

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra Konstrukce strojů a zařízení

Návrh pracovní stoly na historické motocyklové motory

Design workbench for engines of historical motorcycles

Student:

Lukáš Chýlek

Osobní číslo:

CHY0072

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Tomáš Kubín, Ph.D.

Ostrava 2020

Zadání bakalářské práce

Student:	Lukáš Chýlek
Studijní program:	B2341 Strojírenství
Studijní obor:	2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace:	21 Konstrukce výrobních strojů a zařízení
Téma:	Návrh pracovní stoly na historické motocyklové motory Design Workbench for Engines of Historical Motorcycles
Jazyk vypracování:	čeština

Zásady pro vypracování:

Zpracujte konstrukční návrh montážní a zároveň testovací stoly pro motocyklové motory náležící do historické sbírky Moravskoslezského kraje. Navržené zařízení má sloužit potřebám Restaurátorské dílny na VŠB-TUO. Zpracujte průzkum obdobných zařízení na trhu, a jejich vhodnost pro zmíněnou sbírku. Navrhněte variantní řešení odpovídající konkrétním typům motorů. Pro nejlepší (nejuniverzálnější) variantu zpracujte podrobný 3D model. Proveďte kontrolu kritických uzlů a zpracujte výkresovou dokumentaci dle upřesnění vedoucího práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

- KALAB, K.: *Části a mechanismy strojů pro bakaláře: Části pohonu strojů*. 1. vydání VŠB-TU Ostrava, 2007, 91s. ISBN 978-80-248-1860-3
- DEJL, Z.: *Konstrukce strojů a zařízení 1. Spojovací části strojů. Návrh. Výpočet. Konstrukce*. Montanex a. s. Ostrava, 2000, ISBN 80-7225-018-3
- MORAVEC, V., HAVLÍK, J.: *Výpočet a konstrukce strojních dílů*. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2005, ISBN 80-248-0878-1
- NĚMČEK, M.: *Řešené příklady ČaMS Spoje*. 2. vydání. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2008, ISBN 978-80-248-1782-8

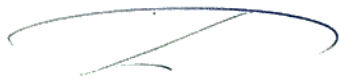
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Kubín, Ph.D.**

Konzultant bakalářské práce: Ing. Lukáš Kudrna

Datum zadání: 20.12.2019

Datum odevzdání: 18.05.2020



doc. Ing. Jiří Fries, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty



Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 18.5.2020



.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 18.5.2020



.....
Lukáš Chýlek

Jméno a příjmení autora práce: Lukáš Chýlek
Adresa trvalého bydliště: Skalice 325, Frýdek-Místek
738 01
Česká Republika

Anotace bakalářské práce

Chýlek L. *Návrh pracovní stoličky na historické motocyklové motory*. : Bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra konstrukce strojů a zařízení, 2020, 60 s. Vedoucí práce Ing. Tomáš Kubín, Ph.D.

Bakalářská práce se zabývá konstrukčním návrhem pracovní stoličky pro pohonné jednotky historických motocyklů ze sbírky Moravskoslezského kraje. Úvodní část popisuje jak jsem se dostal k tématu této práce a seznamuje nás s restaurátorskou dílnou. V další části se pojednává o průzkumu trhu obdobných, seznámení s problematikou a upřesnění konkrétních požadavků. Následuje představení variantních návrhů a podrobný popis vybraného řešení stoličky včetně popisu konkrétních parametrů a provozních záležitostí. V další kapitole byly provedeny pevnostní výpočty a MKP analýza vybraných kritických uzlů. V poslední části se pojednává o celkovém shrnutí a posouzení bakalářské práce.

Klíčové slova: stoličky, motory

Annotation of bachelor thesis

The bachelor's thesis deals with the design of a workbench for power units of historic motorcycles from the collection of the Moravian-Silesian region. The introductory part describes how I got to the topic of this work and introduces us to the restoration workshop. The next part deals with market research of similar, acquaintance with the issue and specification of specific requirements. The following is an introduction to variant designs and a detailed description of the selected stool solution, including a description of specific parameters and operational issues. In the next chapter, strength calculations and FEM analysis of selected critical nodes were performed. The last part deals with the overall summary and assessment of the bachelor's thesis.

Keywords: stools, engines

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů	8
Úvod	10
1. Shromáždění vstupních informací	11
1.1. Průzkum trhu	11
1.2. Typy rámu a uložení / specifikace sbírky	16
1.3. Dílna VŠB-TUO / vyjasnění požadavků	21
2. Konstrukční návrh	23
2.1. Variantní návrhy stolice	24
2.2. Popis vybraného návrhu stolice	26
2.3. Návrh nosného stolu stolice	35
2.4. Propočet ceny / shrnutí navrženého zařízení	37
3. Kontrolní výpočty	40
3.1. Kontrolní výpočty kritických uzlů	40
3.2. MKP analýza kritických uzlů	48
4. Závěr	57
Seznam použité literatury	59
Seznam příloh	61

Seznam použitých značek a symbolů

d	Jmenovitý průměr šroubu	[mm]
d_1	Malý průměr závitu	[mm]
d_2	Střední průměr závitu	[mm]
d_3	Průměr jádra šroubu	[mm]
d_{h1}	Malý průměr kužele hřídele	[mm]
d_{h2}	Velký průměr kužele hřídele	[mm]
d_s	Střední průměr kužele	[mm]
d_p	Průměr páky šroubového zvedáku	[mm]
$d_{\check{c}s}$	Průměr dřívku šroubu otočného čepu	[mm]
d_{ps}	Průměr náboje svěrné páky	[mm]
g	Tíhová síla	[m. s ⁻²]
F	Zatěžující síla	[mm]
F_o	Obvodová síla ve šroubu	[N]
f	Součinitel smykového tření	[-]
F_l	Síla lidské paže	[N]
F_n	Normálová síla	[N]
F_{max}	Maximální zatížení šroubu	[N]
F_u	Maximální nosnost svěrné páky	[N]
$F_{\check{c}max}$	Maximální síla ve šroubu otočného čepu	[N]
$F_{\check{c}m}$	Momentová síla šroubu otočného čepu	[N]
$F_{p\check{c}}$	Provozní síla ve šroubu otočného čepu	[N]
K	Kuželovitost	[-]
k	Součinitel bezpečnosti	[-]
k_s	Statická bezpečnost šroubu	[-]
l_t	Délka ramene těžiště motoru	[mm]
l_k	Jmenovitá délka kužele	[mm]
k_{dov}	Součinitel bezpečnosti pro svar	[-]
L_p	Délka páky šroubového zvedáku	[mm]
l_t	Rameno těžiště motoru od osy otočného čepu	[mm]
$l\check{c}$	Vzdálenost působiště síly od osy šroubu otočného čepu	[mm]
$lp\check{c}$	Délka dřívku šroubu otočného čepu	[mm]
M_t	Třecí moment v kuželovém spoji	[N. mm]
$M\check{c}$	Reakční moment vyvozený provozní silou otočného čepu	[N. mm]
m_m	Hmotnost motoru	[kg]
p	Měrný tlak kuželového spoje	[Mpa]
P	Rozteč závitu	[mm]
p_d	Dovolené napětí v tlaku	[Mpa]
$p\check{c}$	Tlak ve šroubu otočného čepu	[Mpa]
Re	Napětí na mezi kluzu	[Mpa]
W_k	Průřezový modul v krutu	[Mpa]
β	Úhel sklonu kužele	[°]

β_s	Svarový součinitel	[–]
γ	Úhel stoupání šroubovice	[°]
σ_{od}	Dovolené ohybové napětí	[Mpa]
σ_t	Tahové napětí	[Mpa]
$\tau_{/}$	Rovnoběžné smykové napětí ve svaru	[Mpa]
τ_{\perp}	Kolmé smykové napětí ve svaru	[Mpa]
τ_d	Dovolené napětí ve smyku	[Mpa]
τ_k	Napětí v krutu	[Mpa]
$\tau_{výsl}$	Výsledné smykové napětí ve svaru	[Mpa]
τ_{sdov}	Dovolené napětí ve stříhu	[Mpa]
$\tau_{sč}$	Napětí ve stříhu šroubu otočného čepu	[Mpa]
φ	Třecí úhel	[°]
φ'	Redukovaný třecí úhel závitu	[°]

Úvod

Už od malička mě automobily, motocykly a především ty historické velmi zajímaly. Považuji je za skvělou ukázkou techniky, neboť tyto stroje ať už historické, nebo moderní jsou spojením všeho s čím se můžeme ve strojírenství setkat. I proto jsem si nakonec vybral studium na střední průmyslové škole a později pokračoval v technickém zaměření i na Vysoké škole.

Při hledání vhodného téma pro bakalářskou práci jsem se dozvěděl o restaurátorské dílně v prostorách školy. Velmi mě to zaujalo neboť restaurováním motocyklů i vozů se zabývám ve svém volném čase s přáteli. Nabídka navrhnout pro tuto dílnu držák na její potřeby mě pro to zaujala.

Restaurátorská dílna Vysoké školy Báňské vznikl teprve před rokem za podpory Moravskoslezského kraje. Její náplní je restaurování především motocyklů ze sbírky akademika p. Rybičky, kterou v roce 2015 věnoval Moravskoslezskému kraji. Plán je ročně zrestaurovat alespoň jeden motocykl. Expozice motocyklů Moravskoslezského kraje je vyobrazena na Obr. 1

Mým cílem v této práci bylo navrhnout pracovní stoličku pro restaurátorskou dílnu s požadavkem použití pro co nejvíce druhů motorů, případně s přípravou na pozdější montáž jednoduchých přípravků, které zaručí upnutí i konkrétních pohonných jednotek se specifickým druhem uchycení.

Díky této práci jsem se seznámil s řešením reálných konstrukčních problémů. Také jsem nabyl vědomosti v oblasti předválečných motocyklů i jiných značek, než jsou jen ty československé, které mám ve svém oblíbené nejvíce.. Celkově věřím, že tato práce přinesla užitek pro obě strany.



Obr. 1 – Pohled na expozici motocyklů Moravskoslezského kraje

1. Shromáždění vstupních informací

Najít konkrétní pracovní stoličku pro mé použití, či-li s požadavkem na univerzálnost pro různé druhy historických motorů je poměrně složité. Nic konkrétního přímo pro tento účel na trhu nenajdeme. Našel jsem však deriváty různých řešení, které jsem použil jako inspiraci pro můj konstrukční návrh stoličky.

1.1. Průzkum trhu

Stoličky motorů motocyklů se dělí do 3 základních skupin:

a) PRACOVNÍ

Úkolem pracovní stoličky je po vyjmutí motoru z rámu umožnit jeho jednoduché a rychlé uchycení. Hlavním cílem stoličky je zlepšit ergonomii pro následující pracovní operace na motoru (repase, rozborka či drobné opravy a kontroly). Ta spočívá v umístění motoru v optimální výšce pro pracovníka a to buď vlastní konstrukcí, nebo položením celé stoličky na vhodný podstavec či stůl. Pro lepší přístup ke všem částem motoru je velká část stolic vybavená také funkcí naklopení motoru v držáku. Typická pracovní stolička je zobrazena na Obr. 2



Obr.2 – Montážní stoličky motorů pro malé kubatury [1]

b) ZKUŠEBNÍ

Zkušební stolice jakou lze vidět na Obr. 3 slouží k rychlému a bezpečnému spojení pohonné jednotky k dynamometru či jen samotné zkoušce funkčnosti motoru. Důraz je kladen na to, aby upevnění motoru ve stoličce bylo dostatečně pevné, šlo jej bez překážek obsluhovat a byla zajištěna vzájemná poloha vůči jednotce a dynamometru. Konstrukce stolice by měla taky dostatečně tlumit rázy a vibrace. Tyto stolice jsou vybaveny, nebo mají přípravu pro nádoby na provozní kapaliny, ovládací přístroje, případně je na nich namontováno i odvětrávací zařízení jako ochrana proti přehřátí.



Obr. 3 – Zkušební stolice připojena k dynamometru [2]

c) PREZENTAČNÍ

Tyto stolice se řadí mezi ty nejjednodušší. Na Obr. 4 lze vidět, že převážně se jedná o lehkou nosníkovou konstrukci, či jen podstavce jednoduchých tvarů.



Obr. 4 – Prezentační držák pro ukázkou motoru v řezu [3]

Pokud se podívám jak vypadá trh s pracovními stolicemi pohonných jednotek motocyklů, najdeme tyto typy konstrukcí. Vybíral jsem ty, které se svou koncepcí odlišují:

1)Univerzální stojan motoru MAROLO

Široké uplatnění pro různé druhy motorů větších kubatur. Nevýhodou je vysoká cena 18 150 Kč a jak vidíme na Obr. 5 nemožnost výškového nastavení. Tím jsou omezené možnosti použití pro motory s rozdílnou výškovou rovinou upevňovacích ok. Další nevýhodou je obtížná obsluha jedním člověkem.



Obr. 5 – Univerzální stojan motorů MAROLO [4]

2)Sloupový stojan OMCN 566

Na Obr. 6 je ukázán stojan OMCN. Výhodou stojanu je jeho přenosnost a skladnost. Dále se vyznačuje přívětivou cenou 7 170 Kč. Nevýhodou je byť univerzální upínací plocha, ovšem s maximálními upínací rozměry 400 x 300 mm. Takže pro motory větších kubatur zcela nevyhovující. Dále je znemožněn přístup k druhému boku motoru při upnutí.



Obr. 6 – Sloupový stojan OMCN [5]

3) Konzolový držák motorů MOTORSPORT PRODUCTS MX

Univerzální držák pro všechny druhy dvoutaktních a některé druhy čtyřdobých motorů. Zaujme velmi nízkou cenou 4160 Kč a jednoduchou konstrukcí. Z Obr. 7 je patrná nutnost umístění držáku na pracovní stůl pro zajištění optimální obsluhovací výšky. Jedním člověkem lze obtížně upnout do držáku pouze motory malých hmotností i rozměrů.



Obr. 7 – Konzolový držák motorů MOTORSPORT PRODUCT MX [6]

4) Držák motorů Jawa minor

Na Obr. 8 je pěkný příklad domácí tvořivosti. Tato stolice slouží především, jako stolice testovací



Obr. 8 – Držák motorů Jawa Minor [7]

Zhodnocení průzkumu trhu:

Najít konkrétní pracovní stolicí pro potřeby restaurátorské dílny, či-li s požadavkem na univerzálnost pro různé druhy motorů s oddělenou převodovkou je poměrně složité. Nic takového na trhu nenajdeme, můžeme však najít různá řešení, které jsem použil jako inspiraci pro můj konstrukční návrh stolice.

Při průzkumu trhu jsem našel několik typů dnes vyráběných stojanů. Většina z nich je, ale určena pro úzké portfolio motorů. Pro mé účely jsem nenašel žádný stojan, který by byl vhodný pro pohonné jednotky ze sbírky motocyklů Pana Rybičky. Největší problém vidím v omezeném rozsahu délkového nastavení a v malé univerzálnosti pro ostatní motory. Běžná cena pracovních stolic se pohybuje okolo 10 000 Kč. Mnoho stolic také nemá vyřešené natáčení motoru pro lepší přístup během pracovních a servisních úkonů na motorech. Další problém proč snad žádná z pracovních stolic dostupná na trhu není vhodná pro potřeby restaurátorské dílny je, že nemají jakkoliv vyřešenou manipulaci s motorem pro upnutí ke stolici. Ať už ve formě zdvihacího mechanismu, nebo jeřábu. Byla by proto nutná obsluha 2 a více pracovníky, nebo vyřešit tento problém návrhem vlastního zdvihacího mechanismu. To by však mohl být vzhledem k zástavbovým parametrům stolice problém.

1.2. Typy rámu a uložení / specifikace sbírky

Motory historických motocyklů/typy uložení

Jedná se o 1-2 válcové vzduchem chlazené motory o objemu od 125-650 ccm přičemž nejčastější zastoupení mají motory o objemu 350 ccm. Hlavní rozdíl mezi dnešními motory je převodovka, která je v rámu uložena za motorem jako samostatná skříň. Z převodové skříně se přenáší krouticí moment na zadní kolo pomocí řetězu na rozetu, výjimečně i řemenem. Další odlišností historických a dnešních motorů je způsob chlazení. V minulosti drtivě převažovaly vzduchem chlazené motory. Dnes se od tohoto způsobu téměř zcela upustilo a motocykly byly postupně vybavovány kapalinou chlazeným agregátem s chladičem.

Pro další postup práce je důležité si stanovit největší upínací rozměry motoru. Největší motor ze sbírky má upínací oka vzdálené od sebe 500 mm, největší šířka uchycovacího oka pak činí 300 mm. Při určení maximálního zatížení stolice budu vycházet z nejtěžšího motoru ze sbírky pana Rybičky, tím je Triumph 500 OHV o váze motoru 40 kg

Typy uložení :

Jsou tyto základní způsoby uložení:

1) Uzavřený trubkový rám s oky na dolních podpěrách

-Na Obr. 9 je vidět, že motor je zde vložen ze shora a uložen na spodních patkách rámu. Toto řešení uložení je spíše ojedinělé a používalo se pro motory velkých objemů-



Obr. 9 - Indian 600 OHV Scout 1929

2) Uzavřený trubkový rám s uložením na spodním oku

Na Obr. 10 je vidno podobné řešení uchycení rámu, jako na Obr. 9, avšak tady motor není položen na dolních patkách, ale zachycuje se prostřednictvím šroubů mezi uchycovací oka. Za zmínku stojí Obr. 11, kde je zobrazeno spojení motoru a oddělené převodovky téhož motocyklu pomocí přípojného držáku.



Obr. 10 – Rám motocyklu BSA 550 SV 350 model 1933



Obr. 11 – Motor s převodovkou motocyklu BSA 550 SV 350 model 1933

3) Otevřený trubkový rám s oky

U tohoto typu uložení se motor montuje do rámu zespod za uchycovací oka vepředu a vzadu jako je zobrazeno na Obr. 12



Obr. 12 – Uložení motoru motocyklu Triumph 550 model 1929

4) Částečně uzavřený trubkový rám se spojovací nosíkem

Pro motocykly s tímto typem uchycení platí, že motor se vkládá do rámu z boku. Na Obr. 13 je patrné, že motor a rám je spojen částečně vzadu přes klasické uchycovací oka a vepředu je spojení vytvořeno přes pomocný nosník, který zároveň vyztužuje jinak otevřený rám.



Obr. 13 – Ariel 500 OHV [8]

5) Uzavřený rám z lisovaných trubek

Typický pro motocykly Jawa 125-350 z let 1954-1974. Na Obr. 14 je vidět, že se jedná o velmi jednoduchou konstrukci a motor se připojuje k rámu pomocí přídavných postranních plíšků.



Obr. 14 – Rám motocyklu Jawa 350

Typy pohonných ústrojí motocyklů:

Dle doby spalování: a) dvoudobé

b) čtyřdobé

Dle způsobu chlazení: a) vzduchem chlazené

b) chlazené kapalinou s chladičem

Dle způsobu přenosu točivého momentu na kolo a) rozeta s řetězem

b) řemen s řemenicí

Dle umístění převodového ústrojí: a) oddělená převodová skříň

b) převodové soukolí jako součást karteru motoru

Sbírka motocyklů moravskoslezského kraje:

Miroslav Rybička je uznávaný akademický sochař. Autor mnoha portrétu a bust našich slavných osobností. Mezi jeho nejzdařilejší díla patří busta Petra Bezruče v Jistebníku. Jeho celoživotní vášní je sběratelství historických vozidel a především motocyklů. V roce 2015 se rozhodl věnovat 41 svých nejvzácnějších motocyklů moravskoslezskému kraji. Mezi největší unikáty sbírky patří La Mondiale Super Sport 500 Chaise Motor, jehož bylo vyrobeno pouze 7 kusů. Titul nejstaršího stroje drží Douglas 2 z roku 1914. Sbírka sídlí ve své stále expozici v pavilonu C na černé Louce v Ostravě. Vysoká Škola Báňská nedávno navázala spolupráci s moravskoslezským krajem. Výsledkem této spolupráce bylo vybudování unikátní restaurátorské dílny, kde se každoročně zrestauruje minimálně jeden motocykl ze sbírky. Mimo to se do tohoto projektu zapojují i studenti, kteří si zde mohou osvojit metodické postupy restaurování, podrobné 3D skenování motocyklů, ale i praktické a manuální práce na strojích.

1.3. Dílna VŠB-TUO / vyjasnění požadavků

Restaurátorská dílna Vysoké školy Báňské vznikla před rokem za podpory Moravskoslezského kraje. Její náplní je restaurování motocyklů ze sbírky akademika p. Rybičky, kterou v roce 2015 věnoval Moravskoslezskému kraji. Plán je ročně zrestaurovat alespoň jeden motocykl.

Dílna VŠB-TUO sestává z místnosti cca 6x3 metrů. Při pohledu do dílny na Obr. 15 je ukázáno, že místnost je vybavena 2 pracovními stoly, zvedací plošinou uprostřed místnosti a vzduchotechnikou. Dále zde nalezneme soustruh a stojanovou vrtačku.

Dílnenské stoly jsou složeny z jednoduchých svařených ocelových profilů doplněnou šuplíky se skříňkami a pracovní plochu tvoří dřevěná deska.



Obr. 15 – Restaurátorská dílna VŠB-TUO

Dosavadní stav:

Doposud dílnenské práce na motocyklech probíhaly tak, že pohonná jednotka byla vyjmuta z rámu motocyklu a následně položena na jeden ze dvou dílnenských stolů. Na něm se poté prováděly veškeré montážní a servisní úkony. Největší nevýhodou současného stavu byla nulová stabilita motoru při průběhu prací a také špatná ergonomie, neboť pro velkou část úkonu bylo potřeba jednou rukou přidržovat agregát. Proto vznikl požadavek restaurátorské dílny pro pracovní stoličky, která by usnadnila a zlepšila stávající podmínky, mimo jiné, aby byl motor pevně uchycen a pro práci byly k dispozici obě volné ruce. Mělo by být dbáno i na hmotnost zařízení aby jej bylo možno přemísťovat jedním člověkem. Dále by měl být zajištěn dobrý přístup ke všem částem motoru motocykl a celkové usnadnění práce.

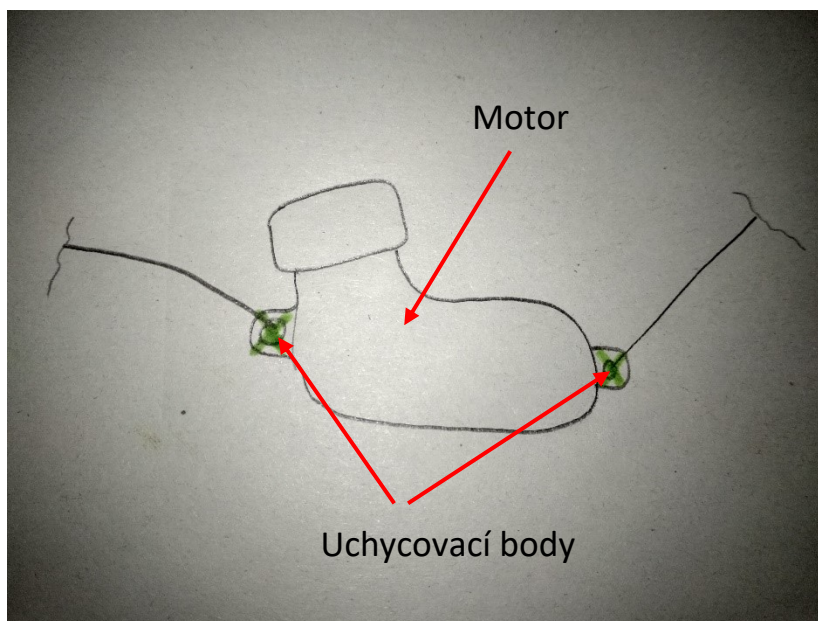
Požadavkový list:

- maximální rozsah upnutí 500 mm na délku a 300 mm na šířku
- minimální rozsah upnutí 230 mm na délku a 20 mm na šířku
- nosnost do 50 kg
- obsluha zařízení 1 člověkem
- hmotnost zařízení do 15 kg
- možnost upnutí na dílenský stůl o rozměrech 600 x 1000 mm, nebo na individuální stůl vlastní konstrukce
- výrobní cena zařízení do 12 000 Kč
- optimální pracovní výška (vzdálenost těžiště motoru od země) od 800 do 1000 mm
- umožnit snadný přístup ke všem částem motoru
- zajistit spolehlivé a pevné upnutí
- odolnost zařízení vůči mechanickému poškození
- snadná montáž a demontáž zařízení
- dobrá skladnost zařízení
- jednoduchá výroba zařízení

Po průzkumu typů uložení a způsobů uchycení motorů lze říci, že konstrukce ani způsoby uložení motorů v rámu motocyklů se nijak zásadně neliší. V drtivé většině je motor uložen na uchycovacím oku, které jsou součástí odlitku karteru motoru a skrze ně je veden šroub s maticí, jež slouží k upevnění k samotnému rámu. Jediným omezujícím faktorem jsou proto rozdílné rozměry a tvarové odlišnosti jako výstupky na bloku motoru, umístění válce a hlavy motorů, sklon uložení válců, umístění karburátoru a jiné.

2. Konstrukční návrh

Při návrhu konstrukce stojanu jsem dbal na jednoduchou a účelovou konstrukci. Po zjištění způsobu uchycení motorů k rámcům a konzultacích s restaurátorskou dílnou jsem dospěl k názoru, že motor bude stačit uchytit na dvou bodech (přední a zadní oko) jak je znázorněno na Obr. 16.

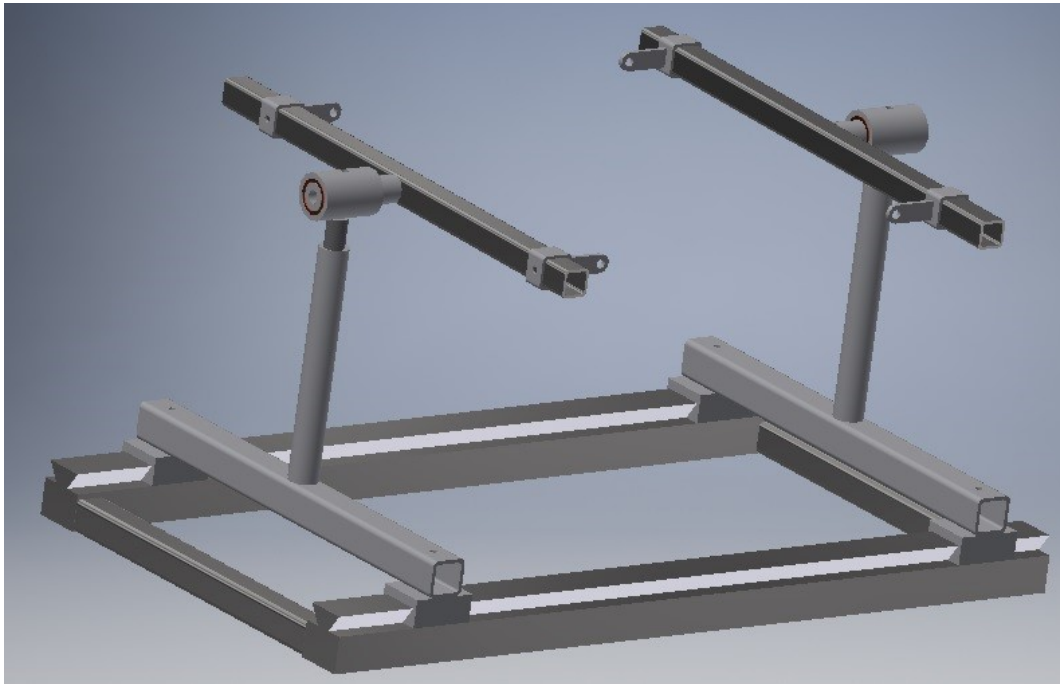


Obr. 16 – Schéma předpokládaného uchycení motoru motocyklu při pohledu z boku

Vytvořil jsem 3 variantní návrhy, ze kterých jsem po zvážení všech kladů a záporů vybral ten nejvhodnější a nejvšestrannější. Návrhy byly tvořeny s ohledem, aby bylo možno na stoličce uchytit všechny možné typy motorů ze sbírky. Může se stát, že pro některé ojedinělé motory s tvarovými zvláštnostmi nebude možné stoličce použít. I na tento fakt jsem se snažil myslet a navrhoval jsem stoličce s ohledem na to, aby byla možnost v průběhu času uchytit i odlišný motor jednoduchou konstrukční úpravou, případně záměnou dílu, nebo prvku.

2.1. Variantní návrhy stoličky

1) Variantní návrh č.1



Obr. 17 – Variantní návrh pracovní stoličky č.1

Na Obr. 17 je ukázán první variantní návrh stoličky. Tento návrh se skládá ze dvou rybinových drážek, vyfrézovaných z ploché tyče, které slouží pro pojezd 2 upínacích konzol. Aretace posuvu po rybinové drážce je zajištěna šroubem, který je umístěn v matici konzole. Stolička má i výškové nastavení pro případ rozdílné horizontální polohy upevňovacích ok. To je řešeno trubkou s trapézovým závitem díky ní je možno regulovat vzdálenost ok od nulové polohy. Nastavení potřebné šířky pák je vyřešeno 4 hranou tyčí, na kterém pojíždí o milimetr větší 4hraná tyč. Aretace proti posunutí je zajištěna šroubem, který vytvoří tvarovou i třecí vazbu. S uchyceným motorem je možno otáčet o 45 stupňů, jelikož trubka vrchní částí upínky je uložena v pouzdře, kterým prochází aretační kolík.

Výhody varianty č.1 :

-jednoduchost

Nevýhody varianty č.1 :

-velká hmotnost především rybinových drážek

-nemožnost nastavení rovnoběžnosti dvou vedení (velký nárok na přesnost výroby)

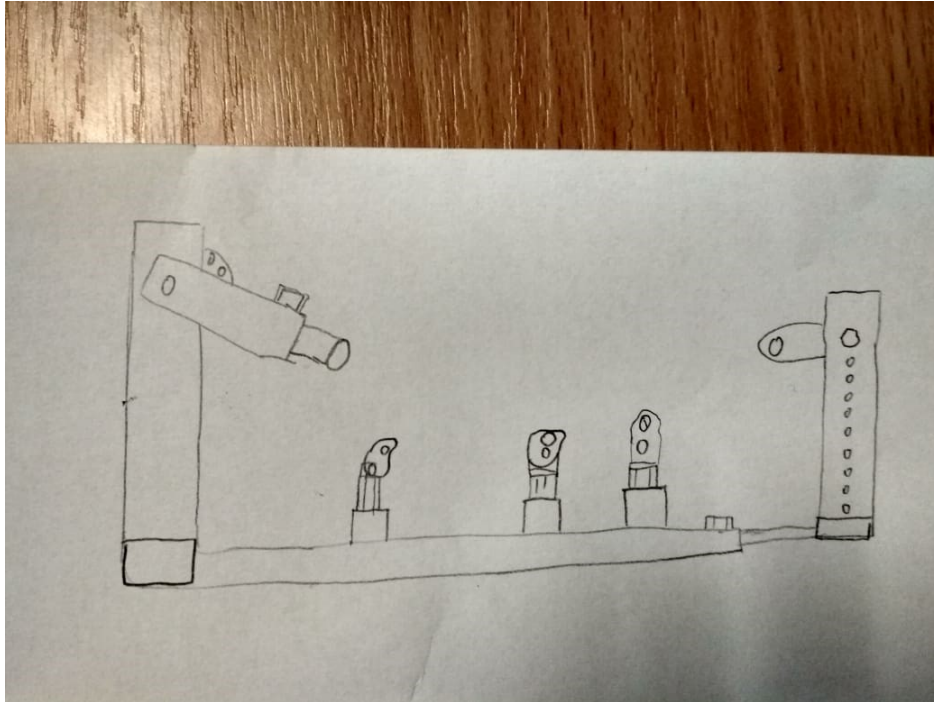
-drahá výroba rybinové drážky

-nespolehlivé zajištění posouvajících trubek šroubem (časem může dojít k otláčení)

-možnost otáčení motoru jen v případě sousostnosti obou otočných pouzder

-nespolehlivé polohování natáčení aretačním kolíkem (velká vůle, která může vadit při pracovních úkonech)

2) Variantní návrh č.2



Obr. 18 – Variantní návrh pracovní stoličky č.2

Na Obr. 18 je znázorněn druhý variantní návrh. Nosný rám stoličky se skládá z ocelových profilů. Ten je dělen na 2 části. Levá část má rameno umístěné pomocí čepu na trubce obdélníkového profilu a samotné rameno v sobě má menší profil s navařeným okem, se kterým lze pomocí zajišťovacího šroubu nastavovat délku ramena. Naklápění motoru se zajišťuje pomocí aretačního kolíku zasouvajícího se do navařené příruby s otvory. Pravá část stoličky, která se zasouvá do levé a lze tím nastavovat vzdálenost ok obsahuje uprostřed rozřízlý obdélníkový profil. V něm se pohybuje nahoru a dolů patka s otvorem pro oko. Výšková aretace patky je zajištěna šroubem, který se skrze ní zasouvá do několika vyvrtaných otvorů ve vnějším profilu.

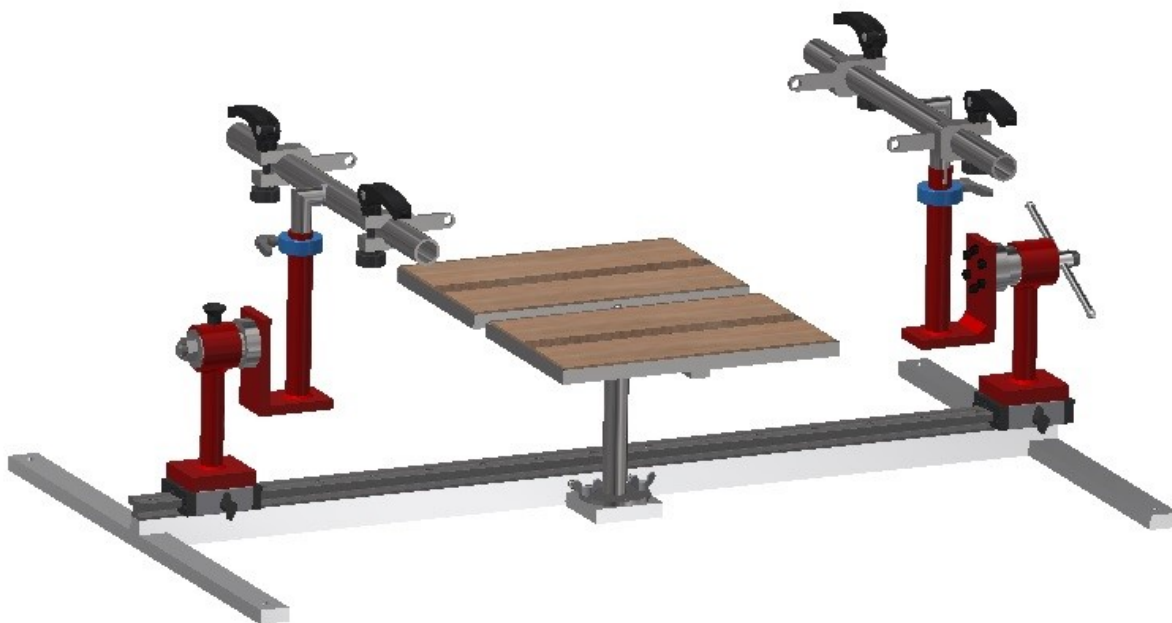
Výhody varianty č.2 :

- oproti variantě č.1 levnější
- oproti variantě č.1 menší hmotnost

Nevýhody varianty č.2 :

- nelze s motorem natáčet
- horší ergonomie při upínání a nastavení optimální polohy
- ve výjimečných případech nelze stoličku snadno upravit pro konkrétní typ motoru

2.2. Popis vybraného návrhu stolice



Obr. 19 – Celkový pohled na pracovní stolicí

Hlavní část pracovní stolice, která je vyobrazena na Obr. 19 tvoří hliníková podstava. Na ní je připevněno lineární vedení se dvěma aretačními pojezdy. To umožňuje maximální délkový rozsah upínacích ploch až 530 mm. Ke každému vozíku je pomocí 4 šroubů upevněno upínací rameno. To je tvořeno příložkou, na které je navařeno ocelové pouzdro. V nich je uložen čep s přírubou. Čep na levé straně je zajištěn maticí. Upnutý motor lze natáčet o 45 stupňů díky aretačnímu kolíku, který prochází pouzdrům a vyvrtanými otvory v čepu. Pouzdro na pravé straně má kuželový sklon, jenž zajišťuje v případě utáhnutí páky třecí vazbu. Díky tomu při naklopené poloze motoru zmizí vůle, které by zde jinak byly při použití pouhých aretačních kolíků. Pravé pouzdro je navrženo tak, aby samotné zachytilo netěžší motor ze sbírky v natočeném stavu. Aretace zástrčným kolíkem v levém pouzdru tak plní spíše pojišťovací funkci a motor lze v zajistit, v jakémkoliv úhlu naklopení. K otočným čepům jsou pomocí 6 šroubů M6 připevněny konzoly s navařenou trubkou. V něm je vložena menší výsuvná trubka. S tou lze posouvat nahoru a dolů a zajistit v jakémkoliv poloze díky svěrnému upínacímu kroužku. Ta vytvoří dostatečně velkou třecí vazbu pro zachycení. Celé řešení tak v podstatě funguje na principu běžného stavitelného sedátka známé například z jízdních kol. Na horizontálně navařené trubce jsou umístěny dvě svěrné upínací páky s otvory pro šroub k uchycení upevňovacího oka motoru. Tyto svěrky opět pracují na principu svěrného spoje. Dostatečné sevření zajišťují rychloupínací šrouby M8 x 50. Tímto způsobem lze nastavovat potřebný rozchod pro upínací oko. Celá stolice navíc obsahuje šroubový zvedák s roštem na který se pokládá motor při upnutí a vyjmutí motoru. Šroubový zvedák je připevněn na příložce dvěma šrouby s křídlovou hlavou pro rychlé odejmutí ze stolice. Tato příložka je připevněna k hliníkové podstavě 2 šrouby M5. Stolicí je možno položit na dílenský stůl. Její rozměry byly

navrhovány s ohledem na rozměry těchto stolů. Pro větší stabilitu je doporučeno celou stolicí připevnit k dílenskému stolu čtyřmi šrouby M6. Další možností je pak stolicí upevnit na separátní stůl vlastní konstrukce.

Výhody oproti předešlým variantním návrhům:

Oproti předešlým variantním návrhům má tento vybraný několik výhod. Díky použití lineárního vedení s pojezdem ušetřím váhu i cenu. Náklady za frézovací operace by byly daleko větší, než v případě tohoto vedení, které stojí 1995 Kč. Díky použití pouze jednoho pojezdu uprostřed také odpadá nutnost vzájemného vymezení rovnoběžnosti dvou pojezdů.

Jako další přínos vidím výškové a šířkové nastavení stolice pomocí svěrného spoje. Toto řešení je ve srovnání s předešlými návrhy praktičtější, spolehlivější a velmi tím zvýšíme i životnost. Mimo to si lze svěrné příložky na trubce jakkoliv naklopit ve směru nahoru i dolů, čímž se ještě zvyšuje univerzálnost této stolice pro ještě více druhů motorů s atypickým uchycením a je větší šance, že se dostaneme do obtížněji přístupných uchycovacích bodů na motoru. Poslední nezanedbatelná výhoda je systém natáčení stolice pomocí kuželového svěrného spoje. Díky tomuto řešení prakticky zmizí jakákoliv vůle, která by nastala v případě aretace polohy pouhým kolíkem a také lze motor zajistit v jakékoliv nakloněné poloze.

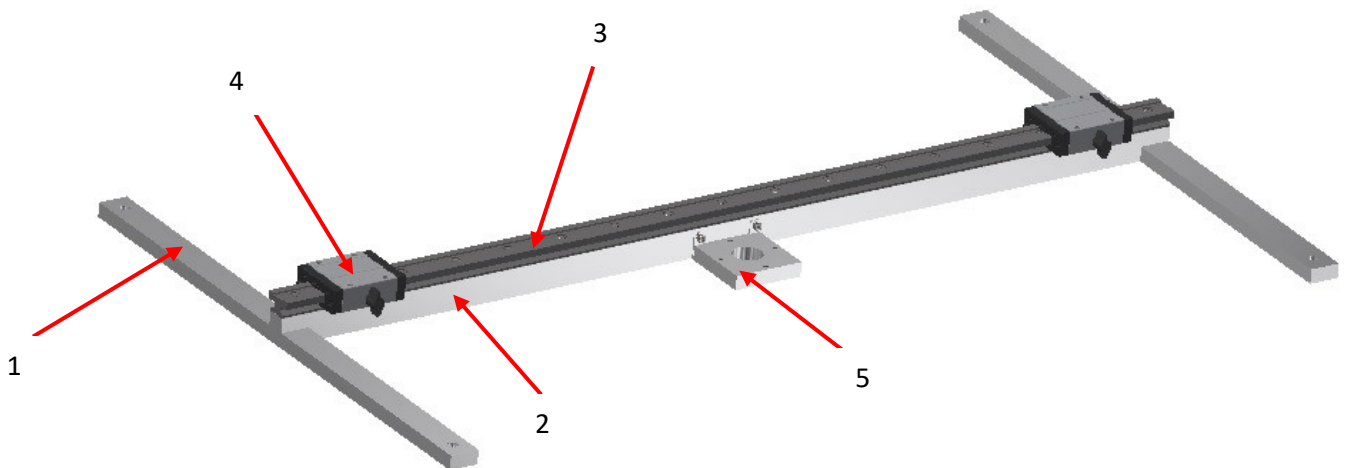
Popis obsluhy pracovní stolice:

Motor demontovaný z rámu se položí na šroubový zvedák. Pomocí páky se rošt zvedáku vynese do požadované výšky. Následně přiblížíme oba pojezdy na požadované místo. Výsuvné držáky vysuneme do potřebné výšky a jejich polohu zajistíme upínacími kroužky se svěrnou pákou. Následně přiblížíme svěrné páky na trubce do požadované polohy vzdálenosti a zajistíme rychloupínacím svěrným šroubem. Zajistíme i polohu na pojezdu lineárního vedení. Poté již můžeme upínacími oky a svěrnou pákou provléct šroub a ten upevnit podložkou s maticí pro vypadnutí. Šroubový zvedák pak můžeme spustit opět do své nejnižší polohy a můžeme zahájit pracovní úkony na pohonné jednotce. Pro pohodlný přístup ke všem částem motoru můžeme motor naklopit o každých 45 stupňů tím, že povysuneme aretační pružný kolík v levém pouzdře, naklopíme motor do požadované polohy a kolíkem opět zajistíme. Ruční pákou dotáhneme svěrný kužel v pravém pouzdře. Pohonnou jednotku je možno zajistit i v jiné poloze než co 45 stupňů v případě, že pro aretaci použijeme pouze pravé pouzdro se svěrným kuželem. Tento způsob je ale určen pouze pro například vizuální kontrolu motoru a podobně. V případě provádění montážních a servisních prací na motoru v nakloněném stavu zajištěném pouze svěrným kuželem hrozí překonání zachycovací třecí vazby v pouzdře vlivem působení dynamických sil. Svěrný kužel je navrhnout, aby byl samosvorný a po povolení ruční páky bylo možné s motorem opět naklápět. V případě, že chceme naklopit motor o větší zástavbových rozměrech, doporučuje se vyjmout šroubový zvedák, aby nedošlo ke kolizi roštu zvedáku s pohonnou jednotkou. Pro tyto účely je patka šroubového zvedáku přichycena k příložce pouze dvěma šrouby M6 s křídlovou hlavou a lze tak rychle a jednoduše zvedák vyjmout či opět připevnit.

Vyjmutí pohonné jednotky z pracovní stolice je pak opačný postup upnutí viz. předešlý odstavec.

Podrobný popis jednotlivých částí stolice :

a) Nosný rám s lineárním vedením

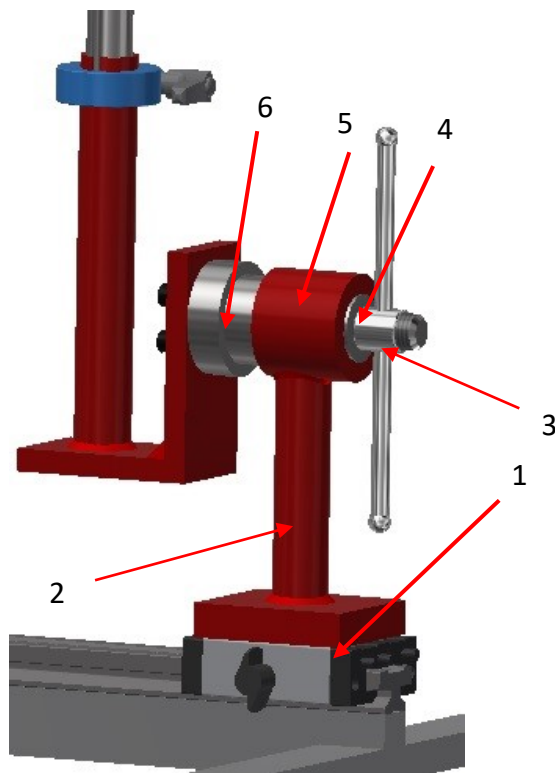


Obr.20 – Nosný rám stolice s lineárním vedením

Na Obr. 20 je zobrazen nosný rám, který tvoří dvě nohy o rozměrech 600 x 15 x 31 mm (1), materiál EN AW-2030 T4 z polotovaru tyč hliníková čtvercová lisovaná rozměr 32 z nabídky firmy Feron. K nim je koutovým svarem připevněna nosná podstava lineárního vedení (2) ze stejného polotovaru o rozměrech 30 x 20 x 1000 mm. Pro upevnění lineárního vedení slouží 17 děr se závitem M5x14. Pro upevnění příložky šroubového zvedáku jsou uprostřed boční strany nosné podstavy vyrobeny dvě díry se závitem M5. Ty slouží k upevnění hliníkové příložky pod šroubový zvedák. (5)

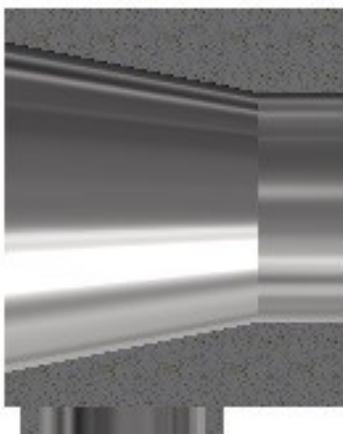
Pro nastavení požadovaného vzájemné vzdálenosti upínacích ok bylo použito hliníkové lineární lišta s kolejnici TS-01-20 (3) a dva vodící vozíky s možností fixací pohybu TW-01-HKA (4) z nabídky společnosti IGUS. Kolejnice je k nosnému rámu připevněna 17 šrouby se imbusovou hlavou M5x22 ČSN 02 1143 Katalogový list kolejnice a vozíků společnosti IGUS je k nahlédnutí v Příloze A a B

b) Pravé rameno stolice

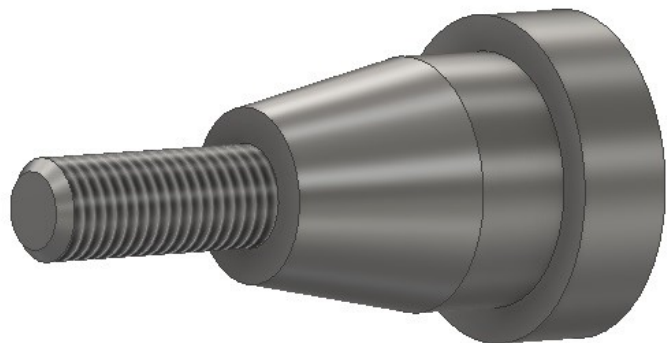


Obr. 21 – Pravé rameno stolice

Na Obr. 21 je znázorněno otočné pouzdro, které je tvořeno příložkou (1) z polotovaru 70x15 EN 10058 se 4 otvory se závitem M5. K příložce je koutovým svarem připojena nosná trubka (2) 24x2,0 ČSN 6711.21. Na tuto trubku navazuje přivařené ocelové pouzdro (5) soustružené z polotovaru TYČ Ø50x40 EN 10060. V něm je uložen kuželový čep (6) s kuželovitostí 1:2,5. Konec čepu tvoří závit M16, který je samosvorný. Součástí práce je Příloha I s výrobním výkresem tohoto čepu. Na šroub je navlečena soustružená opěrná podložka (4) vnitřního průměru 16,5 a vnějšího 30 mm a dvouramenná ruční páka se závitem M16 (3) o délce jednoho ramene 80 mm. Celé pravé rameno stolice je upevněno k vozíku 4 šrouby s imbusovou hlavou M5x30. Na Obr. 22 je ukázané kuželové pouzdro v řezu a na Obr. 23 pak samotný kuželový čep.

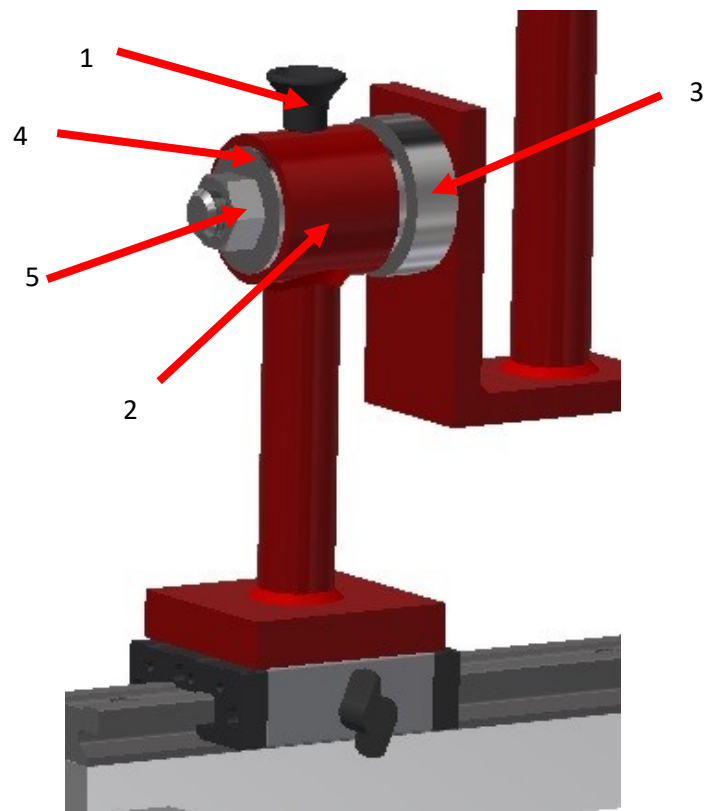


Obr. 22 – Pohled na pouzdro v řezu



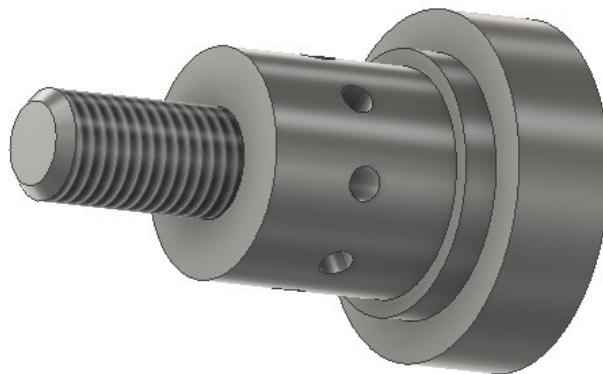
Obr. 23 – Kuželový čep

c) Levého rameno stolice



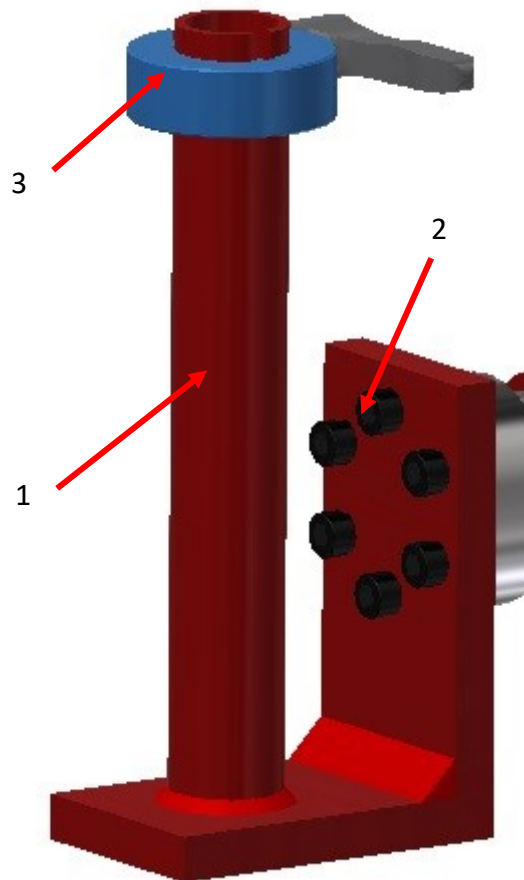
Obr. 24 – Levé rameno stolice

Levé rameno stolice se od pravého liší pouze pouzdem a otočným čepem, který je v něm uložen. Jeho vnější rozměry jsou shodné, ale vnitřní tvar pouzdra není kuželový, nýbrž válcový. Namísto kuželového spoje zde je zamezeno naklopení zástrčným čepem (1) K0365.6025 z nabídky firmy Marek Industrial a.s. (katalogový list zástrčného čepu viz. Příloha E), který se skrze pouzdro (2) zasouvá do vyvrtaných otvorů ve válcovém čepu (3), který je zobrazen na Obr. 25. Proti vysunutí v axiálním směru je čep zajištěn na jedné straně maticí M16 ČSN 02 1402 (4) se speciálně soustruženou podložkou (5), na druhém konci pak osazením.



Obr. 25 – Levý válcový čep

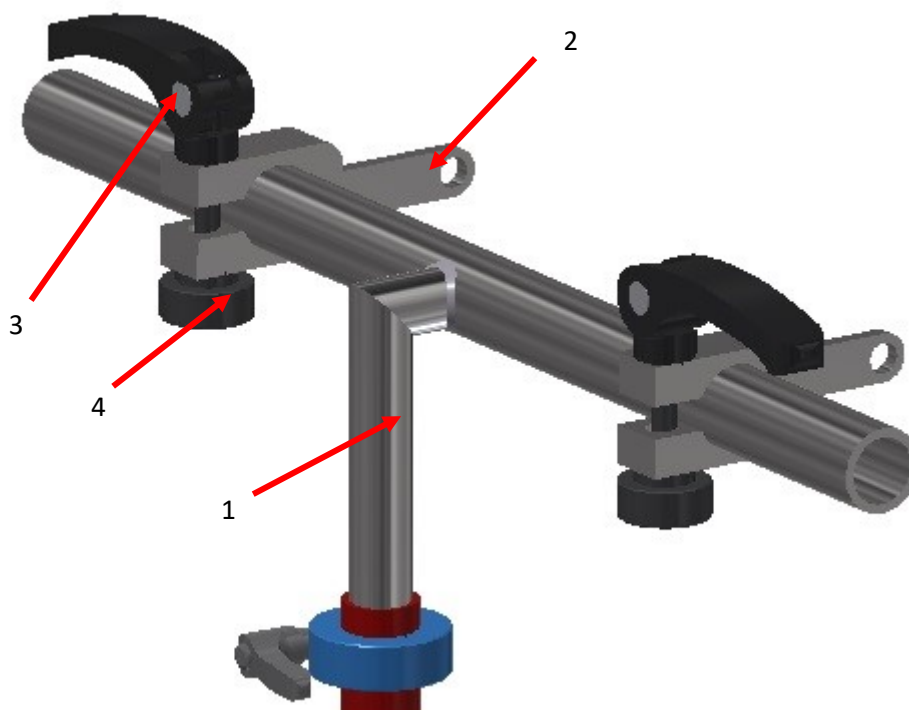
d) Konzola ramene



Obr. 26 – Konzola pravého ramene

Na Obr. 26 je zobrazena konzola ramene. Každé ze dvou ramen pracovní stolice se skládá ze svařence konzoly (1), ten je tvořen dvěma tyčemi obdélníkového průřezu 100 x 50 a 80 x 50 mm tloušťky 10 mm přivařených kolmo k sobě koutovým svarem. K této konzole je navařena trubka průměru 25x2,5 mm ČSN 42 6711.21. Na jejím horním konci je nasazen upínací kroužek se svěrnou pákou (3) KIPP K0611.12501 z nabídky firmy MAREK INDUSTRIAL a.s. Katalogový list kroužku je k dispozici v Příloze F. Celá konzole je k otočnému čepu přichycena šesti lícovanými šrouby M6x22 4.6 ISO 7379 s imbusovou hlavou (2) které jsou zašroubovány v otočném čepu.

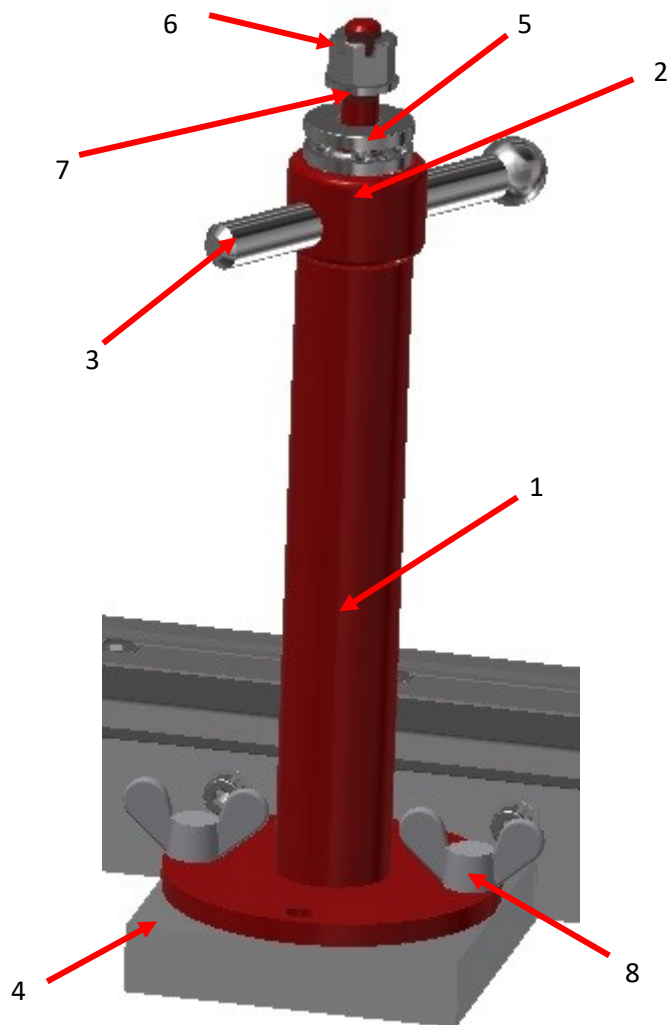
e) Výsuvný držák ramene



Obr. 27 – výsuvná část ramene

Jak lze vidět na Obr. 27, držák se skládá z nosné části (1), která je tvořena dvěma svařenými trubkami průměru 20 mm a tloušťky 2,4mm a na ně horizontálně přivařená trubka rozměr 28x3 mm délky 450 mm ČSN 42 6711.21. Na této trubce se mohou pohybovat svěrné páky (2). Dostatečný sevření trubky v pákách obstarávají rychloupínací šrouby LAC 80.p M8x50 (3) s rýhovanou maticí LAC M8 (4) z nabídky firmy ELESA+GANTER. Katalogový list šroubu a matice je uveden v Příloze C a D. Zasouvací trubka nosné části se poté bude lapovat na rozměr 19,8 mm pro bezproblémový pohyb v trubce konzoly.

f) Šroubový zvedák s roštem



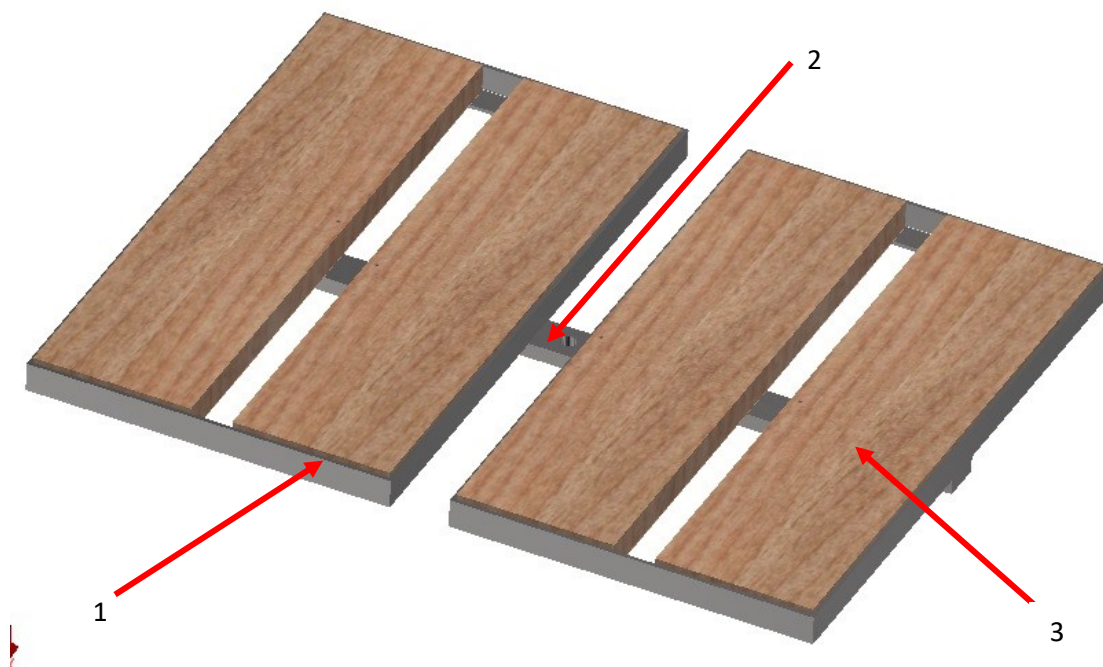
Obr. 28 – Spodní část šroubového držáku

Na Obr. 28 je vyobrazeno těleso zvedáku, které tvoří trubka (1) o vnějším průměru 25 mm, délky 140 mm s vnitřním trapézovým závitem TR16x2 o délce 40 mm. Šroub zvedáku (2) se závitem o délce 160 má soustruženou hlavu a skrze její otvor prochází páka zvedáku (3) průměru 10 mm s délkou 80 mm. Na hlavě šroubu je vysoustruženo osazení zakončené závitem M8. Na toto osazení je nasunuto jednosměrné axiální ložisko ZKL 51100 (5) na kterou je uložen odkládací rošt šroubového zvedáku. Díky tomu lze otáčet pohybovým šroubem, ale rošt zůstane ve své poloze bez otáčení. Celý rošt je proti vypadnutí zajištěn korunovou maticí M8 ČSN 02 1411 (6) se závlačkou a podložkou M8 ČSN 02 1702 (7). Těleso zvedáku je položeno na hliníkové příložce s patkami (4) a pro rychlé vyjmutí zajištěno dvěma šrouby s křídlovou hlavou M6x16 (6). Příložka je přichycena k rámu dvěma imbusovými šrouby M6x16 ČSN 02 1365 (8). Zvedák má rozsah vysunutí 0-160. Výrobní výkres šroubu zvedáku je k dispozici v příloze J.



Obr. 29 – Pohle na těleso zvedáku v řezu

Na Obr. 30 je vyobrazen rošt šroubového držáku. Skládá se ze svařených profilů tvaru L (1) DIN 59370 15x2 délky 185 a 300 mm. Tyto 2 konstrukce jsou koutovým svarem přivařeny k nosné podpěře (2) ČSN 42 6522 20x8x400 mm. Rošt je opatřen výdřevou ze 4 desek o rozměru 80x15x294 mm (3).



Obr. 30 – detail roštu

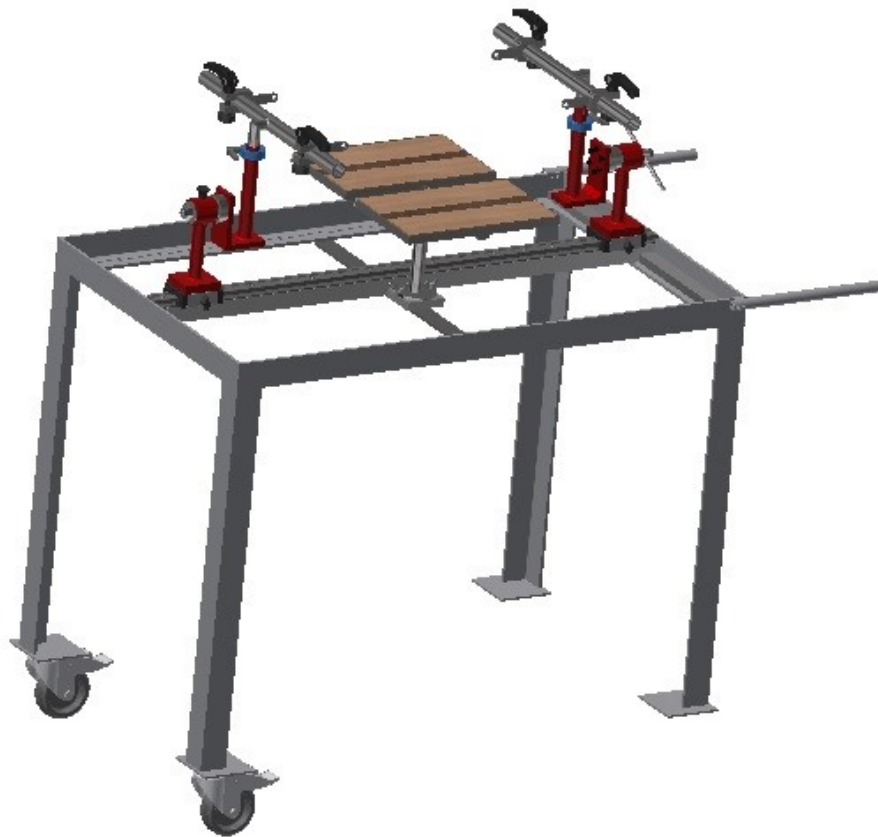
Celou stolicí je možné položit na dílenský stůl, její rozměry totiž byly navrhovány s ohledem na rozměry těchto stolů. Pro větší stabilitu je doporučeno stolicí připevnit k dílenskému stolu

čtyřmi šrouby M6. Další možností je pak stolicu upevnit na separátní stůl vlastní konstrukce, jehož návrhem se zabývám v kapitole 2.3.

2.3. Návrh nosného stolu stolice

Jelikož restaurátorská dílna má pouze omezený počet stolů, rozhodl jsem se navrhnout ke stávající stoličce i vlastní nosný stůl, na který bude možno stolicu upevnit. Vytvořil jsem 2 varianty tohoto stolu. Obě konstrukce jsou navrženy tak, aby byly jednoduché, levné a primárně sloužily pouze na držení rámu pracovní stolice, případně u varianty č.1, aby byla možnost instalace úložných šuplíků pro některé vybavení a nářadí.

Varianta č.1



Obr. 31 – Nosný stůl pro pracovní stolicu (Varianta č.1)

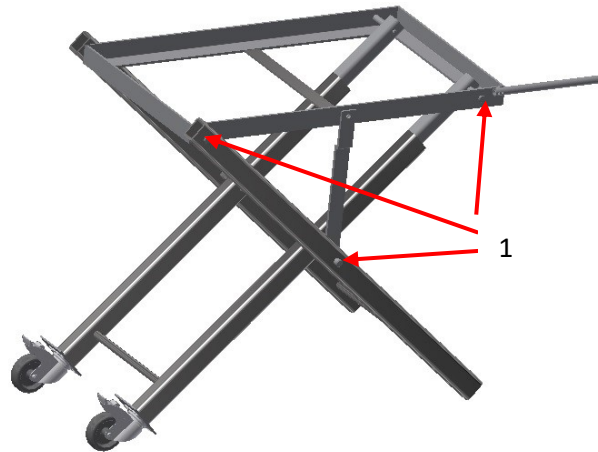
Na Obr. 31 je vyobrazen variantní návrh č.1 nosného stolu pracovní stolice. Konstrukci tvoří obdélníkový svařený rám složený z ocelových profilů tvaru L DIN 59370 o rozměrech 50x6x612 a 50x6x1012 mm. Doprostřed rámu je navařena výztuha ČSN 42 5520 35x5x512 mm. Obdélníkový rám stojí na nohách z profilu DIN 59370 50x6 mm, které jsou k němu přivařeny. Na konci nohách jsou navařeny patky 100x100x4 mm. Pro lepší manipulaci stolu po dílně jsou na kratší přední nohy připevněny k patkám pojezdové kola D100 otočné s brzdou z nabídky firmy ASKMT viz literatura [9]. Při stanovení optimální polohy motoru ve smyslu vzdálenosti jeho těžiště od podlahy jsem vycházel z čistě osobních poznatků a experimentů. Při svojí výšce 175 cm jsem určil jako optimální ergonomickou polohu roštu šroubového zvedáku

od podlahy 900 mm. Je to výška, při které člověk u stolice stojí vzpřímeně a má hlavu jen mírně pokrčenou dolů. Proto jsem zvolil délku noh bez kol 680 mm a 550 mm s koly. Další výhodou tohoto samostatného nosného stolu je, že můžeme upnutý motor snadno přepravovat.

Variantní návrh č.2



Obr. 32 – Detail vzpěry



Obr. 33 – Variantní návrh č.2 (boční pohled)

Variantní návrh nosného stolu č.2, který je vyobrazen na Obr. 33 se svojí koncepcí liší. Základní rám zůstává stejný. Největší změna je zde v nohách stolu. Ty jsou vyrobeny z obdélníkových profilů ČSN 42 5720 60x40x5 mm délky 1200 mm. Nohy jsou spojeny k základnímu rámu a vzájemně uprostřed čepem průměru 12 mm. Nohy se dají složit do vodorovné polohy a celé zařízení je tak velmi skladné. Nosný stůl drží zajištěný ve své poloze vzpěra, která je k vidění na Obr. 32

Porovnání obou variant:

Když porovnám obě varianty, každá má své klady i zápory. U varianty č.1 hraje ve prospěch jednoduchost, nízká výrobní cena a možnost dodatečné montáže úložných prostor. Varianta č.2 je kompaktní, skladná a je jí možné během nečinnosti odložit s tím, že bude zabírat minimální rozměry. U obou variant je výhoda jejich mobilita což u klasického dílenského stolu není možné.

2.4. Propočet výrobní ceny / shrnutí navrženého zařízení

a) Nakoupený materiál (bez přípojného stolu)

Název položky	Cena (Kč)	Počet (ks)
Zástrčný čep K0365.2506025	220	1
Upínací páka LAC P80 M8x50	120	4
Rýhovaná matice M8 DIN 6303	49	4
Upínací kroužek KIPP K0611.12501	258	2
Lineární kolejnice s vozíkem TS-01-20-1000	1995	1
Tyč hliníková 32x32x2200 EN AW-2030	1032	1
Trubka 24x2x300 ČSN 6711.21	31	1
Ložisko ZKL 51100	115	1
Trubka 25x2,5x340 ČSN 6711.21	42	1
Trubka 28x3x900 ČSN 6711.21	145	1
Profil L DIN 59370 15x2x1940	32	1
Tyč Ocelová kruhová EN 10060 Ø50x280	70	1
Tyč plochá 50x10x320 EN 10058	30	1
Spojovací materiál	63	37
Celkem	4304	57

b) Vyráběné díly – obráběné díly / přehled operací

- 1) Vypálení svěrných pák pomocí laseru
- 2) Soustružení otočných čepů a kuželového pouzdra
- 3) Dělicí práce
- 4) Svářečské práce.
- 5) Frézování základního rámu stolice

- odhadnout přesné ceny těchto pracovních úkonů je poměrně složité. Nutno také vzít v potaz fakt, že v areálu VŠB-TUO si většinu operací je schopna obstarat restaurátorská dílna sama. Dalším faktem je, že kdyby se stolice dostala do více - kusové výroby (například pro ostatní restaurátorské firmy) byly by ceny materiálu i výrobních operací rapidně nižší. Do požadovaného rozpočtového stropu by tedy stolice měla být vyrobitelná.

Technické parametry navrženého zařízení

- Cena materiálu na výrobu jedné stolice 4304 Kč
- Maximální rozměry upnutého motoru 530 mm na délku a 410 mm na šířku
- Maximální nosnost motoru 50 kg
- Váha zařízení 15,427 kg (12,366 kg bez šroubového zvedáku)
- Možnost natáčení motoru ano
- Možnost obsluhy motoru jedním pracovníkem ano
- Minimální možné rozměry upnutého motoru 130 mm na délku a 20 mm na šířku

Údržba stolice a doporučení pro restaurátorskou dílnu

-udržovat kolejnici lineárního vedení v čistotě

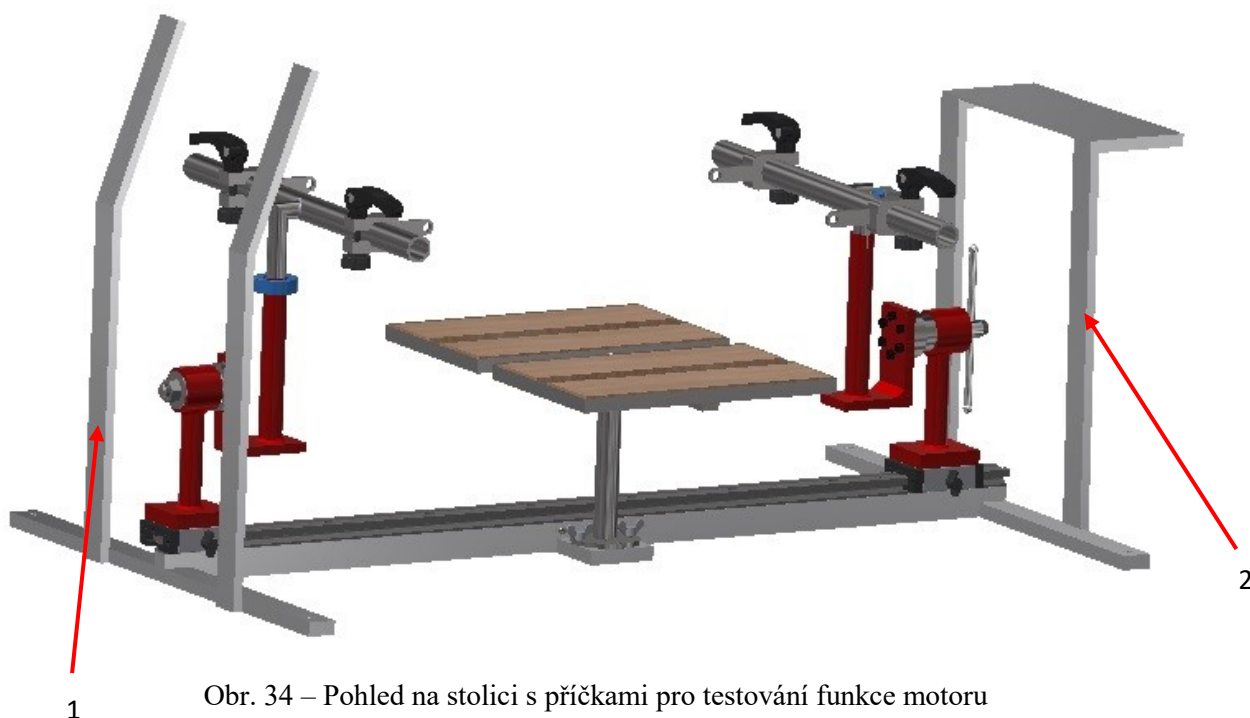
-1x za čtvrt roku promazat čepy otočného uložení

-v případě umístění na dílenský stůl ukotvit pomocí šroubu M6 x 45 s podložkou a maticí

Použití stolice pro testovací účely

Pro to, aby se ještě zvýšila univerzálnost stolice je dobré, aby bylo možné v ní otestovat chod motoru. Důvody proč testovat chod motoru ve stolici je několik. Mnohdy se může stát, že právě opravený motor vložíme zpátky do rámu motocyklu, provedeme jeho zapojení a následně při zkoušce zjistíme problém na funkci pohonné jednotky. Motor se tak musí znovu demontovat z motocyklu a případně i rozebrat. Otestování funkce motoru přímo ve stolici pro to nepochybně ušetří čas. Dalším pozitivem je možnost případného připojení motoru ve stolici k dynamometru a změření technických parametrů jako například výkon či točivý moment.

Stolice je navržena tak, aby k nosnému rámu bylo možno jednoduše pomocí šroubů připojit 2 nosné příčky pro chladicí ventilátor, a další příčku do zadní části pro zapalovací cívku a nádobku s 1 litrem benzínu.

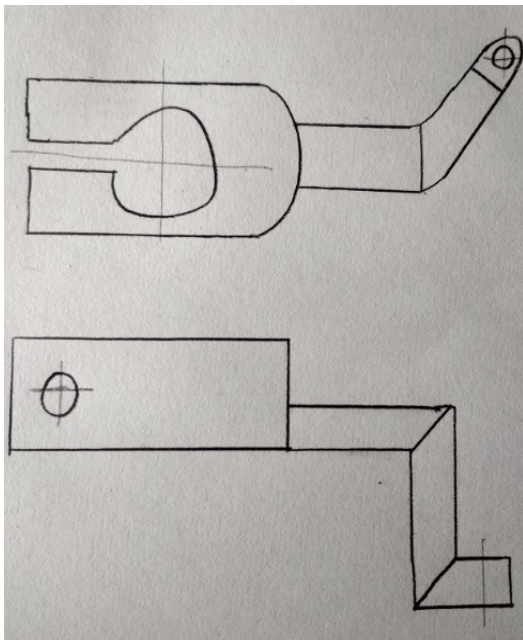


Obr. 34 – Pohled na stolici s příčkami pro testování funkce motoru

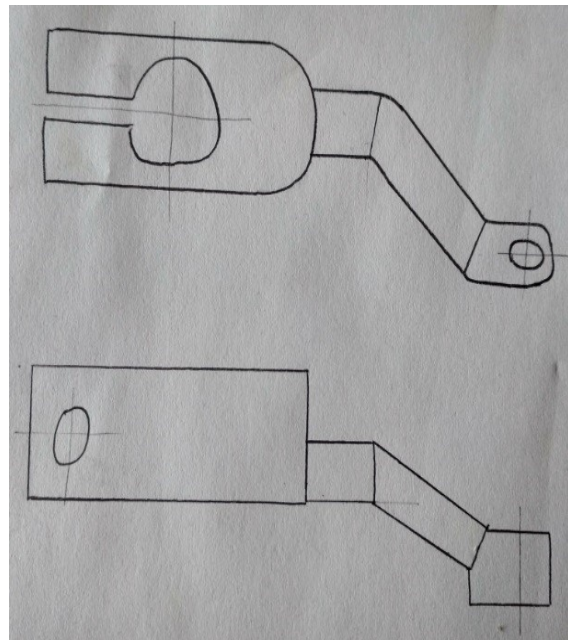
Na Obr. 34 je sestava pracovní stolice pro použití na testování funkce pohonných jednotek. K přední straně rámu pracovní stolice jsou připevněny 4 šrouby M5 dvě nosné příčky (1) pro chladicí ventilátor. Příčky jsou vyrobeny z tyčí obdélníkového průřezu rozměrech 35x10x370 mm a 35x10x200 mm svařených k sobě koutovým svarem pod úhlem 160°. K zadní straně rámu pracovní stolice je přišroubována nosná příčka pro provizorní palivovou nádrž a indukční cívku (2). Ta se skládá z tyče obdélníkového průřezu 35x10x410 a tyče 35x10x110 spojených koutovým svarem. Na kratší tyči je svarem připevněna obdélníková deska tloušťky 3 mm

Vhodnost stolice pro motory ze sbírky

Zařízení bylo navrženo s ohledem, aby bylo možné uchytit co nejvíce motorů ze sbírky. Pro některé motocykly, které mají atypické rozměry, nebo tvar motoru však asi bude nutná drobná konstrukční úprava, aby bylo možné i takovýto motor upnout. Konstrukční úprava bude spočívat v použití jiného výpalku svěrné páky pro konkrétní případ. Příklady možných variant výpalků jsou vyobrazeny na Obr. 35 a Obr. 36



Obr. 35 – Návrh modifikované svěrné páky č.1



Obr.36 – Návrh modifikované svěrné páky č.2

3. Kontrolní výpočty

Na pracovní stoliči provedu kontrolní výpočty kritických uzlů. Velkou pozornost budu věnovat i spolehlivosti svěrných spojů. Následně podrobím vytipované části stolice pro MKP analýze. Při určení zatížení vycházím z hmotnosti nejtěžšího motoru ze sbírky pana Rybičky. Tím je Triumph 500 OHV o váze motoru 40 kg. K této hmotnosti připočtu 10 kg navíc jako bezpečnostní rezerva. Při některých výpočtech zahrnuji ještě sílu rovnou váze 100 kg pro případ, že by na stoliči probíhaly silově náročnější servisní práce (například povolení zarezlého šroubu stranovým klíčem), kde je potřeba vyvinout poměrně velká síla pracovníka i s použitím své vlastní váhy.

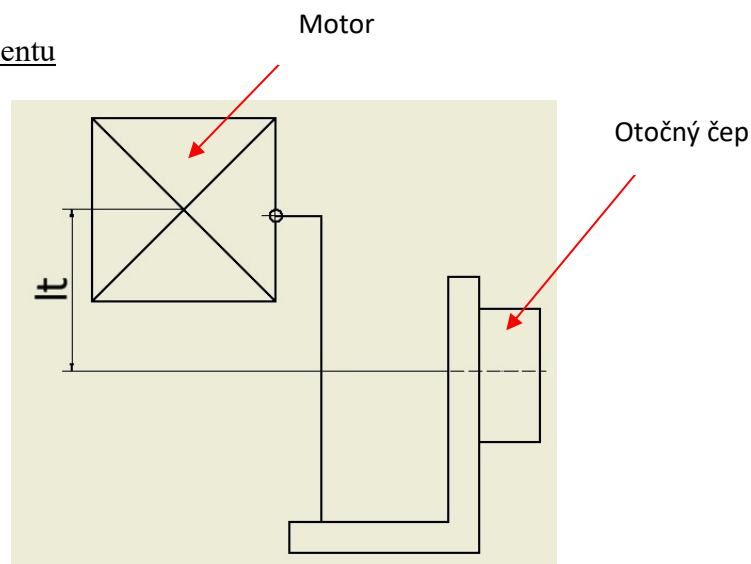
3.1. Kontrolní výpočty kritických uzlů

a) Návrh otočného kužele pravého pouzdra

Výpočet zatěžující síly při naklopení

$$F = m_m \cdot g = 50,9,81 = 490,5 \text{ N} \quad (1)$$

Výpočet kroutícího momentu



Obr. 37 – schéma ramena těžiště motoru od osy čepu

$$Mk = F \cdot l_t = 490,5 \cdot 280 = 137,340 \text{ N} \cdot m \quad (2)$$

Určení velikosti středního průměru kuželového spoje

$$ds = \sqrt[3]{\frac{16000 \cdot Mk}{\pi \cdot \tau \cdot d}} = \sqrt[3]{\frac{16000 \cdot 137340}{\pi \cdot 20}} = 32,7 \text{ mm} - \text{volím} \text{ } ds = 33 \text{ mm} \quad (3)$$

Výpočet sklonu kužele

-volím kuželovitost $K = 1:2,5$

$$\beta = \arctg \frac{K}{2} = \arctg \frac{0,4}{2} = 11,3^\circ \quad (4)$$

Výpočet měrného tlaku v kuželovém spoji

-volím dovolený tlak $p_d = 40 \text{ Mpa}$

-volím součinitel tření $f = 0,2$

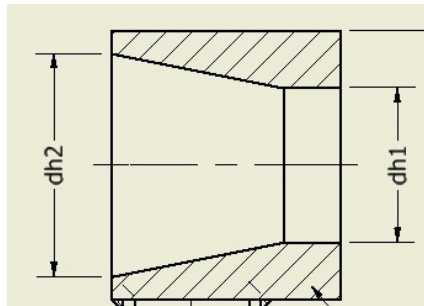
-volím délku kužele $l_k = 30 \text{ mm}$

-volím součinitel bezpečnosti $k = 1,2$

$$p = \frac{2 \cdot k \cdot M_k \cdot \cos \beta}{\pi \cdot d_s^2 \cdot l_k \cdot f} \leq p_d \quad (5)$$

$$p = \frac{2 \cdot 1,2 \cdot 137,340 \cdot \cos 11,2}{\pi \cdot 33^2 \cdot 0,2 \cdot 30} = 15,8 \text{ Mpa} \leq 40 \text{ Mpa} - \text{vyhovuje}$$

Výpočet rozměrů hřídele $dh1$ a $dh2$



Obr. 38 – Schéma kuželového pouzdra

$$dh1 = d_s - \frac{K \cdot l_k}{2} = 33 - \frac{0,4 \cdot 30}{2} = 27 \text{ mm} \quad (6)$$

$$dh2 = K \cdot l_k + d1 = 0,4 \cdot 30 + 27 = 39 \text{ mm} \quad (7)$$

Ověření podmínky přenosu kroutícího momentu třecím momentem M_t

tuto podmínku je nutné ověřit, abych měl jistotu, že třecí moment mezi čepem a nábojem je větší, než kroutící moment vyvolaný tíhou motoru při naklopení a tím bude bezpečně zajištěn proti pootočení.

$$M_t > M_k \cdot k \quad (8)$$

$$M_k \cdot k = 137340 \cdot 1,2 = 164\,808 \text{ N} \cdot \text{mm} \quad (9)$$

$$M_t = \frac{\pi}{2} \cdot p \cdot d_s^2 \cdot \frac{l}{\cos \beta} \cdot f \quad (10)$$

$$M_t = \frac{\pi}{2} \cdot 15,8 \cdot 33^2 \cdot \frac{30}{\cos 11,3} \cdot 0,2 = 165\,370,38 \text{ N} \cdot \text{mm} \quad (11)$$

$$165\,370,38 \text{ N} \cdot \text{mm} > 164\,808 \text{ N} \cdot \text{mm} - \text{vyhovuje} \quad (8)$$

Výpočet podmínky nesamosvornosti kuželového čepu

-tato podmínka je pro nás důležitá z důvodu aby po povolení matice hřídele zmizel vyvozený měrný tlak v náboji a bylo možné ramenem stolice opět volně otáčet.

$$\beta \geq \varphi = \operatorname{arctg} f \quad (12)$$

$$11,3 \geq \operatorname{arctg}.0,2$$

$$11,3 \geq 11,28 - \text{vyhovuje}$$

Výpočet montážní utahovací síly

$$F_o = p d \cdot \pi \cdot d_s \cdot l_k \cdot (\operatorname{tg} \beta + f) \quad (13)$$

$$F_o = 15,8 \cdot \pi \cdot 33 \cdot 30 \cdot (\operatorname{tg} 11,3 + 0,2) = 19\,647,46 \text{ N}$$

Výpočet velikosti závitu kuželového čepu

-volím materiál čepu ocel 11 700 – Re = 360 Mpa

$$d_3 = \sqrt{\frac{4 \cdot F_o \cdot k_s}{\pi \cdot R_e}} \quad (14)$$

$$d_3 = \sqrt{\frac{4 \cdot 19647,46 \cdot 2,5}{\pi \cdot 330}} = 13,18 \text{ mm}$$

-volím závit M16 x 2 ČSN ISO 724

d	P	D1	d2	d3
16	2	13,835	14,701	13,546

Tab. 1 - parametry závitu pravého čepu (mm)

Výpočet redukováného třecího úhlu

-dle volím součinitel v suchý závitech tření $f_z = 0,2$ dle literatura [14] str. 390

$$\varphi' = \operatorname{arctg} \frac{f_z}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \operatorname{arctg} \frac{0,2}{\cos 30} = 13,003^\circ$$

Výpočet úhlu stoupání

$$\Psi = \operatorname{arctg} \frac{P}{\pi \cdot d_2} = \operatorname{arctg} \frac{2}{\pi \cdot 14,701} = 2,47^\circ$$

Výpočet velikosti potřebného utahovacího momentu

$$M_u = M_{tz} + M_{tm} = F_o \cdot \operatorname{tg}(\varphi' + \Psi) \cdot \frac{d_2}{2} + F_o \cdot f \cdot \frac{sk + Dd}{4} \text{ (N.mm)} \quad (15)$$

$$M_u = 19647,45 \cdot \operatorname{tg}(13,003 + 2,47) \cdot \frac{14,701}{2} + 19647,45 \cdot 0,15 \cdot \frac{24 + 17}{4} = 70\,183,8 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

b) kontrolní výpočet šroubového zvedáku

Výpočet obvodové síly

$$F_o = m \cdot g = (50 + 2,4) \cdot 9,81 = 514,04 \text{ N} \quad (16)$$

Výpočet redukovaného třecího úhlu šroubu

-volím závit šroubu Tr 16 x 2

d	P	D1	d2	d3
16	2	14,000	15,000	13,500

Tab. 2 – Parametry závitu šroubu (mm)

-dle literatury [14] Tab. P1:4 volím koeficient tření mezi závity $f_z = 0,18$

$$\varphi' = \operatorname{arctg} \frac{f_z}{\cos \frac{\alpha}{2}} \text{ (}^\circ\text{)} \quad (17)$$

$$\varphi' = \operatorname{arctg} \frac{0,18}{\cos \frac{30}{2}} = 10,55^\circ$$

Výpočet úhlu stoupání závitu

$$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{P}{\pi \cdot d_2} \text{ (}^\circ\text{)} \quad (18)$$

$$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{2}{\pi \cdot 15} = 2,43^\circ$$

Návrh páky šroubového zvedáku

-dle literatury [14] str. 333 volím sílu lidské paže na páku $F = 250 \text{ N}$

-volím délku páky $L_p = 80 \text{ mm}$

Výpočet dovoleného napětí páky zvedáku z ohybu

-volím materiál páky 11 140 – $R_e = 305 \text{ Mpa}$

-volím součinitel bezpečnosti $k_s = 1,5$

$$\sigma_{od} = \frac{R_e}{k_s} = \frac{305}{1,5} = 203,33 \text{ Mpa} \quad (19)$$

Výpočet průměru páky zvedáku

$$dp = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot F \cdot Lp}{\pi \cdot \sigma_{od}}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 250 \cdot 80}{\pi \cdot 203,33}} = 9,98 \text{ mm} \quad (20)$$

-volím průměr páky $dp = 10 \text{ mm}$ ČSN 42 5610

Pevnostní kontrola šroubu na tah

$$\sigma_t = \frac{F_{o.4}}{\pi \cdot d_3^2} \text{ (MPa)} \quad (21)$$

$$\sigma_t = \frac{514,04 \cdot 4}{\pi \cdot 13,5^2} = 3,6 \text{ Mpa}$$

Pevnostní kontrola šroubu na krut

$$\tau_k = \frac{Mk}{Wk} = \frac{F_{o.tg}(\varphi' + \Psi) \cdot \frac{d_2}{2}}{\frac{\pi \cdot d_3^3}{16}} \text{ (MPa)} \quad (22)$$

$$\tau_k = \frac{Mk}{Wk} = \frac{514,04 \cdot tg(10,55 + 2,43) \cdot \frac{15}{2}}{\frac{\pi \cdot 13,5^3}{16}} = 24,83 \text{ Mpa}$$

Statická bezpečnost šroubu

-volím materiál šroubu 11 600 – $Re = 314 \text{ Mpa}$

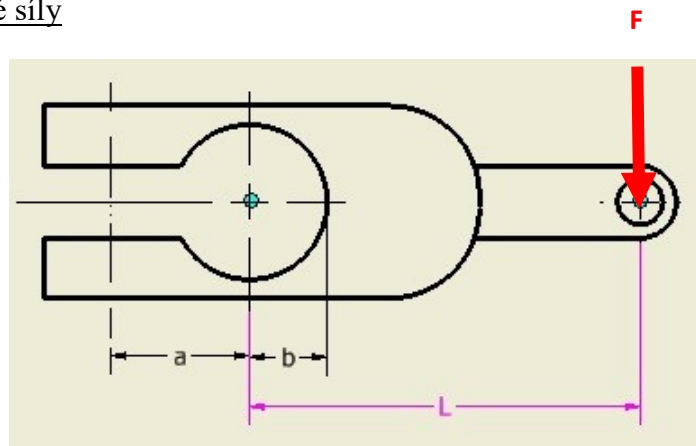
$$k_s = \frac{Re}{\sqrt{\sigma^2 + 4 \cdot \tau_k^2}} \text{ (-)} \quad (23)$$

$$k_s = \frac{314}{\sqrt{3,6^2 + 4 \cdot 24,83^2}} = 6,3 \geq 1,5 - \text{vyhovuje}$$

c) Kontrolní výpočet svěrné páky

-dle katalogu (příloha č.3) volím $F_{max} = 7000 \text{ N}$

Výpočet normálové síly



Obr. 39 – Schéma svěrné páky

$$Fn = \frac{Fo \cdot (a+b)}{b} \text{ (N)} \quad (24)$$

$$Fn = \frac{7000 \cdot (20+14,25)}{13,5} = 17\,629,4 \text{ N}$$

Podmínka bezpečného přenosu třením

$$Mt > Mk \cdot k \quad (25)$$

$$Ft \cdot d \geq F \cdot L \cdot k \quad (26)$$

$$Fn \cdot f \geq F \cdot L \cdot k \quad (27)$$

Výpočet maximální nosnosti svěrné páky

$$Fu = \frac{Fn \cdot f \cdot d_{ps}}{L \cdot k} \text{ (N)} \quad (28)$$

$$Fu = \frac{17629,4 \cdot 0,25 \cdot 28,5}{69,1,3} = 1400,7 \text{ N}$$

Předpokládané maximální zatížení

-maximální hmotnost motoru, kterou může stolice držet je i s rezervou 50 kg. Připočítám-li k tomu dalších 100 kg pro extrémní případy, kdy například na motoru povolujeme zarezlý šroub, jenž nejde povolít a musíme se zapřít do klíče i vlastní vahou, vychází nám maximální únosnost na svěrné spoje cca 150 kg.

-motor drží 4 svěrné páky, proto i hmotnost 150 kg vydělíme 4 a dostaneme se k hodnotě 37,5 kg zatížení na jednu svěrnou upínku. To odpovídá zatížení cca 370 N. Vypočetl jsem, že jedna svěrná páka bezpečně udrží 1400,7 N > 370 N. Navržené spojení proto vyhovuje.

d) Kontrolní výpočty svaru

-při pevnostní kontrole svaru se zaměřuji především na spojení konzoly dvou tyčí obdélníkového průřezu. Předpokládané celkové zatížení stolice je opět 150kg. Motor drží 2 konzoly, proto na každou z nich působí poloviční zatížení, či-li 750 N. Tyče jsou spojeny jednostranným koutovým svarem výšky 6 mm po celé délce.

Výpočet rovnoběžného smykového napětí svaru

$$\tau_l = \frac{F}{s} = \frac{F}{a \cdot l} \text{ (Mpa)} \quad (29)$$

$$\tau_l = \frac{750}{3,50} = 5 \text{ Mpa}$$

Výpočet kolmého smykové napětí svaru

$$\tau_{\perp} = \frac{F \cdot r}{W_o} = \frac{F \cdot r}{\frac{1}{6} \cdot l \cdot a^2} \text{ (Mpa)} \quad (30)$$

$$\tau_{\perp} = \frac{750,35}{\frac{1}{6} \cdot 50 \cdot 6^2} = 87,5 \text{ Mpa}$$

Výpočet výsledného napětí ve svaru

-dle literatury [19] str. 695 volím bezpečnostní součinitel $k_3 = 0,9$ a $k_4 = 0,8$

$$\tau_{výsl} = \sqrt{\left(\frac{\tau_{\perp}}{k_3}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{\parallel}}{k_4}\right)^2} \text{ (Mpa)} \quad (31)$$

$$\tau_{výsl} = \sqrt{\left(\frac{87,5}{0,9}\right)^2 + \left(\frac{5}{0,8}\right)^2} = 97,22 \text{ Mpa}$$

Výpočet výsledné bezpečnosti koutového svaru

$$\tau_{výsl} = \beta \frac{Re}{k_s} \text{ (Mpa)} \quad (32)$$

$$\beta = 1,3 - 0,03 \cdot z = 1,3 - 0,03 \cdot \sqrt{2 \cdot a} \text{ (-)} \quad (33)$$

$$\beta = 1,3 - 0,03 \cdot \sqrt{2 \cdot 6} = 1,196$$

$$k_s = \beta \frac{Re}{\tau_{výsl}} \geq k_{dov} \text{ (-)} \quad (34)$$

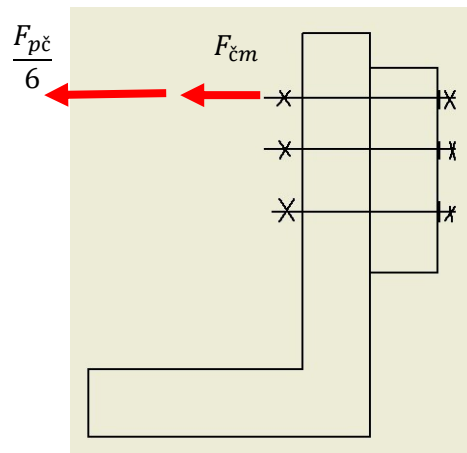
-volím mez kluzu svarového materiálu S235 $Re = 235 \text{ Mpa}$

-volím $k_{dov} = 1,5$

$$k_s = 1,196 \frac{235}{97,22} = 2,89 \geq 1,5 - \text{vyhovuje}$$

e) Kontrolní výpočet šroubů otočných čepů

-volím $\tau_{sdov} = 70 \text{ Mpa}$



Obr. 40 – Silový rozbor šroubového spoje konzoly

Určení maximální síly působící na šroub

$$F_{\check{c}max} = F_{\check{c}m} + \frac{F_{p\check{c}}}{6} \quad (N) \quad (34)$$

$$M\check{c} = F_{p\check{c}} \cdot l\check{c} = 735,75 \cdot 42 = 30\,883,43 \text{ N} \cdot \text{mm} \quad (35)$$

$$F_{\check{c}m} \cdot \frac{D\check{c}}{2} - M\check{c} = 0 \quad (36)$$

$$F_{\check{c}m} = \frac{M\check{c} \cdot 2}{D\check{c}} = \frac{30\,883,43 \cdot 2}{40} = 1544,17 \text{ N} \quad (37)$$

$$F_{\check{c}max} = 1544,17 + \frac{735,75}{6} = 1\,666,8 \text{ N} \quad (34)$$

Kontrola šroubu na střiž

$$\tau_{s\check{c}} = \frac{F_{\check{c}max}}{S} = \frac{F_{\check{c}max} \cdot 4}{\pi \cdot d_s^2} \leq \tau_{sdov} \quad (38)$$

$$\tau_{s\check{c}} = \frac{1666,8 \cdot 4}{\pi \cdot 6^2} = 58,9 \text{ Mpa} \leq 70 \text{ Mpa} - \text{vyhovuje}$$

Kontrola šroubu na otláčení

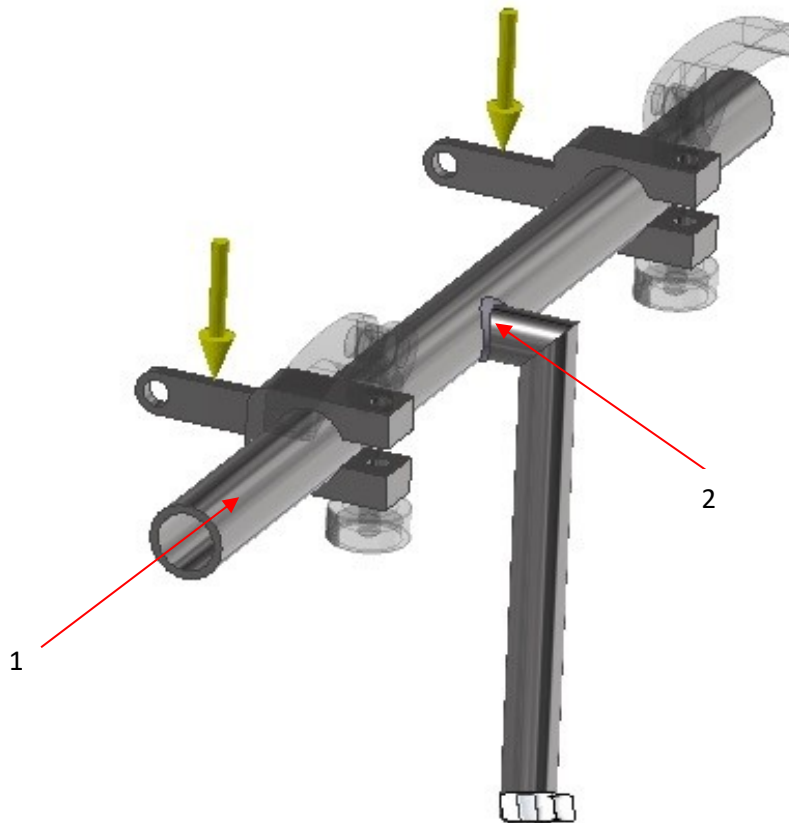
-volím dovolený tlak $p_d = 120 \text{ Mpa}$

$$p\check{c} = \frac{F_{\check{c}max}}{S} = \frac{F_{\check{c}max}}{d_s \cdot l_{p\check{c}}} \leq p_{dov} \quad (\text{Mpa}) \quad (39)$$

$$p\check{c} = \frac{1666,8}{6 \cdot 10} = 27,78 \text{ Mpa} \leq 120 \text{ Mpa} - \text{vyhovuje}$$

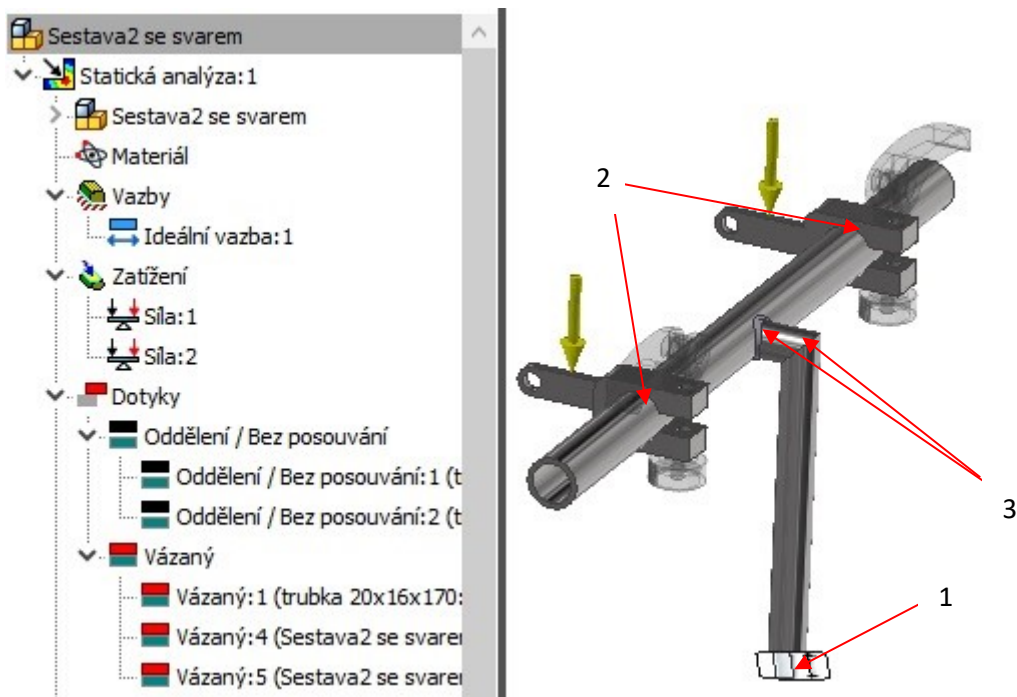
3.2. MKP analýza kritických uzlů

-pro simulaci zatížení součástí metodou konečných prvků jsem používal program Autodesk Inventor 2019. Zkoumal jsem 2 části stolice, u kterých je předpoklad, že budou nejvíce namáhány. Na Obr. 41 je první zkoumaná komponenta a to horní výsuvný držák se svěrnými pákami.



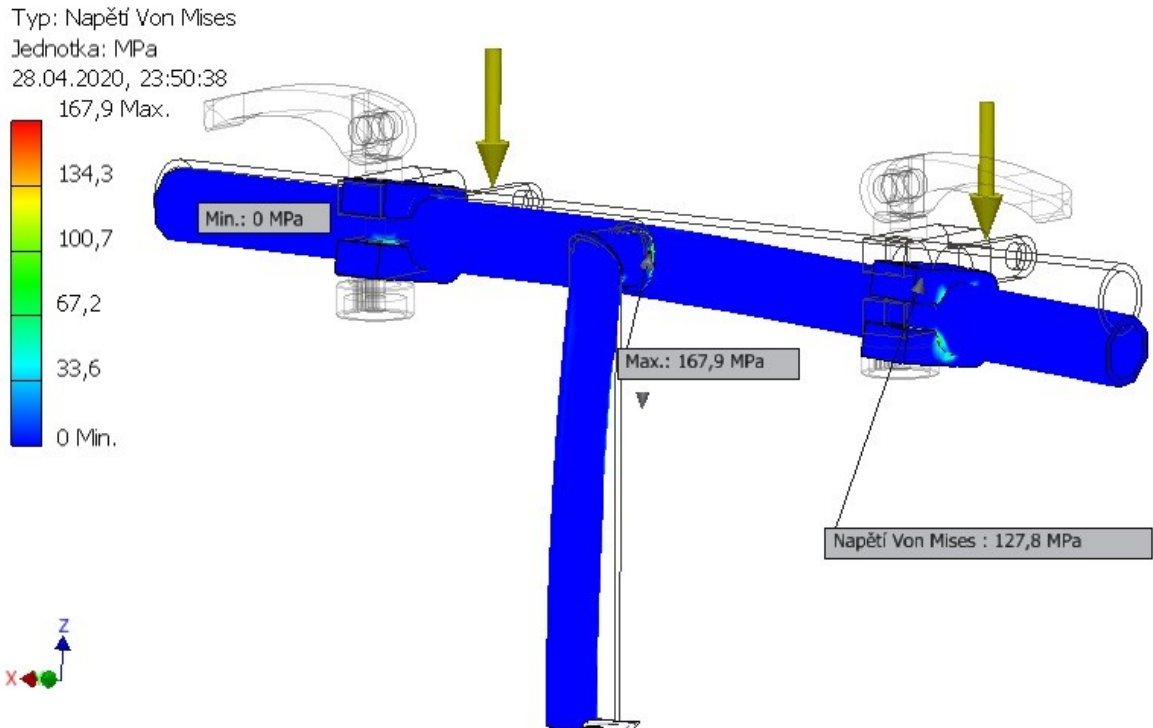
Obr. 41 – Horní výsuvný držák v systémovém prostředí MKP analýzy Inventor 2019

-Ze simulace jsem vyloučil rychloupínací šrouby s maticemi LAC P80 M8. Při simulaci mě nejvíce bude zajímat, jak moc se zdeformuje nosná trubka (1) a jak velké bude napětí v okolí svarového spojení nosné trubky (1) se zasouvací trubkou (2)



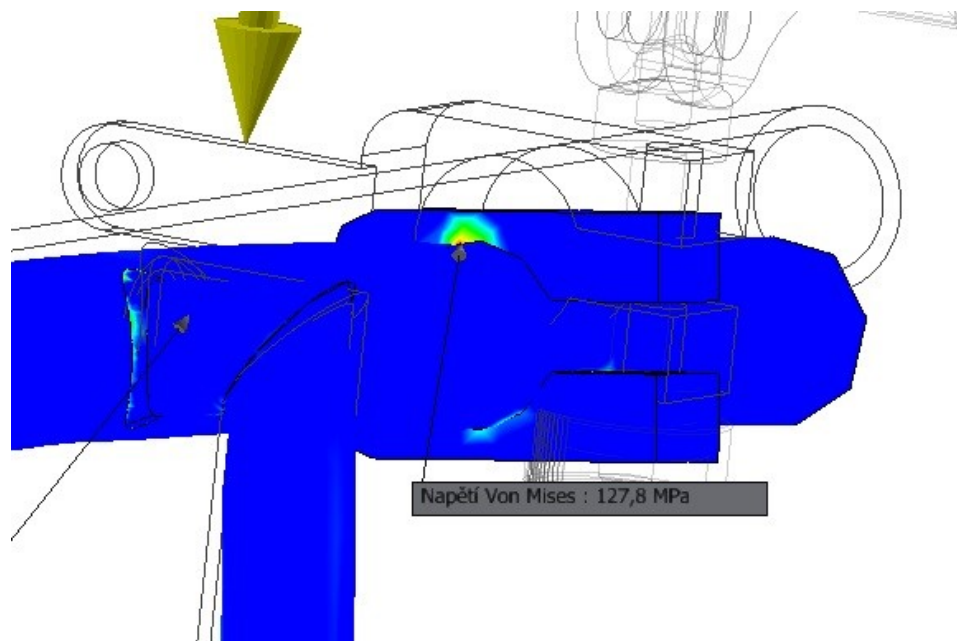
Obr. 42 – Definice okrajových podmínek výsuvného držáku

Na Obr. 42 je ukázáno nedefinování okrajových podmínek. Spodní plochu zasouvací trubky jsem zachytil ideální vazbou (1). Místo styku svěrných pák s nosnou trubkou (2) použijeme dotyky oddělení bez posouvání, jelikož jsou páky přichyceny k trubce svěrným spojením a je tak zabráněno posunu. V místech styku nosné a zasouvací trubky, jež jsou spojeny svarem (3) byly použity vázané dotyky. Každá svěrná páka je zatížena silou 368 N. K této hodnotě jsem došel tak, že v nejhorším možném scénáři kdy bude na stoličce upnut ten nejtěžší motor ze sbírky a zároveň na něm budou probíhat silově náročné pracovní úkony, zde bude působit síla rovna 150 kg. Tuto hodnotu vydělím 4, jelikož zatížení přenáší 2 nosné trubky a každá obsahuje 2 svěrné páky.



Obr. 43 – Výsledky simulace č.1 – napětí Von Mises

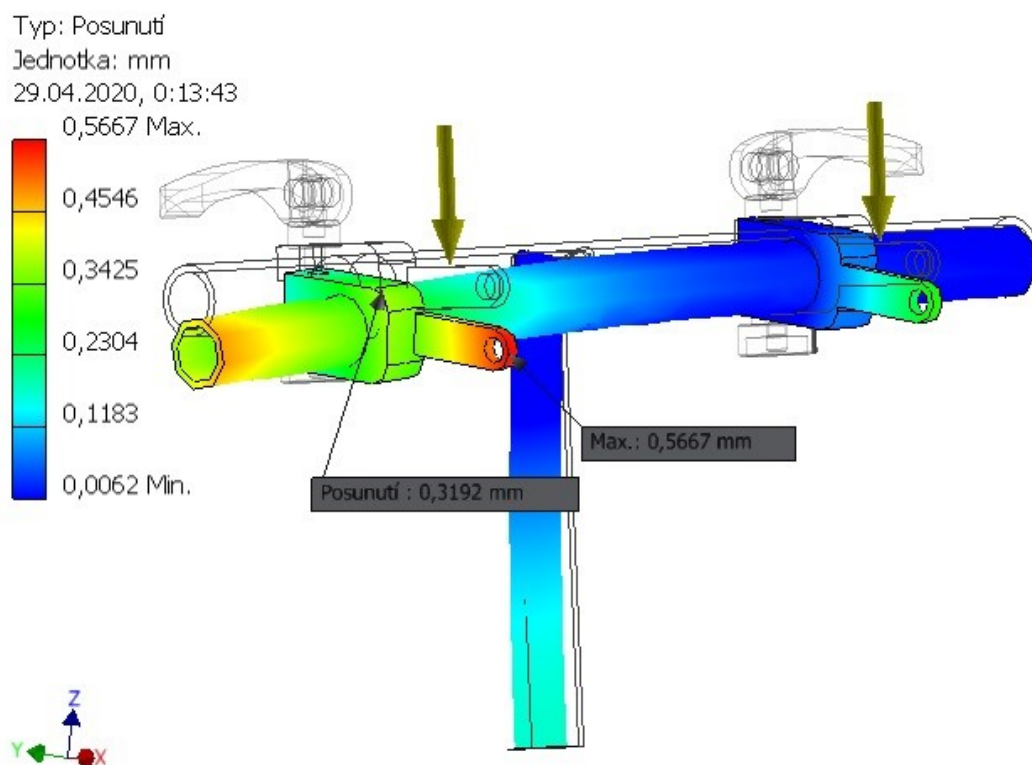
Na Obr. 43 jsou výsledky provedené simulace dle napětí Von Mises. Největší napětí 167,9 MPa se nachází v místě svarového spojení dvou na sebe kolmých trubek.



Obr. 44 – Detail největšího napětí simulace č.1 (napětí Von Mises)

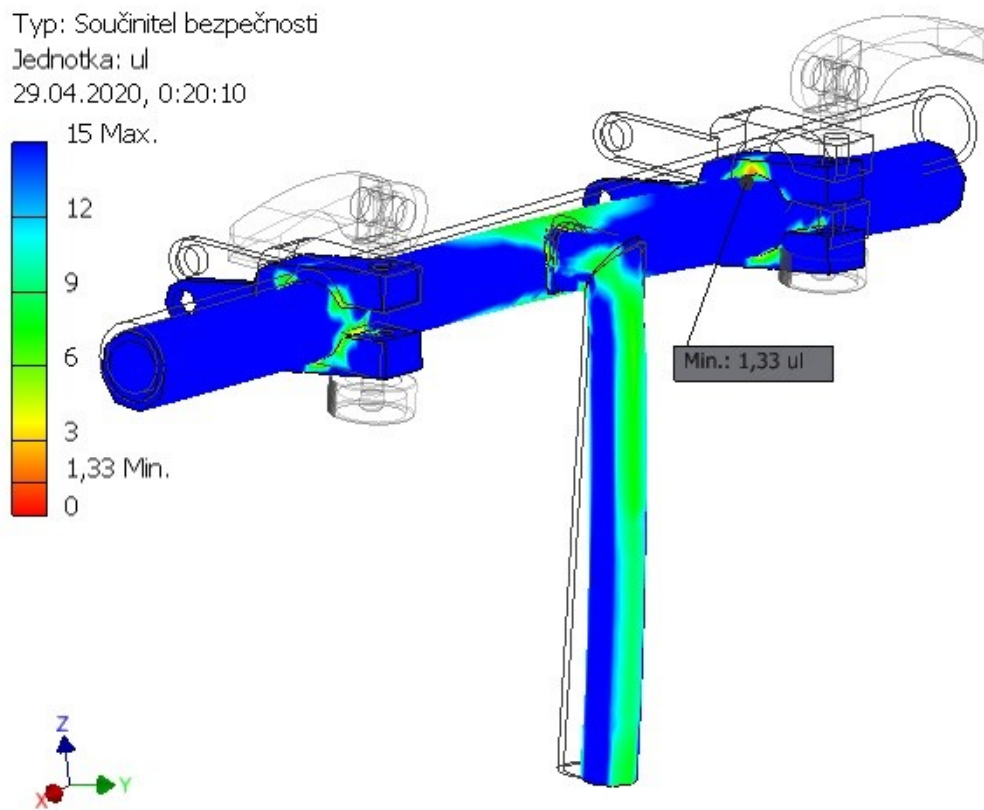
-Dalším kritickým místem je vrchní díl svěrné páky, kde je také poměrně velké napětí 127,8 MPa.

-Na Obr. 45 vidím, že komponenta se nejvíce prohne v místě pravé svěrné páky a to o 0,566 mm. Svěrné páky nejsou zatíženy symetricky záměrně, neboť i v reálném použití stoličky se málokdy podaří upnout motor do symetrické polohy od středové roviny.



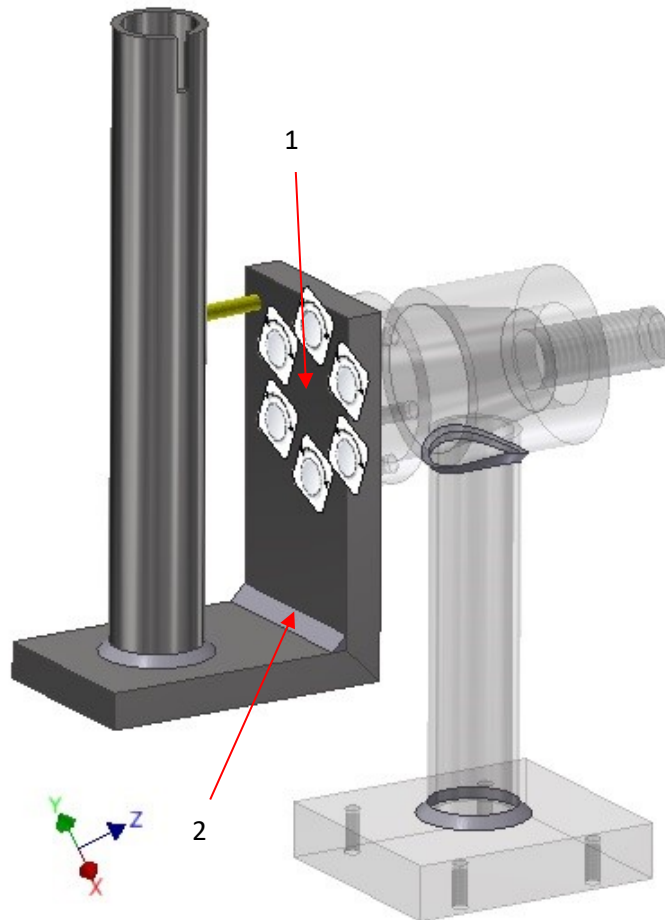
Obr. 45 – Posunutí výsuvného držáku

-Pokud bych měl celkově shrnout MKP analýzu dané komponenty, tak lze říci, že tato součást splňuje pevnostní podmínky a i maximální prohnutí 0,566 mm je zanedbatelné. Na Obr. 46 vidím, že nejvíce namáhanou oblastí je vrchní část oka svěrné páky, kde je součinitel bezpečnosti 1,33. Tato hodnota je v rozmezí 1,1-1,9 což je běžně používané rozmezí pro volby koeficientů bezpečnosti pro běžné strojní součásti a vzhledem k tomu, že takového velkého zatížení stolice dosáhneme jen v ojedinělých případech je tato součást dimenzovaná dostatečně.



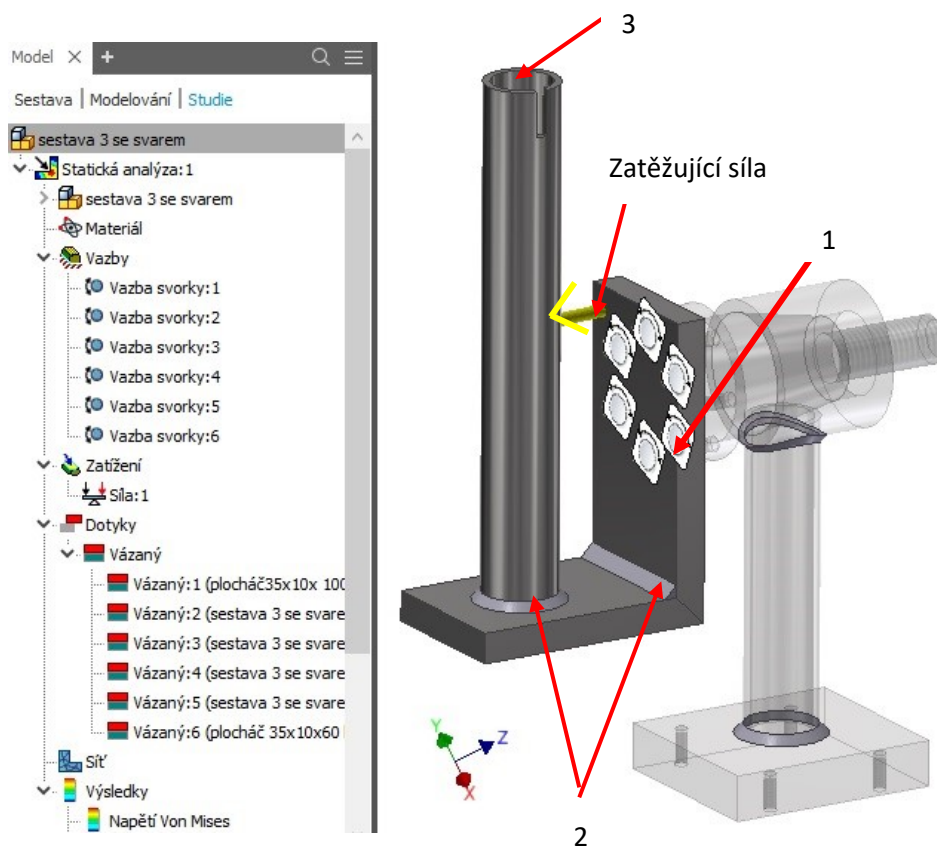
Obr. 46 – Součinitelé bezpečnosti pro jednotlivé části držáku

-další komponenta na které chci simulovat předpokládané zatížení je svařená konzola tvaru L, kterou můžeme vidět na Obr. 47. Už nyní můžeme usoudit, že nejvíce namáhaná bude pravděpodobně část v místě upnutí šroubů k otočnému čepu (1) a koutový svar spojující 2 obdélníkové profily. (2). Zbylé díly sestavy jsem proto ze studie vyloučil.



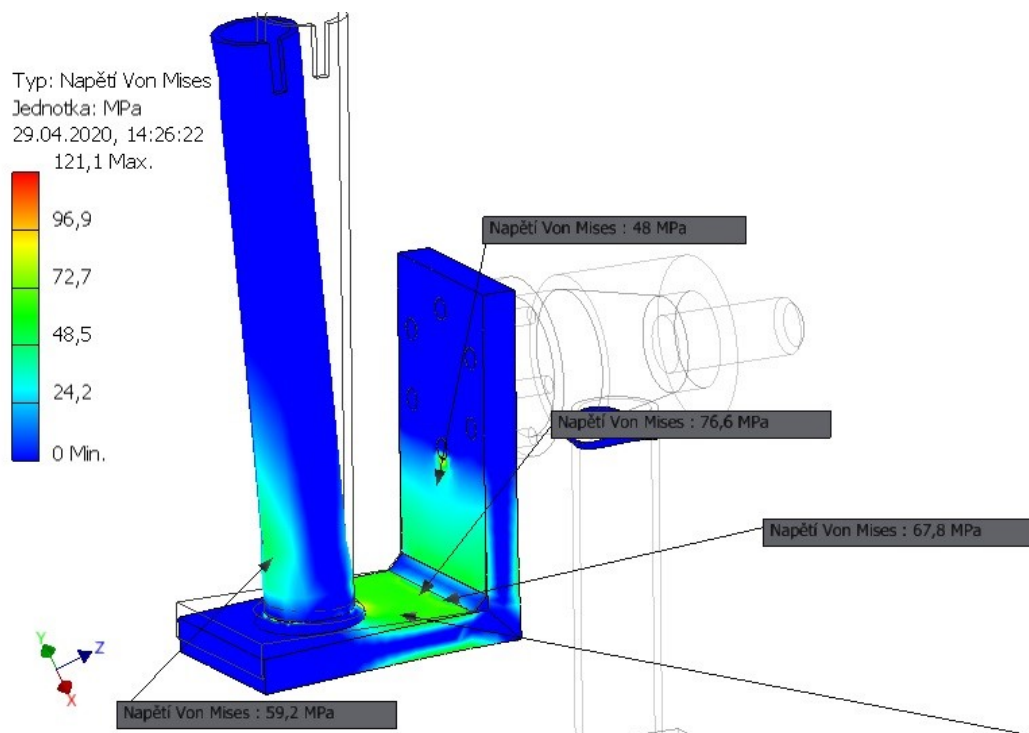
Obr. 47 – Pohled na konzolu v systémovém prostředí MKP analýzy Inventor 2019

Na Obr. 48 jsou vyobrazeny okrajové podmínky simulace. Šrouby připevňující konzolu k otočnému čepu byly ze simulace také vyloučeny a nahrazeny vazbou svorky – volné v tečném směru v dírách pro šrouby (1). V místech kde jsou spojeny k sobě profily, nebo zasouvací trubka ke konzole koutovým svarem byly použity dotyky vázané (2). Zatěžující síla je umístěna na vnitřní stěnu trubku (3) a působí kolmo na tuto plochu jelikož reprezentuje sílu, která je vyvozená ze 2 svěrných pák nosné trubky do zasouvací trubky . Její velikost odpovídá polovině celkového zatížení stolice, čili 735 N.



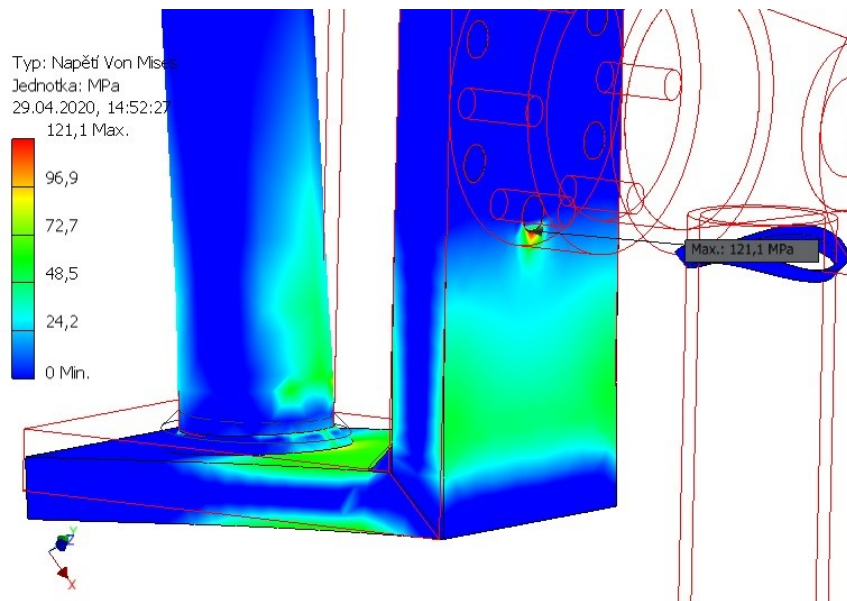
Obr. 48 – Definice okrajových podmínek konzoly

Na Obr. 49 jsou výsledky MKP analýzy s hodnotami napětí v jednotlivých místech. Dle očekávání se velké napětí koncentruje v místě spojení dvou profilů konzoly k sobě.



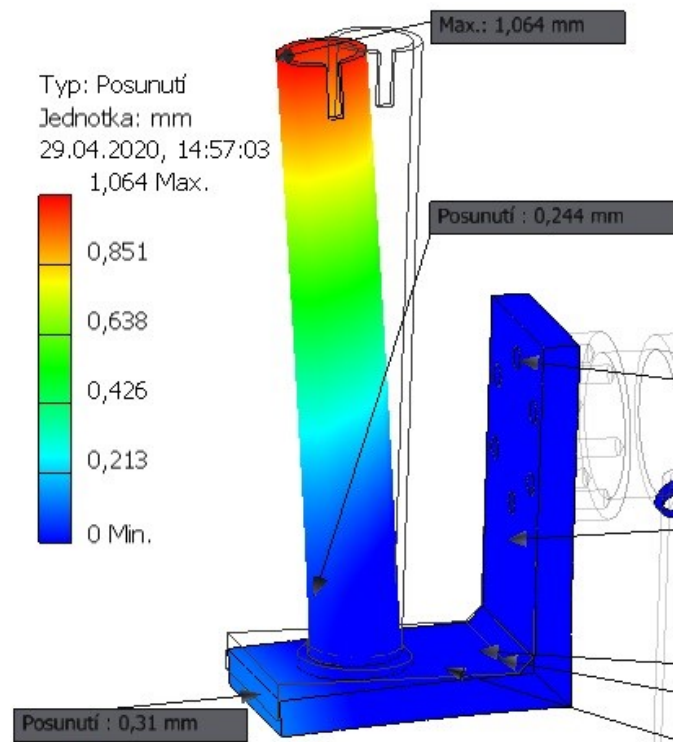
Obr. 49 – Výsledky simulace č.2 (Napětí Von Mises)

Z Obr. 50 je patrné, že největší napětí je na zadní stěně u hrany spodního otvoru pro šroub s velikostí 121,1 MPa



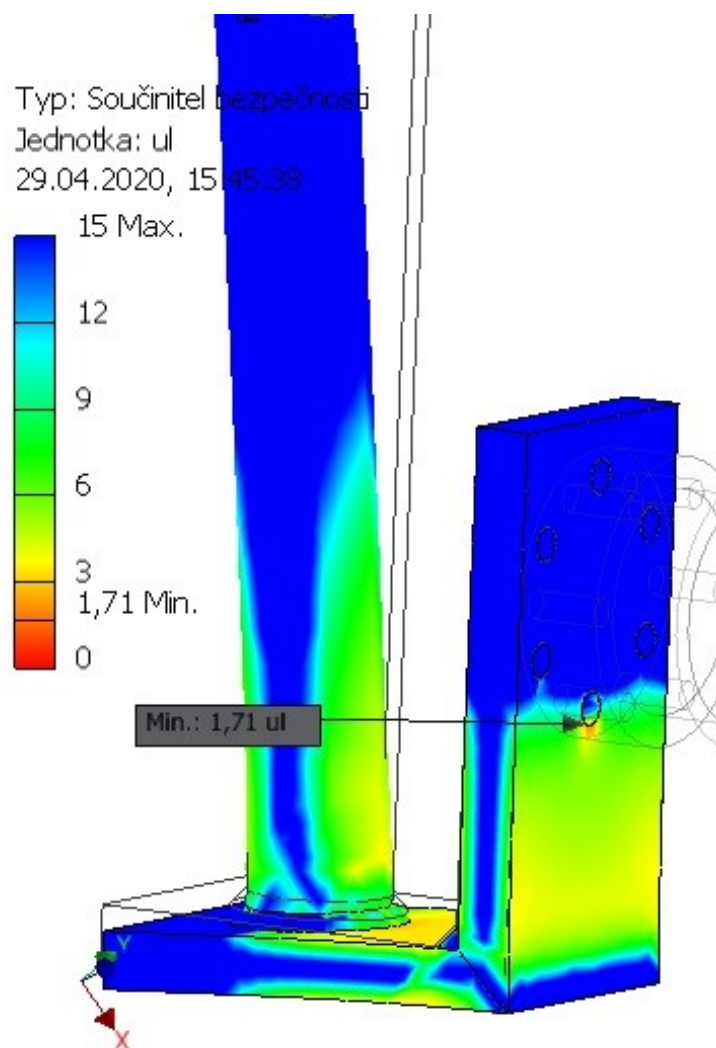
Obr. 50 – Detail maximálního napětí Von Mises konzoly

Na Obr. 51 je znázorněno, že k maximální vychýlení tvaru dochází u zasouvací trubky a to o 1 mm. Spodní dosedací plocha trubky se prohýbá o 0,31 mm.



Obr. 51 – Deformace konzoly

Po celkovém shrnutí výsledků pevnostní analýzy i tato komponenta vyhovuje a splňuje pevnostní podmínky. Maximální prohnutí 1 mm je zanedbatelné a na funkci spolehlivého upnutí či ovládání stolice nemá vliv. Na Obr. 52 vidím, že i u nejvíce namáhaného místa konzoly vychází koeficient bezpečnosti 1,71 což se pohybuje v rozmezí 1,1 – 1,9 a proto i z tohoto hlediska součást splňuje pevnostní podmínky.



Obr. 52 – součinitelé bezpečnosti jednotlivých částí konzoly

4. Závěr

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukčním návrhem pracovní a částečně i testovací stolice pro restaurátorskou dílnu VŠB-TU Ostrava. V první části práce jsem provedl průzkum trhu dnes používaných zařízení a také průzkum typu uložení všech motocyklů ze sbírky. Poté jsem spolupracoval s restaurátorskou dílnou na sestavení požadovaných cílů a vyjasnění konkrétních požadavků na zařízení. V následující kapitole jsem sestavil variantní návrhy ze, kterých jsem vybral pro zvážení ten nejlepší, který dále konkrétně popisuji. Na to navazuje třetí kapitola, kde jsem můj návrh podložil kontrolními výpočty kritických uzlů a MKP analýzou.

Požadavek byl vytvořit univerzální pracovní stolicí, na kterou by bylo moci upnout co největší množství motorů ze sbírky motocyklů Moravskoslezského kraje. Proto jsem stolicí navrhnul tak, aby bylo možné libovolně polohovat stolicí v požadovaném rozsahu, který jsem si stanovil v počátku. Stolicí jsem pak dimenzoval pro takové namáhání, aby udržela nejtěžší motor ze sbírky. Vzhledem k tomu, že stolicí bude užívat restaurátorská dílna, dbal jsem na to, aby konstrukce byla jednoduše vyrobitelná a pokud možno co nejlevnější. Proto jsem se snažil, aby velká část dílu stolice byla kupována od externích dodavatelů. Tímto se výrazně sníží výrobní náklady. U komponentů, kde nebylo možné dodat vhodný kupovaný díl jsem použil jednoduché hutní polotovary, které se dle potřeby strojně upraví. Limitujícím parametrem při návrhu stolice byla její hmotnost. V požadavkovém listu, který jsem sestavil v kapitole 1.3 je uvedeno, že maximální hmotnost zařízení nesmí překročit 15 kg. Tuto váhu jsem určil jako hraniční na základě konzultací s restaurátorkou dílnou, aby bylo možné se stolicí jednoduše manipulovat. Váha kompletního zařízení včetně šroubového zvedáku váží sice o 427g více, než bylo cílem. Šroubový zvedák, ale slouží primárně pouze k upnutí a následnému vyjmutí motoru ze stolice a je lehce odnímatelný. Váha bez šroubového zvedáku činí 12,366 kg což je dostatečné pro naše požadavky. Zadavatel jednoznačně neurčil, kde konkrétně bude stolice v místnosti dílny umístěna a v tomto ohledu mi nechal volnou ruku. V konstrukčním návrhu proto počítám s variantou upevnění stolice na již existující dílenský stůl a, nebo na stůl vlastní konstrukce, která je popsána v kapitole 2.3.

Cíle, které jsem si stanovil na začátku práce byly splněny. Stolicí by měla být teoreticky schopná upnout všechny motory ze sbírky. V praxi se však může stát, že u některých případech nebude možné vlivem tvarové různorodosti motorů některé typy upnout. I na to bylo při návrhu zařízení myšleno a proto jsem jej navrhl tak, aby v případě této komplikace bylo možné stolicí jednoduše upravit pro konkrétní typ jednotky použitím jiné svěrné páky, o kterých pojednávám v kapitole 2.4.

V přílohách je k dispozici výkresová dokumentace sestavy stolice a výrobní výkresy některých vyráběných dílů. Součástí příloh jsou i katalogové listy s technickými parametry dodaných komponentů.

Poděkování:

Rád bych poděkoval Ing. Lukáši Kudrnovi za ochotnou spolupráci a získání nových informací o historických motocyklech a Ing. Tomáši Kubínovi Ph.D. za cenné podněty a rady během tvorby bakalářské práce.

Seznam použité literatury

- [1] SEALEY MOTORCYCLE ENGINE STAND – SINGLE/TWIN CYLINDER. [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: <https://www.toolstoday.co.uk/sealey-motorcycle-engine-stand-single-twin-cylinder>
- [2] DYNOMite motorcycle/ ATV dynos. [cit. 2020-03-03] Dostupné z: <https://www.dynomitedynamometer.com/motorcycle-dyno/motorcycle-dyno.htm>
- [3] Bomb city custom motorcycles – engine stand for NJU. [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: <http://www.bombcitycustoms.com/>
- [4] MAROLO UNOVERSAL ENGINE SUPPORT WITH OIL COLECCTING TRAY 801213. [cit. 2020-03-03]. Dostupné z : https://www.extraproducts.gr/index.php/en/component/virtuemart/view/productdetails/virtuemart_product_id/138377/virtuemart_category_id/2325/lang/en-GB
- [5] STOJAN PRO MOTORY MOTOCYKLŮ OMCN 566. [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: https://www.technology-garage.cz/stojan-pro-motory-motocyklu-omcn-566_z1757/
- [6] Univerzální držák motorů MOTORSPORT PRODUCT MX. [cit. 2020-03-03]. Dostupné z: https://www.mxtech-eshop.cz/Univerzalni-drzak-motoru-MOTORSPORT-PRODUCTS-MX-ENGINE-STAND-OFFROAD-d64093.htm?gclid=Cj0KCQjw7qn1BRDqARIsAKMbHDY-cXTKtU1lw3M-7_wvtHLlC3tdGm3NQ9bcbgonc_imi8Sfli-Q3cwaAhWLEALw_wcB#detail-anchor-description
- [7] Forum - technika - z dílen – motorová stolice. [cit. 2020-03-03]. Dostupné z : <https://www.minory.cz/index.php?name=Forums&file=viewtopic&t=470>
- [8] Internetový portál o vozidlech všeho druhu – inzerce. [cit. 2020-03-03]. Dostupné z : <http://www.iveteran.cz/inzerat/prodam-ariel-500-ohv-model-c-rv-1928/14222>
- [9] POJEZDOVÉ KOLO D100 OTOČNÉ S BRZDOU – MONTÁŽNÍ OTVOR D 12,5 mm. [cit. 2020-04-09]. Dostupné z : <https://www.askmt.com/eshop-pojezdove-kolo-d100-otocne-s-brzdou-montazni-otvor-d-12-5-mm-45-184>
- [10] Trubka bezešvá přesná kruhová, ČSN 42 6711.21 // rozměr 24x2,0. Feron. 2020. [cit. 2020-05-08] Dostupné z : <https://online.ferona.cz/detail/34513/trubka-bezesva-presna-kruhova-csn-42-6711-21-rozmer-24x2-0>
- [11] Trubka bezešvá přesná kruhová, ČSN 42 6711.21 // rozměr 25x2,5. Feron. 2020. [cit. 2020-05-08]. Dostupné z : <https://online.ferona.cz/detail/33479/trubka-bezesva-presna-kruhova-csn-42-6711-21-rozmer-25x2-5>
- [12] Profil otevřený průřezu L, rovnoramenný, EN 10162 // L 15x15x2. Feron. 2020. [cit. 2020-05-08]. Dostupné z : https://online.ferona.cz/detail/23451/profil-otevreny-prurezu-l-rovnoramenny-en-10162-l-15x15x2?fbclid=IwAR2Y3xnnh_x1Oryw-Ahl7wEwanYUYc_QZRhuxEQ4-ABG_-lzyZJefDXAI0

- [13] Tyč ocelová kruhová válcovaná za tepla EN 10060 // průměr 50. Ferona. 2020. [cit. 2020-05-08]. Dostupné z : https://online.ferona.cz/detail/23387/tyc-ocelova-kruhova-valcovana-za-tepla-en-10060-prumer-50?fbclid=IwAR27WA5Vqc733PjmJZmlctEpsLeP9Vtt15_saVM5nycOQ2_b-KwzY10Zk8c
- [14] KALAB, K.: Části a mechanismy strojů pro 2. a 3. roční bakalářského studia. Teorie + projekty VŠB-TU Ostrava, 2015, 411s.
- [15] KALAB, K.: Části a mechanismy strojů pro bakaláře: Části pohonu strojů. 1. vydání VŠB-TU Ostrava, 2007, 91s. ISBN 978-80-248-1860-3
- [16] DEJL, Z.: Konstrukce strojů a zařízení 1. Spojovací části strojů. Návrh. Výpočet. Konstrukce. Montanex a.s. Ostrava, 2000, ISBN 80-7225-018-3
- [17] MORAVEC, V., HAVLÍK, J.: Výpočet a konstrukce strojích dílů. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2005, ISBN 80-248-0878-1
- [18] NĚMČEK, M.: Řešené příklady ČaMS Spoje. 2. vydání. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2008, ISBN 978-80-248-1782-8
- [19] LEINVEBR, J., VÁVRA, P.: Strojnické tabulky. 5. Vydání. Albra, Úvaly, 2011, ISBN 978-80-7361-081-4
- [20] Tyč ocelová plochá válcovaná za tepla, EN 10058 // rozměr 70x15. Ferona. 2020. [cit. 2020-05-08]. Dostupné z : <https://online.ferona.cz/detail/32074/tyc-ocelova-plocha-valcovana-za-tepla-en-10058-rozmer-70x15>
- [21] Upínací kroužky, s drážkou a svěracími pákami KIPP K0611. MAREK INDUSTRIAL a.s. © 2018-2020. [cit. 2020-05-08]. Dostupné z : https://www.marek.eu/kipp-mechanicke-komponenty/ovladaci-prvky-normovane-dily/dily-pro-stroje-a-pro-pripravky/staveci-krouzky-sveraci-krouzky-a-sveraci-naboje/23552/upinaci-krouzky-s-drazkou-a-se-sveracimi-pakami.html#_technicke-parametry
- [22] Lac. Upínací páky s excentrem. © 2020 Elesa.S.p.a. [cit. 2020-05-08]. Dostupné z : https://www.elesa-ganter.cz/cs/cze/produkty/upinaci-paky--1002/Upinaci-paky--Upinaci-paky-s-excentrem--LAC?fbclid=IwAR1GPGHhf6M6-PEVvA0Etj_AiG6TviDfXuXlBJAadqrv9Tv-aF0tS4FoBjU
- [23] Utahovací kolečka – ryhovaná matice – DIN630. © 2020 Elesa.S.p.a. [cit. 2020-05-08]. Dostupné z : <https://www.elesa-ganter.cz/cs/cze/Utahovaci-kolecka--Ryhovane-matice--DIN6303>
- [24] Průduky – Ovládací prvky- Zástrčné čepy – Kipp. © HEINRICH KIPP WERK KG. [cit. 2020-05-08]. Dostupné z : <https://www.kipp.cz/cz/cs/Produkty/Ovl%C3%A1dac%C3%AD-prvky-normovan%C3%A9-d%C3%ADly/Pru%C5%BEen%C3%A9-tlakov%C3%A9-matrice-areta%C4%8Dn%C3%AD-%C4%8Depy-kulov%C3%A9-kol%C3%AD%C4%8Dky/K0365-Z%C3%A1str%C4%8Dn%C3%A9-%C4%8Depy.html>

Seznam příloh

Příloha A: Katalogový list lineární kolejnice

Příloha B: Katalogový list pojezdového vozíku

Příloha C: Katalogový list rýhovaného matice LAC

Příloha D: Katalogový list rychloupínacího šroubu LAC

Příloha E: Katalogový list zástrčného čepu Kipp

Příloha F: Katalogový list upínacího kroužku

Příloha G: Sestavný výkres pracovní stoličky

Příloha H: Sestavný výkres konzoly ramene

Příloha I: Výrobní výkres kuželového čepu

Příloha J: Výrobní výkres trapézového šroubu zvedáku

Příloha K: Výrobní výkres svěrné páky