

Zvedací zařízení automobilu

Pavel Šimoník

Bakalářská práce
2021

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Pavel Šimoník
Osobní číslo:	T19599
Studijní program:	B3909 Procesní inženýrství
Studijní obor:	Technologická zařízení
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Zvedací zařízení automobilu

Zásady pro vypracování

1. Vypracujte literární studii na dané téma
2. Navrhněte konstrukční řešení
3. Vypracujte technickou dokumentaci pro výrobu
4. Provedte ekonomické zhodnocení

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

Kemka, V, Barták, J, Milčák P, Žitek, P.: Stavba a provoz strojů, stroje a zařízení, Informatorium, Praha, 2009, ISBN 978-80-7333-075-0

Lukovics, I, Sýkorová, L, Volek, F: Části a mechanismy strojů, Skripta, ES VUT Brno, 2000, ISBN 80-214-1566-5,

Volek, F.: Základy konstruování a části strojů - mechanismy strojů, Skripta, UTB ve Zlíně, 2003, ISBN 80-7318-111-8,

Bolek, A, Kochman, J. a kol.: Části strojů, 2. svazek. SNTL Praha, 1990

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. František Volek, CSc.**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **5. ledna 2021**

Termín odevzdání bakalářské práce: **21. května 2021**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D. v.r.
děkan

prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta: Pavel Šimoník

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem konstrukce zvedacího zařízení automobilu, které po jeho zvednutí umožňuje následnou manipulaci s ním. Na začátku práce jsou popsány jednotlivé druhy zařízení, umožňující zvedání břemen, na které navazují jednotlivé metody svařování a způsoby tepelného zpracování, které se při něm používají. Hlavní část práce se pak věnuje návrhu a výpočtům konstrukce. Najdeme zde i výkresy jednotlivých dílů a taky ekonomické zhodnocení.

Klíčová slova: automobilový zvedák, zvedací zařízení, manipulace s břemeny, hever

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with the design of a car lifting device, which after its lifting allows subsequent manipulation with it. At the beginning of the work, the individual types of equipment are described, enabling the lifting of loads, which are followed by individual welding methods and methods of heat treatment used in it. The main part of the work is then devoted to the design and calculations of the structure. Here you will also find drawings of individual parts and also an economic evaluation.

Keywords: car lifter, lifting device, handling of loads, jack

Zde bych chtěl poděkovat panu Ing. Františku Volkovi, za jeho odborné vedení, cenné rady, ale taky za ochotu, poznámky a připomínky k mé bakalářské práci. Také bych chtěl poděkovat střední průmyslové škole Zlín za poskytnutí potřebných materiálů.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 ZDVIHADLA A JEŘÁBY	10
1.1 ZÁKLADNÍ TYPY ZVEDÁKŮ	11
1.2 JEŘÁBY.....	15
2 POUŽITÉ TECHNOLOGIE PŘI VÝROBĚ	19
2.1 SVAŘOVÁNÍ.....	19
2.2 SVAŘITELNOST	23
2.3 TEPelnÍ ZPRACOVÁNÍ SVAROVÝCH SPOJŮ	24
II PRAKTICKÁ ČÁST	25
3 NÁVRH KONSTRUKCE ZVEDACÍHO ZAŘÍZENÍ UMOŽŇUJÍCÍ NÁSLEDNOU MANIPULACI	26
3.1 ZÁKLADNÍ POŽADOVANÉ VLASTNOSTI	27
3.2 PEVNOSTNÍ VÝPOČTY JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ	28
3.2.1 Výpočet spodních jaklových nosníků	28
3.2.2 Výpočet plochy pro uchycení koleček	29
3.2.3 Výpočet svislého HE-A profilu.....	29
3.2.4 Výpočet vodorovného jaklu, který zvedá auto.....	30
3.2.5 Výpočet bezpečnostního kolíku	31
4 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ VÝROBKU	32
4.1 CENA MATERIÁLU A SOUČÁSTÍ	32
5 VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE	34
ZÁVĚR	35
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	36
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	38
SEZNAM OBRÁZKŮ	40
SEZNAM TABULEK	41
SEZNAM PŘÍLOH	42

ÚVOD

Vlastním veterána a parkuji ho v menší garáži. Když s ním delší dobu nejezdím, umíst'uji ho na podpěry, aby auto nestálo na kolech. Jenže pokud auto na podpěry postavím, tak již není možnost s ním pohnout bez toho aniž bych ho musel zpustit zase na zem. Napadlo mě tedy, že by bylo dobré mít nějaké podpěry, které by umožňovaly auto zvednout a následně s ním manipulovat – podobně jako se dělají stojany na motorky. Začal jsem tedy pátrat na internetu, ale nic co by splňovalo moje požadavky jsem nedokázal najít.

Rozhodl jsem se tedy, že si něco takového vyrobím. Mezi mé základní požadavky jsem zařadil toto:

1. Auto musí jít jednoduše pomocí zhotovené konstrukce zvednout do vzduchu.
2. Po zvednutí auto musí být stabilní.
3. Nemít zatížené kola a nápravy, aby se při stání odlehčilo pneumatikám, pružinám, tlumičům a taky, aby se v případě potřeby daly kola sundat.
4. Po zvednutí mít možnost pohybu s autem. Tento bod byl důležitý, protože jsem chtěl kvůli malým rozměrům garáže parkovat auto za rohem u stěny, kde se normálně najet nedá.
5. Možnost užití na různá auta.

Rozhodl jsem se tedy svařit 4 kovové konstrukce, které budou stát na kolečkách a zvedání bude zajištěnou jednou hydraulickou panenkou o nosnosti 2t. Každá z konstrukcí bude umístěna pod jedním nosným místem karoserie a tím bude zajištěna možnost použití na různá auta.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZDVIHADLA A JEŘÁBY

Důležitým faktorem u zvedáků i jeřábů je jejich bezpečnost. Proto je důležité zabránit samovolnému spouštění břemene. Některé druhy zvedacích zařízení jsou samy o sobě samosvorné a nepotřebují tak další zadržovací zařízení. [3] [1]

Základním údajem, který se uvádí u jeřábů i zvedáků je jejich nosnost, kterou musí bezpečně a bez problémů zvednout. Dále je pak důležitá výška zdvihu a taky například rychlost zvedání nebo rozměry samotného zdvihacího zařízení. [4]

Samosvornost

U samosvornosti se využívá třecího účinku mezi dvojicí součástí. Kromě velikosti součinitele tření je závislá i na směru a působišti zatěžujících sil, případné deformaci či nepřesností výroby. V případě použití samosvorných šroubů, ale musíme počítat s tím, že více než polovina hnací síly se spotřebuje na přemáhání odporu tření. [2]

Pokud zařízení není samosvorné je nutné použít jiné zadržovací zařízení, např. rohatku a západku. [2]

Rohatka a západka

Nevýhodou tohoto mechanismu je vyšší hlučnost a rázy v samotném mechanismu. Naopak mezi jeho výhody patří jeho spolehlivost a za správných podmínek bezúdržbový provoz. Jeho výhodou je taky to, že funguje automaticky a eliminuje se tak případné pochybení pracovníka při zajišťování stroje. [6] [8]

Na obrázku (Obr. 1) můžeme vidět rohatku (ozubené kolo), do které je přes pružinu tlačena západka. Při zvedání se tak kolo otáčí jedním směrem a západka postupně přeskakuje z jednoho zubu na druhý. Pokud pak chceme břemeno spouštět, musíme západku odlehčit drobným pootočením rohatky (břemeno ještě trochu přizvednout) a následně západku můžeme přizvednout a tím umožnit spouštění břemene. [1] [8] [9]



Obrázek 1 Rohatka a západka

1.1 Základní typy zvedáků

Je pro ně charakteristická nízká hmotnost v poměru ke zvedací síle, kterou vyvozují. Při práci nemění svoji polohu, ale jsou snadno přemístitelné. [4]

1.1.1 Šroubový zvedák

Zvedák funguje na základě pohybového šroubu, který je uložený v matici. Na šroub působí díky páce hnací síla a vlivem ní se otáčí a posouvá ve směru své osy. Tím je umožněno zvedání, či spouštění břemene. Jedná se o jednoduchý a bezpečný zvedák, který pracuje v libovolné poloze. Při větších zdvizích je nutné provést kontrolu na vzpěr a otláčení.

Na šroubu i matici je pohybový závit. [4] [13]

Typy pohybových závitů:

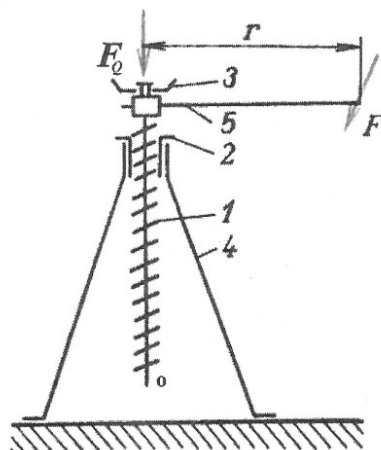
- Lichoběžníkový závit rovnoramenný – značí se Tr, vrcholový úhel má 30° a nazývá se jako Trapézový závit. [3]
- Lichoběžníkový závit nerovnoramenný – značí se S a vrcholový úhel má 33°. [3]
- Oblý závit – značí se Rd a má vrcholový úhel 30°. [3]

Tyto závity mají větší třecí úhel, než je úhel stoupání šroubovice, díky tomu jsou samosvorné. Z důvodu samosvornosti mají tyto závity menší účinnost než jiné závity. Účinnost je menší než 50 %. [3]

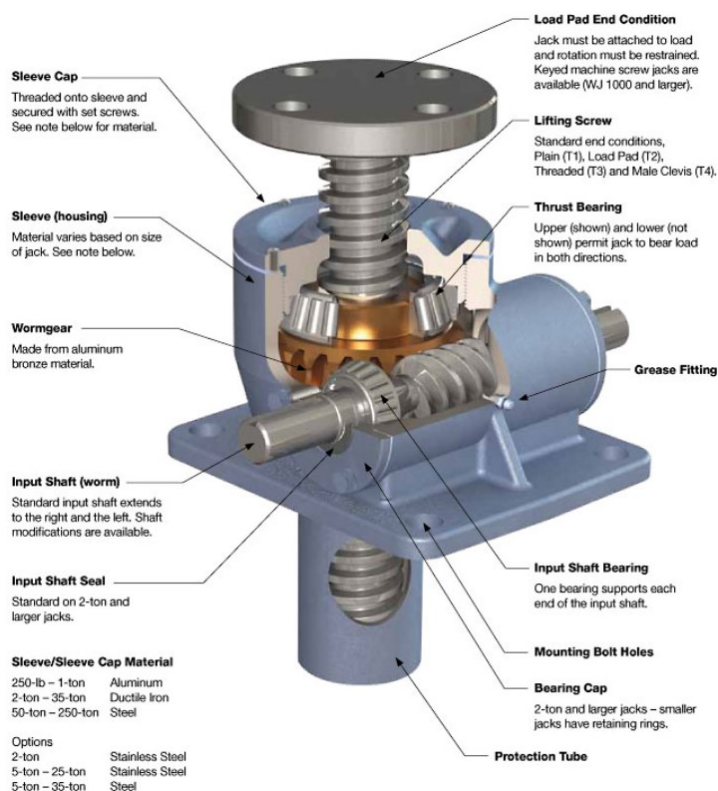
Účinnost šroubového spoje:

$$\eta = \frac{Q \times t g(\gamma)}{Q \times t g(\gamma + \varphi)} \quad (1)$$

V závislosti na zatížení, které potřebujeme zvednout volíme převod buď pomocí šroubu a matice (Obr. 2) nebo pomocí šneku a ozubeného kola (Obr 3). V případě šnekového převodu dokážeme vyvinout několikanásobně větší zvedací sílu. [4] [13]



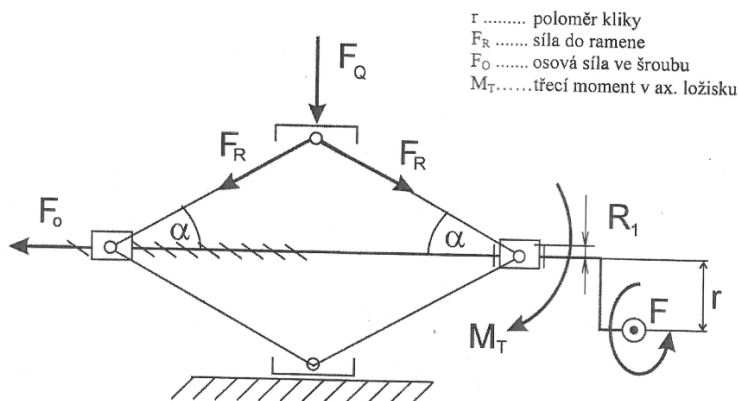
Obrázek 2 Schéma šroubového zvedáku se šroubem a maticí



Obrázek 3 Schéma šroubového zvedáku se šnekovým převodem

Nůžkový zvedák

Jedná se o druh šroubového zvedáku se dvěma rameny. U nůžkového zvedáku nalezneme taky šroub s pohybovým závitem uložený v matici jako u šroubového zvedáku (Obr. 4). Liší se ale svojí konstrukcí. U šroubového zvedáku bývá šroubovice svisle, kdežto zde bývá vodorovně. Samotné zvedání se uskutečňuje rozevíráním a svíráním nůžkového mechanismu. [4]

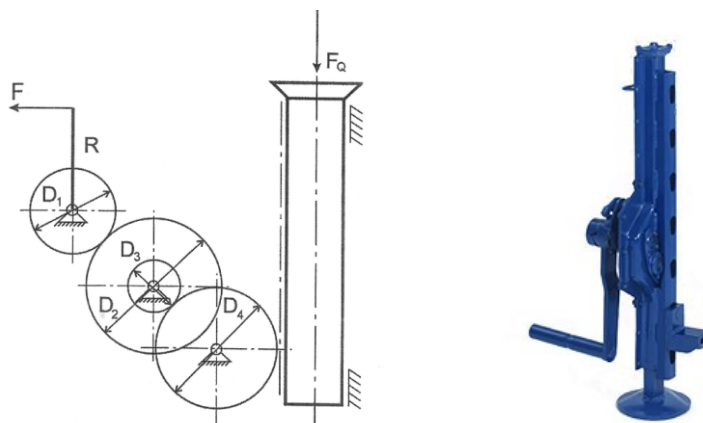


Obrázek 4 Schéma nůžkového zvedáku

1.1.2 Hřebenový zvedák

Tento zvedák využívá převodu ozubenými koly (Obr. 5). Má vysokou účinnost, ale je nesamosvorný, takže je nutné, aby obsahoval západku (zubovou zdrž). Jedná se o mechanický zvedák obdobně jako šroubové zvedáky. Tento způsob zvedání se používá v autoservise u stranového zvedáku, kde je pohon většinou uskutečněn pomocí elektromotoru.

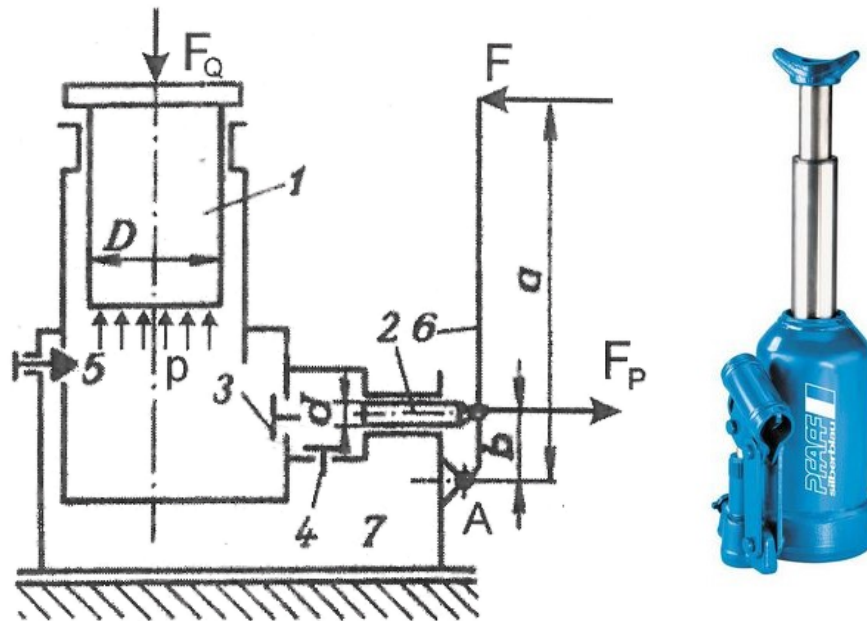
Hřebenový zvedák se používá i například na zvedání tanků nebo lokomotiv. Jeho hlavní výhodou je jeho velká zvedací síla za použití relativně malé síly. K heveru je tak možné dát kliku a ručně zvednout i již zmíněný tank. [4] [10]



Obrázek 5 Schéma a skutečný vzhled hřebenového zvedáku

1.1.3 Hydraulický zvedák

Hydraulický zvedák využívá principu Pascalova zákona a taky dvojnásobného převodu. Převod z mechanické práce na hydraulickou. Tento zvedák je vhodný pro velká zatížení, avšak jeho nevýhodou je citlivost oleje na teplotu a nečistoty, a taky je schopný pracovat jenom v určité poloze z důvodu přelévání oleje. [4] [12]



Obrázek 6 Schéma a skutečný vzhled hydraulického zvedáku

V bodě A (Obr. 6) dochází ke změně rotačního pohybu na pohyb posuvný. Pohyb pístku nám pak vlivem posunu vyvíjí tlak v kapalině, která následně zvedá větší píst, na kterém máme břemeno. [4]

1.1.4 Pneumatický zvedák

Využívají se pro zvedání břemen, které mají menší hmotnost. Fungují na základě měchu, do kterého vháníme stlačený vzduch. Vlivem toho se měch nafoukne (Obr. 7) a zvedne břemeno. Zvedák bývá vybaven přetlakovým ventilem, který zabraňuje přílišnému natlakování. Uvnitř musí být umístěno zařízení, které v případě náhlého poklesu tlaku zabrání rychlému klesání břemene, popřípadě po zvednutí břemene je nutné břemeno podepřít vhodnou podpěrrou, která by jeho případnému pádu zabránila. [11]



Obrázek 7 Pneumatický zvedák v horní poloze

1.2 Jeřáby

Jsou určeny k přemísťování břemen ve svém pracovním poli a to ve vodorovném i svislém směru. Z pravidla se používají pro zvedání větších těles do větších výšek, než tomu bylo u zvedáků. [4]

Základní typy:

Mostový: Používá se ve slévárnách a výrobních halách.

Portálový: Používá se k venkovní dopravě (např. hutního materiálu).

Konzolový

Sloupový

Věžový: Tento typ jeřábu vidíme nejčastěji na stavbách.

Lanový

Automobilový

Přístavní

[4]

1.2.1 Mostový jeřáb

Název mostový jeřáb plyne z tvaru jeho konstrukce. Jeho nosná část má totiž tvar podobný mostu a propojuje tak například dvě strany výrobní haly (Obr. 8). Na zdech haly bývají namontovány kolejnice, po kterých se jeřáb může pohybovat klidně po celé délce výrobní haly. [4] [14]



Obrázek 8 Mostový jeřáb

1.2.2 Portálový a poloportálový jeřáb

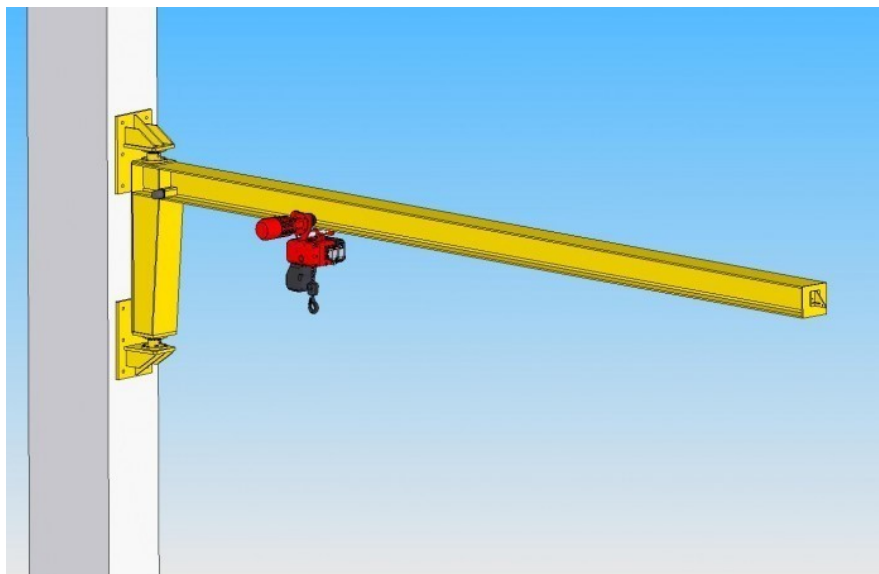
Tento typ jeřábu se od mostového liší tím, že má i spodní část, která má tvar portálu a nepotřebuje tak vyvýšenou kolejnici, po které by se pohyboval. V případě poloportálového jeřábu je jedna strana uchycena na jeho vlastním portálu a druhá strana je uchycena na vyvýšené kolejnici, která je součástí prostoru, kde je umístěn. [4] [15]



Obrázek 9 Portálový a poloportálový jeřáb

1.2.3 Konzolový jeřáb

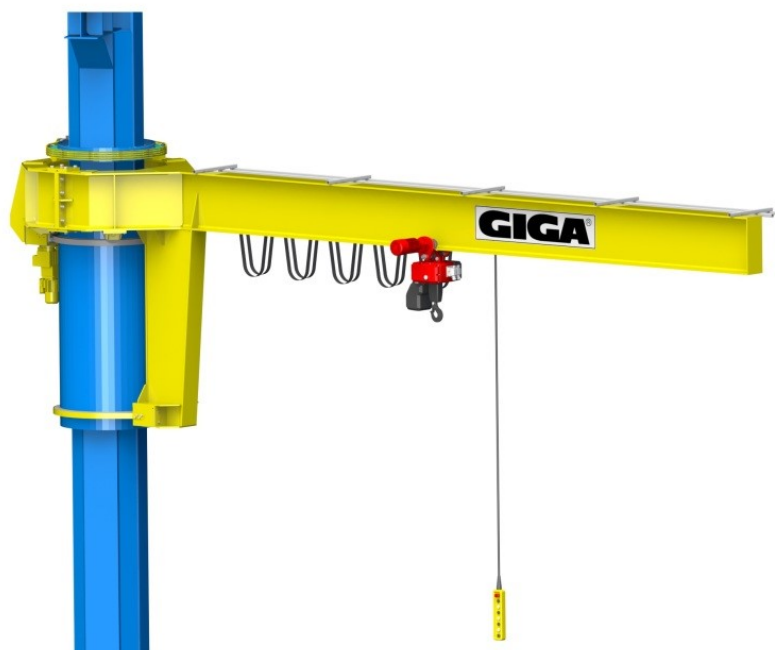
Konzolové jeřáby bývají nejčastěji upevněny přímo na stěnu nebo sloup budovy (Obr. 10). Díky tomu tento jeřáb zabere méně prostoru oproti klasickému sloupovému. Jeho pracovní rádius bývá nejčastěji 180° a délka ramene může být v závislosti na zatížení až 20 m. Bývají vybaveny kladkostrojem, o jehož pohon se většinou stará elektromotor. V případě zajmu se dají pořídit i ruční varianty. [15]



Obrázek 10 Konzolový jeřáb

1.2.4 Sloupový jeřáb

Sloupový zvedák je velice podobný tomu konzolovému. Jediný rozdíl mezi nimi je ten, že sloupový je uchycen na svém vlastním sloupu a díky tomu se může otáčet v závislosti na provedení o 180°, 270°, 360° nebo dokonce je zde i možnost nekonečného otáčení. [4] [15]



Obrázek 11 Sloupový jeřáb

1.2.5 Základní části jeřábů:

Kladkostroj

Je to zařízení, které pomocí soustavy pevných a volných kladek snižuje zvedací sílu, avšak na úkor zvedací rychlosti. Je umístěno na nosné části jeřábu. Pokud má kladkostroj stejný počet pevných a volných kladek, jedná se o násobný kladkostroj. Jeho převod je pak roven počtu všech kladek. [4] [15]

Lanové kladky se vyrábějí nejčastěji ze šedé litiny a oceli na odlitky. Normalizovaným rozměrem u kladky je její vnitřní (malý) průměr. Určuje se jak násobek průměru lana. Kladky mohou být vyrovnávací, vodící, popřípadě hnací. [4] [15]

Kladnice

Ve většině případů se u jeřábů nespojuje hák přímo s lanem, ale bývá součástí kladnice, na kterou se přes jednu nebo více kladek navleče lano. [4]

Řetězy a lana

Při zvedání břemen můžeme ke zvednutí použít buď lano nebo řetěz.

Mezi výhody řetězů patří hlavně jejich odolnost i vůči hrubému zacházení. Jejich nevýhodou je ale velká hmotnost a malé obvodové rychlosti. Lana jsou podstatně pružnější a ohebnější. Můžou být ocelová, konopná, popřípadě polyamidová. Konopná lana jsou oproti ocelovým lanům šetrnější k přepravovanému materiálu, avšak mají nižší pevnost a jsou náchylnější na okolní prostředí (např. mastnota). [4]

2 POUŽITÉ TECHNOLOGIE PŘI VÝROBĚ

Při výrobě konstrukce zvedáku bude použita metoda svařování tavnou elektrodou v ochranné atmosféře inertního (netečného) plynu – metoda MIG. Níže jsou rozepsané jednotlivé metody svařování. [16]

2.1 Svařování

Díky svařování dokážeme vytvořit pevné a nerozebíratelné spojení kovových částí. Jejich výhodou je těsnost spoje a trvanlivost. Metodou svařování dokážeme zkrátit výrobní časy, zjednodušit konstrukci, ušetřit materiál a zvýšit produktivitu práce. Svařování nalezneme téměř ve všech výrobních odvětvích. Svařením velkých a složitých součástí často dokážeme nahradit výkovky a odlitky a ušetřit tím až 50% hmotnosti. Svařované materiály musí být svařitelné a co nejpodobnějšího (nejlépe stejného) složení. To platí i o přídavném materiálu. Svařované plochy taky musí před zahájením operace náležitým způsobem připraveny. Musíme je například zbavit rzi, mastnoty, barvy a ostatních nečistot. V případě, že plochy nebudou vhodně připraveny, nebude svar kvalitní a to jak vizuálně tak i pevnostně. [5] [16]

2.1.1 Svařování za působení tepla (tavné)

Při tavném svařování dojde v místě dotyku k natavení obou součástí a jejich vzájemnému promísení. Po zatuhnutí získáme svarový spoj a to bez použití rázů nebo tlaků. [16]

Druhy tavného svařování:

Svařování plamenem

Zdroj tepla získáváme zapálením směsi dvou plynů. Mísíme kyslík společně s acetylenem, vodíkem nebo propanem. Ke svařování potřebujeme dvě láhve s plyny společně s redukčními ventily a taky hořák společně s hadicemi. [5] [16]

- Láhve na plyny jsou vyrobeny z oceli a jsou bezešvé. Na každé láhvi musí být uvedený druh plynu, kterým je naplněna. Láhve na kyslík a acetylen nejdou zaměnit, i když se na první pohled zdají být stejné, protože uvnitř acetylenové láhve je pórovitá hmota, která je nasáklá acetonem. Aceton je v láhvi z důvodu rozpuštění acetyleny. Ten je totiž v plynném skupenství silně nestabilní a je možné ho zažehnout i rázem. V kapalném stavu, kterého díky acetonu docílí, je už stabilní a dá se tedy

transportovat. Acetonu je v láhvi patřičně méně než acetylenu, protože jeden litr acetonu rozpustí 24 litrů acetylenu. [5] [16]

- Redukční ventil nám složí k regulaci tlaku a s tím související množství plynu, které z láhve vytéká. Nalezneme na něm dva manometry. Jeden je obsahový, který nám udává tlak plynu, který je v láhvi, a druhý je pracovní, který nám ukazuje tlak plynu proudícího do hadice. [5]
- Hadice jsou vyrobené z pryže, která má v sobě textilní vložku, a spojují nám redukční ventil s hořákem. Musí být barevně odlišené. Modrá nebo šedá barva je pro kyslík a červená barva je pro acetylen. Liší se od sebe i průměrem. Pro kyslík je vnitřní průměr hadice 6 mm a pro acetylen bývá 8-12 mm. Je pro ně předepsaná i minimální délka a to 5 metrů. Je to z důvodu, že v okruhu 3 metrů okolo lahvi se nemůže zacházet s ohněm. [5]
- Hořáky nám složí k mísení kyslíku s hořlavým plynem. Je spousta druhů hořáků, ale dají se obecně rozdělit na řezací a svařovací, a taky na vysokotlaké, neboli směšovací, a nízkotlaké, které se taky nazývají injektorové. Hořáky nám taky složí k regulaci výstupní rychlosti plynu. U ní platí zásadní podmínka, že musí být větší, než je rychlost hoření, protože jinak dojde ke zpětnému šlehnutí plamene. Vhodným nastavením poměru plynů můžeme docílit tří rozdílných druhů plamenu a to neutrální (poměr plynů je zhruba 1:1), redukční (přebytek acetylenu) nebo oxidační (přebytek kyslíku). [5] [16]

Svařování elektrickým obloukem

Zde nám teplo vytváří elektrický oblouk. Tento oblouk vznikne mezi svařovaným materiálem a elektrodou. Používá se stejnosměrný i střídavý proud. [16]

Existuje několik druhů svařovacích elektrod.

- Netavné elektrody bývají vyrobeny z wolframu nebo uhlíku. Jak plyne již z názvu, tyto elektrody se netaví a slouží pouze k vytvoření elektrického oblouku. Tyto elektrody tedy materiál do svaru nedodávají a případě potřeby musíme ještě nějaký přidat. [5]

- Tavné elektrody se naopak teplem oblouku taví a dodávají do svaru přídavný kov. Musí mít v ideálním případě stejné nebo aspoň podobné složení jako svařovaný materiál. [5]
- Holé elektrody slouží ke svařování pod tavidlem nebo v ochranné atmosféře. [5]
- Obalené elektrody můžeme použít pro stejnosměrný i střídavý proud. Obal elektrody chrání tekutý kov před oxidací, stabilizuje oblouk, upravuje chemické složení svarového kovu a v neposlední řadě vytváří na povrchu svaru strusku. [5]

Elektrody se dají podle obalu rozlišit do čtyř skupin.

- Kyselé, které mají vyšší obsah oxidu křemičitého. Tyto elektrody vytváří řídkou strusku a jemnou housenku. Používají se hlavně při svařování ve vodorovné poloze. [5]
- Bazické mají vyšší obsah oxidu vápenatého a hořečnatého. Vytváří hustou strusku a jsou tedy vhodné ke svařování ve všech polohách. [5]
- Rutilové obsahují oxid titaničitý. Stejně jako bazické vytváří hustou strusku a jsou tak vhodné ke svařování ve všech polohách. Používají se převážně pro jakostní svary, které musí být těsné a podléhají rentgenové kontrole. [5]
- Vysokovýkonné elektrody mají ve svém obalu vyšší obsah železného prášku a díky tomu je vodivý. Tyto elektrody se dají zatížit větším proudem. Výkon může být až dvojnásobný ve srovnání s ostatními typy elektrod. [5]

Svařování v ochranné atmosféře

Ochranná atmosféra vhodného plynu chrání natavený kov před účinky atmosféry. Podle druhu ochranného plynu rozdělujeme i způsoby svařování. [5]

Metoda WIG

Jedná se o svařování netavnou wolframovou elektrodou v ochranné atmosféře argonu. Argon chrání kov před okolním vzduchem a zvyšuje stabilitu oblouku. Jelikož je elektroda netavná, musíme dodávat přídavný materiál. Tato metoda se nejčastěji používá při svařování lehkých kovů i jejich slitin a taky žárovevných a korozivzdorných ocelí. Tato metoda je ale málo výkonná a používá se pouze tam, kde je vyžadována vysoká čistota. Například v jaderné energetice. [5]

Metoda MAG

U této metody již používáme tavnou elektrodu. Jedná se o holý drát, který hoří v ochranné atmosféře oxidu uhličitého. Při této metodě se dá svařovat i automaticky nebo poloautomaticky. Mezi hlavní výhody této metody patří nízká cena plynu, vysoká produktivita a možnost svařovat i navařovat. [5]

Metoda MIG

Tato metoda je velmi podobná jako předchozí MAG. Liší se pouze v použitém plynu. Zde je elektroda taví v ochranné atmosféře směsi argonu s oxidem uhličitým a nebo z kyslíkem. Tuto metodu lze použít i pro svařování hliníku a jeho slitin. Ve srovnání s metodou WIG je tato metoda výkonnější avšak má menší kvalitu svaru. [5]

2.1.2 Svařování za působení tepla a tlaku

Hlavní princip u tohoto druhu svařování spočívá v tom, že vlivem odporu dojde k natavení stykové plochy a následným působením tlaku dojde ke svaření. [5]

Svařování stykové

Výhoda této metody spočívá v tom, že stykové plochy nemusíme nějak zvlášť připravovat. Nerovnosti a nečistoty se totiž odstraní odtavením. K natavování dojde díky elektrickým výbojům, které vznikají na vrcholcích nerovností. Tyto výboje postupně zahřívají materiál až dojde k natavení celého průřezu a následně se obě části k sobě přitlačí, čímž dojde ke svaření. Výsledný svar má velmi dobrou jakost. Tímto způsobem se vyrábějí různé strojní nástroje. Například soustružnické nože, vrtáky, výhrubníky a další nástroje, které jsou složeny ze dvou různých ocelí. [5]

Svařování bodové

Princip spočívá v přepřátování součástí, které se následně sevrou mezi dvě elektrody. Proud prochází přes svařovaný materiál a v místě největšího odporu (tj. mezi oběma součásti) dojde k natavení a následnému vzniku tzv. svarové čočky. Z důvodu velkého namáhání elektrod musí být uvnitř chlazeny vodou a bývají vyrobeny ze slitiny mědi. Tento způsob svařování se používá například při svařování karosérii aut. Zde už mají svářečky několik bodů a

svařování se provádí roboticky. Touto metodou můžeme svařovat plechy od tloušťky 0,5 mm až do tloušťky 3 mm. [5]

Svařování švové

Principiálně se jedná o velmi podobnou metodu jako bodové svařování. Liší se ale tvarem elektrod a průběhem svařovacího cyklu. Svarové čocky jsou zde přes sebe přeryty a díky tomu získáme pevný a těsný svar. Svařované součásti nemusí být přeplátované, ale lze je svařit i na tupo. Touto metodou se svařují například trubky, nádrže a podobně. [5]

Svařování výstupkové

Tato metoda je ze všech oporových metod svařování nejefektivnější. Její princip spočívá v tom, že na jednom ze svařovaných materiálů zhotovíme výstupky, na kterých pak dochází ke koncentraci napětí. Jakmile se výstupky dostatečně nataví, stlačíme k sobě oba svařované materiály a zhotovíme tak několik svarů najednou. Ke stlačení se používají speciální svařovací lis, které dokáží vyvinout sílu až 30 kN. Touto metodou lze svařovat i rozdílné materiály. Například stříbrné kontakty na mosazný podklad. [5]

2.2 Svařitelnost

Jedná se o technologickou vlastnost, při které vyhodnocujeme tyto vlastnosti: pevnost, houževnatost, korozivní odolnost, plasticita, únavové vlastnosti a sklon k tvorbě trhlin. Na základě vyhodnocení všech těchto vlastností pak dělíme svařitelnost do několika skupin – svařitelnost zaručená, podmíněná, dobrá a obtížná. [5]

Oceli jsou vhodné ke svařování pokud mají do 0,25% obsahu uhlíku. Pokud obsah uhlíku v oceli je nad 0,5% tak se tyto oceli nedoporučují ke svařování. [5]

Litina se víceméně nesvařuje, pouze při opravách slévárenských vad. Svařování se provádí s předehřevem přídavným litinovým materiálem nebo bez předehřevu elektrodami na bázi mědi nebo niklu. [5]

Měď a její slitiny můžeme svařovat téměř všemi způsoby tavného svařování. [5]

Hliník a jeho slitiny se dají taky svařovat, ale jeho svařitelnost ovlivňuje vrstva oxidů, která se musí odstranit různými tavidly. Po svaření se provádí tepelné zpracování na zlepšení mechanických vlastností. [5]

2.3 Tepelní zpracování svarových spojů

Před svařováním

Normalizační žíhaní slouží k dosažení rovnoměrnějších mechanických vlastností a to hlavně u větších tloušťek ocelí.

Zušlechťováním bude svar lépe odolávat pnutí a dosáhneme větší tažnosti.

Žíhaní na měkko se používá u tepelně zpracovaných ocelí.

Předehřívání pomůže snížit tepelný spád. Ohřívá se pouze na teploty do 400 °C. [5]

Po svařování

Normalizačním žíháním dokážeme zjemnit strukturu ve svařovaném místě.

Žíhání ke snížení pnutí se provádí od 500 do 650 °C.

Popouštění sníží vnitřní pnutí a změkčí svar v přechodové oblasti. Provádí se u legovaných ocelí. [5]

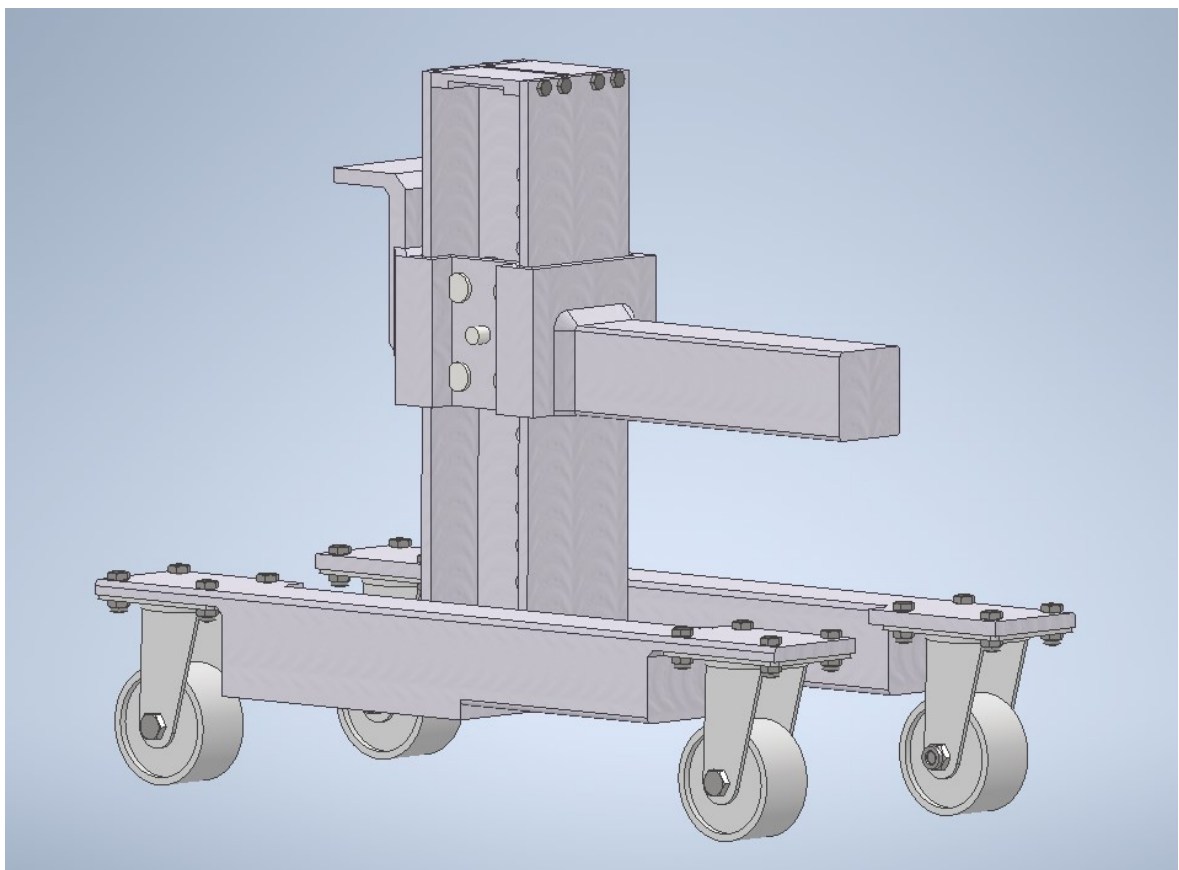
II. - PRAKTICKÁ ČÁST

3 NÁVRH KONSTRUKCE ZVEDACÍHO ZAŘÍZENÍ UMOŽŇUJÍCÍ NÁSLEDNOU MANIPULACI

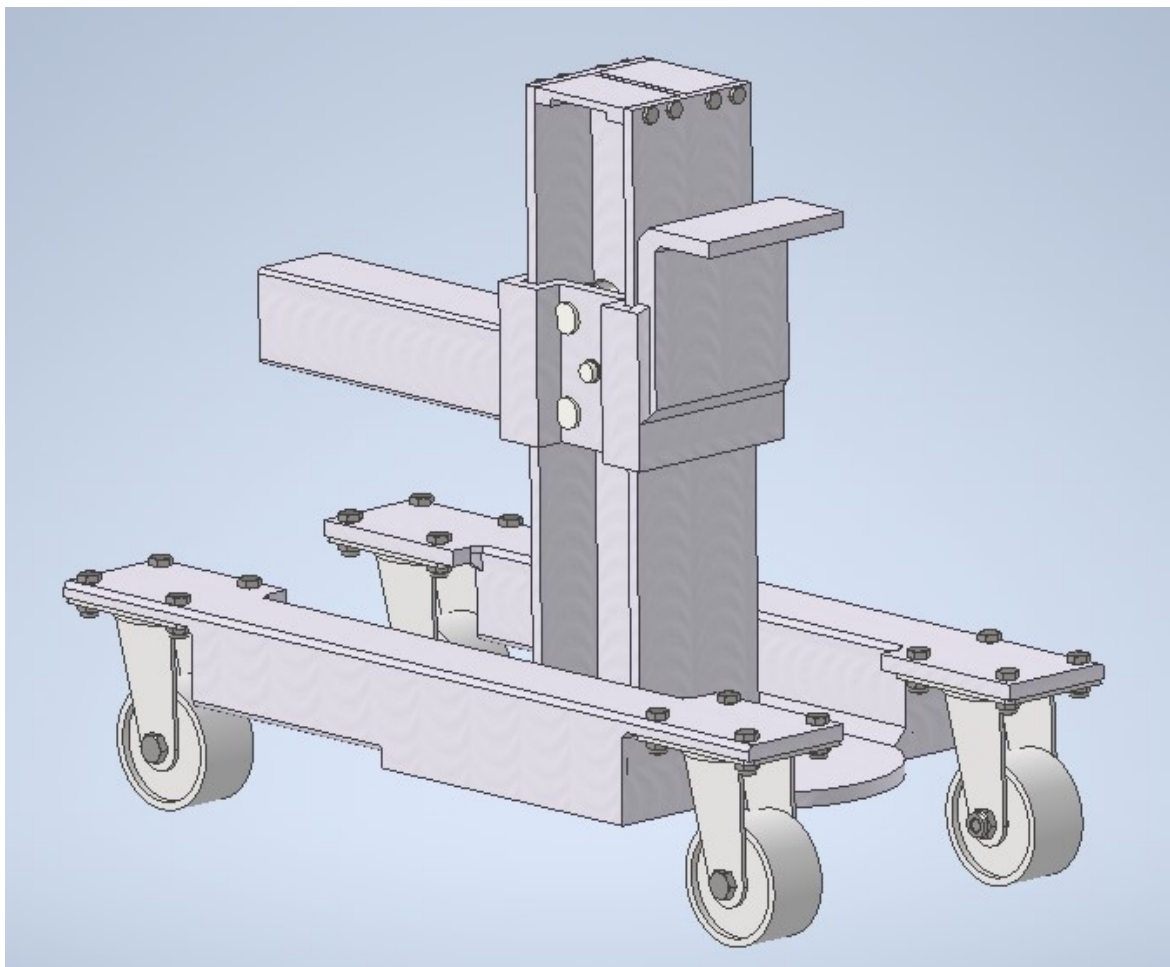
Mým cílem je vymyslet a navrhout konstrukci umožňující zvednutí vozidla o hmotnosti do dvou tun. Hlavní požadavek je, aby se dalo s autem po zvednutí někde po rovině a kvalitním povrchu přejet (např. průmyslová podlaha v garáži nebo dílně). Možnost následné manipulace s autem je důležitá hned z několika důvodů.

Mezi hlavně patří možnost zaparkování auta do míst, kde se s ním normálně najet nedá. Např. zatlačit ho někde na bok ke stěně, aby nezavazelo. Využití ale najdou i lidi, kteří mají malou garáž a když si auto zaparkují tak, aby mohli rozdělat jednu stranu auta, tak k druhé už se nedostanou. Tento zvedák by jim tedy umožnil si s autem i po sundání kol s autem pohnout tak, aby se pohodlně dostali zase na druhou stranu auta.

Zvedák najde využití i u těch, kteří vlastní nějakého veterána nebo auto, s kterým moc nejedí. Po zvednutí totiž odlehčí pneumatikám, pružinám a dalším částem podvozku, které nebudou zbytečně zatížené a auto nebude tak dlouhým stáním tolik trpět.



Obrázek 12 Pohled zepředu na navrhnutý zvedák



Obrázek 13 Pohled zezadu na navrhnutý zvedák

3.1 Základní požadované vlastnosti

Nosnost jednoho zvedáku jsem konstruoval na 1t. Zvedákem je tedy možné zvednout jakékoliv auto s hmotností do 2t. Nejnižší polohu zvedáku jsem zvolil takovou, aby se s ním daly zvednout i snížené auta. Vycházel jsem ze své vlastní série měření na různých autech a to i na pár autech, které měli sportovní podvozek. Žádným z mých měření výšky od země po nosný bod auta (většinou práh) jsem se nedostal pod 14 cm. Zvedák je tedy navrhnutý na minimální výšku 13,7 cm a maximální 42,7 cm. Běžné pojízdné hevery mají výšku maximálního zdvihu okolo 30 cm (Obr. 14), takže tato výška je naprosto dostačující. [17]

Při konstrukci jsem se snažil vycházet z běžně dostupných hutních materiálů, abych byl schopen konstrukci zhotovit i v domácích podmínkách.



Obrázek 14 Ukázka pojízdného heveru

3.2 Pevnostní výpočty jednotlivých částí

Všechny nakupované ocelové polotovary jsou vyrobeny z oceli 11503 a mají při míjivém zatížení dovolené napětí v σ_d ohybu $\sigma_d = 130 \text{ MPa}$. [7]

3.2.1 Výpočet spodních jaklových nosníků

Jedná se o nosník na dvou podpěrách zatížený zhruba uprostřed. Ve skutečnosti není zatížený přesně uprostřed, ale je to pro profil to nejneprůzračnější zatížení, takže z toho důvodu uvažuji ve výpočtu zatížení v polovině. Počítám s míjivým ohybovým zatížením a ve výpočtu je veškerá síla počítána pouze na jeden nosník, i když jsou ve skutečnosti dva. Udělal jsem to tak z důvodu větší bezpečnosti, protože je předpoklad, že lidi se při používání nedrží doporučení a mohli by zvedákem chtít zvednout i nějaké těžší auto.

Spodní nosníky jsou zhotoveny z jaklového silnostěnného profilu o rozměrech 60x60x5 a délce 386 mm. Na obou koncích profilu je navařený plech o síle 1 mm, který slouží pouze k uzavření profilu.

Maximální ohybový moment:

$$M_{max} = \frac{F \times l}{4} = \frac{10000N \times 386mm}{4} = 965000 \text{ Nmm} \quad (2)$$

Moment setrvačnosti:

$$I_y = \frac{1}{12} \times (b \times h^3 - b_1 \times h_1^3) = \frac{1}{12} \times (60 \times 60^3 - 50 \times 50^3) = 559 \text{ 167mm}^4 \quad (3)$$

Napětí v krajních vláknech:

$$\sigma = \frac{M \times h}{2 \times I_y} = \frac{965000 \text{ Nmm} \times 60 \text{ mm}}{2 \times 559\,167 \text{ mm}^4} = 51,773 \text{ MPa} \quad (4)$$

$$\sigma \leq \sigma_d \rightarrow 51,773 \text{ MPa} \leq 130 \text{ MPa} \gg \text{Vyhovuje}$$

Průhyb nosníku v polovině rozpětí:

$$w = \frac{F \times l^3}{48 \times E \times I_y} = \frac{10000 \text{ N} \times 386^3 \text{ mm}}{48 \times 210000 \text{ MPa} \times 559167 \text{ mm}^4} = 0,1 \text{ mm} \quad (5)$$

3.2.2 Výpočet plochy pro uchycení koleček

Plocha je zhotovená z plechu o síle 10 mm. Má délku 115 mm a šířku 80 mm. Budu ji počítat jako vetknutý nosník, který je zatížený v polovině délky. Zatížení vyvolané hmotností auta bude čtvrtinové, protože se síla rozloží, mezi 4 plochy.

Maximální ohybový moment:

$$M_{max} = F/4 \times l/2 = 2500 \text{ N} \times 57,5 \text{ mm} = 143750 \text{ Nmm} \quad (6)$$

Moment setrvačnosti:

$$I_y = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{80 \times 10^3}{12} = 6666,7 \text{ mm}^4 \quad (7)$$

Napětí v krajních vláknech:

$$\sigma = \frac{M \times h}{2 \times I_y} = \frac{143750 \text{ Nmm} \times 10 \text{ mm}}{2 \times 6666,7 \text{ mm}^4} = 107,8 \text{ MPa} \quad (8)$$

$$\sigma \leq \sigma_d \rightarrow 107,8 \text{ MPa} \leq 130 \text{ MPa} \gg \text{Vyhovuje}$$

Průhyb nosníku na konci vyložení:

$$w = \frac{\frac{F}{4} \times (\frac{l}{2})^2 \times 5(\frac{l}{2})}{6 \times E \times I_y} = \frac{2500 \text{ N} \times 57,5^2 \text{ mm} \times 5 \times 57,5 \text{ mm}}{6 \times 210000 \text{ MPa} \times 6666,7 \text{ mm}^4} = 0,3 \text{ mm} \quad (9)$$

3.2.3 Výpočet svislého HE-A profilu

Tento profil počítám jako vetknutý nosník, uchycený na jednom konci a zatížený na druhém konci. Nikdy sice na samém konci zatížený nebude, ale v rámci větší bezpečnosti ho tak budu počítat. Profil má délku 402 mm a rozměr 100x100.

Maximální ohybový moment:

$$M_{max} = -F \times l = -10000 \text{ N} \times 402 \text{ mm} = -4020000 \text{ Nmm} \quad (10)$$

Moment setrvačnosti:

$$I_y = \frac{1}{12} \times [b \times h^3 - (b - t_1) \times (h - 2 \times t_2)^3] = \frac{1}{12} \times [100 \times 100^3 - (100 - 5) \times (100 - 2 \times 8)^3] = 3641093 \text{ mm}^4 \quad (11)$$

Napětí v krajních vláknech:

$$\sigma = \frac{M \times h}{2 \times I_y} = \frac{4020000 \text{ Nmm} \times 100 \text{ mm}}{2 \times 3641093 \text{ mm}^4} = 55,2 \text{ MPa} \quad (12)$$

$$\sigma \leq \sigma_d \rightarrow 55,2 \text{ MPa} \leq 130 \text{ MPa} \gg \text{Vyhovuje}$$

Průhyb nosníku na konci vyložení:

$$w = \frac{F \times l^3}{3 \times E \times I_y} = \frac{10000 \text{ N} \times 402^3 \text{ mm}}{3 \times 210000 \text{ MPa} \times 3641093 \text{ mm}^4} = 0,3 \text{ mm} \quad (13)$$

3.2.4 Výpočet vodorovného jaklu, který zvedá auto

Tento profil je opět namáhán na ohyb a jedná se o vetknutý nosník zatížený na konci. Jaklový profil má rozměry 60 x 60 x 5. Jekl je z čelní strany opět zavařený plechem o síle 1 mm. Zde se nejedná již jenom o estetickou stránku, ale je to tu i z důvodu, aby někdo neměl snahu do profilu vsadit nějaké prodloužení a nevznikla tím větší páka a tím pádem i síla na celou konstrukci.

Maximální ohybový moment:

$$M_{max} = -F \times l = -10000 \text{ N} \times 250 \text{ mm} = -2500000 \text{ Nmm} \quad (14)$$

Moment setrvačnosti:

$$I_y = \frac{1}{12} \times (b \times h^3 - b_1 \times h_1^3) = \frac{1}{12} \times (60 \times 60^3 - 48 \times 48^3) = 637632 \text{ mm}^4 \quad (15)$$

Napětí v krajních vláknech:

$$\sigma = \frac{M \times h}{2 \times I_y} = \frac{2500000 \text{ Nmm} \times 60 \text{ mm}}{2 \times 637632 \text{ mm}^4} = 117,6 \text{ MPa} \quad (16)$$

$$\sigma \leq \sigma_d \rightarrow 117,6 \text{ MPa} \leq 130 \text{ MPa} \gg \text{Vyhovuje}$$

Průhyb nosníku na konci vyložení:

$$w = \frac{F \times l^3}{3 \times E \times I_y} = \frac{10000 \text{ N} \times 250^3 \text{ mm}}{3 \times 210000 \text{ MPa} \times 637632 \text{ mm}^4} = 0,4 \text{ mm} \quad (17)$$

3.2.5 Výpočet bezpečnostního kolíku

Jedná se o nosník, kruhového průřezu, na dvou podpěrách, který je zatížený uprostřed silou, vyvolanou váhou vozidla. Pojistňovací kolík má průměr 12 mm a délka mezi krajními podpěry je 82 mm. Pojistný kolík je vyroben z oceli 11600 a má dovolené napětí v míjivém ohybu $\sigma_d = 160$ MPa. [7]

Maximální ohybový moment:

$$M_{max} = \frac{F \times l}{4} = \frac{10000N \times 82mm}{4} = 205000 \text{ Nmm} \quad (18)$$

Moment setrvačnosti:

$$I_y = \frac{\pi \times r^4}{4} = \frac{\pi \times 12^4 mm}{4} = 16286 \text{ mm}^4 \quad (19)$$

Napětí v krajních vláknech:

$$\sigma = \frac{M \times r}{I_y} = \frac{205000Nmm \times 12mm}{16286mm^4} = 151,1 \text{ MPa} \quad (20)$$

$$\sigma \leq \sigma_d \rightarrow 151,1 \text{ MPa} \leq 160 \text{ MPa} \gg \text{Vyhovuje}$$

Průhyb nosníku v polovině rozpětí:

$$w = \frac{F \times l^3}{48 \times E \times I_y} = \frac{10000N \times 82^3 mm}{48 \times 210000MPa \times 16286mm^4} = 0,03 \text{ mm} \quad (21)$$

4 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ VÝROBKU

Při počítání výsledné částky jsem vycházel z cen uvedených na internetových obchodech. V případě, že bych materiál nakoupil někde ve spojovacích a hutních materiálech, mohla by se cena ještě snížit. Jelikož jsem zatím výrobu tohoto zvedáku neuskutečnil nedokážu přesně odhadnout, kolik času může zabrat svařování konstrukce, soustružení čepů a taky frézování jednotlivých dílů. [18] [19] [20] [21]

V případě, že bych zvedák dělal celý sám, včetně nástřiku barvou, myslím si, že by mohla výroba jednoho kusu zabrat okolo 4 hodin. Cenu práce bych zvolil 300 Kč/hod včetně energií.

4.1 Cena materiálu a součástí

Tabulka 1 Ceny hutních materiálů

Polotovár	Množství	Cena za kus (bez DPH)	Cena za množství (bez DPH)
Jakl 60x60x5, délka 386 mm	2	176,18 Kč	352,36 Kč
Jakl 60x60x6, délka 250 mm	1	132,58 Kč	132,58 Kč
HEA 100, délka 410 mm	1	255,12 Kč	255,12 Kč
Plech 10 mm, rozměr 115x80	4	35,85 Kč	143,41 Kč
Plech 10 mm, rozměr 300x270	1	315,65 Kč	315,65 Kč
Plech 10 mm, rozměr 112x65	1	28,37 Kč	28,37 Kč
Plech 10 mm, rozměr 100x62	2	24,16 Kč	48,32 Kč
Plech 10 mm, rozměr 80x47	2	14,65 Kč	29,31 Kč
Plech 1 mm, rozměr 60x60	5	1,78 Kč	8,90 Kč
Plech 15 mm, rozměr 112x105	1	69,38 Kč	69,38 Kč
Plech 30 mm, rozměr 125x100	2	139,38 Kč	278,76 Kč
Tyč Ø20, délka 40 mm	8	4,31 Kč	34,51 Kč
Celková cena včetně DPH			2 052,96 Kč

Tabulka 2 Ceny spojovacích materiálů a nakupovaných součástí

Součást	Množství	Cena za kus (bez DPH)	Cena za množství (bez DPH)
Transportní kolečko B90N s brzdou	4	640,00 Kč	2 560,00 Kč
Šroub M6x20 12.9 - DIN 933	8	1,62 Kč	12,96 Kč
Šroub M8x22 10.9 - DIN 933	16	1,75 Kč	28,00 Kč
Matice M8 - DIN 985	16	0,62 Kč	9,92 Kč
Válcový kolík DIN 6325 - Ø 12x100	1	24,34 Kč	24,34 Kč
Pružná závlačka DIN 11024 - 2,0x45	1	0,99 Kč	0,99 Kč
Pojistný kroužek na hřídel DIN 471 - 12 mm	9	0,50 Kč	4,50 Kč
Zvedák hydraulický dvoupístový 2t 150mm	1	455,00 Kč	455,00 Kč
Ložisko 6301 – 2Z SKF	8	75,44 Kč	603,52 Kč
Celková cena včetně DPH			4 476,07 Kč

Celková cena práce, materiálu a součástí potřebných k výrobě jednoho pojízdného zvedáku je tedy 7 729,03 Kč včetně DPH.



Obrázek 15 Kolečko, které bude namontované na konstrukci

5 VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Veškerá výkresová dokumentace se nachází v přílohách.

ZÁVĚR

V teoretické části jsem se nejprve zabýval jednotlivými druhy zvedacích zařízení a následně jsem se zaměřil na technologie, které se budou využívat při výrobě zvedáku.

V praktické části jsem provedl návrh konstrukce automobilového zvedáku, umožňujícího následnou manipulaci s autem. Avšak z ekonomického hlediska jsem zjistil, že se takový zvedák neoplatí vyrábět, protože by ho pravděpodobně nikdo nekoupil. Jelikož ke zvednutí a následné manipulaci jsou potřeba čtyři takovéto zvedáky a jeden by stál jen v nákladech necelých 7 tisíc. Cena všech čtyř, aby byl z prodeje ještě i nějaký zisk, by tedy musela být okolo 35 – 40 tisíc. Z praktických zkušeností ovšem vím, že za takovou cenu by to bylo neprodejně. Tato cena by se dala snížit tím, že by byla jen jedna hydraulická panenka na všechny 4 zvedáky. Nákladově by se tak dalo ušetřit skoro 1700 Kč. Jenže toto řešení, přenášet ji od jednoho zvedáku k dalšímu, by bylo méně komfortní. Nevýhodou této navržené konstrukce je i její velká váha. Váha jedné konstrukce bez hydraulického zvedáku by byla okolo 33 kg. Se zvedákem je to pak o dalších 5,3 kg víc. [20] Nevýhodou je taky nutnost zvedání každé konstrukce zvlášť.

Další velkou nevýhodou je, že se mi nepodařilo najít vhodnou hydraulickou panenku, která by měla zdvih 30 cm a přitom měla v základní poloze výšku jen okolo 15 cm. Nyní, v případě, že by někdo chtěl zvednout auto až do horní polohy konstrukce, musel by zvedání provádět po částech. A to tím stylem, že by se zvedalo do maximálního zdvihu heveru, pak by se musela konstrukce zajistit pojistným kolíkem, hever spustit, něčím ho podložit a znovu pokračovat ve zvedání.

Při konstrukci se ještě objevila varianta, spojit jednotlivé konstrukce do čtverce nějakou stavitelnou vzpěrou. Zatím jsem tuto vzpěru nenavrhol, protože nevím jak se současné konstrukce budou chovat po zatížení autem. V případě, že by byly nestabilní a hrozilo by, že může nějaká konstrukce sjet z nosného bodu (případně z ní auto spadnout), doplnil bych konstrukce o čtyři stavitelné vzpěry, které by se uchytily na šrouby, které drží kolečka. Tím by se zabránilo nechtěnému vyjetí zvedáku z pod auta i případné nestabilitě.

Vzpěry by musely být stavitelné z důvodu rozdílné šířky a délky automobilů.

Při konstruování této konstrukce mně už napadlo jiné, lepší, řešení, kterým by se eliminoval problém zdvihání po částech, dalo by se celé auto zvednout z jednoho místa a dost možná bych se dostal níž s cenou i váhou. Druhé verzi zvedáku, který umožňuje následnou manipulaci se zvednutým autem bych se pak věnoval v diplomové práci.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VOLEK, František. Základy konstruování a části strojů II: mechanismy strojů. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, Fakulta technologická, 2003. ISBN isbn80-7318?111?8.
- [2] Samosvornost [online]. [cit. 2021-01-14]. Dostupné z: [Samosvornost \(leporelo.info\)](http://Samosvornost(leporelo.info))
- [3] MRÁZ, Libor. Stavba a provoz strojů I, 2013
- [4] MRÁZ, Libor. Stavba a provoz strojů III, 2017
- [5] NEDBAL, Radomír. Strojírenská technologie, 2014
- [6] SHIGLEY, Joseph Edward, Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS, VLK, Miloš, ed. Konstruování strojních součástí. Přeložil Martin HARTL. V Brně: VUTIMUM, 2010. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN isbn978-80-214-2629-0.
- [7] LEINVEBER, Jan, Pavel VÁVRA a Jaroslav ŘASA. Strojnické tabulky. 2., zcela přeprac. vyd. Praha: Scientia, 1998. ISBN isbn80-7183-123-9.
- [8] SVOBODOVÁ, Magdalena. Mechanizmy s přerušovaným pohybem: VUT Brno, 2013
- [9] FISCHER, Ulrich, Roland GOMERINGER, Max HEINZLER, Roland KILGUS, Friedrich NÄHER, Stefan OESTERLE, Heinz PAETZOLD a Andreas STEPHAN. Tabellenbuch Metall. 44., neu bearbeitete Auflage. Haan-Gruiten: Europa Lehrmittel, 2008. ISBN 978-3-8085-1724-6.
- [10] Hřebenový zvedák s přestavitelnou opěrou | Brano. Brano | Zavírače dveří, zvedací zařízení [online]. Copyright © 2021 Brano a.s. [cit. 2021-01-16]. Dostupné z: [Hřebenový zvedák s přestavitelnou opěrou | Brano \(brano-zz.cz\)](http://Hřebenový_zvedák_s_přestavitelnou_opěrou_|_Brano_(brano-zz.cz))
- [11] Zvedák pneumatický 3t, balonový typ GEKO - TorriaCars. Autodiagnostika, Gola sady, Náradí, Autopotahy - TorriaCars [online]. Copyright © 2021 Všechna práva vyhrazena, [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: [Zvedák pneumatický 3t, balonový typ GEKO - TorriaCars](http://Zvedák_pneumatický_3t,_balonový_typ_GEKO_-_TorriaCars)
- [12] HYDRAULICKÝ ZVEDÁK- 2 písty - Procházka MP. Zvedací zařízení a manipulační prostředky - Procházka MP [online]. Copyright © 2021 Procházka MP s.r.o. [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: [HYDRAULICKÝ ZVEDÁK- 2 písty - Procházka MP \(prochazka-mp.cz\)](http://HYDRAULICKÝ_ZVEDÁK_-_2_písty_-_Procházka_MP_(prochazka-mp.cz))
- [13] Metric Screw Jacks | Joyce. Home | Joyce [online]. Copyright © 2013 Joyce Dayton. All Rights Reserved. 937 [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: [Metric Screw Jacks | Joyce \(joycedayton.com\)](http://Metric_Screw_Jacks_|_Joyce_(joycedayton.com))

- [14] EXN-ketjunostinnosturi | Konecranes Suomi. Overhead Cranes | Port Cranes | Crane Parts | Crane Services | Konecranes [online]. Copyright © 2021 Konecranes. All rights reserved. [cit. 2021-01-15]. Dostupné z: [EXN-ketjunostinnosturi | Konecranes Suomi](#)
- [15] GIGA, spol. s r.o. Jeřáby a kladkostroje [online]. [cit. 2021-01-05]. Dostupné z: [Výrobce mostových jeřábů a elektrických kladkostrojů světové kvality - GIGA - jeřáby a kladkostroje \(gigasro.cz\)](#)
- [16] MINAŘÍK, Václav, c2011. Přehled metod svařování. 3., aktualiz. vyd. Ostrava: ZEROSS. Svařování. ISBN 978-80-86698-18-2.
- [17] Hever pojízdný 2t TUV GS - DO CF23390 | E-shop LKQ CZ a.s.. Náhradní díly, autodíly - LKQ CZ E-Shop [online]. [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: [Hever pojízdný 2t TUV GS - DO CF23390 | E-shop LKQ CZ a.s. \(autokelly.cz\)](#)
- [18] Spojovací-material.net. Spojovací-material.net [online]. Copyright © 2017 [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <http://www.spojovaci-material.net/>
- [19] Otočné provedení + brzda s uchycením na čtyři šrouby - kuličkové ložisko | DŮM KOLEČEK. DŮM KOLEČEK - Pojezdová kola, kolečka a kladky [online]. Copyright © 2017 [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: https://www.dum-kolecek.cz/transportni-kola/transportni-kola-b90-n/otocne-provedeni-brzda-s-uchycenim-na-ctyri-srouby-kulikove-lozisko/_c452
- [20] Zvedák hydraulický dvoupístový 2T 150mm. Světluška - Náhradní díly na nákladní vozy [online]. Copyright © 2020 Světluška [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://eshop.svetluska.cz/zvedak-hydraulicky-dvoupistovy-2t-150mm-942592.html>
- [21] Feron online - Vítejte. Feron online - Vítejte [online]. Copyright © 2017 Feron a.s. [cit. 2021-05-01]. Dostupné z: <https://online.ferona.cz/>
- [22] Loziska-Gufera.cz. Loziska-Gufera.cz [online]. Copyright © 2017 [cit. 2021-05-03]. Dostupné z: <http://www.loziska-gufera.cz/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Q	síla, kterou šroub utahujeme
γ	úhel stoupání šroubovice
φ	úhel tření
η	účinnost
t	tuna, jednotka hmotnosti
m	metr, jednotka délky
mm	milimetr, jednotka délky
cm	centimetr, jednotka vzdálenosti
r	poloměr
F	síla
F_r	síla do ramene
F_o	osová síla ve šroubu
M_t	třecí moment v axiálním ložisku
α	úhel ramene
F_Q	síla od břemene
D_{1-4}	průměr ozubených kol
p	tlak na píst
D	průměr pístu
F_p	síla na píst
kN	kilo Newton, jednotka síly
N	Newton, jednotka síly
°	stupeň
C	Celsius
MPa	mega Pascal, jednotka tlaku
σ	napětí
σ_d	dovolené napětí v ohybu
M_{max}	maximální ohybový moment
Nmm	Newtonmilimetr, jednotka momentu
mm^4	jednotka momentu setrvačnosti
l	délka nosníku
E	modul pružnosti
I_y	moment setrvačnosti

w	průhyb nosníku
h	výška nosníku
b	šířka nosníku
M	ohybový moment
t ₁	tloušťka profilu 1
t ₂	tloušťka profilu 1
Ø	průměr
kg	kilogram, jednotka váhy

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Rohatka a západka.....	11
Obrázek 2 Schéma šroubového zvedáku se šroubem a maticí	12
Obrázek 3 Schéma šroubového zvedáku se šnekovým převodem	12
Obrázek 4 Schéma nůžkového zvedáku	13
Obrázek 5 Schéma a skutečný vzhled hřebenového zvedáku.....	13
Obrázek 6 Schéma a skutečný vzhled hydraulického zvedáku	14
Obrázek 7 Pneumatický zvedák v horní poloze.....	15
Obrázek 8 Mostový jeřáb.....	16
Obrázek 9 Portálový a poloportálový jeřáb	16
Obrázek 10 Konzolový jeřáb	17
Obrázek 11 Sloupový jeřáb.....	17
Obrázek 12 Pohled zepředu na navrhnutý zvedák.....	26
Obrázek 13 Pohled zezadu na navrhnutý zvedák	27
Obrázek 14 Ukázka pojízdného heveru	28
Obrázek 15 Kolečko, které bude namontované na konstrukci	33

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Ceny hutních materiálů.....	32
Tabulka 2 Ceny spojovacích materiálů a nakupovaných součástí.....	33

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Výkres sestavy

Příloha P II: Výkres pevné části

Příloha P III: Výkres pohyblivé části

Příloha P IV: Výkres čepu

Příloha P V: Výkres zarážky

Příloha P VI: Výkres pojistného kolíku