

Návrh rychloupínacího motostojanu na přívěsný vozík

Bc. Jakub Andrlé

Diplomová práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Jakub Andrlé
Osobní číslo:	T23509
Studijní program:	N0788A270008 Konstrukce nástrojů
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Návrh rychloupínacího motostojanu na přívěsný vozík

Zásady pro vypracování

- Zpracujte literární přehled týkající se daného tématu.
- Proveďte analýzu trhu s ohledem na požadavky pro toto zařízení.
- Vytvořte návrh prototypu včetně kontrolních výpočtů a výkresové dokumentace.
- Zajistěte výrobu navrženého prototypu.

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

Seznam doporučené literatury:

SHIGLEY, Joseph Edward; MISCHKE, Charles R. a BUDYNAS, Richard G., VLK, Miloš (ed.). Konstruování strojních součástí. Přeložil Martin HARTL. Překlady vysokoškolských učebnic. V Brně: VUTUM, 2010. ISBN isbn978-80-214-2629-0.
MACHEK, Václav. Kovové materiály 2: vlastnosti a zkoušení kovových materiálů. V Praze: České vysoké učení technické, 2014. ISBN 9788001055274.
MENČÍK, Jaroslav. Spolehlivost inženýrských konstrukcí. Univerzita Pardubice, 2020. ISBN 978-80-7560-324-1.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Adam Škrobák, Ph.D.**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **2. ledna 2025**
Termín odevzdání diplomové práce: **9. května 2025**

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

L.S.

doc. Ing. Martin Bednařík, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 4. února 2025

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení diplomové práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji diplomovou 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 mohu užít své dílo – diplomovou 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 diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují 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 diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá návrhem rychloupínacího motostojanu na přívěsný vozík. V teoretické části jsou podrobněji rozvedeny témata vztahující se k praktické části, tedy k návrhu rychloupínacího motostojanu na přívěsný vozík. V teoretické části jsou tedy popsány jednotlivé typy motocyklových stojanů a další souvislosti, popsány jsou také mechanické převody a lanové navijáky, se kterými je při návrhu také uvažováno, dále jsou popsány vybrané výrobní metody (konvenční i nekonvenční metody obrábění, svařování apod.) a v poslední řadě jsou popsány možnosti povrchových úprav materiálů. Praktická část se zabývá návrhem motocyklového stojanu pro transport na přívěsném vozíku. Stojan je konstruován do osy zadního kola, primárně pro motocykl Kawasaki z 900, ale i jiné sportovní motocykly. Konstrukční návrh stojanu je v rámci této práce vyroben.

Klíčová slova: motocyklový stojan, uchycení motocyklů, transport motocyklů, rychloupínací motocyklový stojan

ABSTRACT

This thesis deals with the design of a quick-release motorcycle stand for a trailer. It is divided into two parts: theoretical and practical. The theoretical part elaborates on topics related to the practical part, specifically the design of the quick-release motorcycle stand for a trailer. The theoretical part describes the various types of motorcycle stands and other relevant aspects. It also covers mechanical transmissions and cable winches, which are considered in the design. Furthermore, selected manufacturing methods (both conventional and unconventional machining methods, welding, etc.) are discussed. Finally, the possibilities for surface treatment of materials are described. The practical part focuses on the design of a motorcycle stand intended for transportation on a trailer. The stand is designed to fit into the rear wheel axle, primarily for the Kawasaki Z900 motorcycle, but also suitable for other sport motorcycles. The structural design of the stand has been manufactured as part of this work.

Keywords: motorcycle stand, motorcycle mounting, motorcycle transport, quick-release motorcycle stand

Na začátek patří mé poděkování panu Ing. Adamu Škrobákovi, Ph. D. vedoucímu této diplomové práce za připomínky a rady, které mi během vytváření této práce dával a za čas, věnovaný této práci a konzultacím.

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 MOTOCYKLOVÉ STOJANY.....	13
1.1 VYUŽITÍ STOJANŮ	13
1.2 TYPY STOJANŮ	13
1.2.1 Dělení podle využití	13
1.2.2 Dělení podle uchycení	15
1.3 MATERIÁLY STOJANŮ	16
1.3.1 Povrchová úprava	16
2 PŘÍVĚSNÉ VOZÍKY	17
2.1 KATEGORIE A ROZDĚLENÍ PŘÍVĚSNÝCH VOZÍKŮ DLE LEGISLATIVY	17
2.2 ZÁKLADNÍ ČÁSTI PŘÍPOJNÉHO VOZIDLA.....	18
2.2.1 Náprava	18
2.2.2 Spojovací zařízení	19
3 MECHANICKÉ PŘEVODY	20
3.1 DĚLENÍ MECHANICKÝCH PŘEVODŮ.....	20
3.2 MECHANICKÉ PŘEVODY S TVAROVÝM STYKEM.....	21
3.2.1 Čelní soukolí.....	21
3.2.2 Ozubený hřeben (tyč)	23
3.2.3 Šroubové soukolí	23
3.2.4 Kuželové soukolí	24
3.2.5 Šnekové soukolí	25
3.3 MECHANICKÉ PŘEVODY SE SILOVÝM STYKEM	26
4 LANOVÉ NAVIJÁKY	28
4.1 RUČNÍ LANOVÉ NAVIJÁKY	28
4.2 ELEKTRICKÉ LANOVÉ NAVIJÁKY	28
4.3 HYDRAULICKÉ LANOVÉ NAVIJÁKY	29
4.4 PNEUMATICKÉ LANOVÉ NAVIJÁKY	29
5 VÝROBA NENORMALIZOVANÝCH DÍLŮ	30
5.1 OBRÁBĚCÍ TECHNOLOGIE	30
5.1.1 Konvenční metody obrábění	30
5.1.2 Nekonvenční metody obrábění.....	32
5.2 TECHNOLOGIE SVAŘOVÁNÍ.....	35
5.2.1 Obloukové svařování v ochranné atmosféře	36
5.2.2 Obloukové svařování pod tavidlem.....	38
5.3 TECHNOLOGIE TVÁŘENÍ.....	38

5.3.1	Rozdělení dle teploty.....	39
5.3.2	Rozdělení dle působení vnějších sil	39
6	POVRCHOVÉ ÚPRAVY	40
6.1	POVRCHOVÉ ÚPRAVY ANORGANICKÉ	40
6.2	POVRCHOVÉ ÚPRAVY POKOVOVÁNÍM.....	40
6.2.1	Pokovování chemické (ponorem)	40
6.2.2	Galvanické pokovování (elektrochemické).....	41
6.2.3	Pokovování žárové	41
6.2.4	Plátování.....	41
6.2.5	Pokovování nástřikem	41
6.3	POVRCHOVÉ ÚPRAVY METODAMI PVD A CVD	41
6.3.1	Metoda PVD.....	41
6.3.2	Metoda CVD	42
6.4	NÁTĚROVÉ HMOTY	42
6.4.1	Práškové nátěrové hmoty	42
	ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI	43
II	PRAKTICKÁ ČÁST.....	44
7	CÍLE PRÁCE	45
8	PRŮZKUM TRHU	46
8.1	KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ KOMERČNĚ DOSTUPNÝCH MOTOCYKLOVÝCH STOJANŮ PRO TRANSPORT A JEJICH UCHYCENÍ.....	46
8.1.1	Pouze upínacími popruhy.....	46
8.1.2	Kolébkový motocyklový stojan	48
8.1.3	Ližina.....	50
9	KONSTRUKČNÍ NÁVRH MOTOSTOJANU PRO TRANSPORT.....	51
9.1	KONSTRUKCE RYCHLOUPÍNACÍHO MECHANISMU MOTOSTOJANU	51
9.1.1	Podstava	52
9.1.2	Upevňovací rám	56
9.1.3	Motocyklový rychloupínací stojan – sestava	63
9.2	PEVNOSTNÍ VÝPOČTY A KONTROLA NAVRŽENÉHO MOTOSTOJANU	63
9.2.1	Kontrola čepů zajištění na střih.....	63
9.2.2	FEM analýza vybraných oblastí motocyklového stojanu	66
9.3.1	Návrh 1.....	74
9.3.2	Návrh 2.....	76
9.3.3	Vybraný konstrukční návrh.....	77
10	KONSTRUKČNÍ ZHODNOCENÍ STOJANU	78
11	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ STOJANU.....	81
	ZÁVĚR	83
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	85
	SEZNAM OBRÁZKŮ	91

SEZNAM TABULEK.....	94
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	95
SEZNAM PŘÍLOH.....	97

ÚVOD

Motocykly jako takové se v dnešní době využívají spíše k zábavě než k dopravě, jak to bylo v dřívějších dobách. Je to zapříčiněno dostupností, ale i cenou nových, či ojetých motocyklů. Z toho důvodu si hrdí majitelé motocyklů dávají záležet na jejich péči.

Transport motocyklů je poměrně snadná záležitost. Stačí pouze sednout a jet, ovšem ne vždy jsou k této nejjednodušší a nejrychlejší možnosti převozu podmínky. Například v zimním období, kdy je vozovka pokryta vrstvou sněhu a ledu, ale ani déšť, či mlha, nejsou zrovna optimální. Také motocykly, které nesplňují podmínky pro vjezd na pozemní komunikaci, ať už kvůli propadlé technické kontrole nebo jde o okruhové speciály nebo motocykly určené do terénu. Ne vždy je možné motocykl přemístit po vlastní ose a je nutné jej převézt na přívěsném vozíku či v dodávce. Tato forma transportu bývá často jednodušší a pohodlnější, zvláště, když musíme motocykl převézt na větší vzdálenost. Ovšem je několik faktorů, které tento úkon komplikují, jako například uchycení motocyklu a zajištění bezpečného převozu.

Manipulace, a hlavně uchycení motocyklu je někdy velmi komplikovaná a časově náročná aktivita, a to je také tématem této diplomové práce. Cílem práce je navrhnout a částečně zrealizovat rychloupínací motocyklový stojan pro bezpečnější, kvalitnější a rychlejší transport na běžném přívěsném vozíku.

Práce je rozdělena na dvě části, kdy první část je teoretická a druhá praktická. V teoretické části jsou detailněji probrány motocyklové stojany, materiály pro jejich výrobu, povrchové úpravy a možnosti výroby nenormalizovaných dílů jako jsou řezání, soustružení, svařování, či jiné nekonvenční metody. Praktická část je věnována návrhu rychloupínacího motostojanu, vypracování modelů a výkresů ve 3D softwaru Solid Edge, včetně výpočtové dokumentace rizikových oblastí a jeho výroby. Součástí této práce je také vypracován průzkum trhu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MOTOCYKLOVÉ STOJANY

Tato kapitola je věnována hlavnímu tématu této diplomové práce, a to motocyklovým stojanům. Již z názvu je patrné, že jsou tyto konstrukce využívány k uchycení a snadnější manipulaci motocyklů. Níže jsou popsány jejich druhy, využití, použité materiály pro výrobu a povrchové úpravy. Tato kapitola shrnuje veškeré informace z běžně dostupných, typizovaných motocyklových stojanů, hojně využívaných prodejci motocyklů, servisních techniků apod.

1.1 Využití stojanů

Využití motocyklových stojanů není příliš různorodé. Ve výsledku je vždy cílem uchytit motocykl, ale důvod, proč je zapotřebí motocykl pevně uchytit se už liší. Nejčastěji se setkáme s motostojany v servisech, či pit stopech, kdy jsou motocykly uchycovány do stojanu z důvodu výměny, nebo předeřívání pneumatik, testování nebo různých jiných servisních úkonů. Další možností využití jsou stojany pro transport nebo parkování. V každé kategorii využití se motostojany liší svou konstrukcí a typem uchycení z důvodu odlišných potřeb jednotlivých odvětví. Typy motocyklových stojanů jsou popsány a rozebrány v kapitole 1.2. Tyto kapitoly spolu souvisí kvůli úzké souvislosti mezi nimi.

1.2 Typy stojanů

Motocyklové stojany lze dělit na několik druhů, například podle typu uchycení, podle účelu využití a podobně. Tyto typy jsou níže popsány v jednotlivých podkapitolách.

1.2.1 Dělení podle využití

Servisní Motocyklové stojany: Jsou využívány pro servisní, či seřizovací úkony všeho druhu. Je kladen důraz na stabilitu a tuhost konstrukce.



Obrázek 1 Servisní motocyklové stojany [1]

Dalším velmi podstatným faktorem je způsob uchycení motocyklu. Typy uchycení motocyklů je možné považovat jako další rozdělení a jsou tedy rozepsány v dalším odstavci. Ovšem pokud je zapotřebí měnit pneumatiku, je nutné, aby způsob uchycení motocyklu byl takový, při kterém by nebylo zabráněno demontáži kola. Nesmí tedy být kolo uchyceno ani za samotnou pneumatiku, nebo za osu kola.

Motocykové stojany určené pro transport: Jsou určeny k přepravě motocyklu, u těchto typů není kladen důraz na způsob uchycení, jelikož jediným cílem je zafixovat motocykl po dobu přepravy tak, aby nedošlo k poškození motocyklu, nebo samotného přepravního prostředku, či ublížení na zdraví osob vinou pádu motocyklu.



Obrázek 2 Motocykový stojan transportní [2]

Parkovací motocykové stojany (manipulační): Parkovací motocykové stojany se využívají k uskladnění motocyklů a není kladen důraz na jejich uchycení. V případě, že je motocykl postavený na bočním stojanu, je zabíráno více místa, než když je umístěn ve svislé poloze. Tyto stojany jsou téměř vždy vybaveny manipulačními kolečky a je tedy možné motocykl zafixovat do stojanů a následně jej zasunout i do méně přístupných částí garáže, kde by jinak nebylo možné motocykl zaparkovat. Často jsou tyto stojany konstruované tak, že jsou zafixovány pouze za přední kolo a veškerá váha je přenášena na pneumatiky. Tento způsob je sice efektivní a nijak neškodí samotnému motocyklu, ale v delším časovém horizontu (v řádů několika měsíců) vlivem váhy motocyklu může docházet k vytvoření nechtěnému zploštění pneumatik způsobené stálým tlakem.



Obrázek 3 Parkovací motocyklový stojan (plošina) [1]

1.2.2 Dělení podle uchycení

Podle uchycení motocyklu se stojany dělí na hlavní části, a to na uchycení předního kola, uchycení zadního kola, nebo motocyklové zvedáky pod rám motocyklu, určené pro enduro.

Uchycení předního kola:

- Adaptéry pod brzdový třmen,
- trny do vidlic,
- adaptéry tvaru V pod vidlice,
- za pneumatiku (kolébkový),
- za krk řízení.

Uchycení zadního kola:

- Adaptér tvaru L pod kyvnou vidlici,
- uchycení pod rolny,
- uchycení do osy kola pro letmou kyvnou vidlici.

Zvedák motocyklů:

Zvedák motocyklů lze také považovat za stojan. Uchycení je zajištěno za rám samotného motocyklu. Zvedání je převážně umožněno pákou, či pro těžší motocykly i hydraulicky. Tento typ stojanu je využíván standartně pro enduro neboli motocykly určené do terénu, nebo supermoto. Hydraulické zvedáky jsou určen pro motocykly o vyšší hmotnosti, kterými obvykle bývají choppery a podobně. Mezi zvedáky motocyklů se řadí také zvedací plošiny, které jsou často využívány v servisech motocyklů, z důvodu komfortu obsluhy. Tyto zvedáky disponují velkým rozsahem zdvihu, snadným nájездem, umožněný zpravidla

z jedné strany a vybaveným mechanismem pro upnutí předního kola. Zvedání je zajištěno buď hydraulicky, nebo hydraulicko – pneumaticky a způsob zvedání je buď nůžkový, nebo kyvadlový, jak je vyobrazeno na obrázcích níže.



Obrázek 4 Pákový zvedák motocyklů [2]

1.3 Materiály stojanů

Jelikož stojany motocyklů jsou převážně konstruovány jako svařované konstrukce, používají se pro výrobu těchto zařízení běžně dostupné, typizované hutní materiály jako jsou trubky, tyče, nebo jekly. Důležitým faktorem pro výběr polotovaru pro motocyklový stojan je jeho zaručená svařitelnost a dostatečná tuhost a pevnost především v ohybu. V případě že je zvolený polotovar válcovaný za tepla nebo tažený za studena jakosti S 235, nebo S 355, je svařitelnost zaručená a jsou vhodné pro zinkování. [1] [2] [3] [4]

1.3.1 Povrchová úprava

Povrchová ochrana motocyklových stojanů je nejčastěji zajištěna ochrannou barvou. Ve většině případů se využívá práškový TGIC polyester nebo uretanový polyester. Tyto dva typy práškových barev poskytují vysokou odolnost proti opotřebení, žloutnutí a přepalování, zaručují ochranu kovových prvků proti vnějším vlivům počasí, a také vynikající chemickou odolnost. Ve výhodě je spíše barva TGIC, která disponuje mírně lepšími vlastnostmi a je i využívána hojněji. Další výhodou je také odolnost proti UV záření, kdy tato vlastnost mimo jiné souvisí také s odstínem barvy. Světlé barvy mají vyšší hodnotu odrazivosti, a tedy mají lepší rezistenci proti UV záření než barvy tmavé. [1] [2] [3] [4]

2 PŘÍVĚSNÉ VOZÍKY

Prívěsné vozíky také označované jako přípojná vozidla jsou nemotorová vozidla poháněna jiným motorovým vozidlem např. automobilem, nákladním vozidlem apod. Slouží k přepravě rozměrných nákladu a jsou nezbytným doplňujícím nástrojem pro transport. Spojení motorového (tažného) vozidla a přípojného vozidla je označováno jako jízdní souprava. Stejně jako motorová vozidla, tak i přípojná vozidla musí splňovat technické a legislativní požadavky, aby bylo možné provozovat tato vozidla na pozemních komunikacích a byla zajištěna bezpečnost provozu. Právním předpisem v České republice, který se zabýval schvalováním technické způsobilosti vozidel, byla vyhláška č. 341/2002 Sb., která stanovovala podmínky pro provoz vozidel. [5]

2.1 Kategorie a rozdělení přívěsných vozíků dle legislativy

Příloha zákona č. 56/2001 Sb. rozděluje vozidla do sedmi základních kategorií, kdy přípojná vozidla nesou označení O. Na základě technických parametrů jsou přívěsné vozíky rozděleny do několika kategorií. Hlavním faktorem pro jejich rozdělení je jejich nejvyšší přípustná hmotnost, podle které se přívěsy rozdělují do kategorií O1 až O4.

Nejčastěji využívanou kategorií je O1, která označuje nebrzděný přívěs s nejvyšší přípustnou hmotností nepřesahující 750 kg a kategorie O2, která označuje brzděný přívěs s celkovou hmotností přívěsu nepřesahující 3500 kg. Kategorie O3 označuje přípojná vozidla převyšující 3500 kg, ale nepřevyšující 10 000 kg. Poslední je kategorie O4, která označuje přípojná vozidla převyšující 10 000 kg.

Dále lze rozdělit přívěsné vozíky na brzděné a nebrzděné přívěsy. Nebrzděný přívěs je konstrukčně jednodušší a levnější, avšak mají nižší nosnost. Brzděné přívěsy disponují vlastním brzdovým systémem, což zlepšuje bezpečnost při vyšším zatížení a umožňuje transport těžších objektů.

Dle účelu použití lze přívěsné vozíky rozdělit podle účelu použití a konstrukce (například přívěsy sklápěcí, přepravníky pro automobily či motocykly, skříňové přívěsy apod.) nebo podle počtu náprav (jednonápravové, vícenápravové). Dle ustanovení je držitel řidičského oprávnění skupiny B omezen v provozování přívěsu na pozemní komunikaci. Držitel řidičského oprávnění skupiny B smí provozovat přívěsy o nejvyšší povolené hmotnosti nepřevyšující 750 kg nebo přívěsy, jejichž celková hmotnost soupravy nepřevyšuje 3,5 tuny. Pro těžší přívěsy je nutné rozšíření na B+E. [6] [7]

2.2 Základní části přípojného vozidla

Tato kapitola popisuje vybrané základní části (komponenty) přípojného vozidla, mezi které patří náprava, spojovací zařízení, kola či brzdy. Také osvětlení a světelná signalizace jsou nezbytnou a povinnou výbavou přípojného vozidla. Vybrané hlavní části jsou popsány v podkapitolách níže.



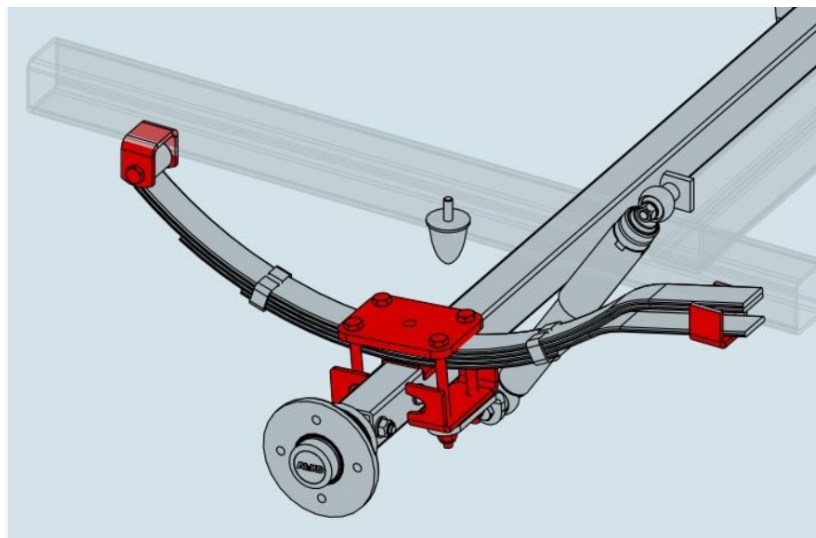
Obrázek 5 Dvounápravový přívěsný vozík [8]

2.2.1 Náprava

Náprava označuje mechanickou část vozidla, na které jsou upevněna kola. Slouží k přenášení zatížení přípojného vozidla na vozovku, přenáší hnací, boční a brzdící síly. Náprava je hlavní část vozidla a rozděluje se primárně podle nosnosti, dále dle typu, nebo na nápravu brzděnou, či nebrzděnou.

Dle typu lze rozlišit nápravy klikové, tuhé nebo s nezávislým odpružením. Tuhá náprava je takové, kdy jsou kola pevně přichycena a náprava je tak odpružena jako celek (vzhledem k rámu). Toto konstrukční řešení je levné a nenáročné na údržbu, avšak jízdní vlastností jsou horší. Nápravy klikové jsou konstrukčně řešené přichycením nástavby k profilu nápravy.

Odpružení náprav je provedeno několika způsoby. Jeden ze způsobů je použití listových pružin. Tato pružina se skládá z několika ocelových pásů (listů) připevněných k rámu přívěsného vozíku. Další možností jsou vinuté tlačné pružiny s kombinací s tlumičem, nebo odpružení pomocí pryžových elementů nejčastěji prutů. Odpružení pomocí pryžových elementů se využívá hlavně k odpružení náprav klikových. [8]



Obrázek 6 Listové pružiny STARR (750 kg) [9]

2.2.2 Spojovací zařízení

Spojení přívěsného vozíku a tažného vozidla je zajištěno nejčastěji kulovou spojkou, také nazývanou tažnou spojkou. Toto zařízení je pevně přichyceno na oj přívěsného vozíku a dosedají na tažné zařízení motorového vozidla. Vyrábějí se v několika rozměrech, ale nejčastěji se využívají spojky o průměru 50 mm. Kulové spojky jsou vybaveny pojistkou proti vysmeknutí a mají určené přípustné hodnoty rozsahu pootočení. Některé kulové spojky jsou také vybaveny indikátorem správného připojení. [8] [9]



Obrázek 7 Tažná spojka AL-KO [9]

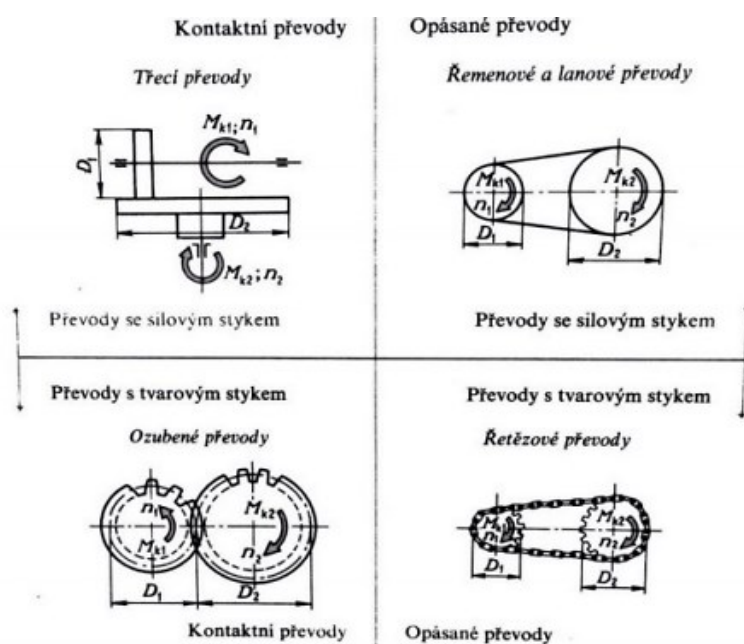
3 MECHANIICKÉ PŘEVODY

V rámci této práce je také uvažováno o ulehčení nájezdu motocyklu za pomoci lanového navijáku, a proto je jedna kapitola věnována také mechanickým převodům.

Řadí se mezi nejčastěji používané převody v technické praxi a svými vlastnostmi se řadí mezi převody přesné. Principem je přenášení síly z hnacího kola (pastorku) na hnané (větší) kolo a zajištění tak kinematické a silové vazby. Hnací síla je vyvinuta například motorem. Mechanické převody umožňují změnu různých parametrů, kterými je například krouticí moment M_k , úhlová rychlost ω , druh pohybu, myšleno například z otáčivého pohybu na posuvný a další. Jeden parametr zůstává při zakomponování převodovky do sestavy pohonu nezměněný a to výkon P . Přenos síly je zajištěn dvěma způsoby, a to buď silovým, nebo tvarovým stykem, kdy tvarový styk je hojněji využíván. [10] [11] [12]

3.1 Dělení mechanických převodů

Mechanické převody lze rozdělit do dvou hlavních kategorií, a to mechanické převody s tvarovým, nebo silovým stykem. Dále by mohly obě rozdělení mít další poddruhy, a to kontaktní a opásané převody, jak je vyobrazeno na obrázku níže. Mezi kontaktní převody patří například šnekové soukolí, nebo klasické čelní soukolí. Již název napovídá, že obě kola, hnací i hnané jsou v přímém kontaktu. Na druhou stranu převody opásané jsou opakem převodů kontaktních, a tedy pastorek s kolem se přímo nedotýkají, ale jsou spolu spojeny buď silovým stykem (např. řemenem), nebo tvarovým stykem (řetězem). [11] [12]



Obrázek 8 Druhy mechanických převodů [11]

3.2 Mechanické převody s tvarovým stykem

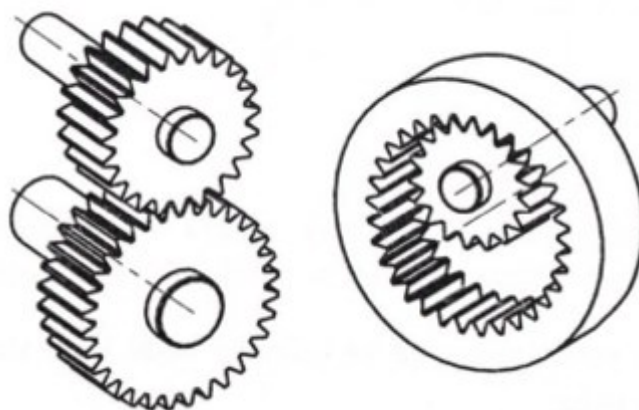
Mechanické převody s tvarovým stykem jsou velmi přesné mechanické zařízení, jejichž výhodou je možnost přenášet vyšší výkony, jelikož u nich nemůže dojít k proklouznutí jako u převodů se silovým stykem. Mechanické převody dále lze rozdělit na převody opásané a převody kontaktní. Mezi nevýhody tohoto druhu převodu patří vyšší náklady a náročnější výroba, nebo hlučnost převodu. Na druhou stranu výhodami jsou například vyšší účinnost, delší životnost a kompaktnost uspořádání. [11]

Převody kontaktní

Tato podkapitola se věnuje ozubeným převodům, převodům kontaktním a lze je dále rozdělit podle několika faktorů, kterými jsou vzájemná poloha os (rovnoběžné, různoběžné nebo mimoběžné), pohyb kol vůči sobě (valivá, nebo šroubová), geometrie ozubení neboli jejich tvar (přímé, šikmé, zakřivené, nebo šípové) nebo počet soukolí (jednoduchý nebo složený). Podmínkou tohoto převodu je shodnost úhlových rychlostí hnacího a hnaného kola. Níže jsou více popsány jednotlivé druhy kontaktních převodů s tvarovým stykem, se kterými je uvažováno v realizaci praktické části. [10] [11]

3.2.1 Čelní soukolí

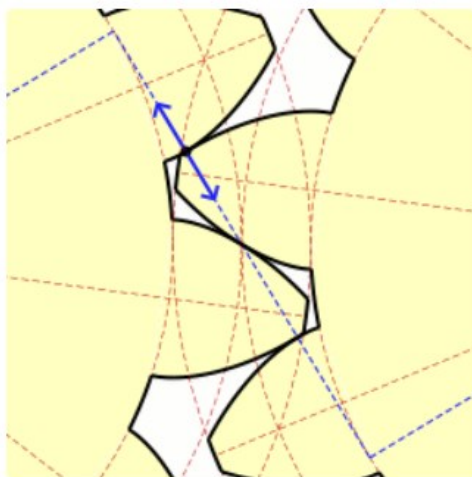
Čelní soukolí se řadí mezi nejpoužívanější a také nejjednodušší typ v mechanických pohonných systémech. Principem je přenos výkonu mezi dvěma hřídeli, jejichž poloha je paralelní. V závislosti uspořádání ozubených kol a jejich rozměrech lze snižovat, nebo zvyšovat točivý moment a rychlost hřídele. Soukolí je tvořeno minimálně dvěma ozubenými koly, z nichž menší ozubené kolo může být součástí hřídele a je označováno jako pastorek. Větší ozubené kolo je často s hřídelí spojeno pomocí pera, či jiné součásti určené k přenosu kroutícího momentu mezi hřídelí a nábojem. Profil boku zubu tvoří křivka – často evolventa. V praxi jsou využívány dva typy čelního ozubení, a to evolventní cykloidní. Dále lze rozdělit čelní soukolí na dva druhy podle uspořádání hřídelů, a to vnější a vnitřní ozubení, viz. obrázek níže.



Obrázek 9 Příklady čelního ozubení vnějšího (vlevo) a vnitřního (vpravo) [10]

Výše zmíněné evolventní ozubení je hojněji využívaný typ ozubení, kdy bok zubu je tvořený částí evolventní křivky neboli činná oblast zubu má její tvar. Evolventa neboli křivka evolventního ozubení vzniká opsáním dráhy bodu, ležící na přímce, která se odvaluje po kružnici. Evolventa tedy připomíná tvar spirály. [13]

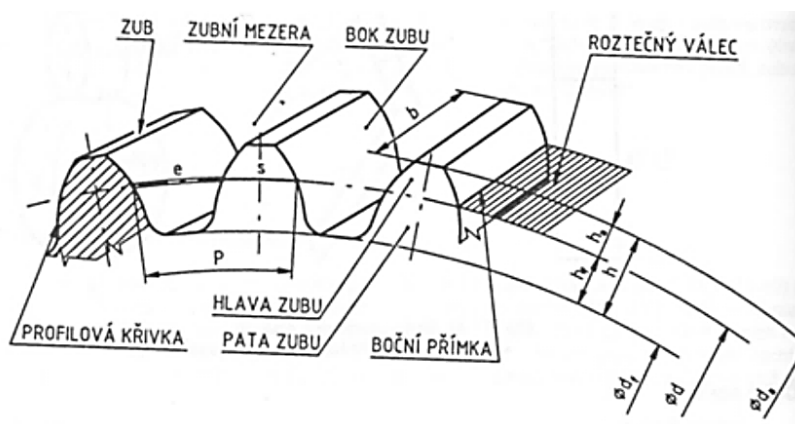
Když se dva zuby ozubených kol dotýkají, bod jejich kontaktu se pohybuje po přímce zvané dráha záběru, která určuje směr přenášené síly. Kolmá vzdálenost této přímky od osy otáčení zůstává konstantní. Díky tomu je při stejné síle mezi zuby přenášený točivý moment rovněž stálý. Tento mechanismus zajišťuje, že během záběru nedochází ke kolísání momentu, což by mohlo způsobovat větší vibrace a nežádoucí hluk převodu. [14] [15] [16]



Obrázek 10 Záběr evolventních kol [13]

Na obrázku výše je znázorněné čelní soukolí dvou ozubených kol s evolventním ozubením. Obrázek představuje záběr tohoto ozubení a modré šipky ukazují akci a reakci

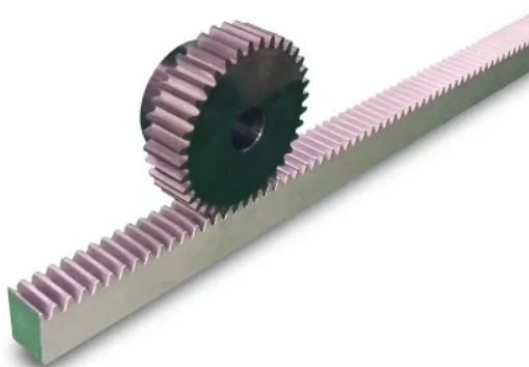
záběru kol neboli sílu přenášenou mezi koly. Také si lze všimnout modré přerušované čáry, na které leží výše zmíněné šipky. Tato čára představuje dráhu záběru. [10] [13] [17]



Obrázek 11 Popis ozubeného kola s přímými zuby [20]

3.2.2 Ozubený hřeben (tyč)

Ozubený hřeben je typ ozubení, kdy spolu zabírají kolo a ozubený hřeben, který si můžeme představit jako kolo o nekonečně velkém průměru, kde křivka zubu z profilu je změněná v přímku a nazývá se základní profil Z. Tento druh soukolí je určený k přenosu rotačního pohybu na lineární a obráceně. Zuby ozubené tyče jsou z pravidla vyříznuty na jedné straně profilu, které může mít obdélníkový, čtvercový nebo kruhový průřez. [16] [18]



Obrázek 12 Základní profil Z ozubený hřeben (tyč) [18]

3.2.3 Šroubové soukolí

Dalším zmíněným převodem je šroubové soukolí. Osy rotace ozubených kol jsou u tohoto typu soukolí mimoběžné. V ideálním případě by bylo roztečné těleso definováno rotačním i hyperboloidy, avšak v praxi je obtížné vyrobit takový druh ozubení, a proto jsou hyperboloidy nahrazeny válci, nebo kužely a soukolí je tak nazýváno jako válcové, nebo kuželové šroubové soukolí. Ve své podstatě je soukolí sestaveno koly se šikmým ozubením.

Válcové šroubové soukolí není vhodné pro přenos velkých výkonů z důvodu malého kontaktů mezi zuby, a proto je v praxi využíván například pro pohon otáčkoměrů apod. Kuželové šroubové soukolí hypoidní je tvořeno kuželovými koly a využívá se například v diferenciálech apod. je schopné přenosu i vyšších výkonů. Oba druhy šroubového soukolí disponují poměrně tichým a klidným chodem. [10] [18]



Obrázek 13 Válcové šroubové soukolí [18]

3.2.4 Kuželové soukolí

Tento typ soukolí slouží k přenosu rotačních sil mezi dvěma různoběžnými hřídeli, které nejčastěji svírají úhel 90° , ale není to podmínkou. Průsečík os těchto kuželů je zároveň jejich společným vrcholem. Tato kola mají kónický tvar a zuby jsou vyřezávány do kuželových polotovarů. Principem kuželového soukolí jsou dva roztečné kužele, které se navzájem dotýkají v povrchové přímce při odvalování po sobě. Toto soukolí se vyrábí obdobně jako soukolí čelní a to odvalováním, kdy nástroj je při pohybu orientován do vrcholů základních kuželů (roztečných). Při výrobě a montáži je nutné dbát na přesnost, jelikož v opačném případě dojde ke snížení životnosti soukolí, zvýšení hluku a vibrací. Kuželové soukolí je ve velké míře uplatňováno v automobilovém průmyslu, nebo se také využívá při konstrukci ručního náradí. Obecně se využívá v případech, kde hnací člen není koaxiální s hřídelem hnaným. Kuželová kola můžeme rozdělit na dva typy, dle ozubení na:

- Kuželová kola s přímými zuby – pro méně náročné převody.
- Kuželová kola s šikmým ozubením – pro vyšší rychlosti, schopnost přenést větší únosnost, delší životnost.
- Kuželová kola se zakřiveným ozubením – jsou to například kola s evolventním, nebo spirálovitým ozubením. Jsou schopné přenášet větší výkony. [10] [19]



Obrázek 14 Kuželové soukolí se spirálovitým (vlevo) s přímým ozubením (vpravo) [19]

3.2.5 Šnekové soukolí

Posledním zmíněným typem mechanických převodů s tvarovým stykem jsou převody šnekové. Tento typ soukolí se svými vlastnostmi podobá soukolí šroubovému, jelikož i u tohoto typu jsou osy hřídelů mimoběžné a zpravidla svírají pravý úhel. Rozměry kola a pastorku se od sebe výrazně liší, kdy pastorek nazývaný šnek bývá velmi malý a minimální počet zubů neboli šroubovic je jedna a vzhled tohoto zubu je podobný šroubu. Spolu zabírající kolo je nazýváno šnekové kolo.

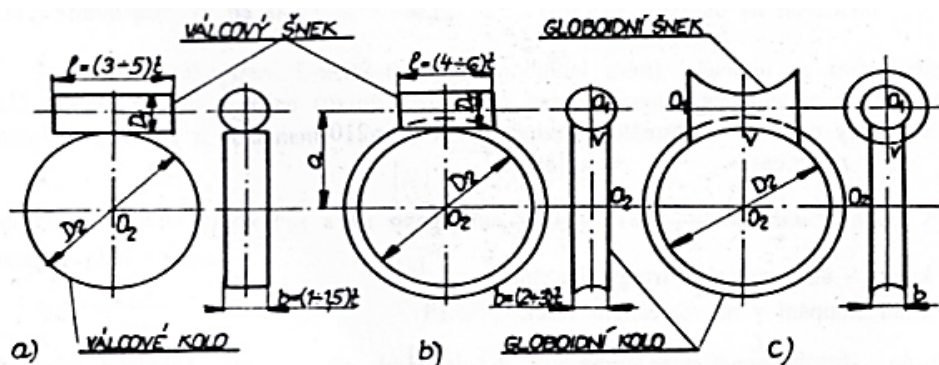


Obrázek 15 Šnekové soukolí [18]

Mezi výhody šnekového soukolí je dosažitelnost velkého převodového poměru, avšak lze přenášet relativně malé výkony max do 150 kW, tichý a klidný chod bez vibrací a jeho samosvornost. Na druhou stranu nevýhodou je nízká účinnost převodu a nutnost chlazení, jelikož vlivem vysokého tření dochází k zahřívání a tím i vyššímu opotřebovávání.

Šnekové soukolí lze vyrobit v několika modifikacích. Nejjednodušším typem je válcové soukolí, dále se vyrábí globoidní soukolí, které má vysokou únosnost, avšak

nevýhodou je náročnost výroby a vysoké náklady. Poslední variantou je smíšené soukolí, kdy je šnek válcový a kolo globoidní. Toto soukolí se v praxi využíváno nejčastěji. Naopak varianta globoidní šnek válcové kolo, kdy tato varianta se využívá méně z důvodu vyšších nákladů na výrobu a náročnost výroby. [12] [18] [20]

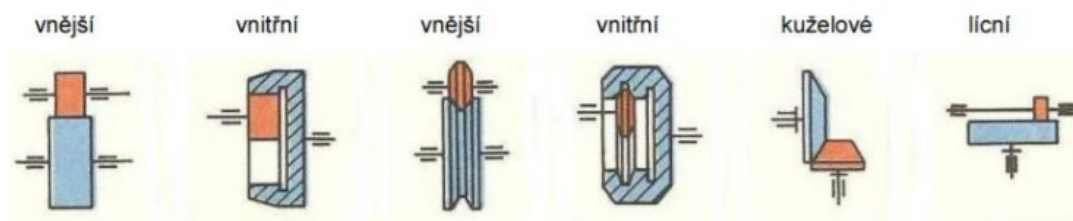


Obrázek 16 Varianty šnekových soukolí [12]

3.3 Mechanické převody se silovým stykem

V této kapitole jsou blíže popsány převody se silovým stykem. Jak již bylo zmíněno výše, převody se silovým stykem lze dále rozdělit na kontaktní, kdy se kolo i pastorek přímo dotýkají, jsou nazývány převody třecí, nebo opásané, kdy jsou kolo a pastorek spojeny třetím členem, v případě spojení silovým stykem například převody lanové, nebo řemenové.

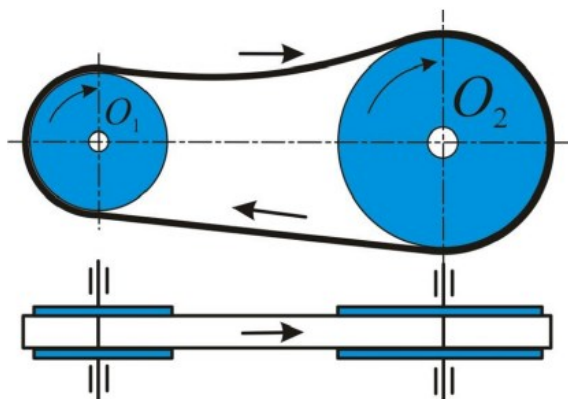
Obecně jsou tyto převody vhodné pro přenos menších zatížení, jelikož v případě většího zatížení může dojít k prokluzu mezi kolem a pastorkem, kdy tato skutečnost je výhodou i nevýhodou zároveň, jelikož v případě přetížení dojde k prokluzu a nedojde tak ke zničení pohonu. Tyto převody tedy jsou méně přesné než převody s tvarovým stykem. Principem silového spoje je vytvoření normálové síly mezi hnacím a hnaným členem a následné vyvolání síly třecí. Protože vlivem tření dochází k zahřívání a následně větší opotřebovávání soukolí, není tento typ soukolí vhodný ani pro dlouhodobé zatížení (pro dlouhodobý chod). Velikost přenášeného výkonu se odvíjí od použitých materiálů stykových ploch soukolí. Důležitým faktorem při volbě materiálu je součinitel tření f . Materiály třecích převodů jsou oceli, pryže, plasty, nebo kůže. U těchto převodů se na rozdíl od převodů s tvarovým stykem musí dbát na čistotu stykových ploch především na absenci mastnoty. Tyto převody nesmí být mazány.



Obrázek 17 Převody třecí se stálým převodem [21]

Na obrázku výše jsou vyobrazené typy třecích převodů kontaktních, které se od sebe liší tvarem kol a uložením hřídelů vůči sobě.

Dalšími výhodami tohoto soukolí je tichý a klidný chod, pružný přenos sil, tlumení nárazů poměrně levná a jednoduchá výroba a možnost změny převodového poměru i při plném zatížení převodu. Na druhou stranu nevýhody jsou nadměrné namáhání ložisek a hřídelí, z důvodu potřeby vyvolat normálovou sílu neboli tlačit kola k sobě. [11] [12] [21] [22]



Obrázek 18 schéma opásaného převodu se silovým stykem [22]

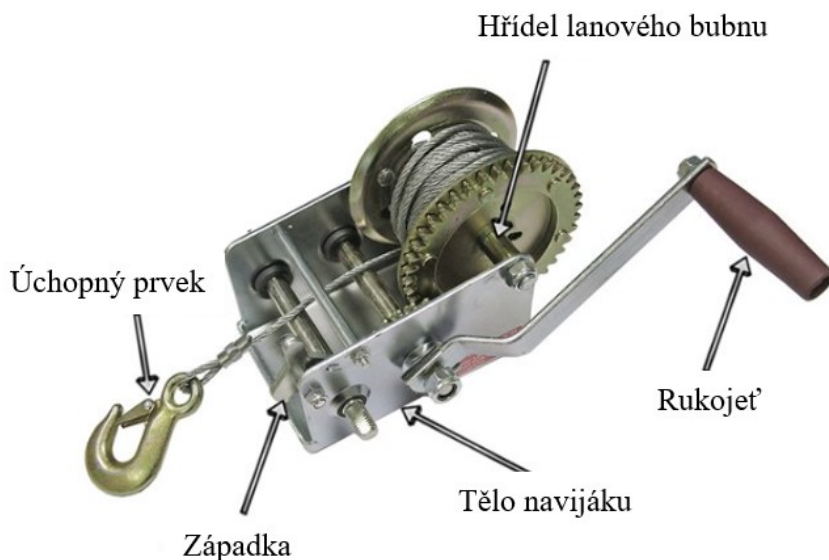
4 LANOVÉ NAVIJÁKY

Lanové navijáky jsou mechanická zařízení, určena ke zvedání a manipulaci těžkých břemen, využívaná v různých odvětvích jako je stavebnictví, lesnictví, doprava (lodní, autodoprava atd.), nebo strojírenství. V této kapitole budou popsány základní typy lanových navijáků rozdělené dle typu použití.

Tato zařízení se skládají z několika hlavních částí, a to jsou jednotka pohonu, lanový buben, lano, úchopný prvek. [23] [24]

4.1 Ruční lanové navijáky

Ruční lanové navijáky jsou základním a nejjednodušším typem navijáku, jejichž pohon je zajištěný nejčastěji klikou, uchycenou přímo k lanovému bubnu, nebo je možné tažnou sílu zvýšit užitím vhodného převodu. Často je také využíván mechanismu rohatky a západky. Jsou určeny pro malá, nebo středně těžká břemena. Jejich výhodou je jednoduchost provedení, kompaktnost a možnost použití bez přidaného například elektrického nebo jiného zdroje. Využívá se například v lesnictví, autodopravě apod. [24]



Obrázek 19 Ruční lanový naviják [25]

4.2 Elektrické lanové navijáky

Tento typ lanového navijáku, jak už vypovídá z názvu je poháněný elektromotorem, což je výhodou i nevýhodou zároveň. Je vhodný pro těžší břemena, únosnost se pohybuje v řádů stovek kilogramů. Využívány jsou v dílnách, ve stavebnictví, nebo jako přídatné zařízení terénních aut pro vyprošťování apod. [24]



Obrázek 20 Elektrický lanový naviják [23]

4.3 Hydraulické lanové navijáky

Hydraulické lanové navijáky jsou využívány k manipulaci s těžkými břemeny, vhodný pro nepřetržitý provoz, v praxi se využívá v náročných podmínkách v námořním průmyslu, nebo lodním průmyslu. K vytvoření tažné síly je využívána hydraulická síla. [24]

4.4 Pneumatické lanové navijáky

Pracovní médium pro pneumatické lanové navijáky je stlačený vzduch, který je nutný filtrovat a mazat pro delší životnost a správnou funkci lanového navijáku. Není citlivý na znečištění, či vlhkost, proto se používá v nebezpečném prostředí jako jsou různé výbušné oblasti, nebo vrtné plošiny apod. Jsou využívány v oblastech těžby, stavebnictví, či výroby. Jsou také odolné vůči teple a jiskrám. Součástí tohoto typu navijáku je často využívána pružinová brzda. [24]

5 VÝROBA NENORMALIZOVANÝCH DÍLŮ

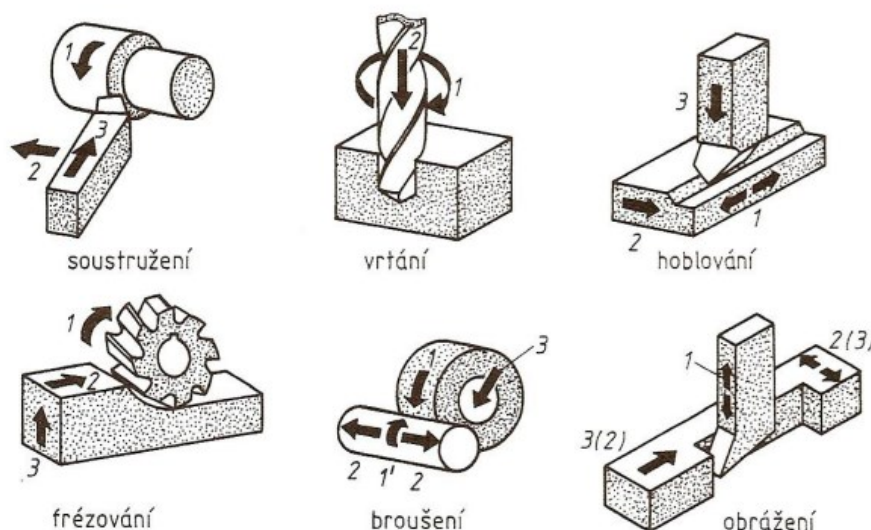
Tato kapitola je věnovaná výrobním technologiím, které jsou využívány k výrobě nenormalizovaných dílců, jako je soustružení, frézování, vrtání, nebo svařování. Tyto technologie jsou využity primárně k výrobě navrhovaného motocyklového stojanu v rámci této diplomové práce. Zmíněny jsou i další výrobní metody kterými jsou nekonvenční metody obrábění, nebo tvářecí technologie.

5.1 Obráběcí technologie

Technologie obrábění je proces, kterým se vytváří požadovaný tvar, rozměr, nebo jakost povrchu z polotovaru. Obrábění se dělí na dvě odvětví, a to konvenční, mezi které patří mechanické obrábění a nekonvenční do kterého spadají metody elektrické, chemické apod. [26] [27] [28] [29]

5.1.1 Konvenční metody obrábění

Konvenční metody obrábění jsou klasická obrábění, při nichž dochází k úběru třísky mechanicky. Do této skupiny obrábění spadá soustružení, frézování, vrtání, broušení, hoblování a obrážení, nebo protahování. Některé zmíněné metody jsou více rozepsány v této kapitole.



Obrázek 21 Přehled metod konvenčních obrábění [29]

Soustružení

Soustružení je metoda třískového obrábění, která se využívá ke zhotovení výrobků rotačních tvarů, vnějších, nebo vnitřních válcových, kuželových i čelních ploch. Stroje pro

soustružení se obecně nazývají soustruhy a nástroje, které slouží k odebírání materiálu se nazývají soustružnické nože. Při procesu soustružení obrobek (pevně uchycený ve sklíčidle) rotuje kolem své osy (hlavní pracovní pohyb) a stacionární nůž symetricky odebírá materiál do požadovaného tvaru. Tato metoda se řadí mezi nejstarší metody třískového obrábění.

Soustružení je technologie umožňující různých operací, mezi které patří soustružení čelních, vnějších i vnitřních ploch, rovinných, kuželových, nebo tvarových ploch buď tvarovými noži, nebo metodou kopírování. Soustružnické nože jsou zhotovené z nástrojových ocelí a k nim jsou pevně přichyceny destičky vyrobené ze slinutých karbidů, keramiky s diamantovým ostrím. [26] [27]

Frézování

Frézování je technologický proces, spadající do kategorie konvenčního obrábění. Principem frézování je odebírání třísky z obrobku frézovacím nástrojem (frézou), který vykonává rotační pohyb. Frézováním lze vytvářet tvarové, nebo rovinné plochy, zkosení, různé zahloubení, drážky, nebo závity. V průběhu jedné otáčky nástroje dojde minimálně k jednomu vniknutí a vyjetí ze záběru, proto je tento řez označován jako přerušovaný řez. Při frézování se postupuje upnutím obráběného polotovaru na stůl s drážkami tvaru T, které slouží k upnutí pomocí upínek, nebo k uchycení svěráku (pro obrobky menších rozměrů). Dále volbou vhodného nástroje a nastavení stroje (frézky) tzn. otáčky nástroje, rychlost posuvu atd. Nejčastějším typem frézování je čelní frézování. Tímto typem lze opracovávat vnější i vnitřní části obrobku. [30] [31]



Obrázek 22 Nástroje pro frézování (frézy) [32]

Proces frézování můžeme rozdělit na frézování horizontální a vertikální, kdy je toto označení podle způsobu uložení nástroje. Stejně jako při ostatních způsobů obrábění je

v některých případech nutnost chlazení, a to lze provádět několika prostředky, jako jsou pasty, kapaliny (minerální, polosyntetické a syntetické), nebo vzduch.

Důležitými parametry při frézování jsou rychlost posuvu, průměr nástroje, řezná rychlost, typ a způsob chlazení nebo hloubka záběru. Tyto faktory jsou klíčové pro jakost a kvalitu výrobku, i životnost nástroje. [31] [32].

Vrtání

Operace vrtání patří mezi nejběžnější typy obrábění v průmyslové praxi. Principem je postupné vyvrtávání třísky (odebírání třísky) za účelem vyhotovení díry o daných rozměrech (hloubky a poloměru). Nástrojem pro vrtání jsou vrtáky, které disponují nejčastěji dvěma břity a vykonávají rotační pohyb. Je důležité dbát při této operaci na odvod třísek z vytvářené díry, a to se provádí vyplavováním zevnitř, nebo vně. Vrtáky lze rozdělit dle druhu na vrtáky hlavnové, dělové, nebo středící. Stroje pro operaci vrtání se nazývají vrtačky a dále je lze rozdělit dle konstrukce na vrtačky stolní, sloupové, ruční, stojanové, nebo radiální

V případě potřeby vytvořit otvor (díru) větších rozměrů, obecně nad 40 mm, se provádí operace nazývaná vyvrtávání a obvykle se zhotovuje do již předvrtaných děr. [28] [33]

Broušení

Broušení je obráběcí metoda využívána k dokončování činných ploch na předepsanou přesnost. Při broušení dochází k úběru velmi malého množství materiálu za pomoci nástroje, kterým je abrazivní kotouč. Tento proces neslouží k výrazné změně tvaru obrobku, ale výrazně se však může zlepšit kvalita povrchu. Stroje využívané k broušení se nazývají brusky.

Broušení je tedy využíváno jako sekundární proces obrábění k odstranění otřepů, nežádoucích stop po předešlých operacích, nebo vyhovění rozměrovým, či jakostním požadavkům.

Mezi další technologie obrábění patří řezání, protahování, vystružování, hoblování, nebo obrážení. [26] [28]

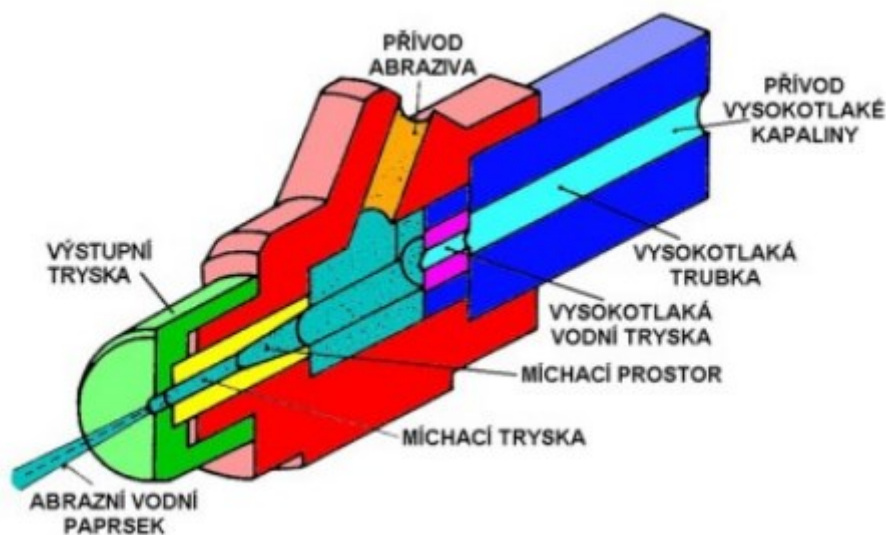
5.1.2 Nekonenční metody obrábění

Nekonenční metody obrábění jsou založené na fyzikálních a chemických vlastnostech materiálů, zatímco u konvenčních metod jsou založené na mechanických vlastnostech. Výše zmíněné konvenční metody obrábění jako jsou soustružení, frézování apod. lze nahradit

nekonvenčními metodami (progresivními) jako je řezání laserem, vodním paprskem apod. Další výhodou, i rozdílem oproti konvenčním metod je nevznikání řezného odporu a obrobek tak není deformován mechanickým zatížením. Mechanické vlastnosti jako je tvrdost, houževnatost, nebo pevnost nejsou důležitým faktorem při výrobě nekonvenčními metodami. Velkou nevýhodou jsou vysoké náklady na pořízení, provoz a ve většině případů nutnost kvalifikované obsluhy. Z tohoto důvodu se nekonvenční metody obrábění využívají pouze v případech, kdy je komplikované, nebo nemožné daný materiál obrobit. Níže jsou popsány vybrané technologie spadající do kategorie nekonvenčního obrábění.

Obrábění vodním paprskem WJM, AWJM

Technologie obrábění vodním paprskem je využívána především pro vysokou rychlost řezání, malé tepelné ovlivnění materiálu v blízkosti řezu, možnost řezání rovinných i tvarově komplikovaných ploch a možnost řezání v různých směrech bez ztráty účinnosti vodního paprsku. Princip řezání vodním paprskem je vytvoření úzkého paprsku vody, který je pod vysokým tlakem a vysokou řeznou rychlostí přiváděn na místo požadovaného řezu. Rychlost vodního paprsku je 2 až 3krát vyšší než rychlost zvuku a tlak paprsku je v místě řezu 250 až 400 MPa. Tato technologie je využívána v gumárenském, strojírenském, nebo stavebním průmyslu. Vodním paprskem lze provádět operace vrtání, soustružení, nebo frézování.



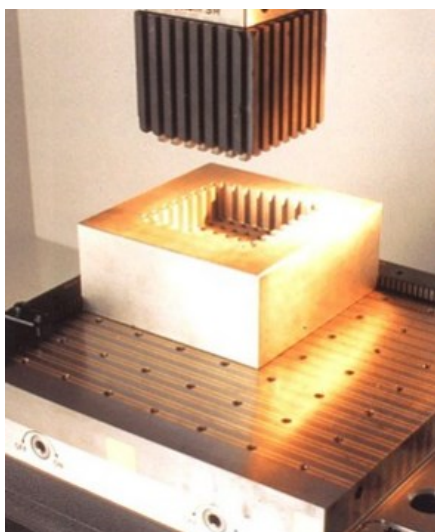
Obrázek 23 Technologie AWJM [34]

Technologie lze rozdělit na druhy WJM neboli Water Jet Machining, který využívá čistý vodní paprsek a je určený pro řezání laminátů, gumotextilu, nebo sklotextilu apod. Dalším typem je technologie AWJM celým názvem Abrasive Water Jet Machining, který využívá vodní paprsek s příměsí abrazivního materiálu. AWJM technologie je vhodná pro

řezání velmi tvrdých, houževnatých i křehkých materiálů například titanu, keramiky, nebo skla.

Elektroerozivní obrábění EDM

Metoda elektroerozivního obrábění EDM funguje na principu elektroeroze. K úběru materiálu dochází pomocí elektrických výbojů mezi nástrojem (katodou) a obrobkem (anodou). Pracovním prostředím technologie EDM je tekuté dielektrikum. Tato metoda je použitelná pouze pro elektricky vodivé materiály.



Obrázek 24 Příklad hloubení technologií EDM [34]

Při vhodném zapojení a nastavením pracovních podmínek elektrického obvodu je možné docílit nestacionárního výboje (jiskry), kdy je materiál odtavován při teplotě dosahující až 10 000 °C, nebo stacionárního výboje (oblouku) kdy teplota dosahuje až 4 000 °C. Tyto výboje nastávají ve vzdálenosti 1 až 100 µm mezi elektrodami.

Dielektrická kapalina je pracovním prostředím technologie EDM, jedná se nejčastěji o strojní olej, nebo petrolej. Této tekutina musí mít dobré vlastnosti pro vznik elektrického výboje a zároveň musí být nevodivá. Mezi další požadované vlastnosti dielektrické kapaliny patří nižší viskozita, dobrá smáčivost, nebo chemická neutrálnost. Její funkce je izolovat elektrody od sebe, odvádět teplo vznikající při procesu, nebo z místa výboje odstraňovat odebraný materiál.

Technologie je využívána k výrobě tvarově složitých povrchů, hloubení dutin forem, leštění povrchů, nebo výrobě velmi malých otvorů a děr. Nástrojové elektrody jsou nejčastěji vyrobené z kovu (měď, ocel, slitina wolframu), nekovu (grafit), nebo kombinací grafitu a mědi.

Technologie plazmového paprsku PAM, PBM

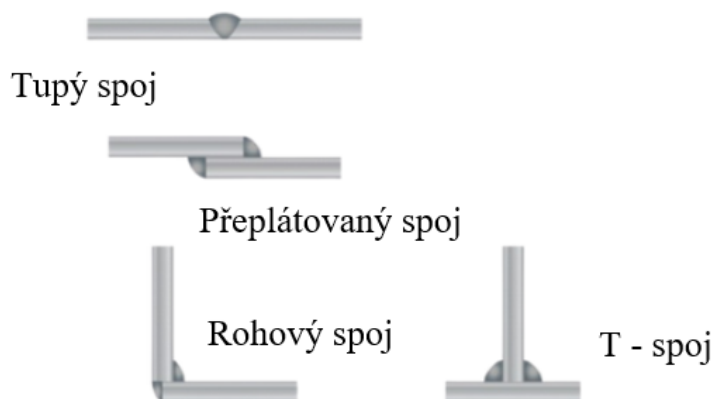
Plazma je čtvrté skupenství látky, (ve vesmíru tvoří 99 % veškeré hmoty), obecně se jedná o plyn, který je zahřátý až na 100 000 °K. Plazmy lze dosáhnout zvýšením tlaku a teploty, nebo v technické praxi elektrickým výbojem.

K procesu řezání plazmovým paprskem se tedy využívá usměrněný proud tohoto ionizovaného plynu (plazmatu) a lze dále uvažovat o druzích PAM (Plasma Arc Machining) a PBM (Plasma Beam Machining). U technologie PAM dochází k přenášení oblouku mezi katodou a obrobkem, zatímco u technologie PBM nastává výboj mezi katodou a tryskou.

Mezi výhody této technologie patří vysoká řezná rychlost, možnost řezat pevné konstrukční oceli, velký příkon, nebo možnost automatizace. Mezi nevýhody patří velká řezná spára, úkos řezné hrany, zaoblení horní hrany, hlučnost a vyšší pořizovací náklady. [34] [35] [36] [37]

5.2 Technologie svařování

Svařování je výrobní proces, při kterém dojde ke spojení dvou a více dílů dohromady nerozebíratelným spojem. Proces probíhá za působení tepla, nebo tlaku a je rozdělen na dva základní druhy a to tavné (obloukové, laserové, plazmové, nebo elektronové), nebo tlakové svařování (odporové, ultrazvukové). Svařují se nejčastěji kovy, ale lze svařovat i termoplasty, nebo dřevo (tato technologie je ve fázi zdokonalování, je málo rozšířená). Od pájení se svařování liší tím, že při pájení se netaví spojovaný materiál, ale pouze přídavný materiál, zatímco při svařování je roztaven přímo spojovaný materiál a může být přidán také přídavný materiál. Spoje lze provést několika způsoby, rozlišujeme tupý spoj, přeplátovaný spoj, rohový spoj, T-spoj a rohový spoj. [38]



Obrázek 25 Druhy svarových spojů [39]

Místo spoje je nazýváno svár a rozlišujeme několik typů svárů například svár lemový, koutový, švový, bodový, děrový, nebo sváry typu U, V, I, Y.

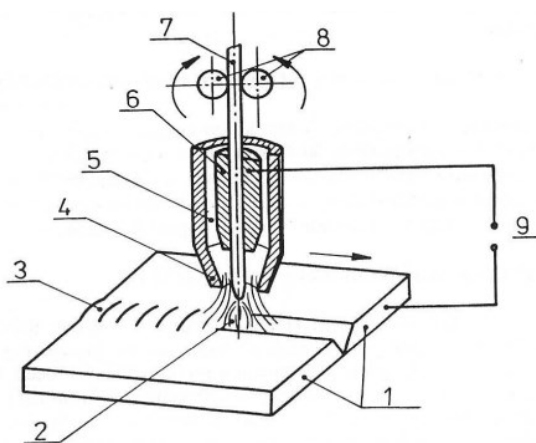
Technologie svařování lze dále rozdělit na svařování tavné (MIG, MAG, TIG apod.) a svařování tlakem (stykové, přeplátování). Vybrané svařovací techniky jsou popsány níže v kapitole.

5.2.1 Obloukové svařování v ochranné atmosféře

Tato podkapitola popisuje vybrané metody svařování elektrickým obloukem v ochranné atmosféře. Obloukové metody svařování jsou nejpoužívanější metody svařování (tavné). Ochranné plyny (ochranná atmosféra) slouží k zamezení přístupu vzduchu do svaru a zajišťuje tak kvalitnější, bezpórovitý spoj.

MAG/MIG

Zkratka MIG/MAG znamená Metal Inert Gas/Metal Active Gas a je to technologie, využívající drátovou kontinuální elektrodu procházející skrz svařovací pistoli. Elektroda je vyrobená z kovu například z mědi a běžný průměr elektrod je 0,8 až 2,5 mm. U technologie MAG je aktivním plynem oxid uhličitý nebo směs na jeho základě, zatímco technologie MIG využívá inertní plyny argon, nebo helium. Tyto aktivní plyny přiváděné do oblasti sváru zajišťují ochranu svarové lázně před okolním prostředím.



Obrázek 26 Princip technologie svařování MIG/MAG [38]

Popis: 1. základní materiál, 2. elektrický oblouk, 3. svar, 4. plynová hubice, 5. ochranný plyn, 6. kontaktní průvlak, 7. Přídavný materiál (drát), 8. podávací kladky, 9. zdroj proudu

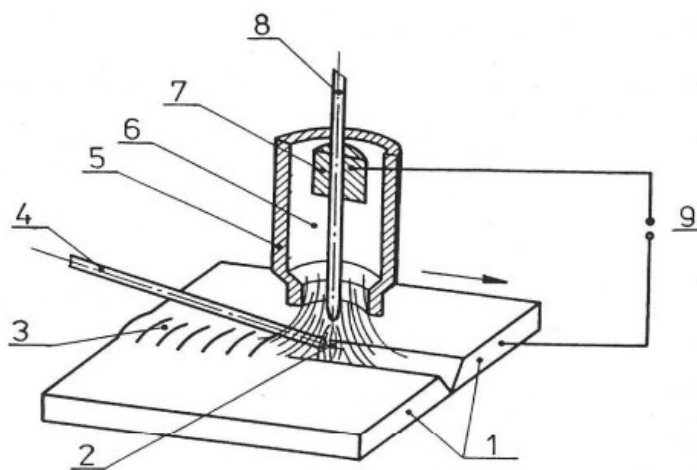
Tyto technologie se řadí mezi nejběžnější a nejvyužívanější svařovací techniky v průmyslu jejich výhody jsou minimální tvorba strusky, velmi malá tepelně ovlivněna

oblast, vysoký výkon tavení, snadný start oblouku bez dotyku elektrody (svařovacího drátu) a svařence, vysoká proudová hustota.

TIG

Technologie TIG neboli Tungsten-Inert-Gas je označována také jako WIG neboli Wolfram-Inert-Gas. Principem je svařování netavící se wolframovou elektrodou v netečném, inertním plynu například argonu, nebo v heliu. Elektrický oblouk hoří mezi základním materiálem a netavící se elektrodou. Wolframové elektrody se vyrábějí bez příměsí, dosahují čistoty až 99,9 % wolframu. Svařování touto metodou lze provádět i s přídavným materiálem s vhodným chemickým složením. Tento přídavný materiál slouží k doplnění objemu svaru.

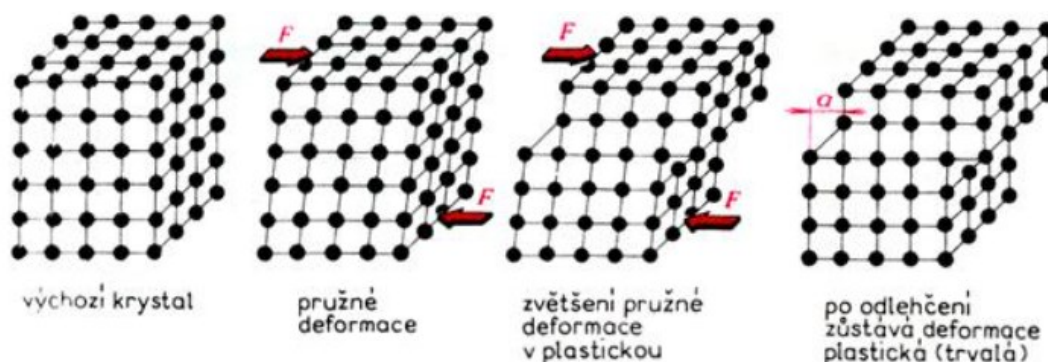
Dle druhu proudu lze svařování rozdělit na svařování střídavým, nebo stejnosměrným proudem. Střídavý proud se používá pro hliník, hořčík, nebo jejich slitiny, stejnosměrný proud se používá pro svařování mědi, niklu, nebo titanu apod.



Obrázek 27 Princip technologie svařování WIG [38]

Popis: 1. Základní materiál, 2. elektrický oblouk, 3. svar, 4. přídavný materiál, 5. plynová hubice, 6. ochranný plyn, 7. kontaktní kleštiny, 8. wolframová elektroda, 9. zdroj proudu

Nevýhodou je nízká účinnost přenosu tepla, které se může pohybovat okolo 60 %, proto je tato metoda málo produktivní. Výhodami jsou například možnost spojování obtížně svařitelných materiálů, čistý povrch svaru, velmi malé deformace z důvodu malé tepelně ovlivněné oblasti, nebo jednoduchá obsluha.



Obrázek 29 Schéma elastické a plastické deformace [43]

Tváření lze rozdělit podle teploty na tváření za studena a za tepla, podle tepelného efektu na izotermické, adiabatické, nebo polytropické a podle působení sil (vnějších) na objemové a plošné.

5.3.1 Rozdělení dle teploty

Tváření za tepla je nad 70 % bodu tání tvářeného materiálu a probíhá nad rekrytalizační teplotou. Výhodou je lepší tvárnost materiálu, přesnější výrobky a snadnější přetvoření materiálu už při vyvinutí menších tvářecích sil. K ohřevu tvářeného materiálu jsou využívány pece indukční, nebo plamenné.

Tváření za studena probíhá pod rekrytalizační teplotou daného materiálu a hodnota teploty je pod 30 % teploty tání. Většinou probíhá při pokojové teplotě. Výhodou tváření za studena je zvýšení meze kluzu a tvrdosti, materiál je tak trvale odolnější vůči dalšímu tváření. Může však dojít k vyčerpání tvárnosti materiálu, což je nevýhodou tohoto typu tváření. Další výhodou je kvalita povrchu (nevznikají okuje jako při tváření za tepla). Nevýhodou je také nutnost vyvinutí vysokých tvářecích sil, jelikož materiál není tak poddajný, jako při tváření za tepla.

5.3.2 Rozdělení dle působení vnějších sil

Podle působení vnějších sil si tváření rozděluje na objemové a plošné. Tváření objemové se vyznačuje vznikem deformací ve všech třech osách souřadného systému, naopak při tváření plošném vznikají deformace pouze ve směrech dvou.

Mezi procesy objemového tváření patří technologie kování, válcování nebo protlačování. Procesy plošné jsou například stříhání, nebo ohýbání. [42] [43] [44]

6 POVRCHOVÉ ÚPRAVY

Povrchová úprava materiálu se využívá pro dosažení lepších povrchových vlastností materiálu, zabraňuje vzniku koroze, výrazně prodlužuje životnost produktu a zlepší jeho vizuální vzhled. Chrání materiál před vnějšími klimatickými vlivy a mechanickým činitelům. Před ošetření povrchů některou z níže popsanych metod povrchových úprav se musí vhodně předpřipravit povrch materiálu buď chemicky (mořením, odmašťováním), nebo mechanicky (lapováním, broušením, tryskáním). Níže jsou popsány možnosti povrchových úprav materiálů. [45] [46]

6.1 Povrchové úpravy anorganické

Tento způsob povrchové ochrany (úpravy) materiálu spočívá v tvorbě povlaku či ochranné vrstvy pomocí chemických nebo elektrochemických metod. Tvorba povlaku, či ochranné vrstvy je zapříčiněna reakcí mezi povrchem materiálu a použitým roztokem, a to zapříčiní vznik oxidů, či jiných sloučenin. Typickými příklady anorganických povrchových úprav jsou technologie chromátování, využívané k povrchové úpravě neželezných kovů (hliníku, zinku, mosazi apod.), fosfátování, či eloxování, které se využívá primárně k ochraně povrchů výrobků z hliníku, nebo jeho slitin.

Fosfátování je proces, při kterém na povrchu kovu vzniká porézní vrstva fosforečnanu. Fosfátování se provádí ve fosfatizační lázni, jež obsahuje roztok kyselého fosforečnanu kovu nejčastěji zinku, železa, nebo vápníku, další složkou roztoku je kyselina fosforečná. Tento způsob se využívá jako podklad pro další nátěry.

6.2 Povrchové úpravy pokovováním

Pokovování je proces, ochrany materiálu vrstvou kovu odolným vůči rezivění. Důležitým faktorem je elektrický potenciál, který musí mít stejný jak pokovovaný materiál (chráněný), tak materiál ochranný. Nedodržení této podmínky zapříčiní rychlý vznik koroze.

Pokovování lze provádět několika způsoby a to chemicky, galvanicky, ponorem do roztaveného kovu (žárové), plátováním, nebo nástřikem.

6.2.1 Pokovování chemické (ponorem)

Principem je ponoření výrobku do lázně ochranného kovu rozpuštěného v kyselině, který přilne na jeho povrchu. Ochranným kovem bývá nejčastěji cín, nebo zinek. Tato technologie je považována za méně kvalitní technologii.

6.2.2 Galvanické pokovování (elektrochemické)

Galvanické pokovování je technika využívající elektrických proudů k nanesení ochranného kovu na výrobek. Pokovovaný kladně nabitý materiál (katoda) je ponořen v elektrolytu ve kterém je rozpuštěný materiál určený k pokovování (anoda). Vlivem působení elektrických proudů přilne roztavený materiál na výrobek a vytvoří tak tenkou ochrannou vrstvu. Nanesená vrstva materiálu zlepšuje estetický vzhled výrobku, fyzikální, mechanické i chemické vlastnosti. [47]

6.2.3 Pokovování žárové

Principem této technologie je ponoření výrobku do roztaveného ochranného kovu například zinku. Tento ochranný materiál vytvoří na výrobku pevný nepropustný povlak.

6.2.4 Plátování

Principem metody plátování je nanesení ochranného kovu nejčastěji fólie z hliníku, niklu, mědi, zlata či stříbra přitlačením nebo válcováním. Materiál je nanášen na pokovovaný díl pod velkým tlakem.

6.2.5 Pokovování nástřikem

Principem je nanášení roztaveného kovu na základní chráněný materiál. Materiál je rozprašován na velmi malé částičky, které ulpívají na výrobku. [48]

6.3 Povrchové úpravy metodami PVD a CVD

Tyto metody spočívají v nanášení ochranné vrstvy ve vakuu. Rozlišujeme dvě varianty, a to fyzikální PVD (Physical vapor deposition) a chemické CVD (Chemical vapor deposition).

6.3.1 Metoda PVD

Při metodě PVD se pevný kov přeměňuje do plynného stavu a následně kondenzuje na povrchu substrátu. Tato metoda využívá například titan. Dle způsobu převedení pevných látek do plynného stavu rozlišujeme metody vakuové napařování, napařování nebo iontové plátování. Tato technologie je využívána ke zlepšení vlastností nástrojů (vrtáků, forem, lisů), což prodlužuje jejich životnost.

6.3.2 Metoda CVD

Při CVD metodě dochází ke vzniku chemických sloučenin na povrchu základního materiálu díky reakcím plynů. Tato metoda není vhodná pro všechny druhy materiálu, jelikož proces vyžaduje ohřátí základního materiálu nad 800 °C. Povlaky, často polykrystalické a vícevrstvé, zlepšují tření a odolnost proti opotřebení. Nevýhodou je vysoká energetická náročnost a dlouhý pracovní cyklus. Moderní technologie umožňují aktivaci reakcí pomocí plazmy, laseru či fotonů, což snižuje pracovní teploty a umožňuje tvorbu pokročilých povlaků, jako je nitrid boru nebo křemíku. [46]

6.4 Nátěrové hmoty

Nátěrové hmoty jsou látky syntetické, nebo přírodní, sloužící k ochraně výrobku a lepšímu vizuálnímu vzhledu. Nátěrové hmoty se nanášejí v tekutém, nebo těstovitém stavu na základní materiál několika způsoby, kterými jsou například nanášení štětcem, nebo válečkem, pneumatickým, nebo vysokotlakým stříkáním, clonováním, máčením, poléváním či navalováním. Do této kategorie patří například práškové, nebo mokré lakování.

Nátěrové hmoty obsahují pojiva, pigmenty, rozpouštědla (ředidel), tužidla, tvrdidla, urychlovače, povrchově aktivní látky, UV absorbéry, UV a foto iniciátory a plniva. Tyto složky nátěrových hmot jsou nezbytné pro jejich správnou funkci. Dle použitého pojiva lze nátěrové hmoty rozlišovat mnoho typů. Pro příklad jsou to asfaltové, celulózové, olejové, polyesterové, práškové nebo silikonové.

6.4.1 Práškové nátěrové hmoty

Tento typ nátěrových hmot je blíže popsán, protože se jedná o často využívaný ochranný povrch motocyklových stojanů.

Práškové nátěrové hmoty jsou také nazývány jako práškové plasty, nebo komaxit. Tyto nátěrové hmoty lze použít pro povrchovou úpravu kovů, hliníku, či plastů. Tento typ nátěrových hmot výrazně prodlužuje životnost materiálu. a to bez potřeby rozpouštědel. Ve většině případů je jedna vrstva dostačující.

Práškové plasty rozdělujeme na termoplasty, které jsou využívány méně, nebo termosety. Mezi termoplasty se řadí prášky na bázi polyamidů, fluoroplastů nebo polyethylenu. Termosety se dělí na epoxidové, polyesterové, polyuretanové, epoxidové nebo epoxypolyesterové. Všechny termosetové prášky se musí vytvrzovat při teplotách 140 až 200 °C. Vytvrzením vznikne pevný a odolný ochranný povrch. [47] [49] [50]

ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI

V teoretické části je popsáno celkem šest kapitol, vztahujících se k praktické části. V první kapitole jsou popsány motocyklové stojany, druhy a materiály z nichž jsou vyrobeny. Následně je přiblíženo téma přívěsných vozidel. Popsány jsou jejich části a také jejich rozdělení dle legislativ. Další, třetí kapitolou jsou mechanické převody. Tato kapitola popisuje rozdělení mechanických převodů a následně vybrané mechanické převody více přibližuje. Primárně je zaměřena na mechanické převody s tvarovým stykem, ale popsány jsou také převody se stykem silovým. Na tuto kapitolu navazuje kapitola čtvrtá, která se zabývá lanovými navijáky a jejichmi druhy. Následuje kapitola zaměřena na výrobu nenormalizovaných dílů. V této kapitole jsou přiblíženy různé výrobní technologie konvenčního i nekonvenčního obrábění, technologie svařování i tváření. Poslední kapitola teoretické části je věnována povrchovým úpravám materiálů. Tato kapitola přibližuje možnosti povrchových úprav, patří zde povrchové úpravy anorganické, pokovování, metody PVD a CVD nebo nátěrové hmoty.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 CÍLE PRÁCE

Tématem této diplomové práce je návrh rychloupínacího motostojanu na přívěsný vozík. Hlavním cílem práce je vytvořit konstrukční návrh motocyklového stojanu a tento návrh podložit kontrolními výpočty, aby vyhovoval podmínkám a normám a zajistil bezpečný transport motocyklu na přívěsném vozíku. Při konstrukčním návrhu zmíněného motocyklového stojanu je kladen důraz na snadné, rychlé a bezpečné uchycení motocyklu.

Po vypracování konstrukčního návrhu a kontrole jeho funkčnosti je vypracována technická dokumentace daného návrhu a je provedena výroba zkonstruovaného prototypu. Prototyp je testován na snadnost upnutí a bezpečnost při transportu tak, aby nebyly způsobené škody na motocyklu, či ostatním majetku, a hlavně zajištěna bezpečnost osob pohybujících se v blízkosti převáženého motocyklu. Pro konstruování je použitý 3D CAD software Solid Edge 2024 od společnosti Siemens.

Pro úplnost praktické části je práce také doplněna o analýzu trhu s ohledem na požadavky pro toto zařízení.

Shrnutí cílů diplomové práce:

- Analýza trhu s ohledem na požadavky pro toto zařízení,
- vytvořit návrh prototypu včetně kontrolních výpočtů a výkresové dokumentace,
- zajistit výrobu navrženého prototypu.

8 PRŮZKUM TRHU

Tato kapitola je věnována průzkumu trhu, dostupnosti a konstrukčním řešením motocyklových stojanů určených pro transport. V této kapitole jsou popsány způsoby a možnosti uchycení motocyklů, a také efektivita uchycení v čase (tzn. jaká je potřebná doba k uchycení motocyklu různými způsoby) apod.

8.1 Konstrukční řešení komerčně dostupných motocyklových stojanů pro transport a jejich uchycení

Existuje hned několik konstrukčních řešení komerčně dostupných motocyklových stojanů. Tyto stojany jsou snadno dostupné a disponují poměrně efektivním řešením. Všechny níže zmíněné řešení spojuje způsob uchycení a zajištění motocyklu proti nežádoucímu pohybu. Tyto komerčně dostupné motocyklové stojany jsou uchyceny za přední kolo a pro pevné a bezpečné zajištění motocyklu proti nežádoucímu pohybu je užito upínacích popruhu. Na tento faktor je zaměřena tato diplomová práce. Uchycení předního kola se zdá efektivní a tento fakt je také podložen dlouholetým testováním a běžným používáním, proto se od tohoto způsobu neupouští. Tento způsob uchycení je také nejpoužívanější, možná i jediným komerčně dostupným řešením. Nevýhodou a poměrně neefektivním faktorem těchto řešení je bezpečné zajištění motocyklu upínacími popruhy.

Níže v podkapitolách jsou více popsány jednotlivé druhy komerčně dostupných, nabízených motocyklových stojanů určených k transportu na přívěsném vozíku či dodávce.

8.1.1 Pouze upínacími popruhy

Upínací popruh slouží k bezpečnému a pevnému zajištění motocyklu při jeho transportu. Upínací popruh, jinak také nazývaný „transportní kurtka“ nebo upevňovací popruh je nejčastěji využívaným způsobem.

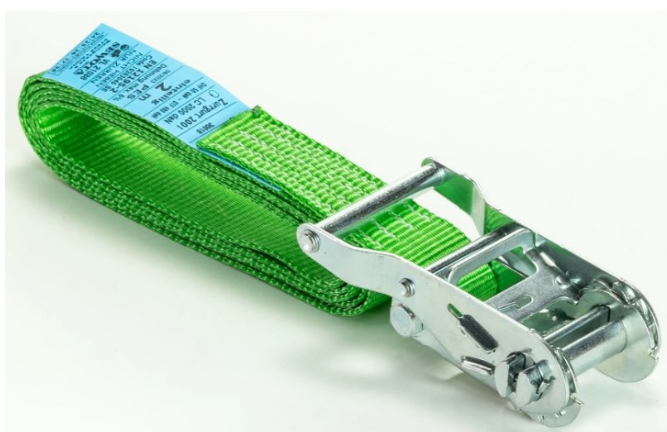
Pro zajištění jsou potřebné dva upínací popruhy, pro větší jistotu se mohou použít tři. Zajišťovat motocykl více než třemi popruhy je z hlediska praktičnosti zbytečné. Důležitým faktorem pro zajištění jsou upevňovací body na motocyklu a druh použitého popruhu. Lze využít standartní upínací pás jednodílný s rácnou, kdy dostatečná šířka popruhu je 30 mm (pro standartní motocykly). Někteří výrobci motocyklových příslušenství nabízí i popruhy v šířce 25 mm, ale ty jsou vhodné spíše pro motocykly nižší váhové kategorie jako jsou skútry a motocykly o obsahu 50 ccm, 125 ccm apod. Tyto upínací popruhy dle nabídky na

trhu zvládají odolávat zatížení v rozmezí od 500 až 1200 kg, dle šířky popruhu a použitých materiálů.



Obrázek 30 Popruhy pro přepravu motocyklu [51]

Jak je již výše zmíněno, důležitým faktorem jsou také upevňovací body na motocyklu neboli místa, kde popruh uchytit. S ohledem na rozložení hmotnosti motocyklu je nejlepší uchytit popruhy v jeho horní části. Tzn. za řídítka, nebo brýle předních tlumičů. Na každou stranu brýlí nebo řídítek se uchytí upínací popruh a v případě potřeby se může uchytit i zadní kolo přímo za kolo, nebo za stupačku spolujezdce. Při uchycení pouze upínacím popruhem je nutné, aby přední kolo motocyklu bylo pevně zapřeno o čelo přívěsného vozíku.



Obrázek 31 Upínací pás [52]

Na obrázku níže jsou vyznačené (červenou barvou) vhodná místa na motocyklu pro uchycení popruhů.



Obrázek 32 Yamaha MT-10 2024-2025 Midnight Cyan [53]

Při přepravě jsou popruhy nejvíce namáhány při akceleraci, brždění a hlavně zatáčení. Na obrázcích níže jsou naznačeny směry pohybu motocyklu při těchto úkonech. „chycení popruhy je často kombinováno s motocyklovými stojany kolébkovými apod. které jsou popsány níže v kapitole.



Obrázek 33 Yamaha MT-10 2024-2025 Midnight Cyan [53]

8.1.2 Kolébkový motocyklový stojan

K uchycení motocyklu pro transport je jednou z možností kolébkový mechanismus, který je jednoznačně používaný nejčastěji. Motocykl je uchycen za přední kolo, k zajištění motocyklu je však nutnost použít upínacích popruhů. Tento kolébkový mechanismus uchytí motocykl tak, že při zajišťování upínacími popruhy není nutné motocykl přidržovat, ovšem při jízdě by samotný kolébkový mechanismus nefungoval.

Tento typ stojanu je určený primárně pro transport, ale může se využívat i k dočasnému parkování motocyklu. Při takovém parkování motocyklu v delším časovém

horizontu je nevýhodou, že pneumatika se vlivem dlouhodobého zatížení může nevratně zdeformovat. Proto tento mechanismus není vhodný k dlouhodobému parkování motocyklu, ale spíše k transportu, kdy je pneumatika vystavena deformacím krátkou dobu (v řádu hodin max. několika dnů).



Obrázek 34 Motocyklové váhadlo [54]

Kvůli zajištění univerzálnosti stojanu a možnosti jeho použití pro různé rozměry kol (jedná se hlavně o průměr kola) a pneumatik, většina výrobců nabízí stojany s nastavitelným rozměrem, viz. obrázek níže. Kolébka je upevněna pomocí osy, která zajišťuje pevné uložení ve všech směrech a zároveň umožňuje rotaci kolébky. Osa kolébky je zajištěna aretačním kolíkem, aby nedošlo k jejímu samovolnému vysunutí.



Obrázek 35 Stojan na motorku [55]

Uchycení kola se provádí najetím motocyklu na kolébku, která musí být v otevřené poloze a následným přehoupnutím kolébky do zavřené polohy. Takto uchycená motorka by měla samovolně stát v přímé poloze.

8.1.3 Ližina

Hlavním účelem ližiny sloužící k transportu motocyklu je zamezení jeho bočního posuvu, čímž přispívá k bezpečnějšímu transportu. Samotná ližina neslouží k uchycení motocyklu, a proto se často využívá v kombinaci s kolébkovým mechanismem, nebo obloukem.



Obrázek 36 Ližina s obloukem [56]

Níže na obrázku je ližina vybavena kolébkovým mechanismem pro transport motocyklu.



Obrázek 37 Ližina s kolébkovým mechanismem [57]

9 KONSTRUKČNÍ NÁVRH MOTOSTOJANU PRO TRANSPORT

Tato kapitola se zabývá návrhem motocyklového stojanu pro přepravu na přívěsném vozíku. Popisuje různé varianty řešení, včetně možnosti použití lanového navijáku pro usnadnění nájezdu. Hlavním cílem je vytvořit rychloupínací mechanismus pro bezpečné a snadné zajištění motocyklu.

9.1 Konstrukce rychloupínacího mechanismu motostojanu

Průzkum trhu ukazuje, že nejefektivnější uchycení motocyklu na přívěsném vozíku je za přední kolo kolébkovým mechanismem. V případě zkvalitnění uchycení motocyklu lze využít ližinu, která zabrání bočnímu posuvu motocyklu. Zajištění motocyklu je nejčastěji realizováno pomocí upínacích popruhů za brýle předních tlumičů, nebo řídítka.

Návrh této práce využívá možnosti uchycení a zajištění motocyklu v ose zadního kola. Tyto osy jsou běžné nejen u sportovních a výkonných motocyklů duté z důvodu snížení hmotnosti. Duté osy zajišťují perfektní poměr pevnosti a tuhosti vzhledem ke hmotnosti.

Před zhotovením konstrukčního návrhu rychloupínacího mechanismu byl proveden průzkum rozměrů zadních os u motocyklů různých značek z důvodu zajištění univerzálního použití. Stěžejní rozměry pro konstrukci jsou průměr dutiny zadní osy a délka osy.

Tabulka 1 Naměřené hodnoty os zadních kol motocyklů různých značek [zdroj: vlastní]

Značka	Model	Rok výroby	Délka osy zadního kola [mm]	Průměr dutiny osy (pravá strana) [mm]	Průměr dutiny osy (levá strana) [mm]
Honda	CMX 1100 Rebel	2025	322	9	12,5
	XL 750 Transalp	2023			
	CRF 1100L Africa Twin Adventure	2025			
Yamaha	MT 09	2025	318	16	23,5
	Tracer 9	2025			
	MT 07	2025	328	7	12,5
	Tracer 7	2025			
	Tenere 700	2025			
Triumph	Tiger 1050	2006	328	13,5	10
Aprilia	RS 660	2025	328	13,5	12,5
	Tuareg 660	2025	310		
Kawasaki	z 900	2018	342	14	10

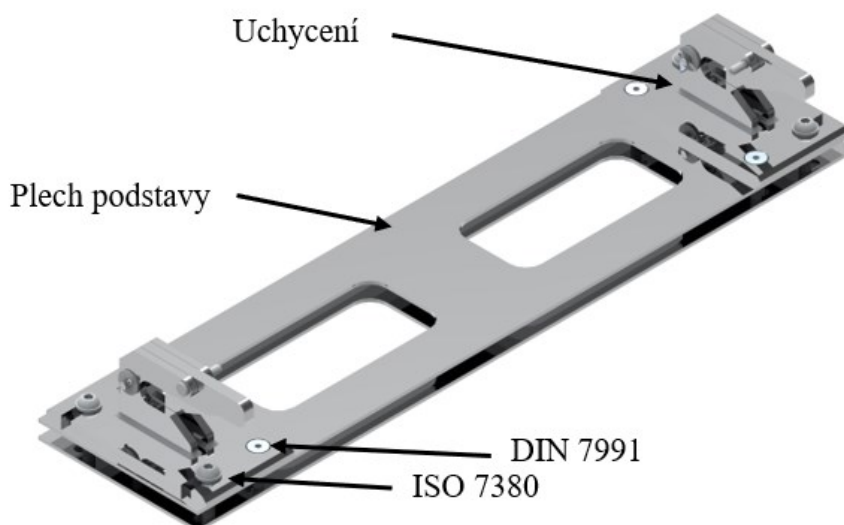
Průzkum rozměrů zadních os byl proveden pro motocykly značek Yamaha, Kawasaki, Aprilia, Triumph a Honda.

Rychloupínací mechanismus je sestaven ze dvou hlavních částí a to podstavy, která je pevně uchycena na přívěsném vozíku a z upevňovacího rámu, který slouží k zajištění motocyklu. Tyto dvě hlavní části jsou spolu kompatibilní a při uzamčení vzájemné polohy zajistí bezpečný převoz motocyklu. Níže jsou popsány jednotlivé komponenty kompletního stojanu.

9.1.1 Podstava

Podstava je pevně přichycena k ložné ploše vozíku za pomoci celkem osmi šroubů vyšší pevnostní třídy 10.9 (pozinkované). Navrženy jsou čtyři šrouby M10 x 45 se zápusťnou hlavou a vnitřním šestihranem DIN 7991 a čtyři šrouby M12 x 50 s půlkulatou hlavou a vnitřním šestihranem ISO 7380.

Hlavní části sestava podstavy jsou plech podstavy a uchycení na straně levé i pravé. Níže na obrázku jsou označeny jednotlivé části a popsány.



Obrázek 38 Podstava (ze softwaru Solid Edge) [zdroj: vlastní]

Plech podstavy

Plechy podstavy (celkem 2 ks) disponují tloušťkou 4 mm a jsou vyrobeny z materiálu S355J2C+N (1.0579). Jeden díl je umístěn ze strany horní (na ložné ploše vozíku) a druhý díl ze spodní strany vozíku. Tyto plechy slouží ke zpevnění konstrukce podstavy, ale hlavně k zesílení dna přívěsného vozíku. Ložné plochy standartních vozíků (do 750 kg) jsou nejčastěji vyrobeny z překližky o síle 9 mm až 21 mm. S ohledem na montáž jsou pro šrouby

navržené drážky o délce 10 mm, díky kterým je zajištěna variabilita a možnost vymezení vůlí jednotlivých dílů vůči sobě.



Obrázek 39 Plech podstavy (ze softwaru Solid Edge) [zdroj: vlastní]

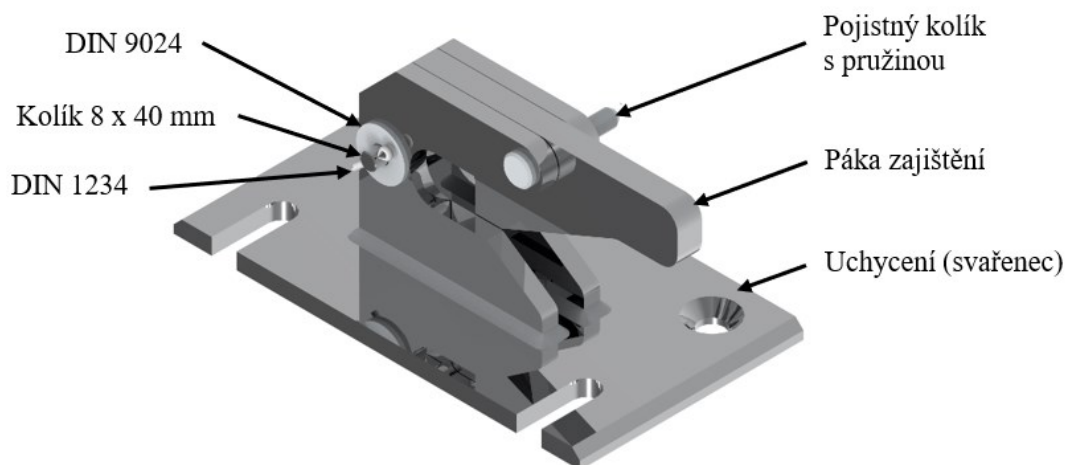
Výroba plechových dílů je provedená na automatizovaném CNC laserovém řezacím stroji značky Vanad Compact. Na obrázku níže je vyobrazen plech podstavy po dokončení výrobního procesu, připravený k expedici na povrchovou úpravu. Pro finální úpravu povrchu byla zvolena černá barva aplikovaná technologií mokrého lakování.



Obrázek 40 Plech podstavy (před povrchovou úpravou) [zdroj: vlastní]

Uchycení

Další komponenty podstavy jsou patky (levá a pravá), sloužící k uchycení motocyklu. Patky jsou sestaveny ze svařence patky (tělo mechanismu uchycení) vyrobeno z plechů o síle 8 mm a materiálu S355J2C+N (1.0579), páky zajištění a osy (kolíku 8 x 40 mm). Ostatní komponenty jsou normalizované (závlačka DIN 1234, podložka 8 DIN 9024, a pojistný kolík s pružinou 8 x 68 mm). Páka zajištění je vyrobena z plechu o síle 12 mm a stejného materiálu jako svařenec patky (S355J2C+N (1.0579)).

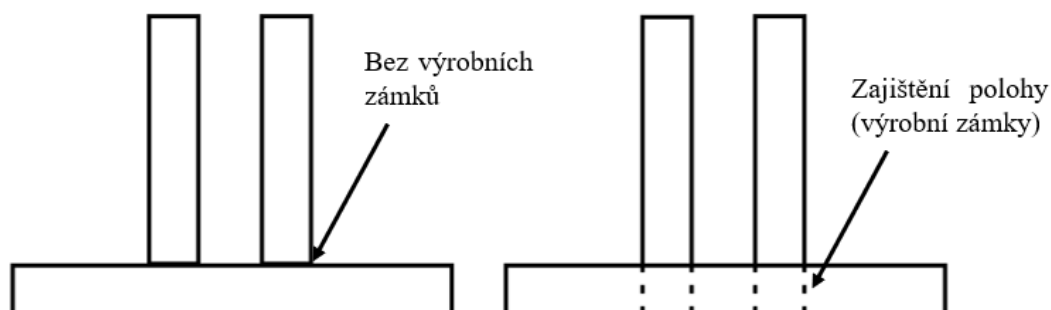


Obrázek 41 Uchycení (ze softwaru Solid Edge) [zdroj: vlastní]

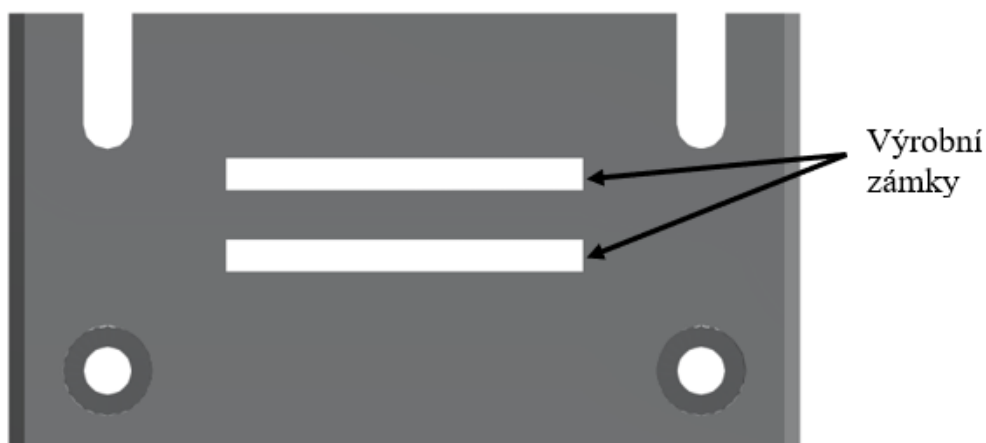
Uchycení svařenec

Již výše zmíněný polotovár svařence (plech válcovaný za tepla), vyrobený z materiálu S355J2C+N (1.0579) je ideální volbou pro obdobné konstrukční návrhy, jelikož tato vysokopevnostní nelegovaná ocel podle evropské normy EN 10025 – 2 se vyznačuje zaručenou svařitelností, minimální mezí kluzu 355 MPa a pevností v tahu až 630 MPa.

S ohledem na výrobu svařence jsou v podstavě mechanismu uchycení (viz označení na obrázku) vytvořené výrobní zámky pro vložení uchycení. Tím jsou zajištěny vzájemné polohy dílů při svařování a také se zvýší pevnost spoje, jelikož jsou díly svařeny jak po obvodu z horní části, tak ze strany protilehlé. V prvním návrhu bylo uvažováno pouze s koutovým svarem tloušťky 4 mm po obvodu přiložených dílů, ovšem z důvodů zajištění požadovaných tolerancí vzájemných poloh svařovaných dílů je zvolen druhý návrh.



Obrázek 42 Uložení dílů svařence (výrobní zámky) [zdroj: vlastní]



Obrázek 43 Podstava mechanismu ukotvení [zdroj: vlastní]

Na obrázku níže jsou vyobrazeny svařence uchycení (pravý i levý) připravené k expedici na povrchovou úpravu. Plechové díly svařence jsou vyráběny na CNC laserovém řezacím stroji značky Vanad Compact a svařování je zprostředkováno technologií TIG. Tyto součásti se dále posílají k zinkování. Zvolená je technologie galvanického zinkování, konkrétně žlutá pasivace.

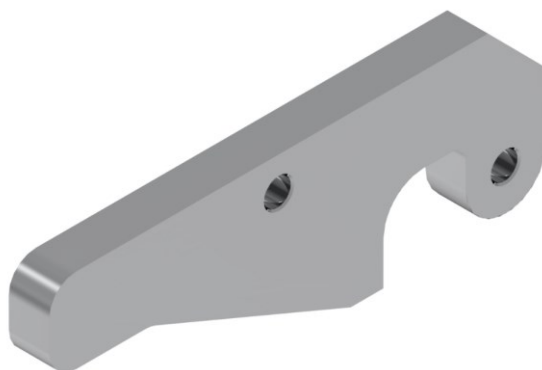


Obrázek 44 Uchycení svařenec (před povrchovou úpravou) [zdroj: vlastní]

Páka zajištění

Páka je vyrobena z plechu o síle 12 mm a stejného materiálu jako svařenec uchycení S355J2C+N (1.0579), jehož mechanické vlastnosti jsou popsány výše. Funkcí páky je zafixování definované vzájemné polohy mezi jednotlivými konstrukčními prvky tedy

podstavy a rámu uchycení. Páka je v uzavřené poloze se svařencem uchycení zajištěna kolíkovým spojem.



Obrázek 45 Páka zajištění (ze softwaru Solid Edge) [zdroj: vlastní]

Páka zajištění je vyráběná stejnou technologií laserového vypalování jako výše popisované plechové díly a předepsaná povrchová úprava je zinek se žlutou pasivací. Výpalek určen k expedici je vyobrazen na obrázku níže.

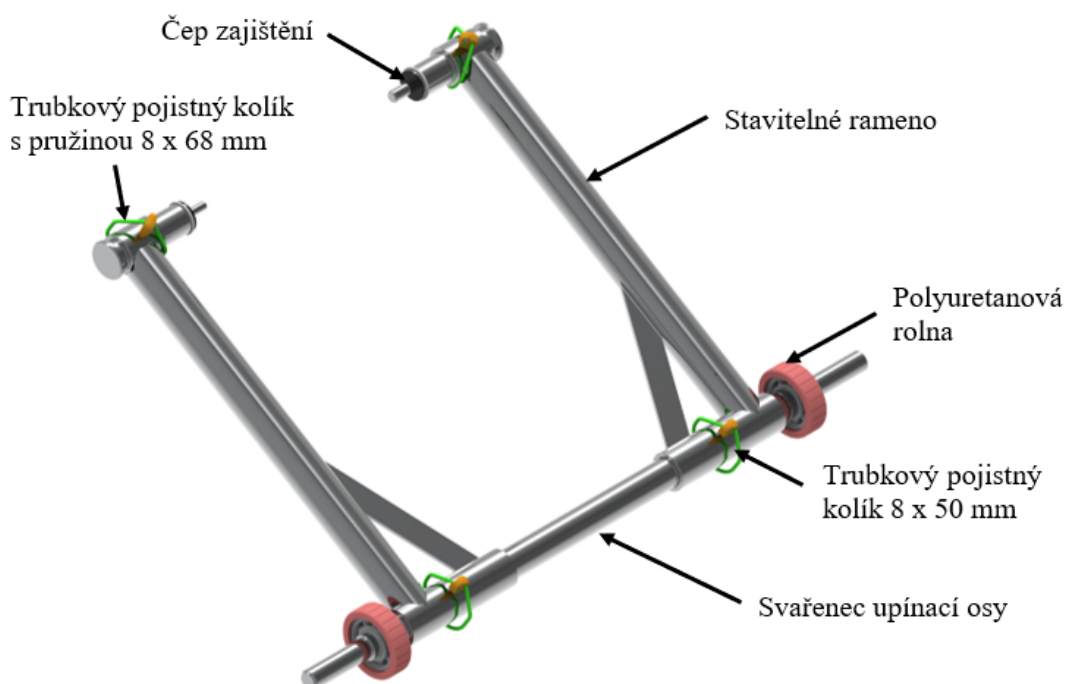


Obrázek 46 Páka zajištění (před povrchovou úpravou) [zdroj: vlastní]

9.1.2 Upevňovací rám

Druhou hlavní částí (podsestavou) stojanu je upevňovací rám, který slouží k zajištění motocyklu. Jak je již zmíněno výše zajištění motocyklu je konstrukčně řešeno pomocí čepů do osy zadního kola. Upevňovací rám je tedy pevně spojen s motocyklem a při uzamknutí

vzájemné polohy sestav podstavy a upevňovacího rámu dojde k zafixování polohy motocyklu vůči vozíku.

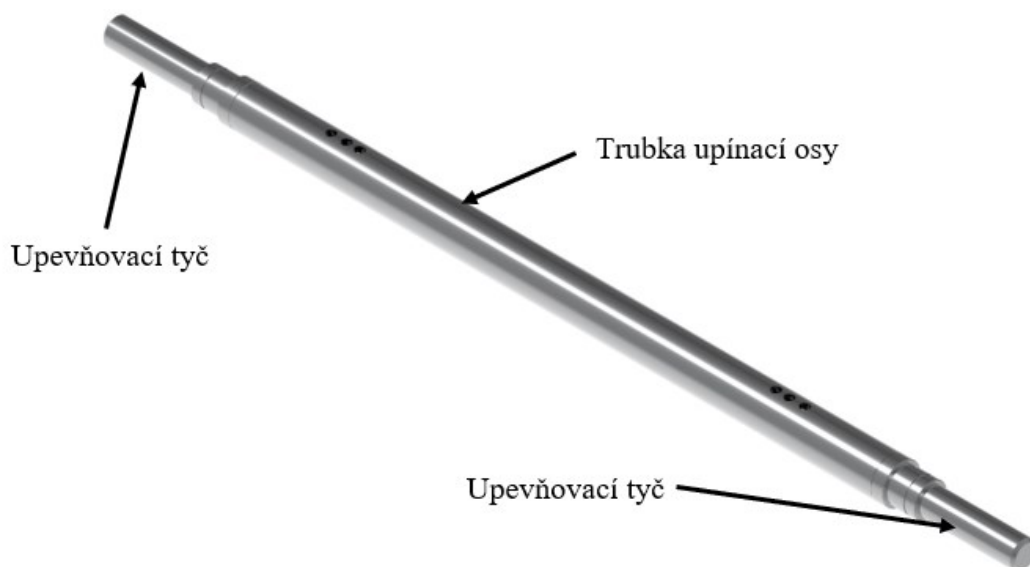


Obrázek 47 Upevňovací rám (ze softwaru Solid Edge) [zdroj: vlastní]

Na obrázku výše je vyobrazen upevňovací rám s popisy jednotlivých dílů/podsestav. Hlavními částmi jsou svařenec upínací osy, stavitelné rameno, a čepy zajištění. Sestava je doplněna normalizovanými díly, kterými jsou pojistné kroužky DIN 471 průměru 35 mm k zajištění čepů uchycení proti vytažení (2x) a průměru 30 mm k zajištění polohy ložisek (2x), trubkové pojistné kolíky 8 x 50 mm (2x), trubkové pojistné kolíky s pružinou 8 x 68 mm (2x) a polyuretanová rolka 80 mm s ložiskem SKF 6206.

Svařenec upínací osy

Svařenec upínací osy je tvořen trubicí upínací osy a upevňovacími tyčemi, které jsou navařeny z každé strany. Trubka upínací osy je vyrobena z legované konstrukční oceli 11 353.1 také 1.7131 podle EN a vyznačuje se mezí kluzu až 500 MPa před zušlechtním, výbornou obrobitelností a rázovou houževnatostí. Upevňovací tyče jsou vyrobeny z nelegované konstrukční oceli S355J2 (1.0577) s minimální mezí kluzu 355 MPa a pevností v tahu až 630 MPa.



Obrázek 48 Svařenec upínací osy (ze softwaru Solid Edge) [zdroj: vlastní]

Upevňovací tyč je vyráběná na CNC soustruhu typu PG 330/750 a s trubkou upínací osy je spojena svarovým spojem pomocí technologie TIG. Svar je zabroušen do hladka z důvodu možnosti nasunutí stavitelného ramena. Otvory pro pojistný kolík v trubce upínací osy jsou vyráběny na horizontální vyvrtávačce WHN 10NC. Na obrázku níže je vyobrazená část svařence upínací osy před povrchovou úpravou – galvanické zinkování se žlutou pasivací.

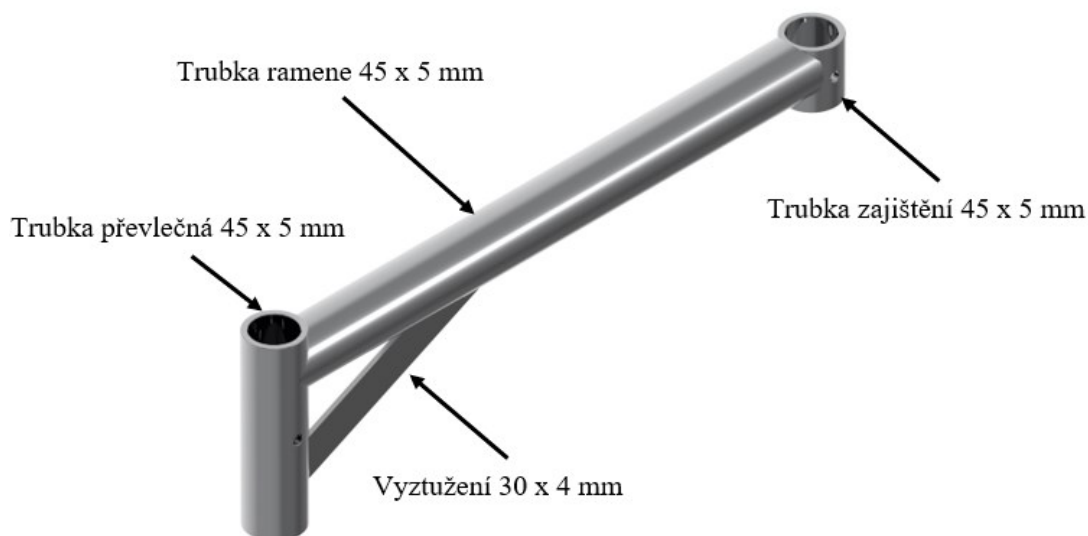


Obrázek 49 Svařenec upínací osy (před povrchovou úpravou) [zdroj: vlastní]

Stavitelné rameno

Stavitelné rameno je svařenec vyrobený z bezešvé přesné kruhové trubky o rozměrech 45 x 5 mm dle ČSN 42 6711.21. Trubka je vyrobená z konstrukční oceli 11 353.1, která se vyznačuje velmi dobrou tvářitelností za studena i za tepla a je dobře svařitelný. Rameno je vyztužené ocelovou plochou tyčí válcovanou za tepla 30 x 4 mm dle EN 10058, vyrobené

z materiálu S235JR (1.0038) které se vyznačuje dobrou svařitelností a pevností v tahu až 510 MPa.



Obrázek 50 Stavitelné rameno (ze softwaru Solid Edge) [zdroj: vlastní]

Trubka převlečná je nasunuta na upínací osu a zajištěna v požadované poloze trubkovým kolíkem 8 x 50 mm. Trubka zajištění slouží k uložení čepu zajištění. Vzájemná poloha čepu a trubky zajištění je zafixována trubkovým kolíkem s pružinou 8 x 68 mm.

Stavitelné rameno je svařováno technologii TIG. Níže je obrázek Stavitelného ramena před povrchovou úpravou. Pro finální úpravu povrchu byla zvolena černá barva aplikovaná technologií mokrého lakování.



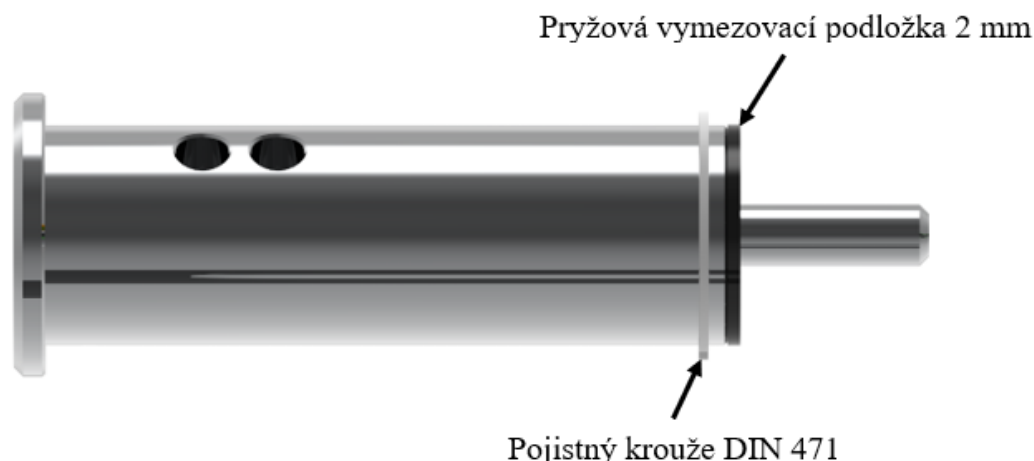
Obrázek 51 Stavitelné rameno (před povrchovou úpravou) [zdroj: vlastní]

Čepy zajištění

Čepy zajištění (pravý a levý) jsou uloženy ve stavitelném rameni a slouží k zajištění motocyklu do duté osy kola. Čepy se zasunou do osy kola a jejich poloha se zajistí

trubkovým pojistným kolíkem s pružinou 8 x 68 mm. Čepy nabízí dvě polohy aretace pro možnost využití motostojanu pro více druhů motocyklu. Vyrobené jsou z konstrukční nelegované oceli S355J2 (1.0577) s minimální mezí kluzu 355 MPa (do tloušťky 16 mm). Čepy jsou vybaveny pojistným kroužkem pro hřídel 35 mm DIN 471, který slouží k zajištění čepu proti úplnému vysunutí a vymezovací pryžovou podložkou o tloušťce 2 mm.

Pravá a levá strana osy kola se od sebe liší průměrem dutiny, proto musí být čepy odlišné. Průměr zajišťovacího čepu pravého je 14 mm a průměr levého zajišťovacího čepu 10 mm. Tato oblast motocyklového stojanu je považována za nejkritičtější z důvodu malého průměru čepů, které zajišťují motocykl. Proto je v další kapitole provedena kontrola čepů na stříh.



Obrázek 52 Čep zajištění – levý (ze softwaru Solid Edge) [zdroj: vlastní]

Čepy zajištění jsou vyráběny na automatizovaném CNC soustruhu PG 330/750. Předepsaná povrchová úprava čepů zajištění je zinek se žlutou pasivací.

Jelikož je kladen důraz na univerzálnost konstruovaného motocyklového stojanu, je vytvořena modifikace čepů zajištění pro širší využití (pro motocykly různých značek). Čepy (výše popsané) jsou vyrobeny výhradně pro motocykl značky Kawasaki z 900 (r. v. 2018), ale jsou vhodné i pro jiné modely této značky, nebo některé motocykly jiných výrobců, ovšem vhodnější varianta je použít takový průměr čepu, který je přímo vyroben pro daný typ motocyklu.

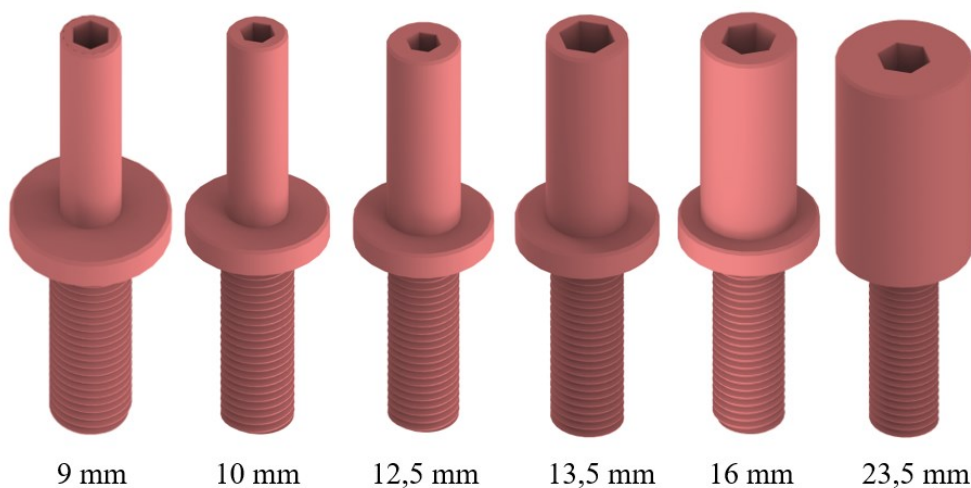
Z tohoto důvodu je navrhnutý čep s vnitřním závitem M12 x 1,5 pro vyměnitelné trny. Konstrukční řešení čepu je stejné jako výše popsaný čep pro Kawasaki z 900 (r. v. 2018).



Obrázek 53 Čep pro vyměnitelný trn (ze softwaru Solid Edge) [zdroj: vlastní]

Záměrem je nabídnout na spotřebitelském trhu kompletní stojan vybavený čepy pro vyměnitelné trny, přičemž konkrétní sada (pár) vyměnitelných trnů odpovídajících danému typu motocyklu je dodávána na základě individuální poptávky zákazníka.

Na obrázku níže je vyobrazena ukázka vyměnitelných trnů, které se nabízí zákazníkovi samostatně k danému typu motocyklu. Zákazník si může zakoupit několik sad vyměnitelných trnů a libovolně je měnit.



Obrázek 54 Příkladů vyměnitelných trny (ze softwaru Solid Edge) [zdroj: vlastní]

Montáž trnu je zajištěna za pomoci vnitřního šestihranu pro imbusový klíč. Na trnech jsou vytvořena osazení, která jsou zapuštěná do čepů a dosedají na čelní plochu osy motocyklu. Tím jsou trny zajištěny proti nechtěnému vyšroubování. Pro účely interaktivní prezentace je modifikovaný čep s trny zhotoven 3D tiskem.



Obrázek 55 Modifikace čepů – výroba 3D tisk [zdroj: vlastní]

Polyuretanová rolna

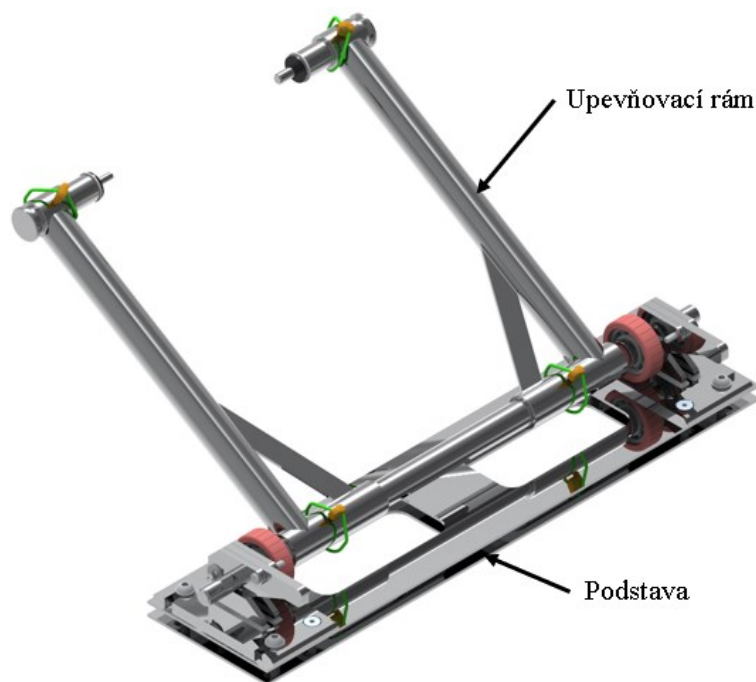
Po upevnění rámu k motocyklu by při manipulaci s motocyklem docházelo k jeho kontaktu se zemí, proto je konstrukce doplněna o pojezdová kolečka, která umožňují snadnější manipulaci a zabráňují poškození rámu. Konkrétně byly zvoleny standardizované polyuretanové rolny zakoupené u firmy ZABI. Rozměry jsou 80 – 25/30, tedy průměr rolny je 80 mm, šířka běhounu je 25 mm a průměr otvoru pro hřídel je 30 mm. Nosnost je až 80 kg. Rolny jsou vybaveny kuličkovým ložiskem typu 6206. Polyuretanové rolny se využívají v manipulační technice a dopravníkových systémech. Materiál běhounu (polyuretan) tlumí vibrace, je tichý a nepoškozuje podlahové krytiny.



Obrázek 56 Polyuretanová rolna 80 – 25/30 [zdroj: vlastní]

9.1.3 Motocyklový rychloupínací stojan – sestava

Tato kapitola stručně popisuje kompletní rychloupínací motocyklový stojan určený pro transport, jelikož všechny samostatné díly jsou již popsány v kapitole výše. Stojan je sestaven ze dvou částí, a to u upevňovacího rámu a podstavy, jak je označeno na obrázku níže.



Obrázek 57 Motocyklový stojan (ze softwaru Solid Edge) [zdroj: vlastní]

9.2 Pevnostní výpočty a kontrola navrženého motostojanu

Jak je již zmíněno výše v kapitole, nejkritičtější oblast stojanu jsou čepy zajištění z důvodu jejich malých průměrů. Proto je proveden kontrolní výpočet čepů na střih. Pro výpočet je potřeba několik parametrů, jako je hmotnost motocyklu, rychlost či zrychlení soupravy (tažného motorového vozidla a vozíku), průměry čepů, mez kluzu materiálu čepů a koeficient bezpečnosti.

9.2.1 Kontrola čepů zajištění na střih

Před provedením kontrolních výpočtů je důležité určit, při jaké situaci je stojan zatěžován nejvyšší silou, proto je proveden výpočet akcelerace a decelerace vybraného vozidla Volkswagen Tiguan 2.0 TDI SCR DSG 110 kW. Maximální velikost zrychlení z 0 km/h na 100 km/h tohoto vozidla se udává 9 s. S touto hodnotou je tedy ve výpočtech

uvažováno. Při tažení přípojného vozidla a nákladu je samozřejmě velikost akcelerace mnohem nižší a plně závisí na řidiči. [58]

Výpočet akcelerace vozidla Volkswagen Tiguan 2.0 TDI SCR DSG 110 kW

- počáteční rychlost vozidla $v_0 = 0$ km/h
- konečná rychlost vozidla $v = 100$ km/h = 27,8 m/s
- doba potřebná pro rozjezd $t = 9$ s

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{27,8 - 0}{9} = 3,1 \text{ m/s}^2 \quad (1)$$

Z vypočítaného vztahu vyplývá, že velikost akcelerace zvoleného vozidla je 3,1 m/s². Předpokládá se, že se tato hodnota pro ostatních běžná vozidla příliš neliší.

Výpočet decelerace vozidla

Dále výpočet decelerace při kritickém brždění vozidla ze 130 km/h na 0 km/h. Brzdná dráha vozidla je dle oficiálních stránek policie České republiky na suché vozovce 93 m. [59]

- počáteční rychlost vozidla $v_0 = 130$ km/h = 36,1 m/s
- konečná rychlost vozidla $v = 0$ km/h
- brzdná dráha $s = 93$ m

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot s \rightarrow 0 = 36,1^2 + 2 \cdot a \cdot 93 \rightarrow a = -\frac{(36,1)^2}{2 \cdot 93} \quad (2)$$

$$a \approx -7 \text{ m/s}^2$$

Velikost decelerace je dle výpočtu přibližně $a = 7 \text{ m/s}^2$, tato hodnota je tedy vyšší než při akceleraci, a proto je s touto hodnotou dále počítáno. Zatížení při zatáčení se zanedbává, jelikož závisí hlavně na rychlosti a poloměru zatáčky. Rychlost při zatáčení je přímo ovlivněna řidičem.

Výpočet síly působící na motocyklový stojan:

Při výpočtu síly je uvažováno s decelerací $a = 7 \text{ m/s}^2$ a hmotností motocyklu. Vztah pro výpočet zatěžující síly je následovný.

- hmotnost motocyklu $m = 213$ kg
- velikost decelerace při krizovém brždění $a = 7 \text{ m/s}^2$

$$F = m \cdot a = 213 \cdot 7 = 1491 \text{ N} \quad (3)$$

Výsledná síla působící při krizovém brždění ze 130 km/h na 0 km/h při deceleraci $a = 7 \text{ m/s}^2$ je $F = 1491 \text{ N}$. Tato síla je rozdělena mezi dva čepy.

Maximální dovolené stříhové napětí:

Následně se vypočítá maximální dovolené stříhové napětí τ_{dov} . Při kontrole je uvažováno s bezpečnostním koeficientem, který je zvolen $K = 3$. Hodnota meze kluzu je dle zvoleného materiálu S355J2 (1.0577) $R_e = 355 \text{ MPa}$.

- minimální mez kluzu materiálu S355J2 (1.0577) $R_e = 355 \text{ MPa}$
- bezpečnostní koeficient $K = 3$

$$\tau_{dov} = \frac{R_e}{K} = \frac{355}{3} = 118,3 \text{ MPa} \quad (4)$$

Dle výpočtu výše je hodnota maximálního dovoleného stříhového napětí 118,3 MPa. Tato hodnota nesmí být překročena.

Výpočet průřezu čepů:

Jelikož se průměry čepů na levé a pravé straně liší, je nutné spočítat plochu průřezu čepů na obou stranách zvlášť. Dle výkresové dokumentace a předepsané tolerance může být nejmenší průměr levého čepu $d_{levý} = 9,80 \text{ mm}$ a pravého $d_{pravý} = 13,90 \text{ mm}$. Jsou použité právě nejmenší možné průměry čepů z důvodu kontroly při nejkritičtějších podmínkách.

$$A_{levý} = \frac{\pi \cdot d_{levý}^2}{4} = \frac{\pi \cdot 9,80^2}{4} = 75,43 \text{ mm}^2 \quad (5)$$

$$A_{pravý} = \frac{\pi \cdot d_{pravý}^2}{4} = \frac{\pi \cdot 13,90^2}{4} = 151,75 \text{ mm}^2 \quad (6)$$

Plocha průřezu levého čepu $A_{levý} = 75,43 \text{ mm}^2$ a plocha průřezu pravého čepu $A_{pravý} = 151,75 \text{ mm}^2$.

Výpočet únosnosti čepů na stříh (stříhové napětí):

Celková síla působící na motocyklový stojan při krizovém brždění je $F = 1491 \text{ N}$. Tato síla je rozložena mezi dva čepy, a proto je počítáno se silou poloviční $F_{1/2}$.

$$\tau_{levý} = \frac{F_{1/2}}{A_{levý}} = \frac{745,5}{75,43} = 9,9 \text{ MPa} \quad (7)$$

$$\tau_{levý} \leq \tau_{dov} \rightarrow 9,9 \leq 118,3 \rightarrow Vyhovuje$$

$$\tau_{pravý} = \frac{F_{1/2}}{A_{pravý}} = \frac{745,5}{151,75} = 4,9 \text{ MPa} \quad (8)$$

$$\tau_{pravý} \leq \tau_{dov} \rightarrow 4,9 \leq 118,3 \rightarrow Vyhovuje$$

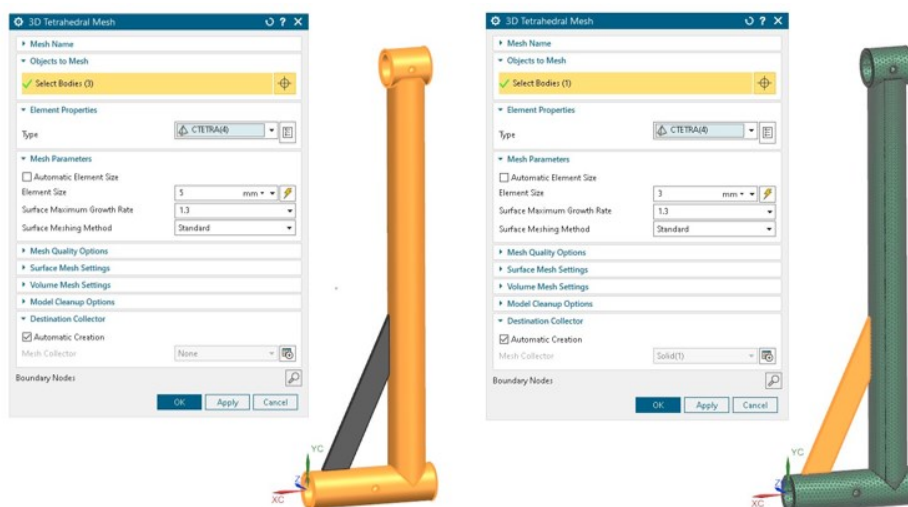
Z výsledků vypočítaných napětí vyplývá, že napětí působící na levý i pravý čep jsou rozdílné. Toto rozložení napětí je způsobeno rozdílnou velikostí průřezu čepů. Výsledek celkového napětí pro čep o průměru 9,8 mm je $\tau_{levý} = 9,9 \text{ MPa}$ a pro čep o průměru 13,9 mm je $\tau_{pravý} = 4,9 \text{ MPa}$. Obě vypočtené hodnoty napětí jsou nižší než τ_{dov} , čepy tedy vyhovují.

9.2.2 FEM analýza vybraných oblastí motocyklového stojanu

Po početní kontrole čepu zajištění na střih je provedena FEM analýza (Finite Element Method – metoda konečných prvků) vybraných oblastí motocyklového stojanu v softwaru NX od společnosti Siemens, kterými jsou stavitelné rameno a svařenec uchycení. Největší síla je na stojan vyvíjená při krizovém brždění a je vypočtena na $F = 1491 \text{ N}$.

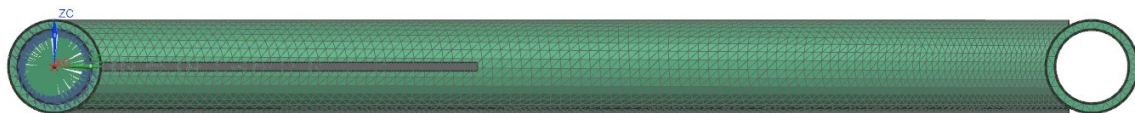
FEM analýza stavitelného ramena

Stavitelné rameno je při krizovém brždění zatěžované na ohyb a tah. Dle toho je nastavena analýza. V prvním kroku je analyzovaná sestava (stavitelné rameno) importována do softwaru a je vytvořena síť. Velikost elementu sítě trubek svařence je zvolena na 5 mm a výztuhy 3 mm. Dále je zvolen materiál sestavy (ocel). Vytvoření sítě je vyobrazeno na obrázcích níže.



Obrázek 58 Vytvoření sítě (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]

Následně je vytvořeno 1D connection (typ elementu constrain equation). Tato vazba je charakteristická pro interpretaci uchycení náboje na hřídel. Následně je vytvořené 1D connection zafixováno funkcí fixed. Tento způsob efektivně simuluje tuhé spojení mezi součástmi podobného typu.

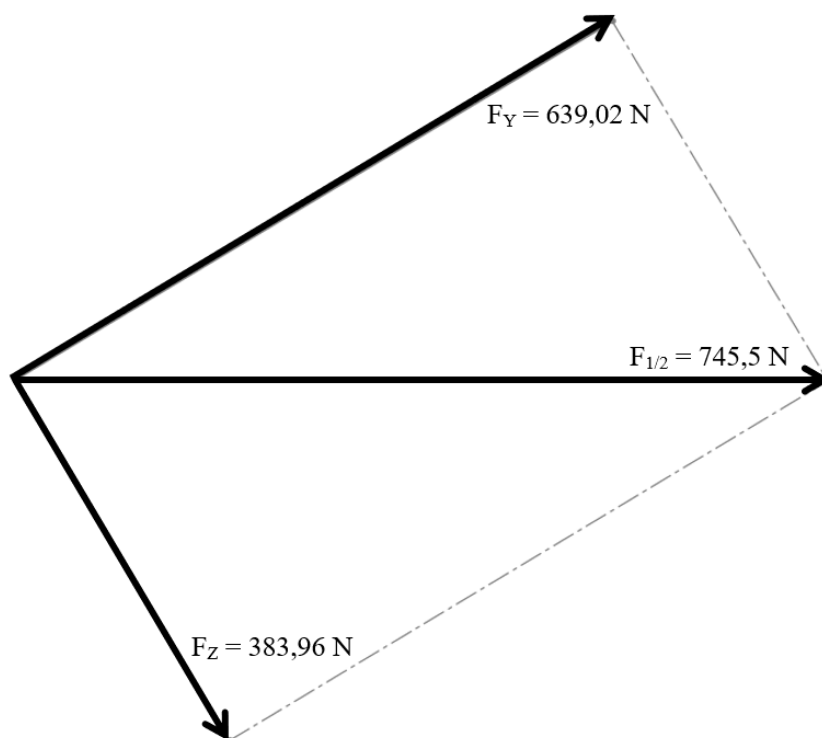


Obrázek 59 Fixace analyzované součásti (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]

Připravená sestava je následně zatížena vypočítanou silou, která je rozložena do složek v ose Y a ose Z, rameno je tedy namáháno na tah a ohyb.

Rozklad sil:

Celková síla při krizovém brždění je vypočtena na $F = 1491 \text{ N}$ a působí rovnoběžně s ložnou plochou přípojného vozidla ve směru pohybu. Tato síla se rozdělí mezi dvě ramena, proto počítáme s poloviční silou $F_{1/2} = 745,5 \text{ N}$. Úhel svírající ložná plocha přípojného vozidla se stavitelným ramenem je 31° při upnutí standartního motocyklového kola o průměru ráfku R17. Rozklad si je vypočten níže.

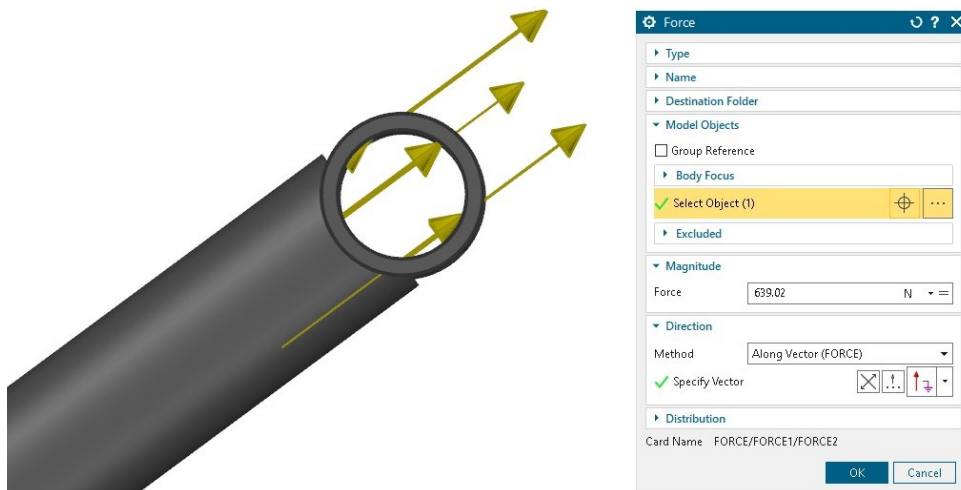


Obrázek 60 Rozklad sil [zdroj: vlastní]

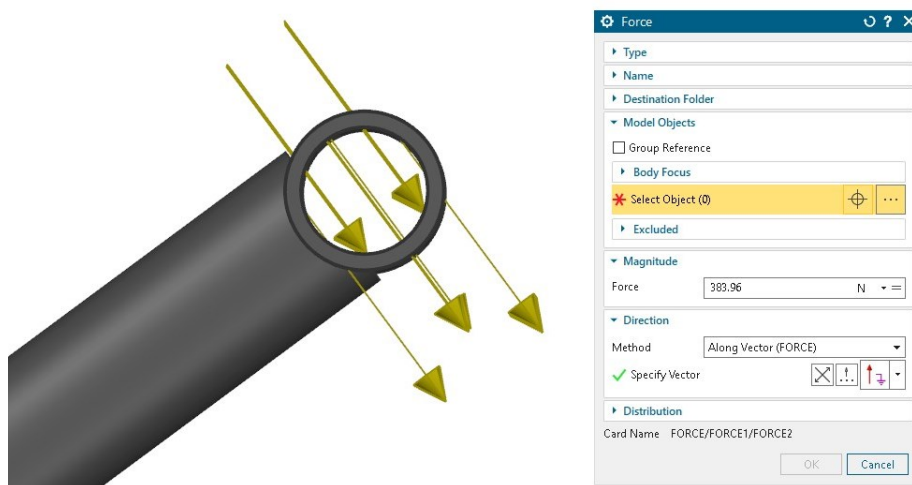
$$F_Y = \cos 31^\circ \cdot 745,5 = 639,02 \text{ N} \quad (9)$$

$$F_Z = \sin 31^\circ \cdot 745,5 = 383,96 \text{ N} \quad (10)$$

Vypočtené síly F_Y a F_Z jsou použity pro vyhodnocení analýzy.



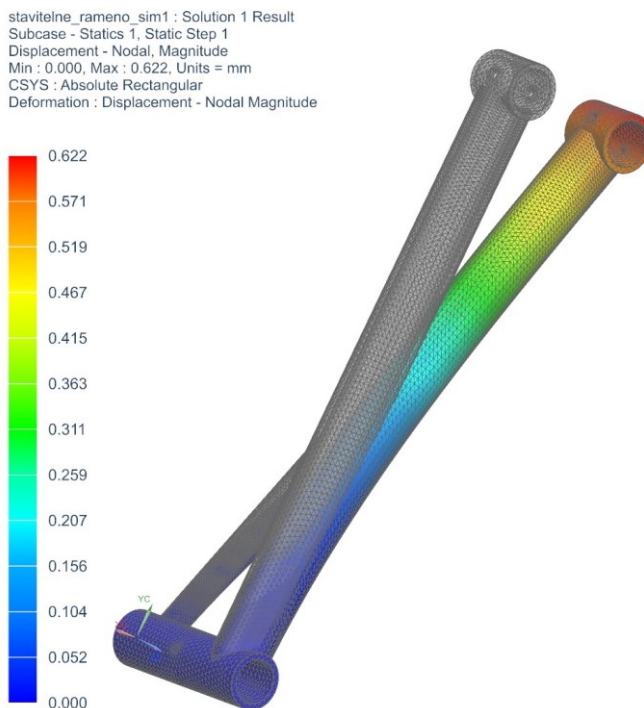
Obrázek 61 Složka síly (osa Y) (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]



Obrázek 62 Složka síly (osa Z) (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]

Nastavení analýzy je takto plně definované a výsledky jsou vyobrazeny níže.

Výsledek analýzy Displacement – Nodal Magnitude interpretuje velikost posunu jednotlivých uzlů sítě v mm. Lze vypočítat, že největší posunutí vykazuje oblast uchycení čepu zajištění (dle obrázku červená oblast). Hodnota posunutí je 0,622 mm, což je velmi uspokojivá hodnota. Velikost deformace je pro lepší interpretaci 20x zvětšena.



Obrázek 63 Výsledek celkové deformace (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]

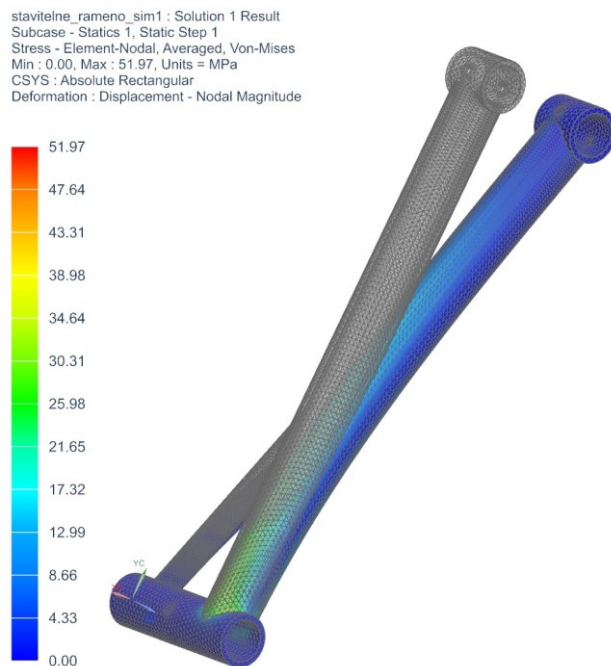
Další výsledkem je Von Mises Stress, tedy Von Misesovo napětí. Lze vypozorovat, že oblast s největším napětím je právě v místě svarového spoje převlečné trubky a trubky ramene. Tato hodnota dosahuje až $\sigma = 52 \text{ MPa}$. Mez kluzu materiálu trubek (11 353.1) je $R_e = 355 \text{ MPa}$.

Maximální dovolené napětí:

$$\sigma_{dov} = \frac{R_e}{K} = \frac{355}{3} = 118,3 \text{ MPa} \quad (11)$$

$$\sigma \leq \sigma_{dov} \rightarrow 52 \leq 118,3 \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Dle výpočtů je maximální dovolené napětí pro předepsaný materiál $\sigma_{dov} = 118,3 \text{ MPa}$, při započítání bezpečnostního koeficientu $K = 3$. Napětí vyhodnocené analýzou je tedy vyhovující.

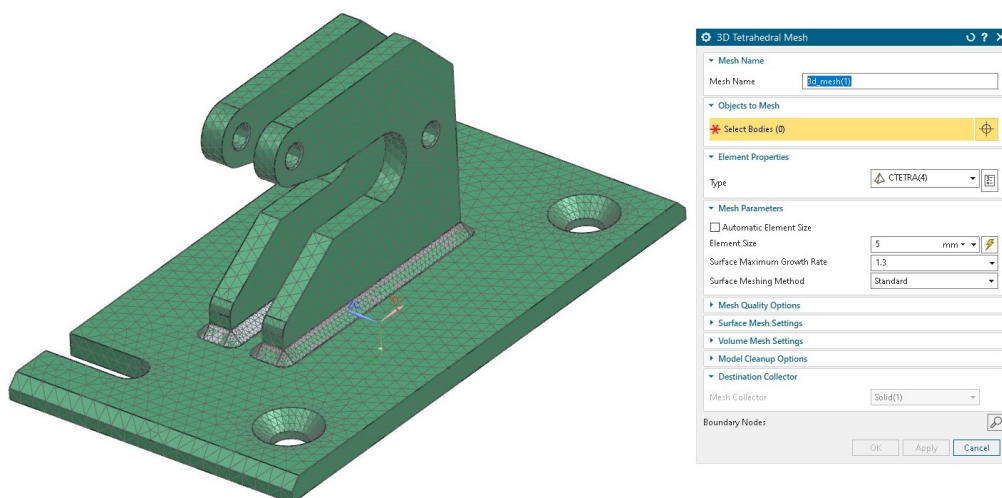


Obrázek 64 Výsledek Von Misesovo napětí (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]

FEM analýza Svařence uchycení

Další kontrolovanou oblastí je zatížení svařence uchycení při krizovém brždění, pro které je hodnota vypočtené síly $F = 1491 \text{ N}$. Nastavení analýzy je obdobné analýze stavitelného ramene.

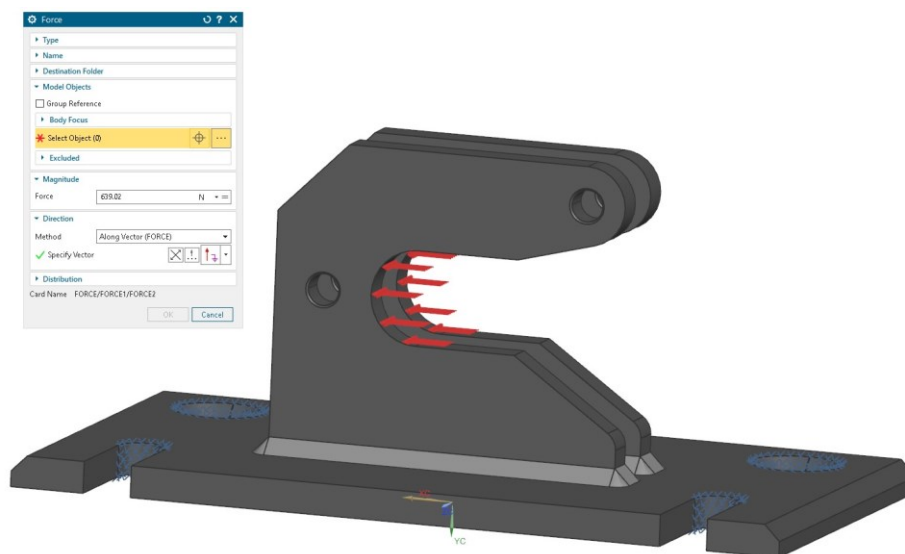
V prvním kroku po importu svařence uchycení do softwaru NX od společnosti Siemens je vytvořena síť o velikosti elementu 5 mm. Velikost elementu svaru je zvolena na 2 mm. Vytvořená síť a její nastavení je vyobrazeno na obrázku níže.



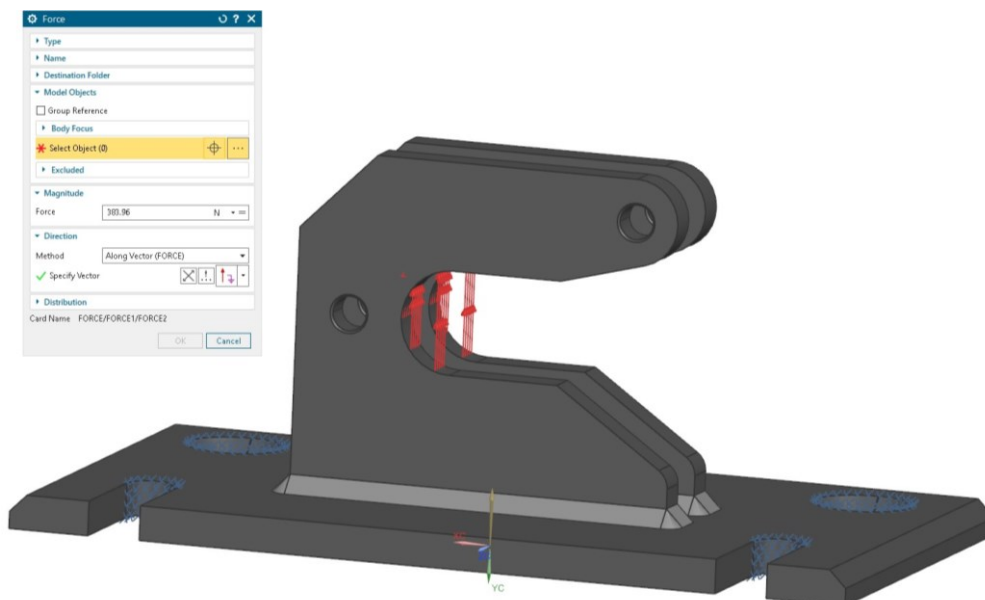
Obrázek 65 Vytvoření sítě (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]

Následně se zvolil materiál analyzovaného dílu (ocel). Zatížení je rozloženo do složky F_x a F_y , kdy síla $F_x = 639,02$ N odpovídá síle F_y (dle předešlé analýzy stavitelného ramena) a $F_y = 383,96$ N odpovídá síle F_z (dle předešlé analýzy stavitelného ramena).

V posledním kroku je simulováno uchycení analyzovaného dílu šrouby v místech pro ně určených. Pro simulaci uchycení je použita funkce fixed. Uchycení je vyobrazeno (modře) na obrázcích níže společně s nastavením zatěžujících sil



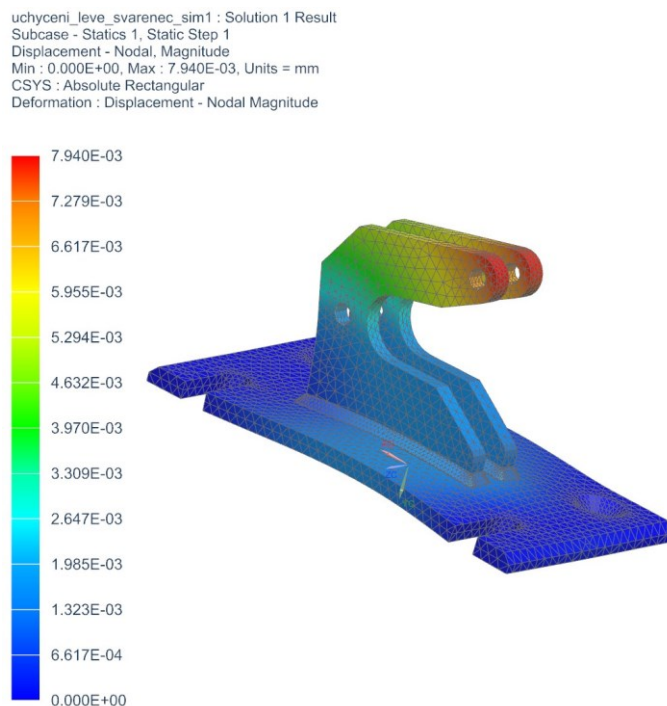
Obrázek 66 Složka síly (osa X) (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]



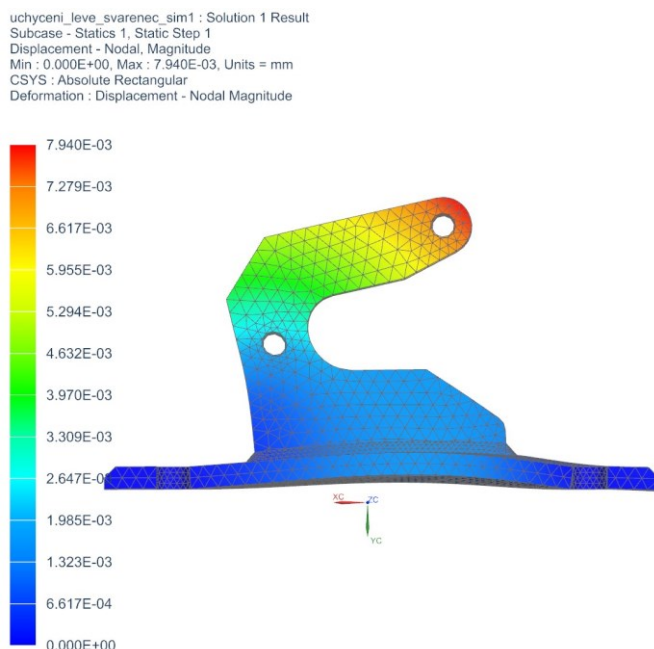
Obrázek 67 Složka síly (osa Y) (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]

Na základě provedené FEM analýzy lze konstatovat, že analyzovaná sestava (svařenec uchycení) vyhovuje z hlediska mechanické pevnosti. Maximální deformace (posunutí uzlů)

dosažená při zadaném zatížení je $7,9 \cdot 10^{-3}$ mm. Z obrázku níže je patrné, že k největšímu posunutí dochází v horní části svařence, což odpovídá předpokladu. Výsledek deformace je 20x zvětšen z důvodu lepší interpretace.



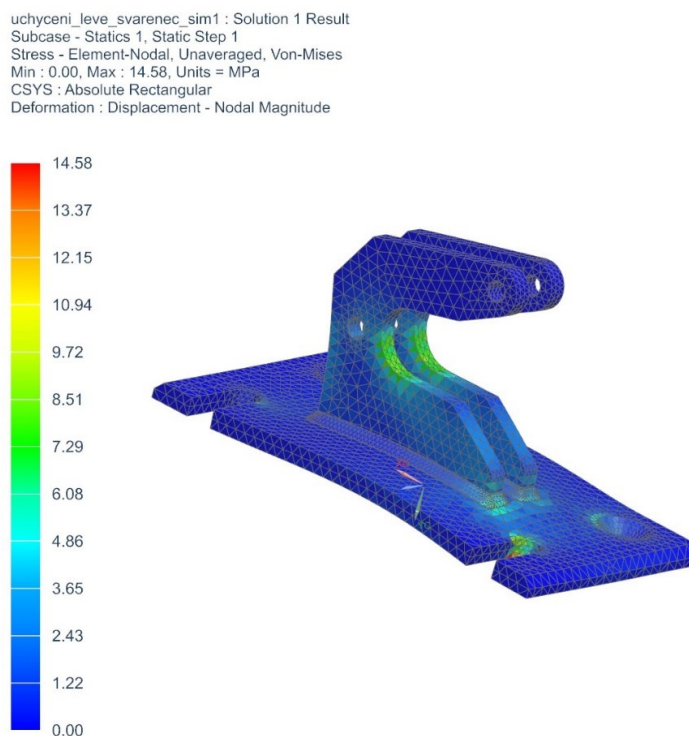
Obrázek 68 Výsledek celkové deformace – pohled 1 (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]



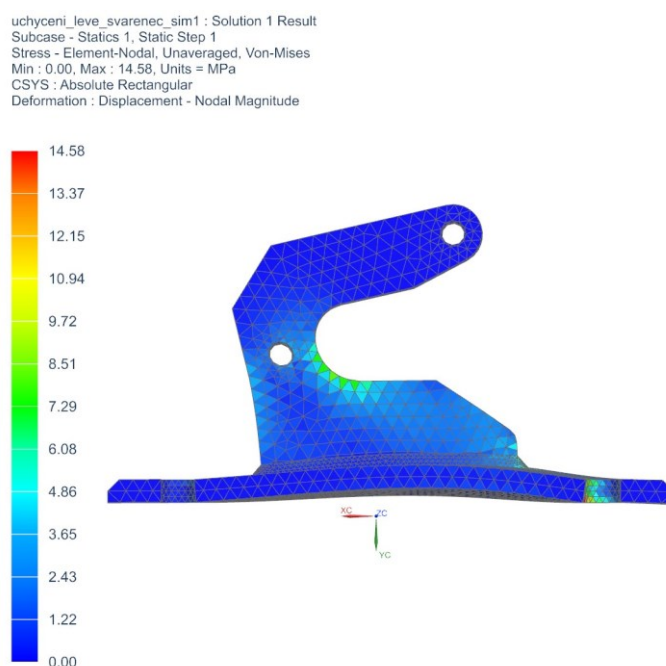
Obrázek 69 Výsledek celkové deformace – pohled 2 (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]

Výsledné Von Misesovo napětí analyzované sestavy dosahuje hodnoty $\sigma = 14,6$ MPa, což je výrazně pod mezí kluzu použitého materiálu a svařenec tedy vyhovuje z hlediska

pevnosti. Byl použit materiál S355J2C+N (1.0579), s mezí kluzu $R_e = 355$ MPa, což je stejné jako u stavitelného ramene tedy $\sigma_{dov} = 118,3$ MPa. Z průběhu napětí lze dále vypočítat, že nejvíce zatěžovanou oblastí jsou místa uchycení šroubovými spoji a oblast upnutí upevňovacího rámu.



Obrázek 70 Výsledek Von Misesovo napětí – pohled 1 (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]



Obrázek 71 Výsledek Von Misesovo napětí – pohled 2 (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]

9.3 Rozvržení

Tato podkapitola představuje různé návrhy sestav motocyklového stojanu. Jde o navržený rychloupínací mechanismus v sestavě s dalšími doplňujícími prvky, jelikož stojan se neskládá jen z jedné části, ale bude realizován jako sestava několika částí. Z níže uvedených návrhů se jeden návrh vybere a zrealizuje. Realizace vybraného návrhu je popsána v další kapitole.

9.3.1 Návrh 1.

Jak již bylo zmíněno výše, motocyklový stojan není realizován jako samostatný prvek, ale je sestavený z několika částí, jako je například ližina a kolébkový mechanismus s užitím upínacích popruhů apod. Návrh 1 uvažuje také s možností využít lanový naviják jako zařízení pro usnadnění nájezdu motocyklu na přívěsný vozík.

Sestava prvního návrhu obsahuje lanový naviják, ližinu s kolébkovým mechanismem pro uchycení předního kola a rychloupínací mechanismus, zajišťující zadní kolo. Hlavní myšlenkou je zajistit motocykl ve vzprímené poloze již před nájezdem na přívěsný vozík a pomocí lanového navijáku jej vytáhnout.

Lanový naviják je tedy navržen z důvodu usnadnění nájezdu, ližina k zamezení bočního pohybu motocyklu, kolébkový mechanismus slouží k uchycení předního kola a rychloupínací mechanismus do zadní osy kola k zajištění motocyklu.

Návrh lanového navijáku

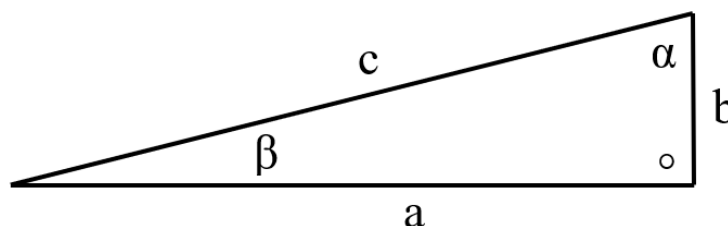
Cílem prvního návrhu je správně zvolit lanový naviják vhodný k naložení motocyklu, proto bude tento návrh podpořen výpočtem o potřebné tažné síle lanového navijáku.

K výpočtu je nutné znát dva údaje, a to úhel sklonu nájezdové rampy a hmotnost motocyklu. Dle průzkumu trhu se délky nájezdů pohybují od 1,6 m až 2,2 m. Hmotnost motocyklů se pohybuje různě podle typu motocyklu a kubatury. Pro výpočet jsou zvoleny tyto hodnoty:

- Hmotnost motocyklu: $m = 240 \text{ kg}$
- Délka nájezdové rampy: $c = 1,8 \text{ m}$
- Výška ložné plochy vozíku: $b = 0,45 \text{ m}$

Nejdříve se musí určit úhel sklonu nájezdové rampy. To lze vypočítat ze zadaných hodnot za pomoci goniometrických funkcí, konkrétně funkce sinus. Přepona c je rovna délce

nájezdové rampy $c = 1,8$ m, odvěsna b odpovídá výšce ložné plochy vozíku od vozovky $b = 0,45$ m.



Obrázek 72 Schéma pro výpočet úhlu nájezdové rampy [zdroj: vlastní]

$$\sin \beta = \frac{b}{c} = \frac{0,45}{1,8} = 0,25 \rightarrow \beta = \arcsin 0,25 \approx 14,48^\circ \quad (12)$$

Dle výpočtu ze vstupních hodnot je úhel stoupání nájezdové rampy $14,48^\circ$ zaokrouhleně. Dále už je výpočet, který určí potřebnou tahnou sílu pro vytažení motocyklu na přívěsný vozík, když nájezdová rampa se zemí svírá úhel $\beta = 14,48^\circ$.

Ze vztahu gravitační síly určíme sílu, kterou je motocykl přitahován směrem k zemi. Parametr m [kg] je hmotnost a g [m/s^2] je gravitační zrychlení, které odpovídá hodnotě $9,81 \text{ m/s}^2$.

$$F_g = m \cdot g = 240 \cdot 9,81 = 2354,4 \text{ N} \quad (13)$$

Dalším výpočtem určíme rovnoběžnou složku gravitační síly, která je v případě zanedbání odporu tření mezi pneumatikou a rampou (a jinými vlivy) stejná, jako síla tahová. Tato síla je potřebná pro vytažení motocyklu na přívěsný vozík. Musí se uvažovat s gravitační silou F_g [N] i úhlem, který svírá nájezdová rampa se zemí β .

$$F_T = F_g \cdot \sin \beta = 2354,4 \cdot \sin 14,48 = 588,6 \text{ N} \quad (14)$$

V poslední řadě se převede vypočítaná tahová síla $F_T = 588,6 \text{ N}$ na hmotnost, z důvodu návrhu lanového navijáku. Většina distributorů udává možné zatížení navijáků v kilogramech.

$$m = \frac{F_g}{g} = \frac{588,6}{9,81} = 60 \text{ kg} \quad (15)$$

Dle výpočtu je potřeba, aby lanový naviják utáhl 60 kg . Musí se brát ohled na fakt, že tento návrh je předimenzovaný. Tuto potřebou sílu pro vytažení motocyklu na vozík lze výrazně snížit prodloužením nájezdové rampy nebo snížením výšky ložné plochy vozíku.

Dalším důležitým faktorem je také hmotnost motocyklu, kdy zvolených 240 kg váží velmi výkonné motocykly. U slabších motocyklů se váha může pohybovat i kolem 140 kg.

Dle vypočítaných hodnot a z důvodu snahy zachovat jednoduchost konstrukce je navržen ruční lanový naviják s automatickou brzdou o maximálním možným zatížení 360 kg, který disponuje svou kompaktností, nízkou cenou a možností použití bez přidaného zdroje (například elektrického). Cena navijáku včetně lana je 1010,35 Kč. Zvolený lanový naviják je vyobrazen na obrázku níže.



Obrázek 73 Ruční lanový naviják s automatickou brzdou do 360 kg [60]



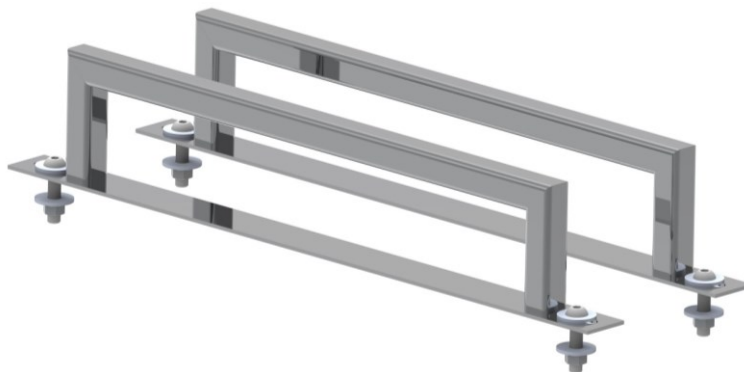
Obrázek 74 Ruční lanový naviják s automatickou brzdou do 360 kg [60]

9.3.2 Návrh 2.

Druhý návrh je opět sestavený z rychloupínacího mechanismu s uchycením do osy zadního kola a ližiny. Je uvažováno, zda je výhodnější využít kolébkový mechanismus pro uchycení předního kola, ale z důvodu snahy vytvořit jednoduchý a efektivní způsob je použita pouze ližina, která podpoří uchycení předního kola.

V případě absence pevného uchycení předního kola se toto kolo může v zatáčkách natáčet ze strany na stranu, což je způsobeno Newtonovým zákonem setrvačnosti. Motocykl bude stále pevně držet ve vzpřímené poloze díky rychloupínacímu mechanismu, ale natáčení předního kola, hlavně jeho prudké nárazy by mohly motocykl poškodit. Z toho důvodu je užito ližiny pro zajištění polohy předního kola ve směru jízdy. Navržená ližina je sestavená ze dvou částí a je vyrobená z ploché tyče 40 x 3 mm a uzavřeného čtvercového profilu

25 x 25 x 3 mm. Přední kolo motocyklu se umístí mezi ližiny a tím je zajištěno v přímé poloze ve směru jízdy. K přívěsnému vozidlu je ližina připevněna dvěma šrouby ISO 7380 (jedna ližina).



Obrázek 75 Ližina – podpora předního kola (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]

9.3.3 Vybraný konstrukční návrh

Po uvážení výhod a nevýhod obou návrhů sestavení kompletního motocyklového stojanu na přívěsný vozík je zvolen návrh 2, který je konstrukčně jednodušší, jeho provedení je finančně výhodnější a celkově vyhovuje všem požadavkům na bezpečný transport motocyklu na přívěsném vozíku

Návrh 1 uvažuje s ulehčením nájezdu motocyklu pomocí lanového navijáku, užití rychloupínacího mechanismu a ližiny s kolébkovým mechanismem pro uchycení předního kola. Tato sestava s jistotou vyhovuje podmínkám pro bezpečný transport motocyklu, ovšem užití lanového navijáku pro usnadnění nájezdu na přívěsný vozík je vyhodnoceno jako zbytečně komplikované, finančně nákladné a ve výsledku je proces uchycení tažného prvku navijáku na motocyklu zbytečně zdlouhavé. Další komplikací je nutnost zajištění motocyklu ve vzpřímené poloze již před nájezdem na nájezdovou rampu. Proto je snadnější motocykl snadno vytlačit, za pomoci užití lidské síly, nebo využít hnací síly motoru motocyklu a na přívěsný vozík najet.

Dle výpočtů je potřebná síla pro vytažení motocyklu $F_T = 588,6 \text{ N}$, což odpovídá 60 kg. Tato hodnota potřebné tažné síly vyšla za předpokladu dosazení do vzorců tyto parametry: hmotnost motocyklu $m = 240 \text{ kg}$, úhel sklonu nájezdové rampy $\beta = 14,48^\circ$. Potřebnou sílu pro vytažení motocyklu lze snížit prodloužením nájezdové rampy, nebo snížením výšky ložné plochy vozíku od země. Z důvodu poměrně nízké potřebné síly pro vytažení motocyklu na vozík se rozhodlo tento návrh nerealizovat.

10 KONSTRUKČNÍ ZHODNOCENÍ STOJANU

Tato kapitola pojednává o kladech a záporech konstrukčního řešení navrženého motocyklového stojanu a popisuje výsledný vyrobený produkt včetně fotodokumentace.

Jak již bylo zmíněno výše, montáž stojanu je provedena autorem této diplomové práce a funkčnost odzkoušena na motocyklu Kawasaki z 900 (rok výroby 2018), pro nějž je konstrukce primárně mířená.

Při montáži bylo nutné zvětšit průměr otvoru trubky zajištění, jelikož pravý čep zajištění nebyl vyroben v mezích výrobních tolerancí. Proto bylo nutné provést dodatečné broušení otvoru trubky, aby bylo možné zajistit správné usazení čepu zajištění

Další problém vznikl při kontrole kompatibility rámu upevnění s podstavou, kdy bylo nutné zabrousit otvory pro upínací osu, konkrétně svařenec uchycení. Z toho důvodu je doporučeno zvětšit výrobní toleranci otvoru pro upínací osu (pro další výrobu). V případě použití nového produktu se doporučuje zajistit těsné spojení uvedených částí motostojanu (upevňovacího rámu a podstavy), protože je pravděpodobné, že po opakovaném používání dojde k mírnému otláčení spoje. K otláčení dochází zejména v důsledku nerovností povrchu v místě styku, vzniklých při vypalování (dílu uchycení) na laseru. Pokud by byly styčné plochy před montáží broušeny, otláčení by bylo výrazně eliminováno. Na obrázku níže je vyobrazen motocyklový stojan v nesestaveném stavu.

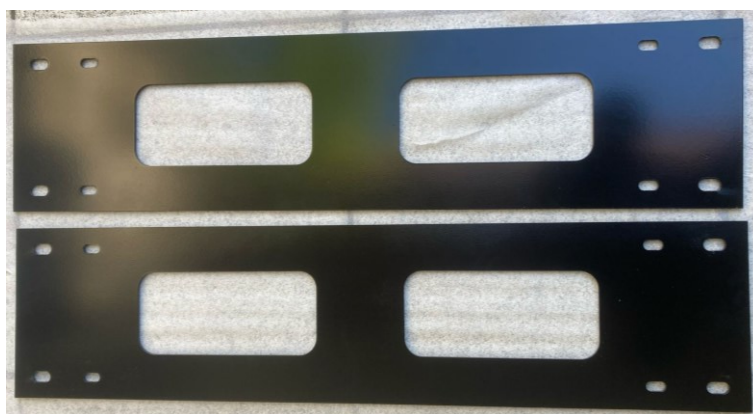


Obrázek 76 Komponenty motocyklového stojanu [zdroj: vlastní]

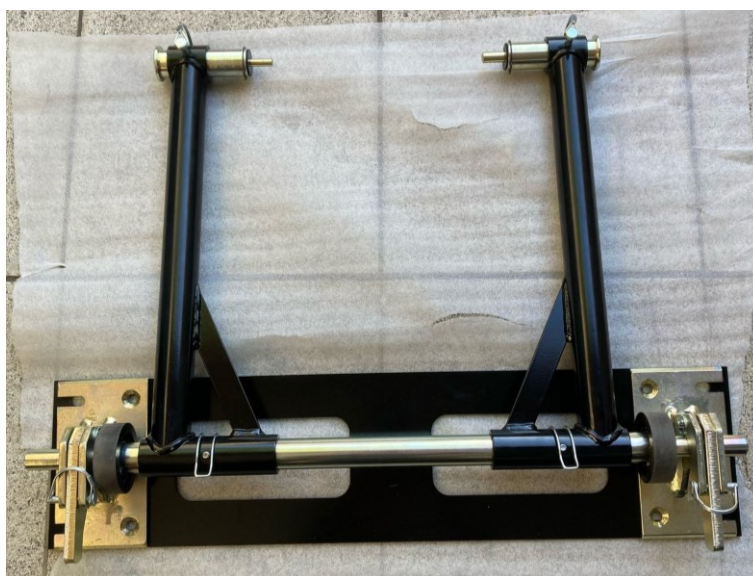
Obrázky níže již vyobrazují sestavený motocyklový stojan.



Obrázek 77 Uchycení [zdroj: vlastní]



Obrázek 78 Plechy podstavy [zdroj: vlastní]



Obrázek 79 Rychloupínací motocyklový stojan [zdroj: vlastní]



Obrázek 80 Upevňovací rám [zdroj: vlastní]



Obrázek 81 Rychloupínací motocyklový stojan [zdroj: vlastní]

Bylo provedeno testování funkčnosti motostojanu při standardním provozu a z hlediska pevnosti a tuhosti, konstrukce vykazuje výborné výsledky a celkově vyhovuje očekávaným požadavkům. Motostojan nebyl testován při extrémním zatížení to znamená při krizovém brždění, maximální akceleraci, či velmi prudkém zatížení v zatáčkách. Dlouhodobým používáním a testováním limitů motostojanu se projeví přesnější výsledky funkčnosti tohoto zařízení.

11 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ STOJANU

Tato kapitola popisuje ekonomickou stránku výrobku zkonstruovaného v rámci této diplomové práce. Převážná část výroby a povrchová úprava černých lakovaných dílů je zprostředkována firmou Lucco a.s. - Member of BR Group se sídlem ve Velkých Albrechticích v Moravskoslezském kraji. Tato firma také zajistila koupi hutního materiálu a povrchovou úpravu zbylých součástí motostojanu u jejich externího dodavatele. Montáž a koupě normalizovaných dílů je zprostředkována autorem této diplomové práce.

Celková cena za výrobu 1 kusu motocyklového stojanu bez povrchové úpravy zinkovaných součástí činí 5 959 Kč bez DPH, tedy 7 210 Kč s DPH. V případě výroby 10 kusů se cena za jednotku sníží až o 50 %, jelikož náklady na přípravu výroby (např. nastavení stroje) se rozpočítávají mezi více kusů. Díky tomu je jednotková cena výrazně nižší než při výrobě pouze jednoho kusu. Při objednání většího množství kusů je cena řešena individuálně.

K výrobní ceně jsou připočteny náklady za povrchovou úpravu (zinkování) a normalizované díly. V rámci výroby firmou Lucco a.s. jsou lakovány stavitelná ramena a plechy podstavy. Tato povrchová úprava je zahrnuta v ceně výroby.

Níže v tabulce 3 jsou rozepsány zinkované díly. Cena galvanického zinkování se žlutou pasivací činí 35 Kč/kg včetně DPH.

Tabulka 2 Kalkulace nákladů na povrchovou úpravu – zinkování

		Hmotnost 1 ks [kg]	Počet [ks]	Cena Mn. [Kč]
Součást	Zajištění páka	0,5	2	35
Č. výkresu	001-0000-002			
Součást	Čep zajištění levý	0,9	1	31,5
Č. výkresu	002-0000-001			
Součást	Čep zajištění pravý	0,9	1	31,5
Č. výkresu	002-0000-002			
Součást	Uchycení L. svařenec	1,8	1	63
Č. výkresu	003-0000-000			
Součást	Uchycení P. svařenec	1,8	1	63
Č. výkresu	004-0000-000			
Součást	Upínací osa – svařenec	3,2	1	112
Č. výkresu	008-0000-000			
Celkem		-	-	336

V další tabulce jsou rozepsány ceny normalizovaných dílů, jako jsou pojistné kolíky, rolny, hřídelové pojistné kroužky apod. Ceny jsou uváděny včetně DPH.

Tabulka 3 Kalkulace nákladů na normalizované díly

Součást	Množství [ks]	Cena ks [Kč]	Cena Mn. [Kč]
Polyuretanová rolna 80 mm	2	163	327
Pojistný kolík 8 x 45 mm	2	9	17
Trubkový pojistný kolík 8 x 50 mm	2	11	22
Trubkový pojistný kolík 8 x 68 mm	2	10	20
Pojistný kroužek 30 mm DIN 471	2	3	6
Pojistný kroužek 35 mm DIN 471	2	3	6
Závlačka 1032 x 16 DIN 1234	2	15	30
Šroub M10 x 45 DIN 7991	4	10	39
Šroub M12 x 50 ISO 7380	4	13	51
Matice s límcem M10x1,5 DIN 6923	4	3	13
Matice s límcem M12x1,5 DIN 6923	4	4	16
Podložka plochá M12 DIN 125	4	1	6
Podložka M8 DIN 9021	4	11	45
		Celkem	598

Celkové náklady konstruovaného motocyklového stojanu je po finálním součtu všech nákladů 8 144 Kč. Tento náklad je platný při výrobě jednoho kusu, v případě koupi 10 kusů je cena výroby dle nacenění firmy Lucco až o 50 % nižší, tedy cena výroby je 3 605 Kč. S ostatními dodavateli normalizovaných dílů a poskytovatelem povrchové úpravy (zinkováním) ceny za větší množství diskutované nebyly.

Za předpokladu výroby 10 kusů motocyklových stojanů firmou Lucco a zachování cen za povrchovou úpravu a normalizované díly činí náklad na jeden kus motocyklového stojanu 4 539 Kč včetně DPH.

Dle průzkumu trhu se ceny motocyklových stojanů pro transport pohybují v rozmezí od 1 500 Kč do 7 500 Kč. Kdy ceny stojanů využívané v kombinaci s upínacími popruhy se pohybují ve spodní mezi tedy od 1 500 Kč do 4 000 Kč a v horní mezi se pohybují stojany, které lze využívat bez upínacích popruhů (pro motokrosové motocykly).

ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývá konstrukčním návrhem rychloupínacího motocyklového stojanu na přívěsný vozík. Jedná se tedy o stojan určen pro efektivní, snadné a rychlé uchycení motocyklu při transportu. Stojan je svou konstrukcí zaměřen spíše na skupinu výkonných sportovních motocyklů.

Obsah této práce je rozdělena do dvou hlavních částí, a to teoretickou a praktickou část. Obě části na sebe navazují a obsahově se doplňují. První, teoretická část komplexně popisuje motocyklové stojany, jejich druhy a způsoby používání, dále je zde přiblíženo téma přívěsných vozíků, jejich rozdělení dle legislativ a částí přívěsných vozíků. Z důvodu zakomponování lanového navijáku do praktické části, jsou v teoretické části popsány také lanové navijáky a s nimi související mechanické převody. Dalšími a posledními tématy zmíněnými v teoretické části jsou technologie výroby v oboru strojírenství a povrchové úpravy materiálů. Kapitola popisující technologie výroby obsahuje konvenční i nekonvenční technologie obrábění, technologii svařování i tváření.

Druhá, praktická část je již zaměřena na vývoj a konstrukci rychloupínacího motocyklového stojanu. Nejdříve je proveden průzkum trhu, popisující konstrukční řešení komerčně dostupných motocyklových stojanů a následně je proveden konstrukční návrh stojanu. Dle průzkumu se obdobný (konstruovaný) motocyklový stojan pro transport na trhu nenabízí.

Samotná konstrukce stojanu uvažuje s uchycením motocyklu do osy zadního kola, které jsou u výkonných sportovních motocyklů duté z důvodu eliminace hmotnosti motocyklu. Primárně je stojan konstruován pro motocykl Kawasaki z 900 (2018), ale v kombinaci s čepý s vyměnitelnými trny se tento produkt stane univerzálním pro řadu motocyklů různých značek. Čepý s vyměnitelnými trny jsou vyhotoveny technologií 3D tisku pouze pro účely demonstrace. Navržený rychloupínací stojan je zpracován v softwaru Solid Edge 2024 a dle výkresové dokumentace je vyroben firmou Lucco a.s. - Member of BR Group. Náklady na výrobu tohoto produktu činí 8144 Kč včetně DPH. V případě výroby 10 kusů je cena za jednotku až o 50 % nižší, tedy celkové náklady na výrobu jednoho stojanu činí v tomto případě 4539 Kč včetně DPH

Dále je provedena kontrola samotného zařízení. Dle výpočtů je na stojan vyvíjeno největší zatížení při kritickém brždění. Síla působící na stojan, při kritickém brždění je vypočtena $F = 1491 \text{ N}$. Je provedená početní kontrola čepů uchycení s výsledkem

vyhovujícím. Následně je provedena FEM analýza stavitelného ramene a svařence uchycení v softwaru NX. Obě části stojanu vyhovují.

V rámci návrhu rychloupínacího stojanu je také uvažováno s rozvržením sestavy. Jsou popsány dva návrhy a následně je vybrán jeden z nich. První návrh uvažuje s užitím lanového navijáku, pro ulehčení nájezdu motocyklu na přívěsný vozík a využívá kolébkového mechanismu pro podporu uchycení předního kola. Bezpečná fixace motocyklu je zajištěna konstruovaným rychloupínacím zařízením. Druhý návrh uvažuje pouze užití rychloupínacího mechanismu a ližiny, která podpoří uchycení předního kola, které se může při zatačení natáčet ze strany na stranu a nárazy řídítek mohou poškodit transportovaný motocykl. Ližina je navržena v softwaru Solid Edge 2024. Tyto dva návrhy jsou vyhodnoceny a je vybrán druhý návrh rozložení z důvodu jeho efektivního provedení. První návrh je finančně nákladný a proces naložení motocyklu je zdlouhavý. Síla potřebná pro vytažení motocyklu na vozík je $F = 588,6 \text{ N}$ což odpovídá hmotnosti 60 kg.

Montáž rychloupínacího stojanu je provedena autorem a samotné zařízení je testováno na motocyklu Kawasaki z 900. Fotodokumentace vyrobeného a sestaveného stojanu je přiložena v kapitole 10. této diplomové práce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MOTOSTOJANY. Online. Dostupné z: <https://www.motostojany.cz/>. [cit. 2025-01-3].
- [2] ABMOTO. Online. Dostupné z: <https://www.abmoto.cz/>. [cit. 2025-01-03].
- [3] XIAMEN YUJINXIANG INDUSTRY AND TRADE CO., 2022. Druhy práškového lakování. Online. 6.12.2022. Dostupné z: <https://cz.yjxfence.com/info/types-of-powder-coating-77812360.html>. [cit. 2024-11-20].
- [4] ALLNEX. TGIC Powder Coating. Online. Dostupné z: <https://allnex.com/en/technologies/powder-coating-resins/tgic-powder-coating>. [cit. 2024-11-20].
- [5] 341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. Online. Dostupné z: <https://www.dauc.cz/predpisy/672/341-2002-sb>. [cit. 2025-03-05].
- [6] PLAMÍNEK, Ladislav. Mám řidičský průkaz skupiny B, jaké přívěsy mohu táhnout? Online. Dostupné z: <https://www.privesy-plaminek.cz/mam-ridicky-prukaz-skupiny-b-jake-privesy-mohu-tahnout>. [cit. 2025-03-05].
- [7] Základní kategorie vozidel Příloha zákona č. 56/2001 Sb. vymezuje 7 základních kategorií vozidel. Online. Dostupné z: <https://www.autokseft.cz/Info/Zakladni-kategorie-vozidel-74>. [cit. 2025-03-05].
- [8] KOSÍK, Denis, 2024. Koncepční návrh přípojného vozidla – autopřepravník. Diplomová práce. České Budějovice: Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích.
- [9] Náhradní díly. Online. Dostupné z: <https://www.privesy1.cz/c/nahradni-dily>. [cit. 2025-03-05].
- [10] PEŠÍK, Lubomír, 2010. Části strojů. Vyd. 4., dopl. Liberec: Technická univerzita v Liberci. ISBN 978-80-7372-574-7.
- [11] KRÍŽ, Rudolf, 1978. Stavba a provoz strojů II Převody. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury.
- [12] VOLEK, František, 2009. Základy konstruování a části strojů I. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7318-654-8.

- [13] ONEINDUSTRY. Evolventní ozubení. Online. Dostupné z: <https://www.oneindustry.cz/lexikon/evolventni-ozubeni/>. [cit. 2024-12-07].
- [14] DENGEL, Brian, 2023. What is a spur gear? Online. Dostupné z: <https://gearsolutions.com/departments/tooth-tips/what-is-a-spur-gear/>. [cit. 2024-12-07].
- [15] Spur Gears: A Complete Guide, 2024. Online. In: Dostupné z: <https://grobinc.com/cold-formed-products/standard-products/cold-formed-spur-gears/spur-gears/>. [cit. 2024-12-07].
- [16] DENGEL, Brian, 2023. What is a gear rack? Online. 15.8.2023. Dostupné z: <https://gearsolutions.com/departments/tooth-tips/what-is-a-gear-rack/>. [cit. 2024-12-07].
- [17] SHIGLEY, Joseph Edward, Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS, VLK, Miloš, ed. Konstruování strojních součástí. Přeložil Martin HARTL. V Brně: VUTUM, 2010. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-2629-0.
- [18] KOHARA GEAR INDUSTRY CO.,LTD., 2021. Types of Gears. Online. Dostupné z: https://khkgears.net/new/gear_knowledge/introduction_to_gears/types_of_gears.html. [cit. 2024-12-07].
- [19] Bevel Gears, 2010. Online. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/bevel-gears>. [cit. 2024-12-08].
- [20] MECHANICKÉ PŘEVODY: STROJE A ZAŘÍZENÍ – ČÁSTI A MECHANISMY STROJŮ. Online. In: . Dostupné z: https://is.muni.cz/el/1441/podzim2011/TE2MP_SAZ/um/6_SAZ_prevody.pdf. [cit. 2024-12-08].
- [21] DVOŘÁK, Martin, 2019. Návrh variátorové převodovky pro motorový skútr. Bakalářská práce. Fakulta Strojní ČVUT v Praze.
- [22] BENEDA, Michal, 2012/2013. Variátory a jejich použití. Bakalářská práce. ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI.
- [23] KOLOVRÁTNÍK, Petr, 2020. Návrh lanového vrátku pro posun kolejových vozidel. Bakalářská práce. Praha: Fakulta Strojní ČVUT v Praze.

- [24] The Most Common Types of Winches You Will Likely Come Across, 2023. Online. Dostupné z: <https://www.winchhire.co.uk/the-most-common-types-of-winches-you-will-likely-come-across/>. [cit. 2024-12-26].
- [25] What are the parts of a cable winch? Online. Dostupné z: <https://www.wonkeedonkeetools.co.uk/pulleys/what-are-the-different-parts-of-a-cable-winch>. [cit. 2024-12-26].
- [26] SCHLICK, Jonathan, 2023. What is Machining: Definition, Stages & Applications. Online. Dostupné z: <https://www.techniwaterjet.com/machining/>. [cit. 2024-12-26].
- [27] MACMATIC, 2016. Technologie obrábění kovů. Online. Dostupné z: <https://www.macmatic.cz/technicke-clanky/64-technologie-obrabeni-kovu>. [cit. 2024-12-26].
- [28] SIKOROVÁ, Ivona, 2011. Přehled metod obrábění. Bakalářská práce. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- [29] OBR, Lukáš, 2010. Vliv geometrie ostří výstružníků na obrábění otvorů. Bakalářská práce. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
- [30] TECHNICKÉ PROFESE. OBRÁBĚNÍ. Online. Dostupné z: <https://www.technickeprofese.cz/obrabeni>. [cit. 2024-12-26].
- [31] YE, Ronan, 2023. What is Milling: Definition, Process & Operations. Online. In: . Dostupné z: <https://www.3erp.com/blog/milling/>. [cit. 2024-12-28].
- [32] VELLING, Andreas, 2020. Milling Cutters and Tools – an Overview. Online. In: . Dostupné z: <https://fractory.com/milling-cutters-and-tools/>. [cit. 2024-12-28].
- [33] SABHADIYA, Shivansh. What is Drilling?- Definition, Process, and Tips. Online. In: . Dostupné z: <https://www.theengineeringchoice.com/what-is-drilling/>. [cit. 2024-12-29].
- [34] Nekonvenční metody obrábění. Online. In: . Dostupné z: https://coptel.cz/pluginfile.php/16439/mod_resource/content/1/10%20Nekonven%C4%8Dn%C3%AD%20metody%20obr%C3%A1b%C4%9Bn%C3%AD%281%29.pdf. [cit. 2025-01-03].

- [35] SADÍLEK, Marek, 2016. Nekonvenční metody obrábění II: obrábění laserem, plazmou, ultrazvukem, elektronovým, iontovým a vodním paprskem. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava. ISBN 978-80-248-3944-8.
- [36] EL-HOFY, Hassan, 2005. Advanced machining processes: nontraditional and hybrid machining processes. New York: McGraw-Hill Professional. ISBN 0-07-145334-2.
- [37] SADÍLEK, Marek, 2016. Nekonvenční metody obrábění I: elektroerozivní, elektrochemické a chemické obrábění. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava. ISBN 978-80-248-3943-1.
- [38] BUTEK, Petr, 2008. Svařovací technologie pro robotizované svařování. Bakalářská práce. Brno: VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ.
- [39] ARESCO, Ross, 2022. What Is Welding? Learn the Definition, Types, and Process. Online. In: . Dostupné z: <https://erieit.edu/what-is-welding-learn-the-definition-types-and-process/>. [cit. 2025-01-02].
- [40] What is Welding? - Definition, Processes and Types of Welds. Online. In: . Dostupné z: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-welding>. [cit. 2025-01-02].
- [41] SILD, Siim, 2022. Welding – 12 Types Explained. Online. In: Dostupné z: <https://fractory.com/types-of-welding-processes/>. [cit. 2025-01-02].
- [42] LEE, Cameron, 2023. What is Metal Forming: Definition, Types, Processes and Tips. Online. In: . Dostupné z: <https://www.accurl.com/blog/metal-forming/>. [cit. 2025-01-03].
- [43] Technologie tváření kovů. Online, Skripta. Liberec: Technická univerzita Liberec. Dostupné z: https://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/01.htm#011. [cit. 2025-01-03].
- [44] Tváření. Online. In: . Dostupné z: <https://techstroj.g6.cz/T/T06.pdf>. [cit. 2025-01-03].
- [45] Surface Finishing: Common Types And Important Factors To Consider. Online. In: Dostupné z: <https://prototool.com/surface-finishing/>. [cit. 2025-01-03].
- [46] CARA, José Luis Martín, 2021. 4 Types of Surface Finishes and When to Use Them. Online. In: . Dostupné z: <https://www.designnews.com/automation/4-types-of-surface-finishes-and-when-to-use-them>. [cit. 2025-01-03].

- [47] A Complete Guide to Surface Finishes, 2023. Online. In: Dostupné z: <https://www.gsindustries.com.au/news/guide-to-surface-finishes/>. [cit. 2025-01-03].
- [48] Podrobný průvodce pokovováním: Pracovní princip, typy a techniky, 2024. Online. In: Dostupné z: <https://at-machining.com/cs/metal-plating/>. [cit. 2025-01-03].
- [49] Nátěrové hmoty. Online. Dostupné z: <https://www.veneti.cz/naterove-hmoty>. [cit. 2025-01-03].
- [50] TICHÝ, Jan, 2015. POVRCHOVÉ ÚPRAVY MATERIÁLU. Bakalářská práce. Brno.
- [51] MOTOFANDA. Popruhy pro přepravu motocyklu – nosnost 1200kg. Online. Dostupné z: https://www.motofanda.cz/ruzne/28890-popruhy-pro-prepravu-motocyklu-nosnost-1200kg.html?gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMIInNCm8IH9iwMV05ODBx0yODEFEAQYAYABEgLb_fD_BwE#&gid=null&pid=1. [cit. 2025-04-23].
- [52] PAVLÍNEK. Upínací pás, typ 2001, jednodílný s ráčnou, 35 mm. Online. Dostupné z: <https://www.pavlinek.cz/collections/upinaci-pasy-jednodilne/products/upinaci-pas-typ-2001-jednodilny-s-racnou-35mm-lc-2000dan-stf-240dan-zeleny>. [cit. 2025-04-23].
- [53] MOTOPARK. Yamaha MT-10 2024-2025 Midnight Cyan. Online. Dostupné z: <https://www.motopark.cz/yamaha-mt-10-2024-2025-midnight-cyan-p710522/>. [cit. 2025-04-23].
- [54] MOTEA. Motocyklové vahadlo. Online. Dostupné z: https://www.motea.com/cs/motocyklove-vahadlo-motocyklove-vahadlo-predni-kolo-kyvne-svorka-predniho-kola-transportni-stojan-constands-easy-vario-cerna-a534273-0?gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMIkfm6g_WBjAMV6cpEBx0ISDO3EAQYByABEgKlgvD_BwE. [cit. 2025-04-23].
- [55] 2ENERGY. Stojan na motorku MT3, 500 kg | HUMBERG (Zdroj: <https://2energy.cz>). Online. Dostupné z: <https://2energy.cz/produkt/stojan-na-motorku-mt3-500-kg-humberg/>. [cit. 2025-04-23].
- [56] AUTO KELLY. Ližina Kangaro + oblouk. Online. Dostupné z: <https://www.autokelly.cz/Product/DO-AGAD21998-000010/10598387>. [cit. 2025-04-23].

- [57] VAPP Pozinkovaný držák s automatickým zajištěním 2060/190 mm. Online. Dostupné z: https://www.zbozi.cz/vyrobek/vapp-pozinkovany-drzak-s-automatickym-zajistenim-2060-190-mm/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=css_pla_TP_0-5&utm_content=179001325388&gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMInN6N_sSCjAMVFJSDBx3u7gorEAQYFiABEgLu-fD_BwE. [cit. 2025-04-23].
- [58] Srovnání: Zrychlení 0-100 km/h VW Tiguan vs. konkurence 2025. Online. In: . Dostupné z: https://www.motorvize.cz/katalog/vw/tiguan/acceleration-0-100km-h/#google_vignette. [cit. 2025-04-23].
- [59] Rychlost. Online. In: . Dostupné z: <https://policie.gov.cz/clanek/uzemni-odbor-trutnov-dopravni-inspektorat-rychlost.aspx>. [cit. 2025-04-23].
- [60] MAMUTAN. Ruční lanový naviják s automatickou brzdou, do 360 kg. Online. Dostupné z: <https://www.manutan.cz/cs/mcz/rucni-lanovy-navijak-s-automatickou-brzdou-do-360-kg>. [cit. 2025-04-23].

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 Servisní motocyklové stojany [1]</i>	13
<i>Obrázek 2 Motocyklový stojan transportní [2]</i>	14
<i>Obrázek 3 Parkovací motocyklový stojan (plošina) [1]</i>	15
<i>Obrázek 4 Pákový zvedák motocyklů [2]</i>	16
<i>Obrázek 5 Dvounápravový přívěsný vozík [8]</i>	18
<i>Obrázek 6 Listové pružiny STARR (750 kg) [9]</i>	19
<i>Obrázek 7 Tažná spojka AL-KO [9]</i>	19
<i>Obrázek 8 Druhy mechanických převodů [11]</i>	20
<i>Obrázek 9 Příklady čelního ozubení vnějšího (vlevo) a vnitřního (vpravo) [10]</i>	22
<i>Obrázek 10 Záběr evolventních kol [13]</i>	22
<i>Obrázek 11 Popis ozubeného kola s přímými zuby [20]</i>	23
<i>Obrázek 12 Základní profil Z ozubený hřeben (tyč) [18]</i>	23
<i>Obrázek 13 Válcové šroubové soukolí [18]</i>	24
<i>Obrázek 14 Kuželové soukolí se spirálovitým (vlevo) s přímým ozubením (vpravo) [19]</i> ..	25
<i>Obrázek 15 Šnekové soukolí [18]</i>	25
<i>Obrázek 16 Varianty šnekových soukolí [12]</i>	26
<i>Obrázek 17 Převody třecí se stálým převodem [21]</i>	27
<i>Obrázek 18 schéma opásaného převodu se silovým stykem [22]</i>	27
<i>Obrázek 19 Ruční lanový naviják [25]</i>	28
<i>Obrázek 20 Elektrický lanový naviják [23]</i>	29
<i>Obrázek 21 Přehled metod konvenčních obrábění [29]</i>	30
<i>Obrázek 22 Nástroje pro frézování (frézy) [32]</i>	31
<i>Obrázek 23 Technologie AWJM [34]</i>	33
<i>Obrázek 24 Příklad hloubení technologii EDM [34]</i>	34
<i>Obrázek 25 Druhy svarových spojů [39]</i>	35
<i>Obrázek 26 Princip technologie svařování MIG/MAG [38]</i>	36
<i>Obrázek 27 Princip technologie svařování WIG [38]</i>	37
<i>Obrázek 28 Princip technologie svařování pod tavidlem [38]</i>	38
<i>Obrázek 29 Schéma elastické a plastické deformace [43]</i>	39
<i>Obrázek 30 Popruhy pro přepravu motocyklu [51]</i>	47
<i>Obrázek 31 Upínací pás [52]</i>	47
<i>Obrázek 32 Yamaha MT-10 2024-2025 Midnight Cyan [53]</i>	48
<i>Obrázek 33 Yamaha MT-10 2024-2025 Midnight Cyan [53]</i>	48
<i>Obrázek 34 Motocyklové váhadlo [54]</i>	49

<i>Obrázek 35 Stojan na motorku [55]</i>	49
<i>Obrázek 36 Ližina s obloukem [56]</i>	50
<i>Obrázek 37 Ližina s kolébkovým mechanismem [57]</i>	50
<i>Obrázek 38 Podstava (ze softwaru Solid Edge) [zdroj: vlastní]</i>	52
<i>Obrázek 39 Plech podstavy (ze softwaru Solid Edge) [zdroj: vlastní]</i>	53
<i>Obrázek 40 Plech podstavy (před povrchovou úpravou) [zdroj: vlastní]</i>	53
<i>Obrázek 41 Uchycení (ze softwaru Solid Edge) [zdroj: vlastní]</i>	54
<i>Obrázek 42 Uložení dílů svařence (výrobní zámky) [zdroj: vlastní]</i>	54
<i>Obrázek 43 Podstava mechanismu ukotvení [zdroj: vlastní]</i>	55
<i>Obrázek 44 Uchycení svařenec (před povrchovou úpravou) [zdroj: vlastní]</i>	55
<i>Obrázek 45 Páka zajištění (ze softwaru Solid Edge) [zdroj: vlastní]</i>	56
<i>Obrázek 46 Páka zajištění (před povrchovou úpravou) [zdroj: vlastní]</i>	56
<i>Obrázek 47 Upevňovací rám (ze softwaru Solid Edge) [zdroj: vlastní]</i>	57
<i>Obrázek 48 Svařenec upínací osy (ze softwaru Solid Edge) [zdroj: vlastní]</i>	58
<i>Obrázek 49 Svařenec upínací osy (před povrchovou úpravou) [zdroj: vlastní]</i>	58
<i>Obrázek 50 Stavitelné rameno (ze softwaru Solid Edge) [zdroj: vlastní]</i>	59
<i>Obrázek 51 Stavitelné rameno (před povrchovou úpravou) [zdroj: vlastní]</i>	59
<i>Obrázek 52 Čep zajištění – levý (ze softwaru Solid Edge) [zdroj: vlastní]</i>	60
<i>Obrázek 53 Čep pro vyměnitelný trn (ze softwaru Solid Edge) [zdroj: vlastní]</i>	61
<i>Obrázek 54 Příklady vyměnitelných trny (ze softwaru Solid Edge) [zdroj: vlastní]</i>	61
<i>Obrázek 55 Modifikace čepů – výroba 3D tisk [zdroj: vlastní]</i>	62
<i>Obrázek 56 Polyuretanová rolna 80 – 25/30 [zdroj: vlastní]</i>	62
<i>Obrázek 57 Motocyklový stojan (ze softwaru Solid Edge) [zdroj: vlastní]</i>	63
<i>Obrázek 58 Vytvoření sítě (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]</i>	66
<i>Obrázek 59 Fixace analyzované součásti (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]</i>	67
<i>Obrázek 60 Rozklad sil [zdroj: vlastní]</i>	67
<i>Obrázek 61 Složka síly (osa Y) (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]</i>	68
<i>Obrázek 62 Složka síly (osa Z) (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]</i>	68
<i>Obrázek 63 Výsledek celkové deformace (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]</i>	69
<i>Obrázek 64 Výsledek Von Misesovo napětí (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]</i>	70
<i>Obrázek 65 Vytvoření sítě (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]</i>	70
<i>Obrázek 66 Složka síly (osa X) (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]</i>	71
<i>Obrázek 67 Složka síly (osa Y) (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]</i>	71
<i>Obrázek 68 Výsledek celkové deformace – pohled 1 (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]</i>	72
<i>Obrázek 69 Výsledek celkové deformace – pohled 2 (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]</i>	72

<i>Obrázek 70 Výsledek Von Misesovo napětí – pohled 1 (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní] ..</i>	<i>73</i>
<i>Obrázek 71 Výsledek Von Misesovo napětí – pohled 2 (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní] ..</i>	<i>73</i>
<i>Obrázek 72 Schéma pro výpočet úhlu nájezdové rampy [zdroj: vlastní]</i>	<i>75</i>
<i>Obrázek 73 Ruční lanový naviják s automatickou brzdou do 360 kg [60]</i>	<i>76</i>
<i>Obrázek 74 Ruční lanový naviják s automatickou brzdou do 360 kg [60]</i>	<i>76</i>
<i>Obrázek 75 Ližina – podpora předního kola (ze softwaru NX) [zdroj: vlastní]</i>	<i>77</i>
<i>Obrázek 76 Komponenty motocyklového stojanu [zdroj: vlastní]</i>	<i>78</i>
<i>Obrázek 77 Uchycení [zdroj: vlastní]</i>	<i>79</i>
<i>Obrázek 78 Plechy podstavy [zdroj: vlastní]</i>	<i>79</i>
<i>Obrázek 79 Rychloupínací motocyklový stojan [zdroj: vlastní]</i>	<i>79</i>
<i>Obrázek 80 Upevňovací rám [zdroj: vlastní]</i>	<i>80</i>
<i>Obrázek 81 Rychloupínací motocyklový stojan [zdroj: vlastní]</i>	<i>80</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 Naměřené hodnoty os zadních kol motocyklů různých značek [zdroj: vlastní] ..</i>	<i>51</i>
<i>Tabulka 2 Kalkulace nákladů na povrchovou úpravu – zinkování</i>	<i>81</i>
<i>Tabulka 3 Kalkulace nákladů na normalizované díly</i>	<i>82</i>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

a – akcelerace/decelerace

$A_{\text{levý}}$ – plocha průřezu levého čepu

apod. – a podobně

$A_{\text{pravý}}$ – plocha průřezu pravého čepu

atd. – a tak dále

b – výška ložné plochy vozíku

c – délka nájezdové rampy

$d_{\text{levý}}$ – průměr levého čepu

DPH – daň z přidané hodnoty

$d_{\text{pravý}}$ – průměr pravého čepu

F – celková síla

F_g – gravitační síla

F_T – tahová síla

F_x – síla v ose x

F_y – síla v ose y

F_z – síla v ose z

g – gravitační zrychlení

K – bezpečnostní koeficient

Kč – koruna česká

kg – kilogram

ks – kusů

m – hmotnost

m/s – metr za sekundu

m/s^2 – metr za sekundu na druhou

M_k – kroutící moment

mm – milimetr

mm² – milimetr čtvereční

MPa – megapascal

N – newton

např. – například

Nm – newton metr

Rad/s – radián za sekundu

Re – mez kluzu

Re – mez kluzu

s – sekunda

t – čas

tzn. – to znamená

v – konečná rychlost vozidla

v₀ – počáteční rychlost vozidla

π – ludolfovo číslo

σ – napětí

σ_{dov} – dovozené napětí

τ_{dov} – dovozené střižové napětí

τ_{levý} – střižové napětí na levý čep

τ_{pravý} – střižové napětí na pravý čep

ω – úhlová rychlost

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Výkresová dokumentace

- 000-0000-000 Motocyklový stojan
- 001-0000-000 Podstava
- 001-0000-001 Plech podstavy
- 001-0000-002 Zajištění páka
- 002-0000-000 Rám upevnění
- 002-0000-001 Čep zajištění levý
- 002-0000-002 Čep zajištění pravý
- 003-0000-000 Uchycení levé svařenec
- 003-0000-001/004-0000-001 Uchycení
- 003-0000-002/004-0000-002 Podstava mechanismu ukotvení
- 004-0000-000 Uchycení pravé svařenec
- 005-0000-000/006-0000-000 Uchycení levé/pravé
- 005-0000-001/006-0000-001 Kolík 8 x 40
- 007-0000-000 Stavitelné rameno
- 007-0000-001 Trubka převlečná
- 007-0000-002 Trubka ramene
- 007-0000-003 Trubka zajištění
- 007-0000-004 Zpevnění
- 008-0000-000 Upínací osa svařenec
- 008-0000-001 Upevňovací tyč
- 008-0000-002 Trubka upínací osy