměru 125 mm. Kolečka byla použita stejná jako u vozíku pro jejich cenovou dostupnost, i když mají daleko větší nosnost. Rám a úchyty vozíků jsou vyrobeny z plechu tloušťky 3 mm.



Obr. 33 Dokovací stanice



Váha jednoho vozíku se pohybuje okolo 18 kg. Rám dokovací stanice byl zatížen váhou čtyř vozíků v místech jejich styku a pomocí programu ANSYS Workbench bylo vykreslené napětí v rámu.



Obr. 34 Napětí v rámu dokovací stanice

Napětí dosahuje v kritickém místě hodnoty 65 MPa. Rám je vyroben z materiálu S380MC dle EN 10025-2, tedy ze stejného materiálu jako je pedál nebo držák vozíku. Materiál má minimální mez kluzu 380 MPa. Bezpečnost v kritickém místě je 5,85.



2.9 CENA SESTAVY VOZÍKŮ S DOKOVACÍ STANICÍ

Tento vozík byl vybrán jako nejvhodnější zařízení pro manipulaci s osobním vozidlem. Je malý a díky dokovací stanici i dobře skladný. Dokáže rychle nadzvednout automobil a přemístit ho na potřebné místo. Mým úkolem bylo navrhnout sestavu vozíků s dokovací stanicí tak, aby se dala vyrobit za co možná nejnížší cenu.

Nejlepší variantou se ukázala koupě náhradních dílů z vozíku GoJak 6200 od firmy Zendex tool [7]. Byly použity pouze náhradní díly pro zvedací mechanismus, které jsou stejné pro modelové řady 5000, 5400 a 6000. Náhradní díly jako rohatka, západka, listová pružina a další součástky zvedacího mechanismu jsou poměrně levné. Jejich výroba by určitě takto levná nebyla.

Náhradní díly byly vybrány z internetového katalogu Americké firmy Zip's [13], která se specializuje na prodej odtahových vozidel a jejich příslušenství pro ně. Pro zobrazení náhradních dílů vozíku je potřeba napsat na jejich webových stránkách do vyhledávání Gojak Repair Parts. Česká firma Nonpaints [14], která se specializuje na prodej vybavení do lakoven a autoopraven, prodává na českém trhu tyto vozíky od firmy Zendex tool. Tato firma se vyjádřila, že by mohla náhradní díly k tomuto vozíku dodat, ovšem jejich cenu už neposkytl.

Tab. 3 Cena náhradních dílů vozíku GoJak z katalogu firmy Zip's

Číslo položky	Název položky (Product)	Množství [Ks]	Cena/Ks [\$]	Cena celkem [\$]	Cena celkem [Kč]
2012	Západka (Locking pawl)	4	7,14	28,56	491,80
2014	Rohatka (Working pawl)	4	11,34	45,36	781,10
2015	Pružina č.3 (Working pawl spring)	4	1,98	7,92	136,38
2017	Pružina č.2 (Torsion spring)	4	7,08	28,32	487,67
2021	Listová pružina (Upper flat spring)	4	5,82	23,28	400,88
2024	Přepínací páka (Directional lever)	4	4,56	18,24	314,09
2027	Uchycení zajišťovacího kolíku s pružinou č.1 (End stop clip & spring)	4	3,72	14,88	256,23
2028	Zajišťovací kolík (End stop)	4	5,10	20,4	351,29
Cena dohromady:					3219,45

Rám vozíku byl sestaven z materiálů dostupných z katalogu společnosti Feron a.s. [15]. U každé položky je napsané její katalogové číslo pro lepší pozdější zpětné dohledání. Zároveň je u každé položky uveden materiál a potřebné množství. Množství materiálu je navrženo pro výrobu 4 vozíků a dokovací stanice.



Tab. 4 Cena materiálů z katalogu firmy Feron a.s.

Číslo položky	Název položky	Značka oceli / materiál	Množství	Cena/JM [Kč]	Cena celkem [Kč]
211687S	Plech válcovaný za tepla, DIN 1534, rozměr 3x1000x2000	QStE 380 TM (1.0978) dle SEW 092	1 Ks	1424,78	1424,78
1C1470Y	Tyč ocelová plochá válcovaná za tepla, EN 10058, rozměr 45x12	S235JR (1.0038) dle EN 10025-2, Obdobná: 11 375	6 m	107,74	646,44
500062H	Trubka bezešvá hladká kruhová, ČSN 42 5715.01, rozměr 76x2,9	11 353.0	2,8 m	204,10	571,48
5R0064R	Profil uzavřený svařovaný černý se čtvercovým průřezem, EN 10219, rozměr 40x5	S235JRH (1.0039) dle EN 10219-1	3 m	157,20	471,60
5M1148D	Profil uzavřený svařovaný černý se čtvercovým průřezem, EN 10219, rozměr 50x4	S235JRH (1.0039) dle EN 10219-1	2,2 m	155,74	342,63
1C1487P	Tyč ocelová plochá válcovaná za tepla, EN 10058, rozměr 60x8	S235JR (1.0038) dle EN 10025-2, Obdobná: 11 375	0,64 m	87,61	56,07
6;0576P	Tyč plochá tažená za studena, EN 10278, úchylka h11, rozměr 28x8	S235JRC+C (1.0122) dle EN 10277-2	1 m	83,07	83,07
141671E	Tyč ocelová kruhová válcovaná za tepla, ČSN 42 5510.11(A), normální přesnost, průměr 70	11 523,10	0,32 m	1 065,51	340,96
140003A	Tyč ocelová kruhová válcovaná za tepla, EN 10060, průměr 10	S235JR (1.0038) dle EN 10025-2, Obdobná: 11 375	0,2 m	14,34	2,87
6N0023Z	Tyč kruhová broušená leštěná, DIN 670, úchylka h8, průměr 4	1.2210+G (115CrV3) dle DIN 17350	1 m	24,85	24,85
Cena dohromady:					3964,75



Pro lepší pozdější orientaci by bylo dobré objasnit, k čemu bude daný materiál potřeba. Plech válcovaný za tepla, DIN 1534, rozměr 3x1000x2000 bude potřeba k výrobě pedálu včetně šlapky, k výrobě úchytu pro přenášení vozíku a jako rám dokovací stanice. Tyč ocelová plochá válcovaná za tepla, EN 10058, rozměr 45x12 je nosná tyč, ke které se přidělají kolečka. Trubka bezešvá hladká kruhová, ČSN 42 5715.01, rozměr 76x2,9 slouží jako nosná trubka, která je ve styku s pneumatikou vozidla. Profil uzavřený svařovaný černý se čtvercovým průřezem, EN 10219, rozměr 40x5 je polotovár pro výrobu hřebenu vozíku, profil uzavřený svařovaný černý se čtvercovým průřezem, EN 10219, rozměr 50x4 slouží jako vedení hřebenu a k tomuto profilu je také přidělán také pedál vozíku. Tyč ocelová plochá válcovaná za tepla, EN 10058, rozměr 60x8 bude sloužit jako úchyt pedálu. Ze zbytků tohoto materiálu lze i vyrobit doraz se závitem pro úchyt nosné trubky, který bude proti posuvu zajištěn šroubem M6 x 20. Tyč plochá tažená za studena, EN 10278, úchylka h11, rozměr 28x8 slouží jako výztuha pedálu v místě uchycení pomocí čepů. Tyč ocelová kruhová válcovaná za tepla, ČSN 42 5510.11(A), normální přesnost, průměr 70 slouží jako polotovar pro výrobu úchytů nosné trubky. Tyč ocelová kruhová válcovaná za tepla, EN 10060, průměr 10 slouží jako uchycení pro zajištění pedálu a tyč kruhová broušená leštěná, DIN 670, úchylka h8, průměr 4 bude tedy potom zajištění pedálu.

Další položkou jsou kolečka vozíku. Kolečka byly vybrány z internetového katalogu Pojezdová-kola.cz od firmy VALVE CONTROL, s.r.o. [9]. Na každém vozíku jsou dvě kolečka o průměru 100 mm a dvě kolečka o průměru 125 mm. K dokovací stanici byla vybrána čtyři kolečka o průměru 125 mm.

Tab. 5 Cena koleček vozíků a dokovací stanice z katalogu pojezdova-kola.cz

Číslo položky	Název položky	Množství [Ks]	Cena/Ks [Kč]	Cena celkem [Kč]
461a00R100pZLD	Transportní pojezdové kolo s průměrem kolečka 100 mm	8	183	1464
461a00R125pZLD	Transportní pojezdové kolo s průměrem kolečka 125 mm	12	215	2580
Cena dohromady:				4044

Celková cena byla stanovena ke dni 19. 5. 2011. Kurz Amerického dolaru k České koruně byl tohoto dne 17,22 Kč/1 USD.

Tab. 6 Celková cena

Obchod	Cena [Kč]
Zip's	3219,14
Ferona a.s.	3964,95
Pojezdová-kola.cz	4044
Celková cena:	11228,09



Celková cena nezahrnuje věci jako dopravu, výrobní práci a náklady spojené s výrobou. V celkové ceně rovněž není zahrnuta cena za čepy, šrouby, podložky a maticky. Cenu těchto produktů společnost Ferona a.s. nezveřejňuje. Tato cena je oproti ostatním nákladům zanedbatelná. Pro úplnost zde uvedu seznam těchto potřebných produktů k výrobě vozíků a dokovací stanice.

Tab. 7 Seznam potřebných čepů, šroubů, podložek a matic

Označení položky	Norma položky	Množství [Ks]
ČEP 16 x 90 x 4 B ISO 2341 - St	ČSN EN 22341 (02 2109)	4
ČEP 16 x 65 x 4 B ISO 2340 - St	ČSN EN 22340 (02 2101)	4
PODLOŽKA ISO 7089-16	ČSN EN ISO 7090 (02 1702)	12
ŠROUB M12 X 35 ISO 4017 - 8.8	ČSN EN 24017 (02 1103)	20
MATICE M12 ISO 4032	ČSN EN 24032 (02 1401)	20
PODLOŽKA ISO 7089-12	ČSN EN ISO 7090 (02 1702)	20
ŠROUB M6 X 20 ISO 4017 - 8.8	ČSN EN 24017 (02 1103)	8
ŠROUB M6 X 22 ISO 4017 - 8.8	ČSN EN 24017 (02 1103)	4
MATICE M6 ISO 4032	ČSN EN 24032 (02 1401)	12
PODLOŽKA ISO 7089-6	ČSN EN ISO 7090 (02 1702)	12
MATICE M4 ISO 4032	ČSN EN 24032 (02 1401)	8
ZÁVLAČKA 4 X 32 ISO 1234 St	ČSN EN ISO 1234 (02 1781)	4

Celková cena materiálu na výrobu čtyř vozíků s dokovací stanicí se bude tedy pohybovat okolo 11500 Kč. Jeden vozík GoJak 6200 se prodává na internetovém obchodě Nonpaints [14] za cenu 9228 Kč. Dokovací stanice pro čtyři vozíky stojí 2790 Kč. Cena čtyř vozíků s dokovací stanicí je 39702 Kč. Cenový rozdíl je 28202 Kč. Ovšem je nutné zdůraznit, že v ceně mnou vypočtené není zahrnuta práce, doprava a další náklady spojené s výrobou.



3 ZVEDÁK PRO MANIPULACI S VOZIDLEM

Pro potřeby ÚADI byl navržen manipulační zvedák, který slouží k přepravě automobilu ve vodorovném směru po dílně. Zvedák slouží pouze k nadzvednutí a rychlému přemístění vozidla, proto také není vybaven brzdou nebo jištěním při případném selhání hydrauliky. Z tohoto důvodu se nedoporučuje provádění jakýchkoliv oprav na vozidle, pokud je umístěno na zvedáku. Zvedák využívá k pohonu hydraulického válce agregát poháněný stlačeným vzduchem. K provozu zvedáku je potřeba přístup ke zdroji stlačeného vzduchu o minimálním tlaku 0,6 MPa. Firma NIKE Hydraulics [8] ovšem nabízí i další typy agregátu. Zvedání vozidla by tedy mohlo být realizováno například pomocí elektrického nebo benzínového agregátu. Tyto varianty jsou ovšem prostorově velmi náročné. Další řešení by mohlo být například pomocí ruční pumpy, kterou tato firma také nabízí. Ke zvednutí vozidla by tedy bylo potřeba pouze síly člověka.

Zvedák má poměrně vysokou nosnost 2500 kg a dokáže se zvednout až o 315 mm. Může tedy sloužit i pro těžké SUV automobily s hmotností okolo 2300 kg nebo pro závodní rally speciály, které mají velké vyvěšení kol pro lepší stabilitu při doskoku.

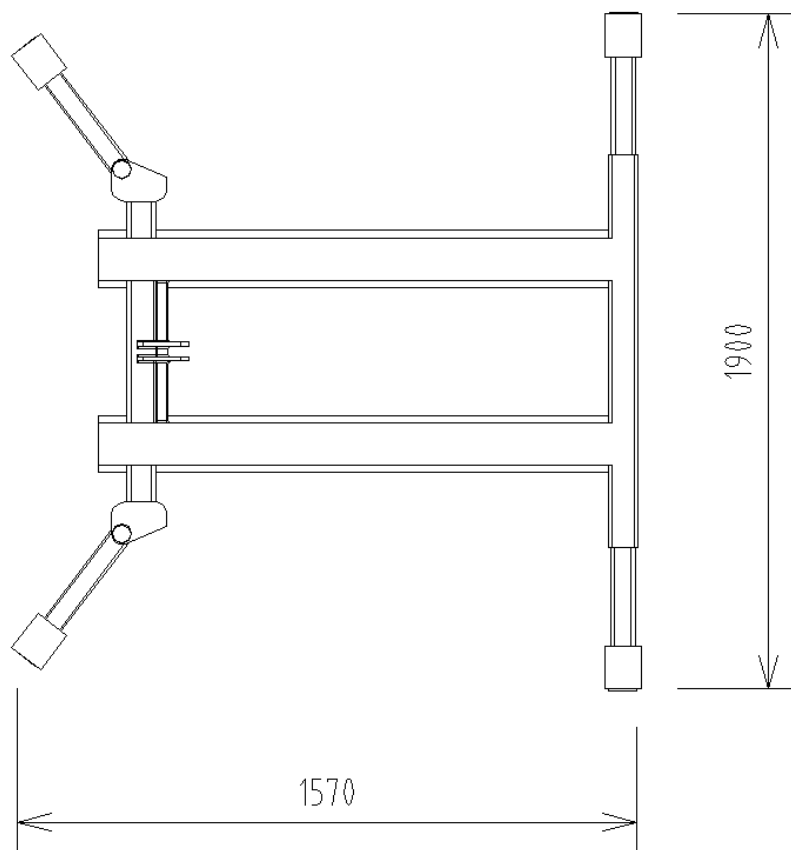
Zvedák sestává z dvou rámů, které jsou k sobě spojeny pomocí čtveřice ramen. Ramena jsou k rámům připojena čepy tak, že vrchní rám uchopující automobil vykonává oproti spodnímu rámu translační pohyb, tedy pohyb rotační a obecně rovinný. Ke spodnímu rámu jsou přidělena kolečka, sloužící k pohybu zvedáku a řídicí tyč, kterou se bude ovládat pohyb zvedáku. Kolečka na zvedáku jsou bez úplné blokace, protože zvedák slouží jenom k mírnému nadzvednutí a následnému přemístění vozidla. V případě potřeby by zvedák mohl být vybaven na přední straně kolečky s úplnou blokací, pro zajištění polohy zvedáku.



Obr. 35 Zvedák pro manipulaci s vozidlem



Vrchní rám zvedáku uchopuje automobil za prahy a zvedá ho. Úchyty jsou navrženy tak, aby po najetí zvedáku pod vozidlo se mohly roztáhnout a uchopit automobil za místa určená ke zvedání. K tomu slouží dvojice předních úchyťů připevněných k rámu pomocí čepů tak, aby se pomocí rotační vazby dala měnit vzdálenost mezi předními a zadními úchyty. Zadní úchyty jsou vysouvací pouze do strany. Na úchyty se volně umisťují nástavce osazené na vrchní straně gumou pro co nejlepší a nejbezpečnější styk zvedáku s vozidlem. Rozměry uchycení (viz. Obr. 36) byly použity ze zvedáku podobné koncepce od firmy Cartar Industries [12].



Obr. 36 Rozměry uchycení automobilu

Rám zvedáku ve složeném stavu disponuje výškou 156 mm. Díky malé celkové výšce by se měl dokázat dostat pod většinu sériově vyráběných automobilů, které mají vzdálenost podvozku od silnice cca. 170 mm. Nevýhoda je použití agregátu o výšce 200 mm, který pokud bude postaven na spodním rámu zvedáku, tak bude o 64 mm vyš, než je rám zvedáku. Agregát není k rámu pevně připevněn, takže se dá při zvedání a spouštění vozidla postavit bokem. Pro dosažení shodné výšky agregátu s rámem by musel být použit agregát vlastní koncepce. Toto by bylo ovšem cenově, časově a výrobně příliš náročné.



3.1 NÁVRH ZVEDÁKU AUTOMOBILU

Původní nápad byl sestavit zvedák využívající nůžkového mechanismu. Něco na způsob klasických nůžkových mobilních zvedáků (viz. Obr. 37), ovšem s rámem vespod. Na něj by byly navařeny úchyty sloužící k přidělení koleček. Zvedák by tedy sestával ze dvou rámu spojených dvěma páry vzpěr spojených uprostřed rotační vazbou podobně jako právě nůžky. Vzpěry jsou na jedné straně rámu přidělány pevnou rotační vazbou a na druhé straně posuvnou rotační vazbou, tedy kolečkem nahoře i dole.



Obr. 37 Mobilní nůžkový zvedák [6]

Od této koncepce bylo upuštěno pro řadu nevýhod jako např. vysoká zástavbová výška ve složeném stavu a vysoká hmotnost zvedáku, se kterou souvisí i množství použitého materiálu a tudíž cena. Ovšem tato koncepce má i výhody jako např. možnost zvedání pomocí elektromotoru spojeného se šnekovou převodovkou za použití kuličkového šroubu a matice.

Nakonec jsem se rozhodl pro jiný typ mechanismu, který by umožňoval menší zástavbovou výšku. Té by se dalo dosáhnout použitím rámu, který by umožnil dostat úchyty vozidla alespoň na úroveň úchytů koleček.



Bylo potřeba prozkoumat stávající trh a zjistit, zda už přede mnou někdo takovéto zařízení zkonstruoval a jak. Šlo o to získat zkušenosti od jiných konstruktérů a odtud přejít k vlastní myšlence.

Jediný zvedák takovéto konstrukce vyrábí australská firma Cartar Industries [12]. Tento zvedák dokáže auto nadzvednout a poté i přemístit. Díky speciálním kolečkům se dají na tomto zvedáku i opravovat vozidla. Tyto kolečka totiž dokážou položit spodní rám zvedáku na zem tak, aby se zvedák ani nehnul a poté ho dokáží znovu nadzvednout pro další případnou manipulaci. Tento systém slouží jako dokonalá brzda a v kombinaci s jištěním pro případné selhání hydraulického okruhu můžete na autě pracovat i po jeho zvednutí. Zvedák dokáže zvednout automobily až do hmotnosti 2500 kg a do výšky 820 mm. Hydraulický válec je připojen na agregát poháněný stlačeným vzduchem. Ten je uložen v přední části zvedáku společně s nádrží na olej. Odtud je vyvedeno dálkové ovládání, které ovládá zvedání zvedáku a zároveň koleček. Do tohoto dálkového ovládání se připojuje zdroj stlačeného vzduchu o hodnotě tlaku 0,35 až 0,69 MPa. V celém zvedáku není tudíž žádná elektronika.



Obr. 38 Zvedák firmy Cartar Industries [12]

Největší a v podstatě jedinou nevýhodou tohoto typu zvedáku je obrovská síla potřebná k zvednutí vozidla. Jak lze vidět z Obr. 38, ve složeném stavu je píst pod velice malým úhlem, tedy síla potřebná k zvednutí automobilu z klidové polohy bude obrovská.

Pro potřeby ÚADI nebylo potřeba zvedák na opravy, nýbrž pouze pro manipulaci s vozidlem. Nebylo tedy na zvedáku potřeba speciálních koleček, které by dokázaly položit spodní rám na zem, či jištění pro případné selhání hydraulického okruhu. Ani zdvih vozidla nemusel být moc velký. Pouze tolik, aby se přestaly dotýkat kola automobilu země a šlo s automobilem manipulovat.



3.2 KOLEČKA ZVEDÁKU

Požadavky na kolečka zvedáku byly jednoznačné. Nejmenší celková výška a co největší nosnost. Samozřejmostí bylo také kolečko s otočnou kladkou. Po důkladném prozkoumání současného trhu s kolečky jsem opět volil firmu VALVE CONTROL, s.r.o [9]. Zde jsem našel kolečka o celkové výšce 137 mm a nosností 750 kg. Zvedák je konstruován na váhu vozidla 2500 kg, tudíž celková nosnost koleček 3000 kg je ideální. Je totiž třeba zohlednit fakt, že auto může mít rozložení hmotnosti v poměru 60:40 ve prospěch přední nápravy. Kolečka mají vidlici svařenou z výkovků tloušťky 6 mm, pozinkovaná. Otočné ložisko bez středového čepu, tvořeno kalenou kuličkovou dráhou je utěsněno a vybaveno maznicí. Kolo má litinový lakovaný disk s kuličkovými ložisky a polyuretanovým běhounem.

PARAMETRY KOLEČEK

Tab. 8 Parametry koleček zvedáku

Průměr kola	85 mm
Šířka obruče	75 mm
Celková výška	137 mm
Přesazení	56,5 mm
Rozměry desky	135x110 mm
Rozteče děr	105x80/75 mm
Průměr děr	10 mm
Nosnost	750 kg

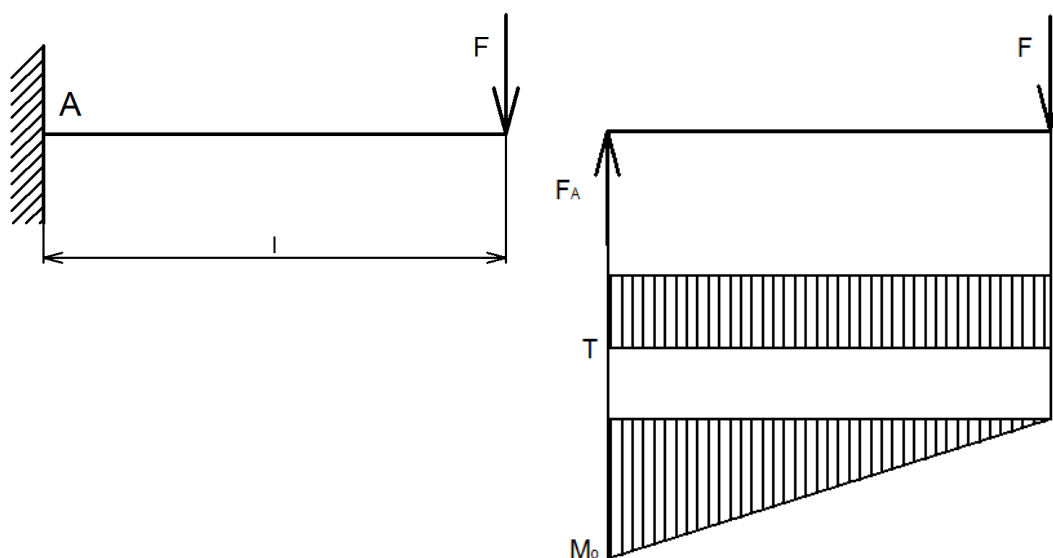


Obr. 39 Kolečka zvedáku [9]

3.3 VÝPOČET ÚCHYTŮ AUTOMOBILU

Úchyty automobilu v přední části zvedáku jsou vyrobeny z čtvercové trubky (jäcklu). Tyto úchyty jsou upevněny k vrchnímu rámu zvedáku pomocí čepů. Automobil o hmotnosti 2500 kg bude s rozložením váhy v poměru 60:40 vážit v přední části 1500 kg, tedy 750 kg na jeden úchyt.

- Délka strany $a = 60 \text{ mm} = 0,06 \text{ m}$
- Tloušťka trubky $t = 6 \text{ mm} = 0,006 \text{ m}$
- Délka trubky $l = 440 \text{ mm} = 0,44 \text{ m}$
- Zatěžující síla $F = 750 \cdot 9,81 = 7357,5 \text{ N}$
- Materiál S355J2H (1.0576) dle EN 10219-1, Obdobná: 11 503
- Mez kluzu $R_e = 355 \text{ MPa}$



Obr. 40 Zatížení úchytů automobilu a průběhy VVÚ

Ohybový moment:

$$M_o = F \cdot l = 7357,5 \cdot 0,44 = 3237,3 \text{ Nm} \quad (5)$$

Průřezový modul v ohybu:

$$W_o = \frac{a^4 - (a - 2 \cdot t)^4}{6a} = \frac{0,06^4 - (0,06 - 2 \cdot 0,006)^4}{6 \cdot 0,06} = 2,13 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \quad (6)$$



Ohybové napětí:

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{3237,3}{2,13 \cdot 10^{-5}} = 152 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 152 \text{ MPa} \quad (7)$$

Bezpečnost:

$$k = \frac{R_e}{\sigma_o} = \frac{355}{152} = 2,34 \longrightarrow \text{Vyhovuje} \quad (8)$$

V zadní části zvedáku jsou vysouvací úchyty, které jsou rovněž vyrobené z čtvercové trubky (jäcklu) o stejném materiálu. Úchyty budou zatěžovány stejně jako předchozí (viz. Obr. 40) a budou rovněž počítány pro zatěžující hmotnost 750 kg, pro případné použití úchytů na těžší straně vozidla, tedy že by se zvedákem najíždělo ze zadní části vozidla.

- Délka strany $a = 70 \text{ mm} = 0,07 \text{ m}$
- Tloušťka trubky $t = 6 \text{ mm} = 0,006 \text{ m}$
- Délka trubky $l = 395 \text{ mm} = 0,395 \text{ m}$
- Zatěžující síla $F = 750 \cdot 9,81 = 7357,5 \text{ N}$
- Materiál S355J2H (1.0576) dle EN 10219-1, Obdobná: 11 503
- Mez kluzu $R_e = 355 \text{ MPa}$

Ohybový moment:

$$M_o = F \cdot l = 7357,5 \cdot 0,395 = 2906,2 \text{ Nm} \quad (9)$$

Průřezový modul v ohybu:

$$W_o = \frac{a^4 - (a - 2 \cdot t)^4}{6a} = \frac{0,06^4 - (0,06 - 2 \cdot 0,006)^4}{6 \cdot 0,06} = 2,13 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \quad (10)$$

Ohybové napětí:

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{2906,2}{2,13 \cdot 10^{-5}} = 136,4 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 136,4 \text{ MPa} \quad (11)$$

Bezpečnost:

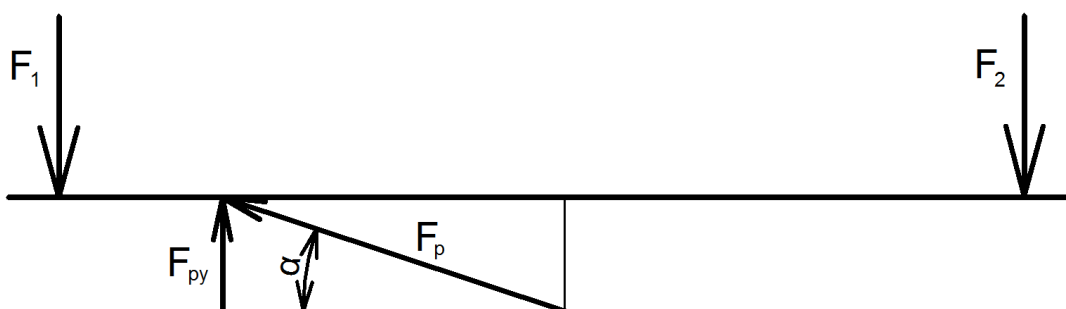
$$k = \frac{R_e}{\sigma_o} = \frac{355}{136,4} = 2,6 \longrightarrow \text{Vyhovuje} \quad (12)$$

3.4 NÁVRH HYDRAULICKÉHO OKRUHU ZVEDÁKU

Zvedání vrchního rámu zvedáku bude zajištěno pomocí hydraulického obvodu složeného z pístu, agregátu, hadic a oleje.

3.4.1 VÝPOČET ZVEDACÍ SÍLY

Největší zvedací síla bude zapotřebí v nejnižší poloze zvedáku, kdy je úhel α nejmenší. Na následujícím obrázku je ukázáno schéma zvedáku v nejnižší poloze potřebné pro výpočet síly pístu.



Obr. 41 Schéma pro výpočet zvedací síly

Rovnice statické rovnováhy sil v ose y:

$$\sum F_y : 0 = F_{py} - F_1 - F_2 \quad (13)$$

Maximální nosnost zvedáku je $m = 2500 \text{ kg}$. Součet sil F_1 a F_2 bude tedy odpovídat právě maximální nosnosti zvedáku. Úhel pístu v nejnižší poloze zvedáku je $\alpha = 10^\circ$. Po úpravě předešlé rovnice je možné do ní dosadit a vypočítat sílu F_p .

$$F_p = \frac{m \cdot g}{\sin \alpha} = \frac{2500 \cdot 9,81}{\sin 10^\circ} = 141234 \text{ N} \quad (14)$$



Zvedací síla v nejnižší poloze je velice vysoká. Proto bylo potřeba použít speciální vysokotlakou hydrauliku.

Klasické elektrické mini hydraulické čerpadlo dokáže vyvinout tlak až 28 MPa, ty nejlepší okolo 35 MPa. Pro zvednutí vozidla by bylo potřeba použít 3 takováto čerpadla a 3 hydraulické válce. Toto řešení by tedy nebylo příliš vhodné.

Jako nejvhodnější řešení se nakonec ukázalo použití hydraulického agregátu poháněného stlačeným vzduchem, který je ve většině karosáren, dílen či pneuservisech k dispozici. Tyto agregáty dokážou vyvinout tlak až 100 MPa, což je více než dostačující. Navíc se vyrábí ve verzi s dálkovým ovládáním, na kterém se dá ovládat zvedání a spouštění vozidla. K těmto agregátům se musí ovšem použít speciální hydraulické válce, hadice a další příslušenství.

Celý hydraulický okruh byl sestaven z katalogu firmy Nike Hydraulics [8].

3.4.2 HYDRAULICKÝ AGREGÁT

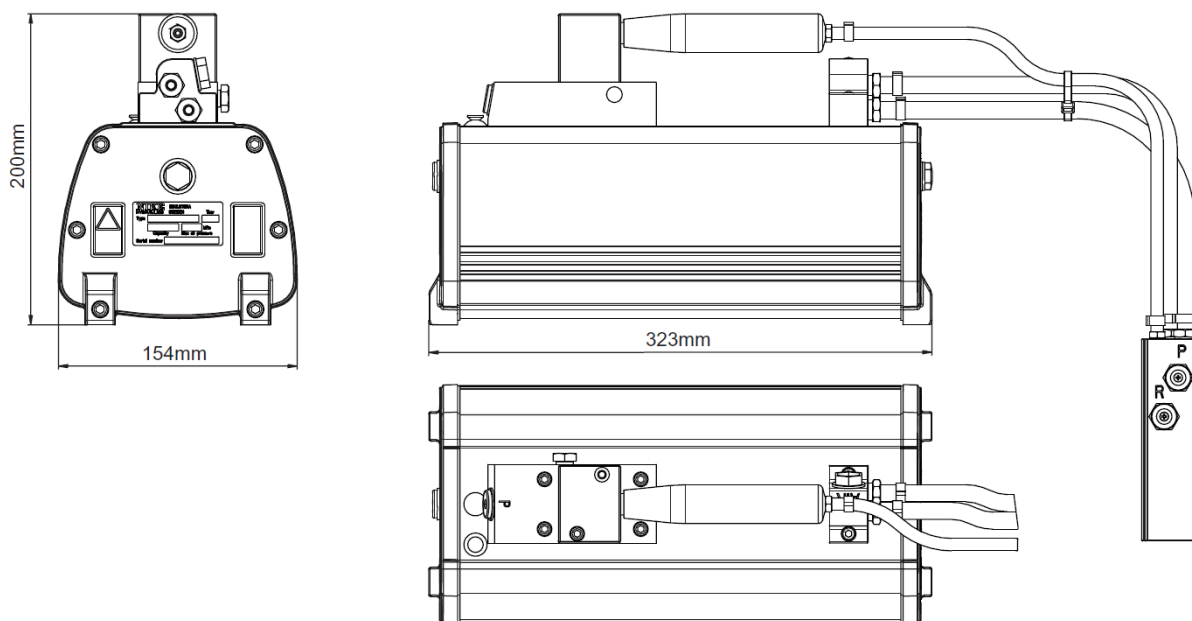
Jak bylo výše zmíněno, byl použit pro zvedák hydraulický agregát poháněný stlačeným vzduchem s dálkovým ovládáním od firmy Nike Hydraulics [8] (viz. Obr. 42). Hydraulický agregát nese označení: PP70-2100RC. Disponuje pracovním tlakem 70MPa, efektivním objemem nádrže 2100 cm³ a RC znamená anglicky Remote Control, tedy dálkové ovládání které dosáhne až do vzdálenosti 2,5 m. V hydraulickém agregátu je použit olej s označením ISO VG10.



Obr. 42 Hydraulický agregát [8]

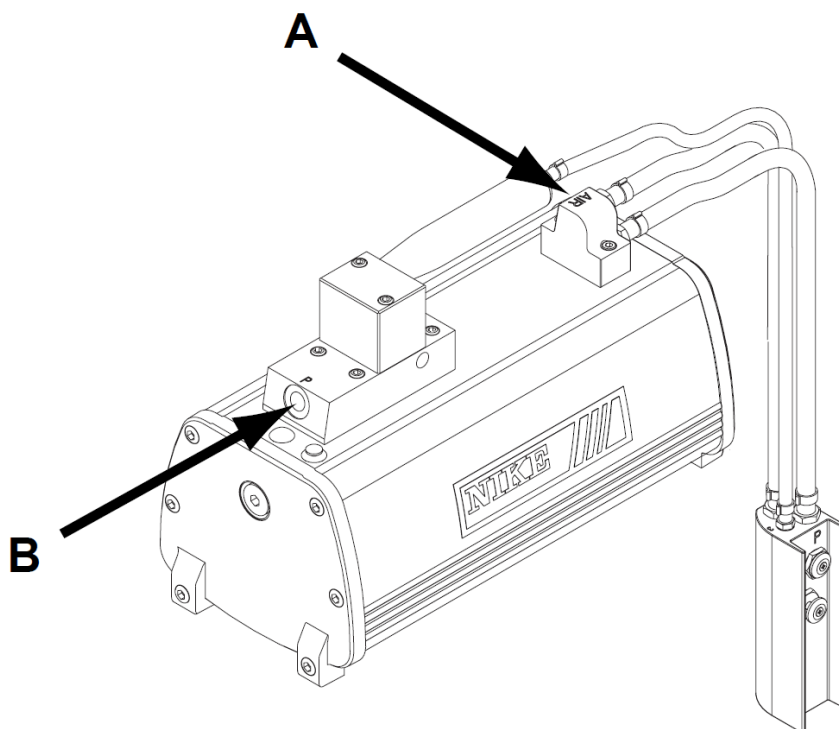


Na Obr. 43 jsou znázorněny rozměry hydraulického agregátu. Činnost agregátu se ovládá pomocí dvou tlačítek. Tlačítkem P se bude zvedák zvedat a tlačítkem R spouštět.



Obr. 43 Rozměry hydraulického agregátu [8]

Do hydraulického agregátu se zapojuje zdroj stlačeného vzduchu (zdířka A) a hadice pro vedení oleje do hydraulického válce (zdířka B). Tlak stlačeného vzduchu musí dosahovat alespoň hodnoty 0,6 MPa pro vyvinutí tlaku oleje 70 MPa. Tlak vzduchu by neměl přesahovat hodnotu 1,2 MPa. Takto velkým tlakem by se mohl hydraulický agregát poškodit.



Obr. 44 Zapojení hydraulického agregátu [8]



Za zmínku určitě stojí i možnost použití ruční pumpy od firmy Nike Hydraulics [8], která dokáže rovněž vyvinout tlak oleje 70 MPa. Díky této pumpě by odpadla potřeba zdroje energie ve formě stačeného vzduchu, elektrické energie, či energie získaná z fosilních paliv. Ke zvedání automobilu by bylo potřeba pouze síly člověka. Potřebná síla ke zvedání automobilu je 320 N. Ruční pumpa se vyrábí v několika variantách, co se týče objemu nádrže pro olej. Pro náš případ by byla ideální ruční pumpa s objemem nádrže 2,4 l.



Obr. 45 Ruční pumpa [8]

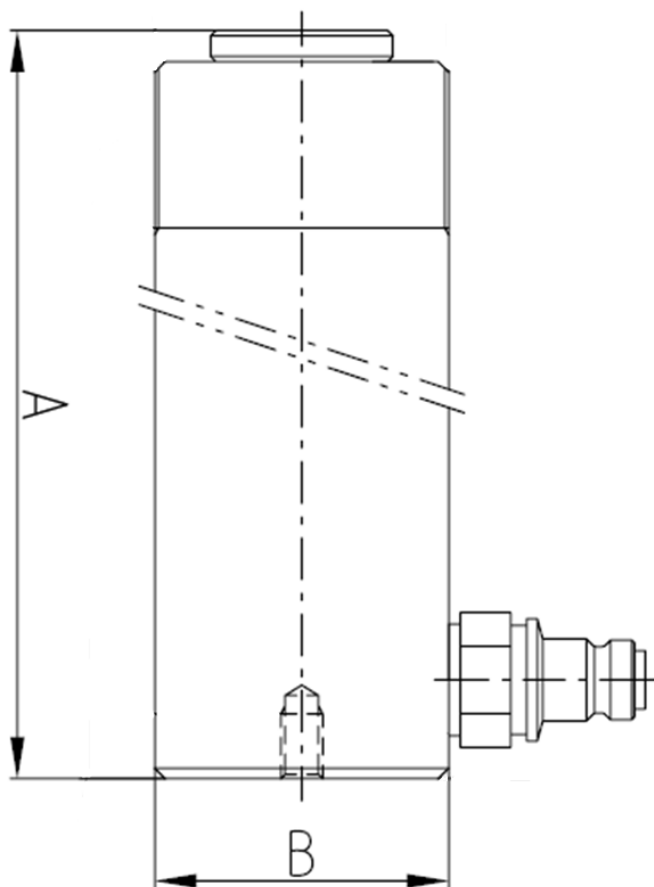
3.4.3 HYDRAULICKÝ VÁLEC

Pro zvedání horního rámu zvedáku je potřeba použít hydraulický válec, který dokáže vyvinout sílu minimálně $F_p = 141234 \text{ N}$. Nejbližší silnější hydraulický válec z katalogu firmy Nike Hydraulics [8] dokáže vyvinout sílu $F_p = 166000 \text{ N}$ a nese označení CFC 1514.

Tab. 9 Parametry hydraulického válce

Pracovní tlak	70 MPa
Zvedací síla	166 kN
Zdvih pístu	356 mm
Objem válce	846 cm^3
Průměr pístu	48 mm
Průměr válce	$B = 70 \text{ mm}$
Délka válce	$A = 475 \text{ mm}$
Hmotnost	10,9 kg

Rozměry použitého hydraulického válce jsou ukázány na následujícím obrázku:



Obr. 46 Rozměry použitého hydraulického válce [8]



Na obě strany hydraulického válce je potřeba přidělat oka kupevnění válce ke zvedáku. Tyto oka se dají k hydraulickému válci dokoupit z katalogu stejného výrobce. Hydraulický válec bude připojen ke zvedáku pomocí dvou lícovaných šroubů o průměru 20 mm. Vzdálenost ok ve složené poloze je 553 mm a v maximálním zdvihu válce 909 mm.



Obr. 47 Oka pro připevnění hydraulického válce k rámu zvedáku [8]

3.4.4 HYDRAULICKÁ HADICE

Hydraulická hadice slouží pro přepravu tlakového oleje z hydraulického agregátu do hydraulického válce. Hadice je vyrobená ze syntetické pryže, ve které jsou dva vysokopevnostní ocelové oplety. Hadice byla vybrána opět z katalogu firmy Nike Hydraulics [8] a nese označení LS2500ES. Na obou koncích hadice jsou stejné přípojky jako na hydraulickém agregátu a válci s označením G1/4".

Vybrané konstrukční vlastnosti hadice:

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| • Rozsah pracovních teplot | -40 až 100°C |
| • Vnitřní průměr hadice | $d_p = 6,3 \text{ mm}$ |
| • Vnější průměr hadice | $d_v = 15,5 \text{ mm}$ |
| • Maximální pracovní tlak | $p_{\max} = 70 \text{ MPa}$ |
| • Maximální tlak na roztržení | $p_r = 160 \text{ MPa}$ |



3.5 KONTROLA UCHYCENÍ HYDRAULICKÉHO VÁLCE

Při zvedání vozidla bude přenášet uchycení hydraulického válce velké síly, díky kterým bude vznikat v jednotlivých částech uchycení velké napětí. Je potřeba zkontrolovat lícovaný šroub na střih. Rovněž je potřeba zkontrolovat úchyty na horním a spodním rámu zvedáku.

3.5.1 KONTROLA LÍCOVANÉHO ŠROUBU

Pro spojení hydraulického válce s rámem zvedáku byl vybrán lícovaný šroub o průměru $d = 20$ mm, vyroben z oceli třídy pevnosti 8.8, který má mez kluzu $R_e = 640$ MPa. Síla potřebná ke zvednutí automobilu je v nejnižší poloze zvedáku $F_p = 141234$ N.

Kontrola na střih:

Napětí ve střihu:

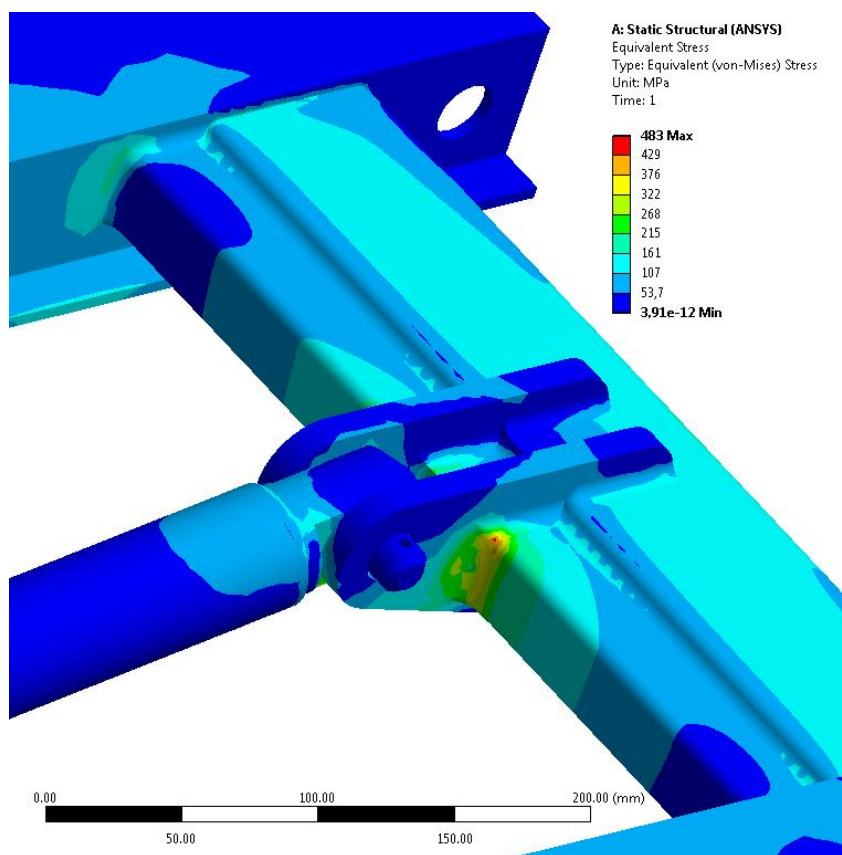
$$\tau_s = \frac{F_p \cdot 4}{\pi \cdot d^2} = \frac{141234 \cdot 4}{\pi \cdot 20^2} = 449,56 \text{ MPa} \quad (15)$$

Bezpečnost ve střihu:

$$k = \frac{R_e}{\tau_s} = \frac{640}{449,56} = 1,42 \quad (16)$$

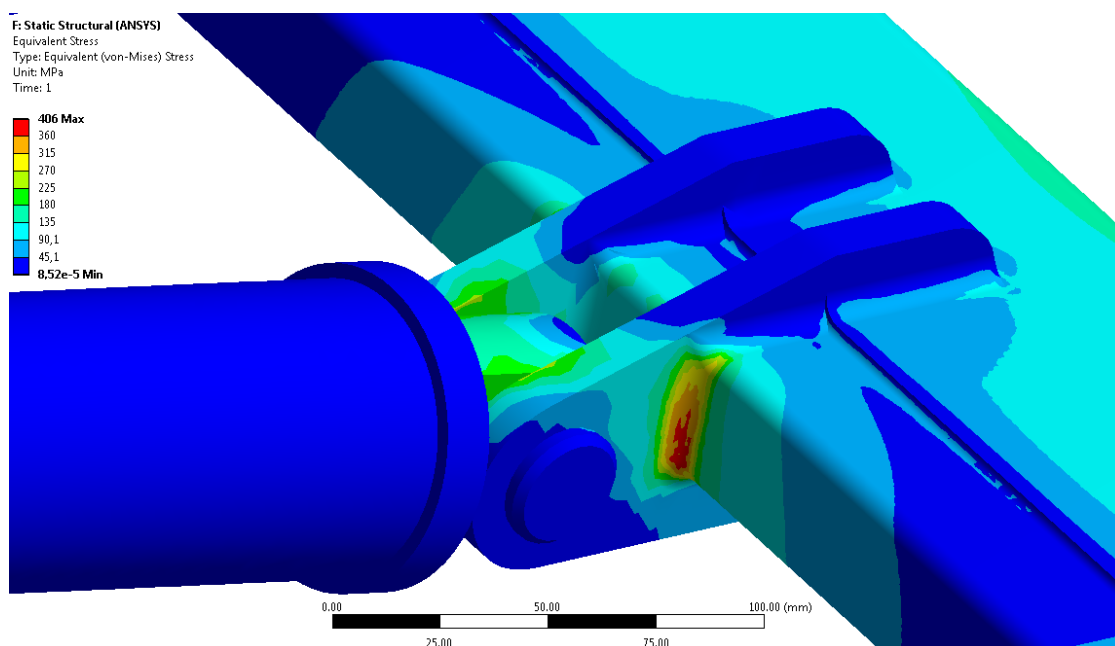
3.5.2 KONTROLA ÚCHYTŮ VÁLCE

Přípevnění hydraulického válce k rámu zvedáku se ukázalo jako velice problematické. Síla válce potřebná pro zvednutí vozidla odpovídá zhruba váze 14,4 tun. Tato extrémně velká síla by dokázala zlomit příčky vrchního a spodního rámu, ke kterým je hydraulický válec přípevněn, pokud by nebyly patřičně vyztuženy. Příčky byly vyztuženy pomocí čtvercové tyče o straně 45 mm. Příčky jsou vyrobeny z materiálu S355J2H (1.0576) dle EN 10219-1 s mezí kluzu $R_e = 355$ MPa. Čtvercová tyč sloužící jako výztuha je vyrobena z materiálu 14220.4, tedy z kalené mangan-chromové oceli s mezí kluzu $R_e = 590$ MPa. Materiál disponuje vysokou pevností po kalení a dobrou svařitelností.



Obr. 48 Napětí v horním uchycení hydraulického válce

Při výpočtu uchycení k vrchnímu rámu zvedáku vyšlo největší napětí v čtvercové tyči 483 MPa. Bezpečnost tyče je v tomto místě 1,22. V příčce vrchního rámu je největší napětí 215 MPa a bezpečnost 1,65.



Obr. 49 Napětí ve spodním uchycení hydraulického válce



Ve spodním uchycení vyšlo napětí o něco nižší díky tomu, že je úchyt uchycen k rámu zvedáku nahoře i dole. Vrchní uchycení je připevněno k rámu pouze nahoře.

Největší napětí ve spodním rámu dosahuje hodnoty 406 MPa. Bezpečnost v tomto místě činí 1,45. Napětí v příčce rámu je 180 MPa a bezpečnost 1,97. Posunutí horního úchyty hydraulického válce činí 0,75 mm a spodního úchyty hydraulického válce 0,4 mm. Napětí v ostatních polohách není třeba počítat, protože zvedací síla rapidně klesá se zvětšujícím úhlem hydraulického válce α (viz. Obr. 41).

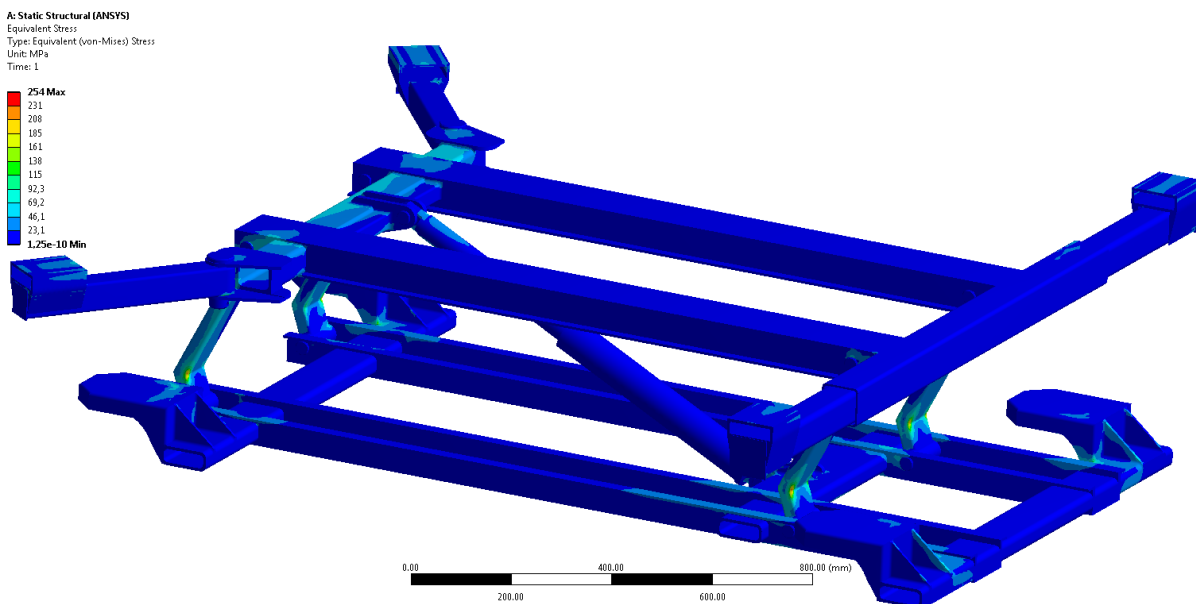
3.6 VÝPOČET RÁMU ZVEDÁKU

Jako všechny výše provedené výpočty pomocí metody konečných prvků (MKP) i rám zvedáku byl vypočten pomocí této metody v programu ANSYS Workbench a sestava zvedáku byla opět vytvořena v programu Pro ENGINEER. Jako materiál sestavy zvedáku byla použita předem definovaná konstrukční ocel, která byla použita i u všech předešlých výpočtů. Tato ocel disponuje těmito materiálovými vlastnostmi:

- Hustota oceli $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$
- Youngův modul pružnosti $E = 200 \text{ GPa}$
- Poissonova konstanta $\mu = 0,3$

Největší napětí v rámu zvedáku bude v jeho největším zdvihu. Většina váhy vozidla se bude do spodního rámu přenášet přes ramena spojující vrchní a spodní rám, a ne přes píst hydraulického válce jak je tomu při zvedání vozidla.

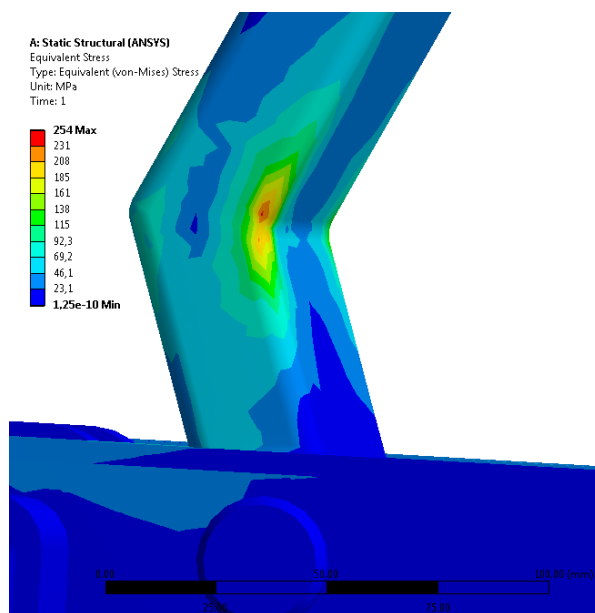
Rám byl uchycen za držáky koleček, obdobně jak by ho držely právě kolečka a byl zatížen na nástavcích umístěných na úchytech automobilu váhou automobilu 2500 kg, která je rozložená v poměru 60:40 ve prospěch přední nápravy. Tedy váha 1500 kg bude na předních kloubových úchytech a váha 1000 kg na zadních.



Obr. 50 Napětí v rámu zvedáku



Největší napětí v rámu zvedáku je v zadních ramenech, které dosahuje napětí 254 MPa. Zadní ramena jsou vyrobena z materiálu S355J0H (1.0547) dle EN 10219-1 s mezí kluzu $R_e = 355$ MPa. Bezpečnost v tomto místě je 1,4. Při zvedání velice těžkých automobilů o hmotnosti 2500 kg tedy lepší umístit přední stranu zvedáku pod přední stranu vozidla, protože zde tolik nejsou namáhána právě ramena spojující horní a spodní rám. Ovšem zvedák by měl vydržet i při opačném použití. Celý rám zvedáku je navržen tak, aby šel vyrobit z materiálů dostupných v katalogu Ferony a.s. [15]. Většina rámu je vyrobena z oceli třídy 11 s mezí kluzu 355 MPa.



Obr. 51 Napětí v zadním rameni zvedáku

3.6.1 KONTROLA ČEPŮ SPOJUJÍCÍ RÁMY ZVEDÁKU

Čepy spojující vrchní nebo spodní rám s ramenem jsou namáhány hlavně na střih. Jejich označení podle normy ČSN EN 22340 (02 2101) je ČEP 20 x 140 A ISO 2341 – St. St je označení automatové oceli, která má mez kluzu 216 MPa. Největší napětí v čepu bude v zadní části zvedáku při maximálním zdvihu. V případě, že by zadní úchyt uchopoval těžší stranu vozidla, by na jeden čep působila váha vozu 750 kg.

Kontrola na střih:

Napětí ve střihu:

$$\tau_s = \frac{m \cdot g \cdot 4}{\pi \cdot d^2} = \frac{750 \cdot 9,81 \cdot 4}{\pi \cdot 20^2} = 23,42 \text{ MPa} \quad (17)$$

Bezpečnost ve střihu:

$$k = \frac{R_e}{\tau_s} = \frac{216}{23,42} = 9,22 \quad (18)$$



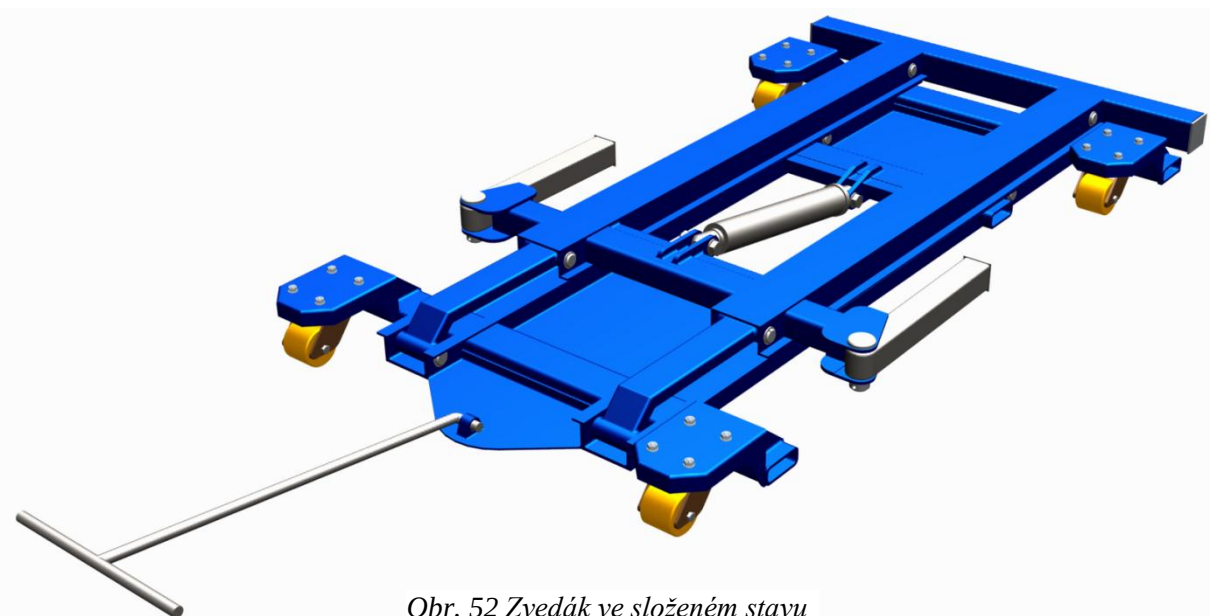
Jak lze z bezpečnosti čepu vidět, šel by použit pro spojení rámu zvedáků i čep o daleko menším průměru. Ovšem z výrobních hledisek ramene zvedáku se vyplatí použít čep o průměru 20 mm, protože by ocelová trubka na koncích ramene musela být nahrazena ocelovou tyčí o stejném vnějším průměru, do které by se musela navíc vyvrtávat menší díra právě pro čep.

3.7 PARAMETRY ZVEDÁKU PRO MANIPULACI S VOZIDLEM

Zvedák disponuje velikostí rámu o rozměrech 2020x1100x156 mm ve složeném stavu a má nosnost 2500 kg. Menší nevýhodou je použití hydraulického agregátu, který je vyšší o 64 mm než rám a tudíž se v případě zvedání automobilu s podvozkem níž než 220 mm musí postavit bokem. V případě ruční pumpy by byla dodržena požadovaná výška tak, aby pumpa nepřesahovala rám, ovšem tato pumpa by se také musela při zvedání vozidla postavit bokem, takže by byl výsledek stejný. Maximální zdvih zvedáku je 315 mm. Zvedák je ovládán řídicí tyčí o délce 800 mm. Tato tyč se nasazuje do oka umístěného v přední části zvedáku. Maximální rozpětí úchytnů vozidla je 1570x1900, které je přizpůsobitelné k uchycení většiny automobilů prodávajících se na současném trhu. Váha celého zvedáku by se měla pohybovat okolo 250 kg. Agregát poháněný stlačeným vzduchem vyžaduje minimální hodnotu tlaku vzduchu 0,6 MPa. Agregát dokáže vyvinout tlak až 70 MPa, díky čemuž vyvine hydraulický válec sílu až 166 kN.

Na zvedáku jsou umístěny dvě odkládací plochy. Přední sloužící pro hydraulický agregát a zadní pro nástavce na úchyty vozidla, případně pro nájezdy sloužící k mírnému zvýšení výšky podvozku vozidla od země. Určitě je potřeba zdůraznit fakt že zvedák není vybaven brzdou, ani jištěním proti případnému selhání hydraulického okruhu. Lze tudíž používat zvedák jenom na rovném povrchu a pouze k manipulaci s vozidlem. Opravy vozidel nejsou na tomto zvedáku možné. Toto by mohl být další směr vývoje tohoto zvedáku.

Zvedák zároveň neobsahuje žádnou elektroniku, díky čemuž je odolný vůči vodě. Za patřičné úpravy povrchu rámu proti korozi, by se mohl tedy používat venku i za špatného počasí.



Obr. 52 Zvedák ve složeném stavu



ZÁVĚR

V této diplomové práci, která se zabývala zařízeními pro manipulaci s vozidly, bylo navrženo několik variant, které by měli zefektivnit práci s vozidly na ústavu ÚADI. Díky těmto zařízením se dá jednoduše manipulovat s vozidly, která jsou například ve vývoji nebo prodávají složitější přestavbu a jsou tudíž dlouhou dobu nepojízdná. Zároveň se dá s vozidlem jednoduše manipulovat stranou, což není normálně možné a je potřeba se složitě vytáčet. Zařízení, které dokážou vozidlo zároveň zvedat, umožňují rychlý přesun vozidla z místa na místo i na malém prostoru. Toto má velkou výhodu také pro závodní vozidla, které není potřeba startovat a složitě s nimi popojíždět. Zároveň lze přemísťovat i vozidla bez nutnosti je otevřít.

Ze dvou variant vozíků bez mechanismu zvedání se ukázala jako lepší druhá varianta, která má spojení úchytů kola pouze na jedné straně. Díky tomuto není potřeba zvedat automobil příliš vysoko. Navíc konstrukce vozíku není nikterak výrobně složitá. Za použití čtyř vozíků lze manipulovat s vozem až o hmotnosti 3500 kg.

Vozík s mechanismem zvedání vozidla se ukázal díky své jednoduché konstrukci, skladnosti a nízkým výrobním nákladům jako nejlepší zařízení pro manipulaci s vozidlem. Nosnost těchto čtyř vozíků je 2000 kg, ale za použití lepších koleček by mohla být i vyšší. Pro potřeby ÚADI ovšem tato nosnost plně postačuje. Náklady za materiál potřebný k výrobě čtyř vozíků s dokovací stanicí se pohybují okolo 11500 Kč, což je daleko méně jak třetina ceny za kterou se tyto vozíky momentálně prodávají. Za tuto cenu by se nepořídil ani hydraulický agregát zvedáku, který dokáže v podstatě skoro to samé co tyto vozíky.

Jedinou výhodou zvedáku oproti těmto vozíkům je ta, že dokáže pracovat s automobilem, kterému chybí kola nebo dokonce celá náprava. Nosnost tohoto zvedáku je 2500 kg, což postačuje i na těžké SUV automobily. Ovšem výrobní cena zvedáku mnohonásobně převyšuje cenu vozíků. Zvedák by bylo možné upravit tak, aby nesloužil pouze k manipulaci s vozidlem. Za použití spolehlivé brzdy a jištění proti selhání hydraulického okruhu, by bylo možné s automobilem na zvedáku i pracovat. Toto by byl tedy další směr vývoje zvedáku.

Na závěr je potřeba říci, že byly úspěšně splněny cíle této diplomové práce. Byly navrženy dvě varianty vozíků pro manipulaci s vozidlem bez mechanismu zvedání, jedna varianta vozíku s mechanismem zvedání vozidla pracujícím na principu rohatka-západka a zvedák pro manipulaci s vozidlem, jehož agregát je poháněn stlačeným vzduchem.



POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] KLIMEŠ, Pavel. *Části a mechanismy strojů I : Spolehlivost, dimenzování, pružiny, spoje a hřídele*. 1. vyd. Brno : Akademické nakladatelství CERM. 97 s. ISBN 80-214-2421-4.
- [2] LEINVEBER, Jan; VÁVRA, Pavel. *Strojnické tabulky : pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 1. vyd. Úvaly : ALBRA, 2003. 865 s. ISBN 80-864-9074-2.
- [3] SHIGLEY, Joseph Edward; MISCHKE, Charles R; BUDYNAS, Richard G et al. *Konstruování strojních součástí*. 1. vyd. Brno : VUTUM, 2010. 1159s. ISBN 978-802-1426-290.
- [4] *Portable Generators, Pressure Washers Power Tools, Welders* [online]. 2009 [cit. 2011-04-15]. Northern Tool + Equipment. Dostupné z WWW: <<http://www.northerntool.com/>>.
- [5] *The Auto Dolly* [online]. 2008 [cit. 2011-04-15]. Merrick Machine Company. Dostupné z WWW: <<http://www.theautodolly.com/>>.
- [6] *Shot blasting machine, hydraulic car lift, two post car lift* [online]. 2007 [cit. 2011-04-21]. Qingdao Zhuyi Machinery Co., Ltd. Dostupné z WWW: <<http://www.zhuyijx.com/>>.
- [7] *American tool builders* [online]. 2007 [cit. 2011-04-23]. Zendex tool corporation. Dostupné z WWW: <<http://www.zendextool.com>>.
- [8] *The professional within high-pressure hydraulics* [online]. 2008, Updated: 2011-04-14 [cit. 2011-05-08]. Nike Hydraulics. Dostupné z WWW: <<http://www.nikehydraulics.com>>.
- [9] *Pojezdova-kola.cz* [online]. 2008 [cit. 2011-05-15]. Online prodej pojezdových kol. Dostupné z WWW: <<http://www.pojezdova-kola.cz>>.
- [10] *Mechanical toys* [online]. 2010 [cit. 2011-05-15]. Automata and Mechanical toys. Dostupné z WWW: <<http://www.mechanical-toys.com>>.
- [11] *Alibaba.com, global trade starts here* [online]. 1999 [cit. 2011-05-15]. Manufacturers, Suppliers, Exporters & Importers from the world's largest online B2B marketplace. Dostupné z WWW: <<http://www.alibaba.com>>.
- [12] *Cartar Industries* [online]. 2010 [cit. 2011-05-17]. Mobile lift technology. Dostupné z WWW: <<http://www.cartar.com.au>>.
- [13] *Zip's Truck Equipment* [online]. 2009 [cit. 2011-05-19]. Wreckers, Tow Trucks, Rollback Carriers, Towing Parts & Accessories . Dostupné z WWW: <<http://www.zips.com>>.
- [14] *Nonpaints.cz* [online]. 2010 [cit. 2011-05-19]. Car Repair Online Products. Dostupné z WWW: <<http://www.nonpaints.cz>>.
- [15] *Ferona a.s.* [online]. 2009 [cit. 2011-05-19]. Velkoobchod hutním materiálem. Dostupné z WWW: <<http://www.ferona.cz>>.



SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

α	[°]	Sklon hydraulického válce
μ	[-]	Poissonova konstanta
ρ	[kg/m ³]	Hustota
σ_o	[MPa]	Napětí v ohybu
τ_s	[MPa]	Napětí ve střihu
A	[mm]	Délka válce
a	[mm]	Délka strany
B	[mm]	Průměr válce
d	[mm]	Vnitřní průměr
D	[mm]	Vnější průměr
d_p	[mm]	Vnitřní průměr hadice
d_v	[mm]	Vnější průměr hadice
E	[GPa]	Youngův modul pružnosti
F	[N]	Zatěžující síla
F_p	[N]	Zvedací síla
g	[m/s ²]	Gravitační zrychlení
k	[-]	Bezpečnost
l	[mm]	Délka
m	[kg]	Hmotnost
M_o	[Nm]	Ohybový moment
p_{max}	[MPa]	Maximální pracovní tlak
p_r	[MPa]	Maximální tlak na roztržení
Re	[MPa]	Mez kluzu
S	[m ²]	Obsah
W_o	[m ³]	Průřezový modul v ohybu