

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B0715A270013 – Strojní inženýrství

Studijní specializace: Konstruování strojů a technických zařízení



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Konstrukce jednoduchého vřetenového lisu

Autor: Jan MAŠEK

Vedoucí práce: Ing. Jiří KOŘÍNEK

Akademický rok 2021/2022

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta strojní
Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Jan MAŠEK**
Osobní číslo: **S19B0812P**
Studijní program: **B0715A270013 Strojní inženýrství**
Specializace: **Konstruování strojů a technických zařízení**
Téma práce: **Konstrukce jednoduchého vřetenového lisu**
Zadávací katedra: **Katedra konstruování strojů**

Zásady pro vypracování

Vytvořte konstrukční návrh jednoduchého vřetenového lisu pro dílenské použití. Použití pro snadné lisování dle dílenských potřeb. Konstrukci vytvořte se základem trapézového šroubu Tr 60x9-400. Úvod, status quo, výpočty, konstrukční návrh (hlavní část), ekonomika, návod k použití, možná dobrovolná realizace.

Rozsah bakalářské práce: **30-40**
Rozsah grafických prací: **podle potřeby**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

- [1] HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. *Příručka strojího inženýra – Obecné strojní části 1*, Praha: Computer Press, 1999
[2] HOSNEDL, S. *Systémové konstrukční navrhování technických produktů*, Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 1. vyd. 1992

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jiří Kořínek**
Katedra konstruování strojů

Datum zadání bakalářské práce: **16. října 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **28. května 2022**

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval především svému vedoucímu práce Ing. Jiřímu Kořínkovi ze ZČU/FST/KKS za kvalitní a přínosné konzultace, důležité a kvalitní připomínky a rady nejen do této bakalářské práce, ale i do profesního života a života obecně. Dále rodině za trpělivost a podporu ke studiu a každému, kdo má zásluhu při mém nabývání důležitých vědomostí do mé budoucnosti.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Mašek	Jméno Jan	
STUDIJNÍ PROGRAM	B0715A270013 Strojní inženýrství		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Kořínek	Jméno Jiří	
PRACOVISŤE	ZČU - FST – KKS		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Konstrukce jednoduchého vřetenového lisu		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2022
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM		TEXTOVÁ ČÁST		GRAFICKÁ ČÁST	
---------------	--	---------------------	--	----------------------	--

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	V této bakalářské práci vytvořte konstrukční návrh jednoduchého vřetenového lisu pro dílenské použití. Použití pro snadné lisování dle dílenských potřeb. Konstrukci vytvořte se základem trapézového šroubu Tr 60x9-400. Úvod, status quo, výpočty, konstrukční návrh (hlavní část), ekonomika, návod k použití, možná dobrovolná realizace.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Vřetenový ruční lis, trapézový šroub, dílenský stroj, konstrukční návrh

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Mašek	Name Jan		
STUDY PROGRAMME	B0715A270013 Mechanical Engineering			
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Kořínek	Name Jiří		
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS			
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable	
TITLE OF THE WORK	Simple spindle press machine construction			

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KKS	SUBMITTED IN	2022
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY		TEXT PART		GRAPHICAL PART	
----------------	--	------------------	--	-----------------------	--

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	In this bachelor thesisis create a design of a simple spindle press for workshop use. Used for easy pressing according to workshop needs. Create the construction with the base of the trapezoidal screw Tr 60x9-400. Introduction, status quo, computations, design (main part), economics, instructions for use, possible voluntary execution.
KEY WORDS	Manual spindle press, trapezoidal screw, workroom machine, construction design

Přehled použitých zkratk a symbolů

zkratka	název
ČSN	Česká technická norma
EN	Evropská norma
EU	Evropská unie
ZČU	Západočeská univerzita v Plzni
FST	Fakulta strojní
KKS	Katedra konstruování strojů
IS/STAG	Informační systém STAG
min. max.	minimální, maximální
Tr	trapézový šroub
atd.	a tak dále
apod.	a tak podobně
příp.	případně
popř.	popřípadě
tzn.	to znamená
tj.	to je
např.	například
MKP	metoda konečných prvků
cca	přibližně
př.n.l.	před naším letopočtem
CAD	computer aided design
TR4HR	čtyřhranná trubka
6HR	šestihran
M	metrický závit

značka	jednotka	název
C	kč	cena
x	mm	posunutí
F	N	síla
M_k	$N \cdot m$	kroučící moment
k	-	koeficient bezpečnosti
l	m	délka
D, d	mm	průměr
σ_{max}	MPa	maximální napětí
σ_D	MPa	dovolené napětí
v	$m \cdot s^{-1}$	rychlost
p	Pa	tlak
S	m^2	plocha
m	kg	hmotnost
s	mm	rozteč
f	-	koeficient tření
g	$m \cdot s^{-2}$	tíhové zrychlení
M_o	$N \cdot m^{-1}$	ohybový moment
W_o	m^3	modul průřezu v ohybu
t	s	čas
a	-	koeficient odpadu

Obsah

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....	2
Prohlášení o autorství.....	4
Poděkování.....	5
ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....	6
Přehled použitých zkratk a symbolů.....	8
1 Část - teoretická.....	14
1.1 Úvod.....	14
1.2 Dodefinice zadání.....	15
1.3 Historie.....	17
1.4 Základní dělení tvářecích strojů [3].....	19
1.5 Rozdělení lisů [3].....	21
1.6 Popis lisu.....	22
1.6.1 Popis již funkčního lisu [3].....	22
1.6.2 Popis vlastního návrhu lisu.....	23
1.7 Rešerše současného stavu.....	25
1.7.1 Ruční lis LIBOR BROM-MOSTR.....	25
1.7.2 Hydraulický lis Carmax.....	26
1.7.3 Ruční lis Proma.....	26
1.7.4 Lis vřetenový malý S3.....	27
1.7.5 Vřetenový lis 1.....	28
1.7.6 Vřetenový lis 2.....	28
1.7.7 Vřetenový lis 3.....	29
1.7.8 Vřetenový lis 5.....	30
1.7.9 Vřetenový lis 6.....	31
2 Část - praktická.....	32
2.1 Výpočtová část.....	32
2.1.1 Výpočet délky páky.....	32
2.1.2 Výpočet minimálního průměru ruční páky.....	33
2.1.3 Předpokládaná rychlost posuvu.....	33
2.2 Výběrová část.....	34
2.2.1 Měření síly.....	34
2.2.2 Výběr siloměru:.....	34
2.2.3 Výběr oboustranného axiálního ložiska.....	35
2.2.4 Vedení.....	37

3	Část - praktická.....	38
3.1	Vlastní konstrukce	38
3.2	Navržená nadstavba pro lepší konkurenceschopnost a univerzalitu	44
4	Pevnostní analýza vybraných dílů z konstrukce pomocí MKP	45
4.1.1	Kontrola jeklu rámu	45
4.1.2	Kontrola sloupu rámu.....	46
4.1.3	Kontrola ruční tyče.....	48
4.1.4	Vyhodnocení MKP analýzy	50
4.1.5	Příklad nedostatečně navrženého dílu	50
5	Hrubá ekonomika konstrukce.....	52
6	Návod k použití	54
7	Závěr.....	55
7.1	Výkres hlavní sestavy	56
7.2	3D model sestavy.....	57
8	Část 6 - zdroje	58
8.1	Seznam použitých zdrojů.....	58
8.2	Internetové zdroje pro tabulky a obrázky	59
9	Přílohy	60
	PŘÍLOHA č. 1.....	60

Seznam obrázků

<i>Obrázek 1 Uchopení páky stroje [7]</i>	16
<i>Obrázek 2 Historický vřetenový lis [19]</i>	17
<i>Obrázek 3 Dřevěný ruční vřetenový lis pro lisování naklíženého papíru [20]</i>	17
<i>Obrázek 4 Guttenbergův knihtisk [33]</i>	18
<i>Obrázek 5 Vřetenový lis využívající kinetické energie závaží [29]</i>	18
<i>Obrázek 6 Vřetenový lis využívající kinetické energie disku [32]</i>	18
<i>Obrázek 7 Ruční vřetenový lis na výrobu ovocné šťávy</i>	19
<i>Obrázek 8 Další využití trapézového šroubu - židle ke klavíru</i>	19
<i>Obrázek 9 Tvářecí stroje s přímočarým relativním pohybem nástroje [3]</i>	19
<i>Obrázek 10 Tvářecí stroje s nepřímým relativním pohybem nástroje [3]</i>	19
<i>Obrázek 11 Podle druhu použitého mechanismu k přenosu energie – hydraulický [3]</i>	20
<i>Obrázek 12 Podle druhu použitého mechanismu k přenosu energie – s klikovým mechanismem [3]</i>	20
<i>Obrázek 13 Podle druhu použitého mechanismu k přenosu energie – buchar [3]</i>	20
<i>Obrázek 14 jednostranný a dvostranný otevřený "C" rám [3]</i>	21
<i>Obrázek 15 uzavřený "O" rám z jednoho kusu a uzavřený "O" rám dělený [3]</i>	21
<i>Obrázek 16 schéma dvoudiskového vřetenového lisu [3]</i>	22
<i>Obrázek 17 Návrh koncepce lisu před konstrukcí</i>	23
<i>Obrázek 18 Rozměry šroubů ze strojních tabulek [1]</i>	24
<i>Obrázek 19 Šroub – matice [1]</i>	24
<i>Obrázek 20 Ruční lis [24]</i>	25
<i>Obrázek 21 Hydraulický lis [25]</i>	26
<i>Obrázek 22 Ruční lis [26]</i>	26
<i>Obrázek 23 Ruční malý lis [16]</i>	27
<i>Obrázek 24 Vřetenový lis 1 [36]</i>	28
<i>Obrázek 25 Vřetenový lis 2 [35]</i>	28
<i>Obrázek 26 Vřetenový lis 3 [34]</i>	29
<i>Obrázek 27 Vřetenový lis 4 [31]</i>	30
<i>Obrázek 28 Vřetenový lis 5 [38]</i>	30
<i>Obrázek 29 Vřetenový lis 5 - výrobní štítek [38]</i>	30
<i>Obrázek 30 Vřetenový lis 6 [14]</i>	31
<i>Obrázek 31 Vřetenový lis 6 - výrobní štítek [14]</i>	31
<i>Obrázek 32 Prvotní návrh lisu</i>	32
<i>Obrázek 33 Tenzometry a tenzometry v siloměru [12]</i>	34

<i>Obrázek 34 Vybraný siloměr katalog GTM [22]</i>	35
<i>Obrázek 35 Vybrané obousměrné axiální kuličkové ložisko [9]</i>	36
<i>Obrázek 36 Odůvodnění nutnosti vedení</i>	37
<i>Obrázek 37 Lineární kluzné ložisko Hennlich [37]</i>	37
<i>Obrázek 38 Trapézový šroub</i>	38
<i>Obrázek 39 Matice s trapézovým závitem</i>	38
<i>Obrázek 40 Horní jekl rámu lisu</i>	39
<i>Obrázek 41 Sloup vedení</i>	39
<i>Obrázek 42 Rám s vřetenem</i>	40
<i>Obrázek 43 Příkladné uchycení sloupu - spodní</i>	40
<i>Obrázek 44 Uchycení sloupu – horní</i>	40
<i>Obrázek 45 Stůl</i>	41
<i>Obrázek 46 Ruční páky</i>	41
<i>Obrázek 47 Polička na nářadí</i>	42
<i>Obrázek 48 Žebro</i>	42
<i>Obrázek 49 Spoj</i>	42
<i>Obrázek 50 Úchyt zobrazovací jednotky siloměru</i>	43
<i>Obrázek 51 Horní a spodní beran</i>	43
<i>Obrázek 52 Základní univerzální nástroj</i>	44
<i>Obrázek 53 Uchycení základního univerzálního nástroje</i>	44
<i>Obrázek 54 Klíč základního univerzálního nástroje</i>	44
<i>Obrázek 55 MKP analýza - horní jekl rámu - napětí von Mises</i>	45
<i>Obrázek 56 MKP analýza - horní jekl rámu - deformace</i>	46
<i>Obrázek 57 MKP analýza - horní jekl rámu - bezpečnost solidworks</i>	46
<i>Obrázek 58 MKP analýza - sloup rámu - napětí von Mises</i>	47
<i>Obrázek 59 MKP analýza - sloup rámu - deformace</i>	47
<i>Obrázek 60 MKP analýza - sloup rámu - bezpečnost solidworks</i>	48
<i>Obrázek 61 MKP analýza - ruční tyč - napětí von Mises</i>	48
<i>Obrázek 62 MKP analýza - ruční tyč - deformace</i>	49
<i>Obrázek 63 MKP analýza - ruční tyč - bezpečnost solidworks</i>	49
<i>Obrázek 64 MKP analýza poddimenzovaného dílu - ruční tyč - napětí von Mises</i>	50
<i>Obrázek 65 MKP analýza poddimenzovaného dílu - ruční tyč - posunutí</i>	51
<i>Obrázek 66 MKP analýza poddimenzovaného dílu - ruční tyč - bezpečnost solidworks</i>	51
<i>Obrázek 67 3D model lisu ve formátu “.STL“</i>	57

Seznam tabulek

<i>Tabulka 1 Přípustné síly ruky pro ruční ovládače (podle ČSN EN ISO 894-3+A1) [7]</i>	16
<i>Tabulka 2 Rozmezí sil pro ruku dle normy ČSN EN ISO 894-3+A1 [7]</i>	17
<i>Tabulka 3 Hodnoty ručního lisu LIBOR BROM-MOSTR [24]</i>	25
<i>Tabulka 4 Hodnoty hydraulického lisu Carmax [25]</i>	26
<i>Tabulka 5 Hodnoty ručního lisu Proma AP-1 [26]</i>	27
<i>Tabulka 6 Hodnoty ručního lisu malého S3 [16]</i>	27
<i>Tabulka 7 Hodnoty vřetenového lisu 1 [36]</i>	28
<i>Tabulka 8 Hodnoty vřetenového lisu 2 [35]</i>	29
<i>Tabulka 9 Hodnoty vřetenového lisu 3 [34]</i>	29
<i>Tabulka 10 Hodnoty vřetenového lisu 4 [31]</i>	30
<i>Tabulka 11 Hodnoty vřetenového lisu 5 [38]</i>	31
<i>Tabulka 12 Hodnoty vřetenového lisu 6 [14]</i>	31
<i>Tabulka 13 Výpočet délky páky</i>	32
<i>Tabulka 14 Výpočet minimálního průměru páky</i>	33
<i>Tabulka 15 Výpočet předpokládané rychlosti posuvu</i>	33
<i>Tabulka 16 Mechanické vlastnosti oceli ČSN 11 373 - solidworks</i>	45
<i>Tabulka 17 Vyhodnocení MKP analýzy</i>	50
<i>Tabulka 18 Výpočty bezpečností vyhodnocených dílů</i>	50
<i>Tabulka 19 Vyhodnocení MKP analýzy špatného návrhu</i>	51
<i>Tabulka 20 Výpočet hmotností pro výpočet hrubé ceny</i>	53
<i>Tabulka 21 Hrubý výpočet ceny</i>	54

1 Část - teoretická

1.1 Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá vřetenovými lisami, a je rozdělena do dvou hlavních větví. Těmito větvemi jsou obecná část 1 a praktická konstruktérská část 3 a dále.

Do první části patří lisy z obecného hlediska, tedy úvod, náhled do historie vřetenových lisů, dále rozdělení lisů, popis stroje apod. Následně je hlavní část, a to konstrukce konkrétního jednoduchého vřetenového lisu se základem trapézovým šroubem Tr 60x9-400 kam patří konkrétní konstrukce, výpočty, výběr nakupovaných součástí nebo měření tvářecí síly na vřetení, kterému je věnována zvláštní pozornost. Jelikož je dané zadání velmi obecné, nejdříve je zadání dodefinováno. Především je doplněno o hodnotu síly, kterou vyvine průměrný muž dle ergonomických požadavků. Předpokládána je však velká univerzalita stroje. Příprava a úprava polotovarů, příp. nástrojů v dílnách, nástrojárnách a obecně továrnách je často opakovanou a všeobecně známou činností, a proto nemají lisy problém při nalezení uplatnění.

Vřetenové lisy používá lidstvo již od dob od starověkého Řecka, a proto je jejich historie a vývoj velmi dlouhý. Díky dlouhému vývoji se stroj posunul od původní složitosti výroby dřevěného šroubu ke dnešním precizním technologiím a výrobě šroubu z ocele. Díky vývoji a inovacím z inženýrské tvořivosti je vřetenový lis pořád aktuální a nezapadl v historii. Nicméně myšlenka vřetenového šroubu je pořád stejná již od počáteční myšlenky. Šroub se otáčí v matici a tím se posouvá a tlačí na tvářený materiál. Též se může otáčet šroub a posouvat tím matici která tváří tvářený prvek. V dnešní době se nabízí i široká nabídka lisů s jiným principem (např.: hydraulické, pákové atd.), což je zohledněno v rešerži současného stavu techniky, kde byly vybrány některé lisy pro porovnání.

V dalších částech se práce zabývá vlastní konstrukcí jednoho konkrétního ručního vřetenového lisu. To je rozděleno na výpočtovou/návrhovou část, kde jsou vypočteny/navrženy některé důležité prvky a jejich parametry s pomocí znalostí nabitých při studiu. Dále vlastní konstrukce, která je ke konci podpořena výkresovou dokumentací celkové sestavy, několika podsestav a několika výrobními výkresy navržených součástí. V konstrukční části je popsáno co, jak a proč bylo navrženo. Následně jsou některé vybrané důležité funkční součásti překontrolovány pomocí metody MKP v programu solidworks základního balíčku. V této analýze jsou přidány odpovídající okrajové podmínky a zatížení. Předpokladem pro tuto konstrukci je ruční pohon a dělený O rám. Cílem této práce je především poznat konstruktérskou práci v praxi na zadaném konstrukčním úkolu.

Pro začátek je výhodné si zavést několik důležitých pojmů:

Lis – tvářecí stroj s velkým uplatněním v průmyslu, používá se ke tváření materiálu, nalisování apod.

Vřetení – hlavní rotační součást, v této práci trapézový šroub Tr 60x9-400

Trapézový šroub – trapézové šrouby jsou šrouby s lichoběžníkovým závitem rovnoramenným (dle ČSN 014050). Trapézové šrouby jsou standardním konstrukčním prvkem určeným pro samosvorný převod rotačního pohybu na přímočarý, a to s nízkou účinností, kterou ovlivňují použité materiály trapézového šroubu a matice, jejich vzájemná kombinace a mazání třecích závitových ploch. Trapézové šrouby je třeba za provozu mazat. Obvykle se pro mazání používají mazací tuky, stejné jako pro mazání valivých ložisek. Trapézové šrouby se dále dělí podle způsobu výroby na trapézové šrouby válcované a trapézové šrouby vyrobené třískovým obráběním. [13]

Síla – vektorová veličina která vyjadřuje vzájemné působení dvou těles, má jednotku N – Newton, zde je hlavní lisovací síla $F_{ax}=10000N$, což je síla cca jedné tuny (na planetě Zemi) a síla vyvíjená člověkem $F_1=100N$

Konstrukce – návrh/rozvržení stroje/mechanismu s potřebnými rozměry a vlastnostmi, založeno na základě výpočtů, popř. odborných odhadů nebo daných rozměrů zadáním

Jekl – profil tvaru čtyřhranné trubky, definován vnějšími rozměry a tloušťkou stěny

1.2 Dodefinice zadání

Uvedení do problematiky:

Příprava a úprava polotovarů, příp. nástrojů v dílnách, nástrojárnách a obecně továrnách je často opakovanou a všeobecně známou činností. Cílem konstrukce je přispět k dalšímu podstatnému zkvalitnění zadané přípravy a úpravy polotovarů, příp. nástrojů, přípravků i jejich kvality v dílnách, nástrojárnách, příp. na pracovištích inovativním řešením potřebného technického stroje. Nový vřetenový lis by měl umožnit jednoduchý přístup k rychlému zpracování, jednoduchému tváření pro zajištění potřebných nástrojů, různých přípravků potřebných k údržbě chodu výrobní továrny či dílny. Lis by měl vyhovovat obsluze ve velmi kritické vytíženosti k rychlému a jednoduchému řešení jejich problému např. nutných přípravků pro opravu stroje továrny či samotných přípravků pro výrobu. Stroj má být dle zadání pro občasné dílenské použití, tedy velice univerzální.

Mezi další základní požadavky patří umožnění jednoduché obslužnosti stroje. Lis by měl být samozřejmě podle potřeby vybavován příslušenstvím (např. klíč na výměnu beranu). Tyto požadavky na příslušenství jsou zřejmé, protože mít nářadí po ruce je základem neplýtvání času v rámci time managementu.

Dále se předpokládá průměrný muž jako obsluha, a to že jeho svalová práce bude dynamická. Přípustné síly ruky pro ruční ovládní. V praxi se k hodnocení pracovní činnosti vychází z obecně známých zásad bezpečnosti práce a ergonomie, které jsou legislativně ošetřeny. To platí i pro případy věnované práce ruky při plnění pracovních úkolů. Je možné vycházet z daných hygienických limitů pro lokální svalovou zátěž. Jedná se o hodnoty vynakládaných svalových sil, hodnoty směnových počtů pohybů ruky a předloktí vztažené k průměrné směnové časově vážené hodnotě vynakládaných svalových sil a hodnoty průměrných minutových počtů pohybů drobných svalů rukou a prstů v průměrné osmihodinové směně. Vyjadřuje se v procentech maximální svalové síly (F_{max}). [7]

V případě zadání bakalářské práce je možné vycházet z normy ČSN EN ISO 894-3+A1, kde je uvedena tabulka přípustných sil. Nejprve je nutné určit způsob úchopu ovládací části. V tomto případě půjde o uchopení vyžadující sílu, tj. prsty a palec jsou v poloze proti sobě a svírají předmět tak, aby byl umožněn maximální kontakt s plochou dlaně.

Typ ovladače minimální a maximální síly (N)	Tvar, poloha a frekvence ovládání	Způsob ovládání
Tlačítko	Kruhové, čtvercové, obdélníkové, hříbové	Jedním prstem min. 2,5 max. 8 dlaní min. 2,5 max. 50
Přepínač páčkový	Válcový, kuželový, hranolový dvoupolohový: min. 30° na strany od svislé osy, třípolohový: min. 30° na strany od svislé osy a kolmo k základně	Prsty min. 2,5 max. 10
Přepínač otočný	Kruhová základna, úchopová část kuželová, obdélníková při zrakové kontrole: max. počet poloh - 24, minimální úhel mezi polohami - 15°; při hmatové kontrole: max. počet poloh - 8, minimální úhel mezi polohami - 45°	Prsty min. 2,5 max. 15
Točítka	Válcový, kuželový průměr do 2,5 cm průměr větší než 2,5 cm	Prsty min. 2,5 / max. 4 min. 2,5 / max. 15
Kolo ruční	Vnější průměr věnce se volí podle rychlosti otáčení; při větší rychlosti menší průměr	Jednou rukou min. 10 / max. 100 Oběma rukama min. 10 / max. 200
Volant	a) technické zařízení pracovně nepojíždějící; b) technická zařízení pracovně pojíždějící; c) všechna technická zařízení při selhání posilovače řízení (při nouzovém řízení)	Oběma rukama max. 115 Jednou nebo oběma rukama max. 80 Oběma rukama max. 350
Páka ruční	Rukojeť: válcová, kuželová, kulová trvale: často: zřídka:	Horní končetinou pohyb páky: vpřed a vzad min. 10 max. 60 do stran min. 10 max. 40 vpřed a vzad min. 10 max. 120 do stran min 10 max. 80 nahoru a dolů min. 10 max. 300 Nouzová a parkovací brzda max. 295

Tabulka 1 Přípustné síly ruky pro ruční ovladače (podle ČSN EN ISO 894-3+A1) [7]

Uchopení páky stroje bude probíhat jako uchopení vyžadující sílu – prsty a palec jsou v poloze proti sobě, svírají předmět tak, aby byl umožněn maximální kontakt s plochou dlaně



Obrázek 1 Uchopení páky stroje [7]

Poté je možné z tabulky Přípustné síly ruky pro ruční ovládače podle normy ČSN EN ISO 894-3+A1 stanovit minimální a maximální sílu (N) pro časté použití ruční páky, válcové rukojeti se směrem pohybu páky vpřed a vzad. Norma uvádí následující hodnoty [7].

Minimální síla F	Maximální síla F
10 (N)	120 (N)

Tabulka 2 Rozmezí sil pro ruku dle normy ČSN EN ISO 894-3+A1 [7]

Zpracování bakalářské práce se tedy bude pohybovat mezi 10N a 120N.

Síla F_1 , kterou působí obsluha na páce stroje, byla zvolena 100N.

Zapojené druhy pohybů:

1. Abdukce – přitažení prstů
2. Pronace – stočení, např. stočení předloktí dovnitř (odemykání klíčem)
3. Supinace – vytočení, opak pronace

Nemoci z povolání či pracovní úrazy ruky nejsou předpokládány, protože se předpokládá pouze občasné dílenské použití a dodržování bezpečnosti práce.

Definice páky: páka ruční válcová délky dle výpočtu, frekvence ovládání - často, vpřed a vzad min. 10 max. 120N

1.3 Historie

Tváření je vůbec jeden z prvních způsobů, jakým byl zpracováván kov. Kov byl nejdříve kován ručně pomocí kladiva a kovádky. Nejprve docházelo k primitivnímu ručnímu zpracování kovů, dále člověk začal používat zvířata a dále energii kterou mu dalo prostředí, tedy vodu a vítr.

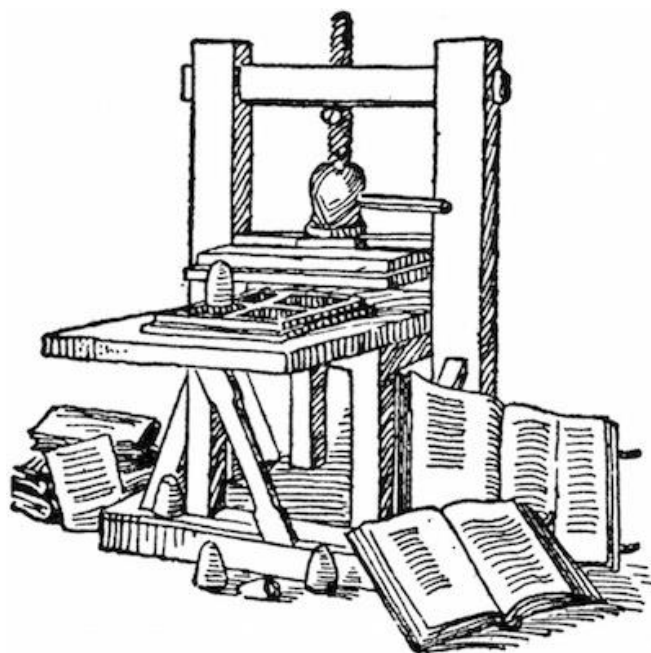
Technologií lisování se již lidstvo zabývá tisíce let. K prvnímu použití šroubových neboli vřetenových lisů s ručním pohonem došlo pravděpodobně ve starém Řecku cca 350 let př. n.l., kde se začalo používat šroubu ke zvýšení lisovací síly. V této době se používali dřevěná vřetena pro lisování vína či olivového oleje což vedlo k velkému zproduktivnění produkce. Dále byl vřetenový lis využit v roce 1446 k prvnímu knihtisku Johanem Guttenbergem.



Obrázek 2 Historický vřetenový lis [19]



Obrázek 3 Dřevěný ruční vřetenový lis pro lisování naklíženého papíru [20]



Obrázek 4 Guttenbergův knihtisk [33]

První celokovové lisy pro průmyslovou výrobu vznikali až v 17/18. století, které svou stavbou usnadňovali práci díky protizávaží a vyvozovali větší síly. Díky právě větším silám se mohl i změnit tvářecí materiál na kov např. pro výrobu mincí. Díky výhodné konstrukci polohy setrvačnicku docílí velké kinetické energie, která se využije při tváření materiálů.

Postupně se z výroby pouze mincí přešlo do tváření všeho možného jako je tomu dnes, či i jiná použití.



Obrázek 5 Vřetenový lis využívající kinetické energie závaží [29]



Obrázek 6 Vřetenový lis využívající kinetické energie disku [32]



Obrázek 7 Ruční vřetenový lis na výrobu ovocné šťávy



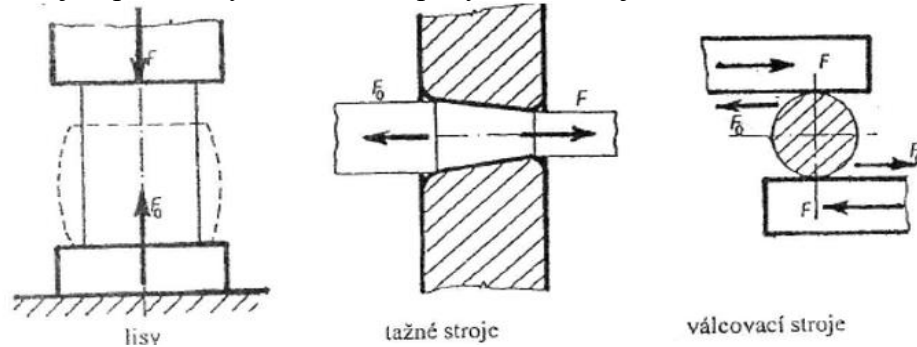
Obrázek 8 Další využití trapézového šroubu - židle ke klavíru

1.4 Základní dělení tvářecích strojů [3]

Tvářecí stroje se dají rozdělit dle několika různých hledisek

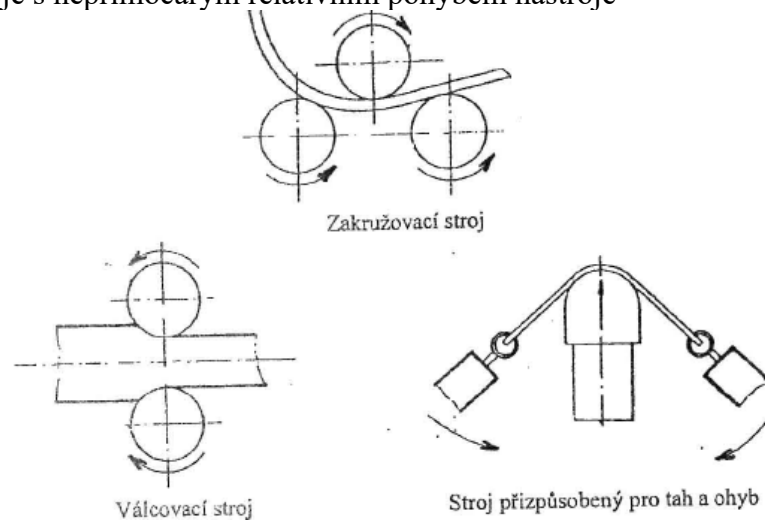
1) Podle druhu relativního pohybu výstupního členu tvářecího stroje

1.1) Tvářecí stroje s přímočarým relativním pohybem nástroje



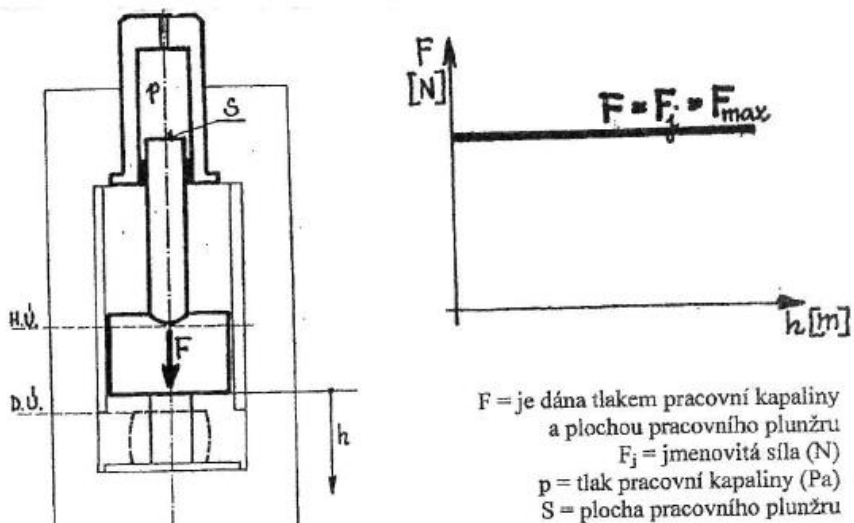
Obrázek 9 Tvářecí stroje s přímočarým relativním pohybem nástroje [3]

1.2) Tvářecí stroje s nepřímým relativním pohybem nástroje

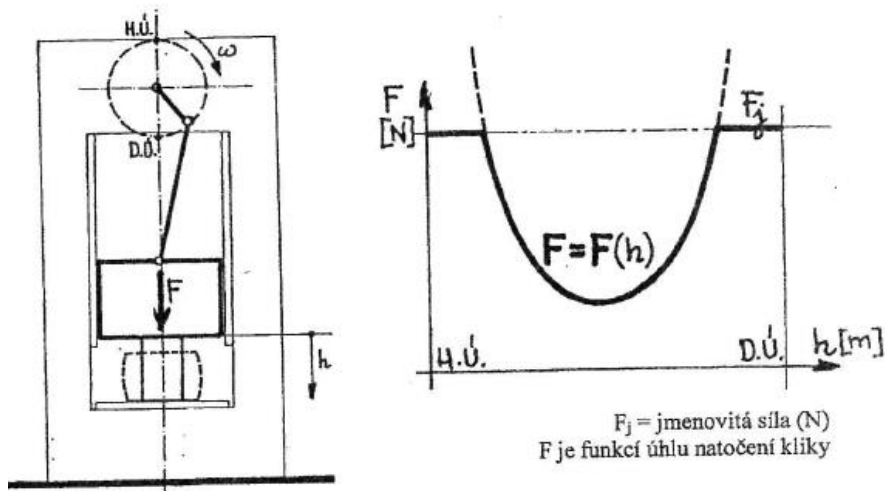


Obrázek 10 Tvářecí stroje s nepřímým relativním pohybem nástroje [3]

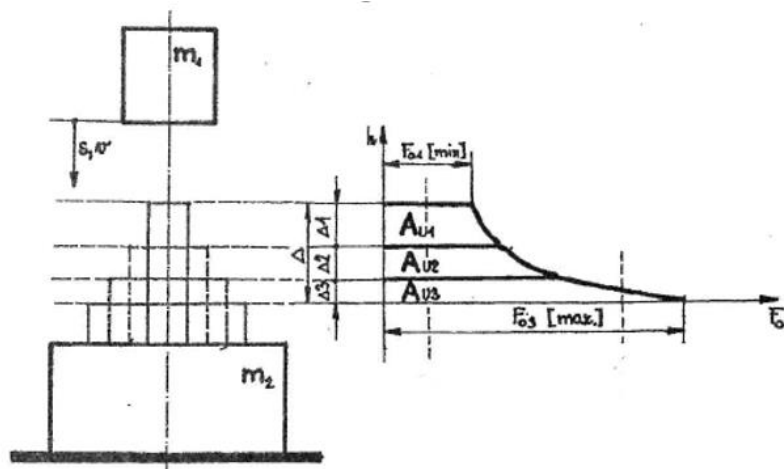
2) Podle druhu použitého mechanismu k přenosu energie



Obrázek 11 Podle druhu použitého mechanismu k přenosu energie – hydraulický [3]



Obrázek 12 Podle druhu použitého mechanismu k přenosu energie – s klikovým mechanismem [3]



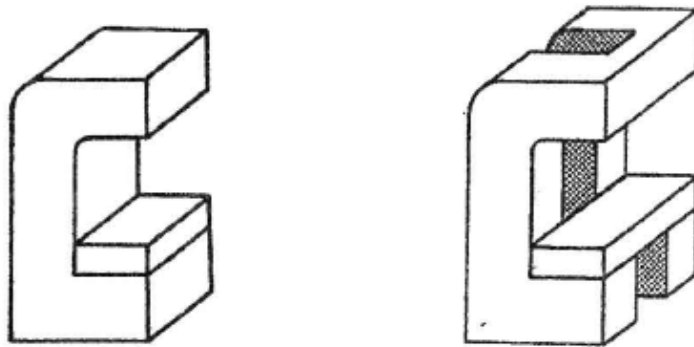
Obrázek 13 Podle druhu použitého mechanismu k přenosu energie – buchar [3]

- 3) Podle charakteristiky tvářecího stroje
 - 3.1) Objemové
Volné kování, zápustkové kování
 - 3.2) Plošné
Ohraňování plechu, ohýbání plechu, svinování, tažení plechu
 - 3.3) Dělicí materiál
Stříhání, lámání, drcení

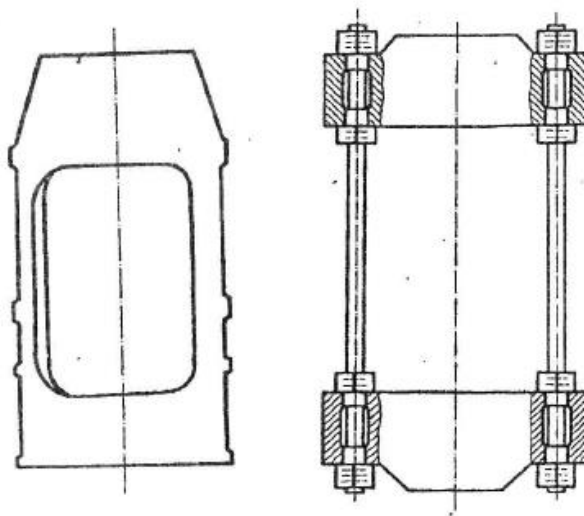
1.5 Rozdělení lisů [3]

Lisy je možno rozdělit dle:

- 1) Použitého pohonného mechanismu
mechanické, hydraulické, mechanicko-hydraulické
- 2) Technologické operace pro kterou jsou konstruovány
volné kování, zápustkové kování, rovnání, vytlačování, tažení
- 3) Podle konstrukčního provedení rámu
 - 3.1) podle přístupnosti pracovního prostoru lisu
Otevřené, uzavřené
 - 3.2) podle jejich konstrukčního provedení
Z jednoho kusu, dělené
 - 3.3) Podle jejich výrobní technologie
Svařované, odlévané, kombinované



Obrázek 14 jednostranový a dvostranový otevřený "C" rám [3]



Obrázek 15 uzavřený "O" rám z jednoho kusu a uzavřený "O" rám dělený [3]

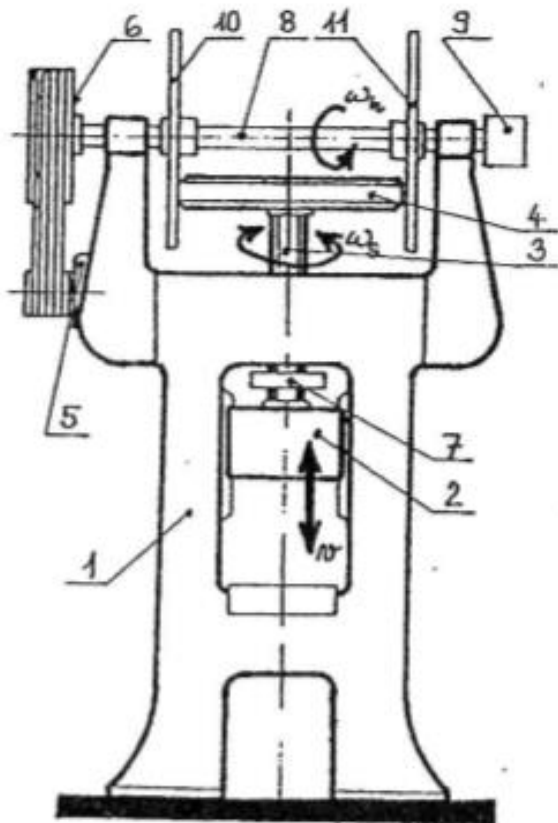
1.6 Popis lisu

1.6.1 Popis již funkčního lisu [3]

Lis (stroj), tvářecí stroj, který pracuje převážně tlakem pracovní části (beranu, traverzy, pohyblivé části), která koná přímočarý vratný pohyb a je trvale spojena s hnacím ústrojím. [4]

Základní rozdělení vřetenových lisů

- a) dvoudiskové, třídiskové
- b) bezdiskové



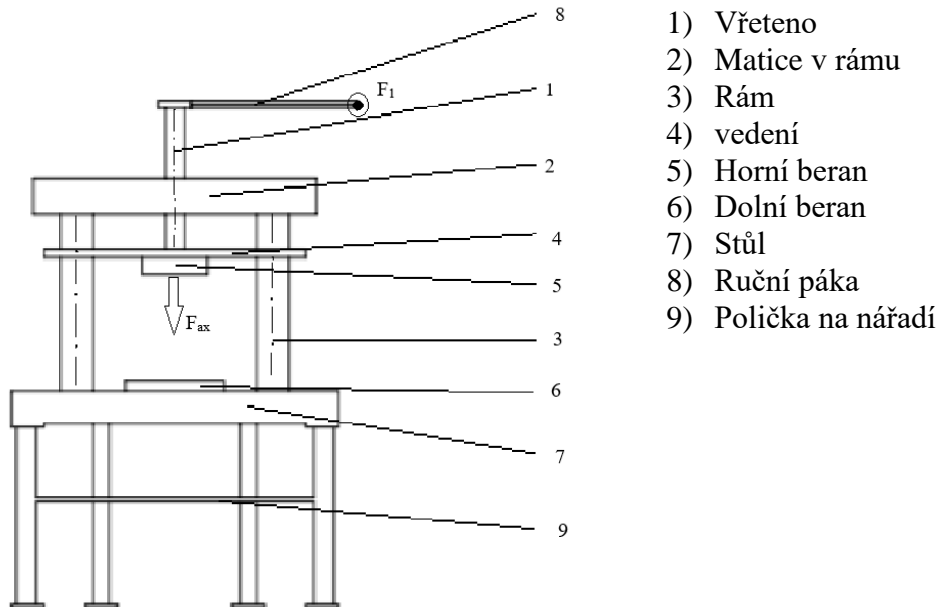
1. Rám lisu
2. Beran lisu
3. Vřeteno
4. Setrvačnick
5. Motor
6. Řemenový převod
7. Brzda
8. Předlohový hřídel
9. Přesouvací zařízení
10. Levý disk pro spouštění beranu
11. Pravý disk pro spouštění beranu
12. Dva disky pro zvedání beran

Obrázek 16 schéma dvoudiskového
vřetenového lisu [3]

1.6.2 Popis vlastního návrhu lisu

V této práci byl vybrán lis s ruční pákou (proto je ilustrační obrázek vlastní výroby).

V této části práce se zatím jedná o pouhý návrh, nikoliv o konečný stav konstrukce.



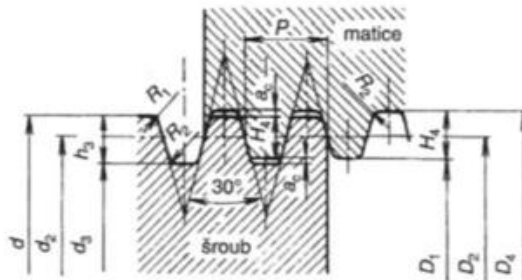
Obrázek 17 Návrh koncepce lisu před
konstrukcí

Popis částí lisů:

Vřeteno: je trapézový tzn. lichoběžníkový rovnoramenný jednochodý šroub Tr60x9-400, ve zdejší lisu se jedná o pohyb, kdy šroub koná rotační a posuvný pohyb zároveň (dohromady tedy pohyb po šroubovici). Šroub je tedy hlavní část, která vytváří tvářecí sílu F_{ax} a pracovní plochou beranu tlak na tvářený materiál.

LICHOBĚŽNÍKOVÝ ROVNORAMENNÝ JEDNOCHODÝ ZÁVIT

Výběr z ČSN 01 4050
Účinnost od 1. 3. 1991



$$h_3 = H_4 = 0,5 P + a_c$$

$$R_{1\max} = 0,5 a_c$$

$$R_{2\max} = a_c$$

$$a_c - \text{vůle ve vrcholu závitu}$$

Označení lichoběžníkového rovnoramenného jednochodého závitu o jmenovitém průměru $d = 48$ mm a rozteči $P = 8$ mm:

Tr 48 x 8

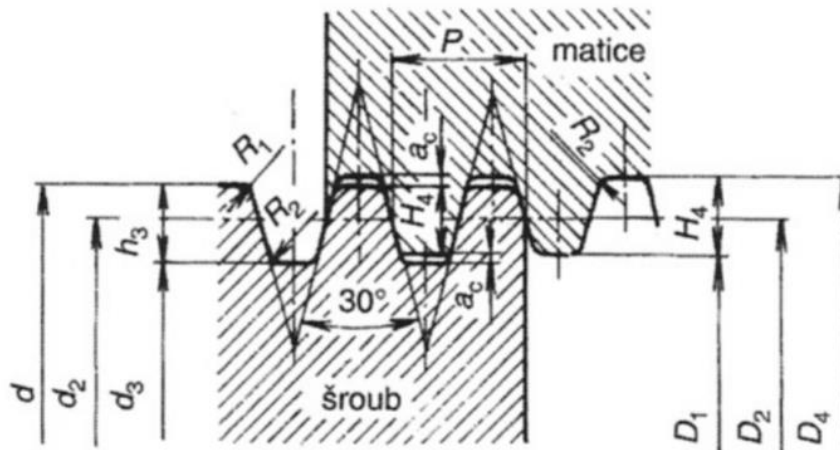
Rozměry v mm

Jmenovitý průměr závitu d	Rozteč P	Průměr závitu					Vůle ve vrcholu závitu a_c
		velký		střední	malý		
		d	D_4	$d_2 = D_2$	d_3	D_1	
8	1,5	8,000	8,300	7,250	6,200	6,500	0,15
	(2,0)	8,000	8,500	7,000	5,500	6,000	0,25
(9)	(1,5)	9,000	9,300	8,250	7,200	7,500	0,15
	(2,0)	9,000	9,500	8,000	6,500	7,000	0,25
10	1,5	10,000	10,300	9,250	8,200	8,500	0,15
	2,0	10,000	10,500	9,000	7,500	8,000	0,25
...							
46	8,0	46,000	47,000	42,000	37,000	38,000	0,50
	(12,0)	46,000	47,000	40,000	33,000	34,000	0,50
48	(3,0)	48,000	48,500	46,500	44,500	45,000	0,25
	(12,0)	48,000	49,000	44,000	39,000	40,000	0,50
50	(3,0)	50,000	50,500	48,500	46,500	47,000	0,25
	(12,0)	50,000	51,000	46,000	41,000	42,000	0,50

Další jmenovité průměry: 52, od 55 do 100 po 5 mm, od 100 do 300 po 10 mm, od 300 do 640 po 20 mm.
Jmenovité průměry 9 a 11 mm se v ČR nepoužívají. Přednostní rozteče jsou bez závorek.

Obrázek 18 Rozměry šroubů ze strojních tabulek [1]

Matice: je protikus ke šroubu, je pevně spojená (tupým svarem) s rámem, a tedy se nepohybuje



Obrázek 19 Šroub – matice [1]

Rám: pevná a tuhá konstrukce ze dvou soustružených a broušených válců a horní konstrukce s maticí, tento typ rámu se nazývá "O-rám"

Vedení: vedení šroubu a horního beranu zajišťující přesnost a přímost chodu v rámu

Dolní/horní beran: vyměnitelné kusy lisu s pracovní plochou tváří tvářený materiál

Stůl: tvoří jej pevná konstrukce ze 6 nohou (4 klasické v rozích a dvě podpůrné zabraňující nežádoucímu průhybu desky stolu pod silou F_{ax}).

1.7 Rešerše současného stavu

Zde je uvedeno několik tuzemských, i zahraničních firem s představením jejich modelů a základních parametrů.

Pozn: Některé lisy jsou pouze od překupníků a ne od výrobců, proto mají některé hodnoty neznámé.

1.7.1 Ruční lis LIBOR BROM-MOSTR

Tuzemská firma: LIBOR BROM-MOSTR

Lisy jsou jednoduché, masivní, litinové konstrukce. Tělo je z šedé litiny a namáhané části jsou z legované oceli. Páka je dlouhá na to, aby stanovenou silou tvářela stanovený polotovar. Stroj svojí jednoduchostí zaručuje velkou trvanlivost. [24]



Obrázek 20 Ruční lis [24]

Výrobce	LIBOR BROM-MOSTR	
Typ	Pákový ruční	
Název	PKK 24	
Maximální tloušťka plechu	1	mm
Pracovní rozsah		mm
Rozměry	830x120x160	mm
Hmotnost	6	kg

Tabulka 3 Hodnoty ručního lisu LIBOR BROM-MOSTR [24]

1.7.2 Hydraulický lis Carmax



Obrázek 21 Hydraulický lis [25]

Výrobce	Carmax	
Typ	hydraulický	
Název	Hydraulický lis 12 t, MT01126	
Maximální pracovní síla	12	t
Pracovní rozsah	0-650	mm
Rozměry	505x500x1320	mm
Hmotnost	Cca 50	kg

Tabulka 4 Hodnoty hydraulického lisu Carmax [25]

1.7.3 Ruční lis Proma



Obrázek 22 Ruční lis [26]

Výrobce	Proma	
Typ	ruční	
Název	Proma AP-1	
kapacita	1	t
Pracovní rozsah	98	mm
Rozměry	320x268x128	mm
Hmotnost	15	kg

Tabulka 5 Hodnoty ručního lisu Proma AP-1 [26]

1.7.4 Lis vřetenový malý S3



Obrázek 23 Ruční malý lis [16]

Výrobce		
Typ	Vřetenový ruční	
Název	Lic vřetenový malý S3	
Maximální pracovní síla		t
Pracovní rozsah		
Rozměry	320x180x90	mm
Hmotnost	3	kg

Tabulka 6 Hodnoty ručního lisu malého S3 [16]

1.7.5 Vřetenový lis 1



Obrázek 24 Vřetenový lis 1 [36]

Výrobce	VEB Morgenröthe	
Typ	Vřetenový ruční	
Název	PSHZ 25 Masch	
Maximální pracovní síla	25	t
Pracovní rozsah		mm
Rozměry	1900x1450x1450	mm
Hmotnost	950	kg

Tabulka 7 Hodnoty vřetenového lisu 1 [36]

1.7.6 Vřetenový lis 2



Obrázek 25 Vřetenový lis 2 [35]

Výrobce		
Typ	Vřetenový ruční	
Název		
Maximální pracovní síla	25	t
Pracovní rozsah	250	mm
Rozměry	1960x1400x1400	mm
Hmotnost	Cca 850	kg

Tabulka 8 Hodnoty vřetenového lisu 2 [35]

1.7.7 Vřetenový lis 3



Obrázek 26 Vřetenový lis 3 [34]

Výrobce	VEB Morgenröthe	
Typ	Vřetenový ruční	
Název	PSHZ 25 Masch	
Maximální pracovní tlak	25	t
Pracovní rozsah	430	mm
Rozměry	1900x1450x1450	mm
Hmotnost	850	kg

Tabulka 9 Hodnoty vřetenového lisu 3 [34]



Obrázek 27 Vřetenový lis 4 [31]

Výrobce	VEB Morgenröthe	
Typ	Vřetenový ruční	
Název	HSP 25 Masch	
Maximální pracovní tlak	25	t
Pracovní rozsah	180	mm
Rozměry	2000x1200x1200	mm
Hmotnost		kg

Tabulka 10 Hodnoty vřetenového lisu 4 [31]

1.7.8 Vřetenový lis 5



Obrázek 28 Vřetenový lis 5 [38]



Obrázek 29 Vřetenový lis 5 - výrobní štítek [38]

Výrobce	FTE	
Typ	Vřetenový třídiskový	
Název	BF 4A	
Maximální pracovní tlak	242	kg
Pracovní rozsah	450	mm
Rozměry		mm
Hmotnost		kg

Tabulka 11 Hodnoty vřetenového lisu 5 [38]

1.7.9 Vřetenový lis 6



Obrázek 30 Vřetenový lis 6 [14]



Obrázek 31 Vřetenový lis 6 - výrobní štítek [14]

Výrobce	VSS Košice	
Typ	Vřetenový jednodiskový	
Název	LFJ 100	
Maximální pracovní tlak	100	Mpa
Pracovní rozsah		mm
Rozměry		mm
Hmotnost		kg

Tabulka 12 Hodnoty vřetenového lisu 6 [14]

2 Část - praktická

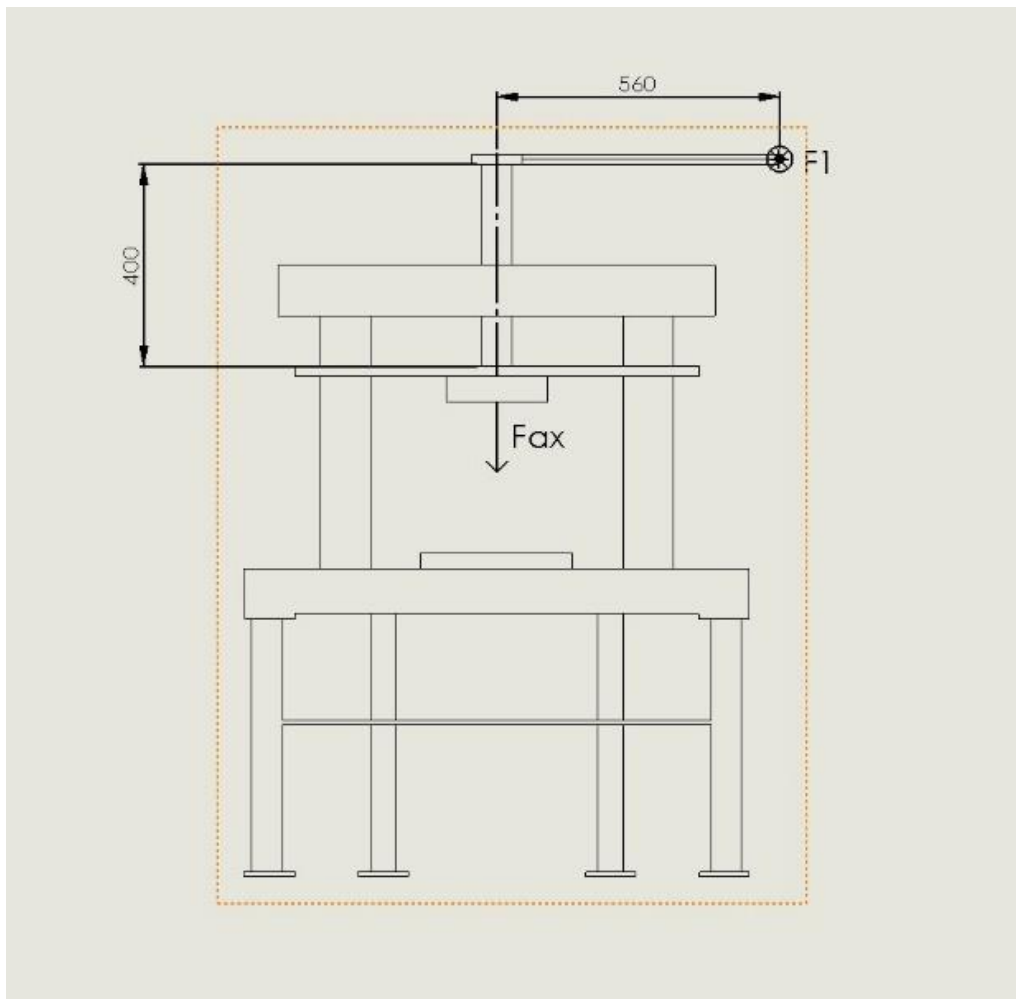
2.1 Výpočtová část

2.1.1 Výpočet délky páky

Zadané/zvolené hodnoty:

F_{ax}	F_1	d_2	s	π	η	f	0,15
10000	100	0,0555	0,009	3,14	0,26	φ	8,53
N	N	m	m	-	-	α	2,95
délka páky						η	0,26
a	=	$(F_{ax} * s) / (2 * \pi * F_1)$	=	0,56	m		

Tabulka 13 Výpočet délky páky



Obrázek 32 Prvotní návrh lisu

2.1.2 Výpočet minimálního průměru ruční páky

Re	250	Mpa	
k	2	-	
D	?	mm	
F1	100	N	
l	0,56	m	
σ_D	125	MPa	Re/k
$\sigma_D \geq \frac{M_{omax}}{W_o} = \frac{F1 \times l}{\frac{\pi D^3}{32}}$			
$D = \sqrt[3]{\frac{32 \times F1 \times l}{\pi \times \sigma_D}} = \sqrt[3]{\frac{32 \times 100 \times 0,56}{\pi \times 125}} = 17 \text{mm}$			

Tabulka 14 Výpočet minimálního průměru páky

Tak aby ruční páka vydržela namáhání a byla příjemná do ruky, byla zvolena tyč s D=30mm se závitem M20 pro spojení do 6HR ořechu.

2.1.3 Předpokládaná rychlost posuvu

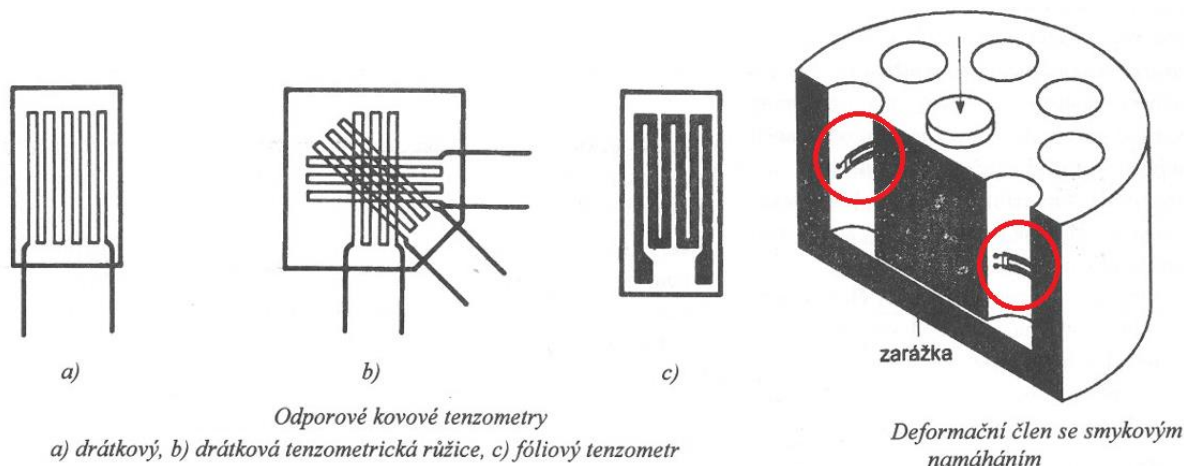
předpoklad:	jestliže trvá obsluze stroje otočit pákou stroje 15° za 1s v nezatíženém stavu pak jedna otáčka, tedy 360° znamená 24s										
	α_1	t_1	α_2	t_2							
	15	1	360	24							
	tzn =F25 s trvá jedna otáčka, tedy 9mm posuvu										
	to znamená, že jedna otáčka, tedy 9mm posuv je:								24	sekund	
			posuv s:	9	mm						
			=9mm/24s								
			rychlost posuvu je tedy:								
			v	0,375	mm/s	=	0,000375	m/s	=	22,5	mm/min
	za jak dlouho ujede matice od shora dolu? (po celé své délce tedy 420-90=330mm)										
			t_c	=	880	s	=	14,67	min		

Tabulka 15 Výpočet předpokládané rychlosti posuvu

2.2 Výběrová část

2.2.1 Měření síly

Měření síly se provádí siloměry. Siloměr je zařízení měřící sílu. Existuje několik typů siloměrů: pružinový, tenzometrický nebo piezoelektrický. Nejběžnější, a pro zdejší použití nejvhodnější, je pravděpodobně tenzometrický. Tenzometr je tenký drátek, který se natáhne dle prostředí, na kterém je nalepen a jeho odpor je úměrný jeho protažení. Odpor se následně v řídicí jednotce siloměru přepočte na sílu. Tenzometry mohou vypadat dle následujícího obrázku:



Obrázek 33 Tenzometry a tenzometry v siloměru [12]

Siloměr je zde válec s kovovou membránou, přes kterou musí síla přejít. Tenzometry měří pomocí natažení odpor a z něho řídicí jednotka přepočte vyvinutou sílu.

2.2.2 Výběr siloměru:

Pro tyto účely je potřeba měřit tvářecí sílu na vřetení, tedy tu co tlačí na materiál, který se tváří. Proto bylo rozhodnuto umístit siloměr přímo pod šroub. Siloměr by bylo možné umístit taktéž na páku jako madlo, přes které obsluha páku tahá. To by ale způsobilo v přepočtu na tvářecí sílu nepřesnosti z důvodu tření. Siloměr přímo pod vřetenem, ale měří vyvinutou sílu přesně. Další možností by bylo použít jednoduchý momentový klíč, ten by měl ten samý problém. Pro řešení siloměru na páce by sice bylo zapotřebí mnohem slabšího a levnějšího siloměru, ale tato byla z důvodu nepřesnosti měření zavrhnuta.

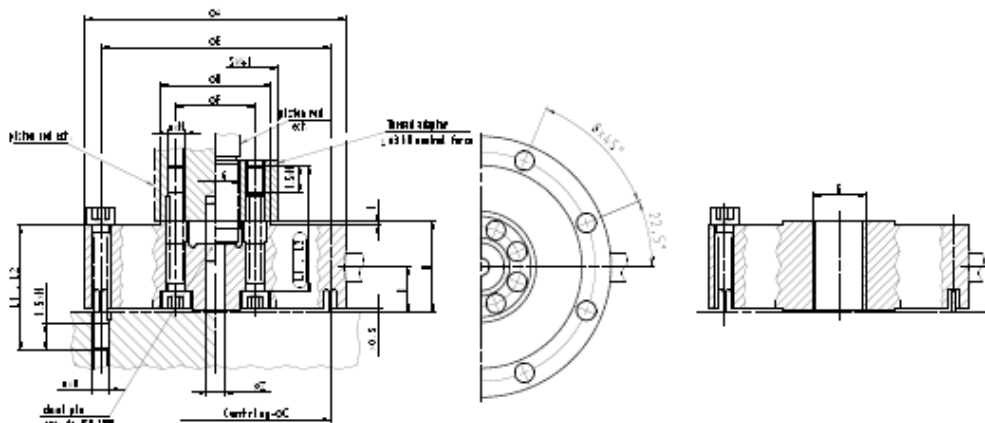
Je potřeba siloměr, který dokáže spolehlivě přenést sílu, kterou musí lis vyvinout. Firma GTM nabízí předpokládané siloměry v rozmezí od 0,2kN do 500kN. Daný lis má být schopen vytvářet sílu 10kN, proto byl navrhnout vybrat siloměr jako nakupovaný díl s rozmezím do 20kN. Siloměr byl vybrán z nabídky firmy GTM [22]. Jelikož je to nakupovaný díl, musí být konstrukce přizpůsobena jeho rozměrům.

Byl vybrán tenzometrický snímač Force Transducer K s maximální zatěžovací silou 20kN

Zvolená varianta je vyobrazena na následujícím obrázku:

Force Transducer K

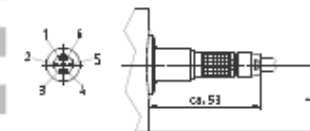
Dimensions Nominal Capacity 10 kN - 160 kN



Nominal capacity	$F_{nom} \pm$ kN	10, 20, 25	50, 63	100, 150, 160
Outer diameter	$\varnothing A$ mm	95	101	148
Flange diameter	$\varnothing B$ mm	40	38.6	63
Outer centring diameter	$\varnothing C$ mm	81 - 0.1	87.5 - 0.1	131.4 - 0.1
Outer pitch circle diameter	$\varnothing E$ mm	80 ± 0.1	86 ± 0.1	130 ± 0.1
Centring pin diameter	$\varnothing Z$ mm	8 + 0.1	10 + 0.1	
Overall height	H mm	31 - 0.1	49 - 0.1	
	I mm	1	1.5	0.5
	K mm	18	25	
n × thread		8 × M6	8 × M10	
Inner pitch circle diameter	$\varnothing F$ mm	30 ± 0.1	45 ± 0.1	
Thread adapter internal thread	$\varnothing G(M...)$ mm	20 × 1.5 (except 25 kN)	-	
Stretch bolt quality		10.9		
static load	L_2 mm	45		70
dynamic load	L_1 mm	55		100
Bolt torque (stretch bolts) (oiled, $\mu = 0.12$)	N·m	12		65
Permissible dynamic load range ¹⁾	$2 \cdot F_s$		$1.6 \cdot F_{nom}$	²⁾
electr. connection	Cable connected to transducer (5 m, PUR, 6 wire, screened, $\varnothing 6.5$ mm, open ended)			

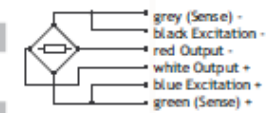
Plug connection (LEMO)

View from pin side



LEMOS, EGG.18.307.GL

1 Output +
2 Excitation -
3 Excitation +
4 Output -
5 Sense +
6 Sense -
Screen connected to sensor body
Corresponding plug:
FGG.18.307.CLA.D72



1) With alternating load acc. to DIN 50100, not exceeding a F_{nom}
2) $1.6 \cdot F_{nom}$ (Version 1 mW/V), $1.0 \cdot F_{nom}$ (Version 2 mW/V)

Specifications subject to change without notice
all details describe our products in general form
they are not to be understood as expressed warranty
and do not constitute any liability whatsoever



Gesamten Testing and Metrology GmbH
Philipp-Reis-Strasse 6, 64404 Biekenbach, Germany
www.gtm-gmbh.com
Tel: +49 (0)6257-9720-0, Fax: +49 (0)6257-9720-77
contact@gtm-gmbh.com

K_10-160kN_d_e 04/2007

Page 1/1

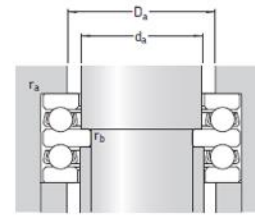
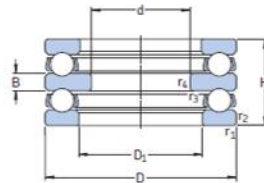
19/109

Obrázek 34 Vybraný siloměr katalog GTM [22]

2.2.3 Výběr oboustranného axiálního ložiska

Ložisko je potřeba vsadit do spoje mezi vřeteno a vedení beranu, aby se vřeteno otáčelo a posouvalo, a vedení pouze posouvalo. Pro přenos vytvořené axiální síly směrem dolů a vytáhnutí beranu zpět nahoru je potřeba oboustranné axiální kuličkové ložisko pro vnitřní průměr na nasazení na vřeteno.

Obousměrná axiální kuličková ložiska
d 10 – 55 mm



Hlavní rozměry		Únosnost dyna- mická C	sta- tická C ₀	Mezní únavové zatížení F _u	Součinitel minimálního zatížení A	Připustné otáčky		Hmot- nost	Označení	Rozměry									
d	D					H	Referenční otáčky			Mezní otáčky	d	D ₁	B	r _{1,2} min	r _{3,4} min	d _a	D _a max	r _a max	r _b max
mm		mm	mm	kN	-	min ⁻¹	min ⁻¹	kg	-	mm									
10	32	22	16,5	27	1	0,0038	7 000	10 000	0,081	52202	10	17	5	0,6	0,3	15	22	0,6	0,3
15	40	26	22,5	40,5	1,53	0,0085	6 000	8 000	0,15	52204	15	22	6	0,6	0,3	20	28	0,6	0,3
20	47	28	27,6	55	2,04	0,015	5 300	7 500	0,22	52205	20	27	7	0,6	0,3	25	34	0,6	0,3
	52	34	34,5	60	2,24	0,018	4 500	6 300	0,33	52305		27	8	1	0,3	25	36	1	0,3
	70	52	72,8	137	5,1	0,097	3 600	5 000	1,00	52406		32	12	1	0,6	30	46	1	0,6
25	52	29	25,5	51	1,9	0,013	4 800	6 700	0,25	52206	25	32	7	0,6	0,3	30	39	0,6	0,3
	60	38	37,7	71	2,65	0,026	3 800	5 300	0,47	52306		32	9	1	0,3	30	42	1	0,3
	80	59	87,1	170	6,2	0,15	3 000	4 300	1,45	52407		37	14	1,1	0,6	35	53	1	0,6
30	62	34	35,1	73,5	2,7	0,028	4 000	5 600	0,41	52207	30	37	8	1	0,3	35	46	1	0,3
	68	36	46,8	106	4	0,058	3 800	5 300	0,55	52208		42	9	1	0,6	40	51	1	0,6
	68	44	49,4	96,5	3,55	0,048	3 200	4 500	0,68	52307		37	10	1	0,3	35	48	1	0,3
78	49	61,8	122	4,5	0,077	3 000	4 300	1,05	52308	42	12	1	0,6	40	55	1	0,6		
	90	65	112	224	8,3	0,26	2 400	3 400	2,05		52408	42	15	1,1	0,6	40	60	1	0,6
35	73	37	39	86,5	3,2	0,038	3 600	5 000	0,60	52209	35	47	9	1	0,6	45	56	1	0,6
	85	52	76,1	153	5,6	0,12	2 800	4 000	1,25	52309		47	12	1	0,6	45	61	1	0,6
	100	72	130	265	9,8	0,37	2 200	3 000	2,70	52409		47	17	1,1	0,6	45	67	1	0,6
40	78	39	49,4	116	4,3	0,069	3 400	4 500	0,71	52210	40	52	9	1	0,6	50	61	1	0,6
	95	58	88,4	190	6,95	0,19	2 600	3 600	1,75	52310		52	14	1,1	0,6	50	68	1	0,6

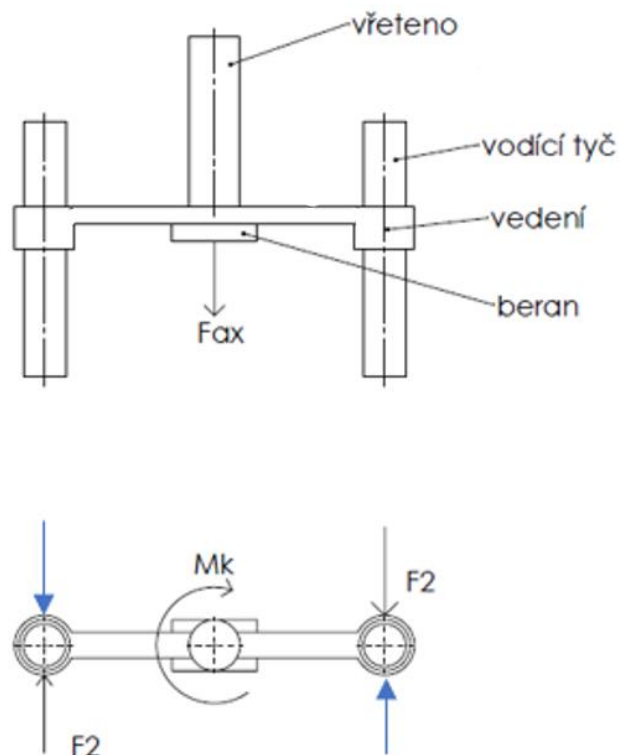
Obrázek 35 Vybrané obousměrné axiální kuličkové ložisko [9]

Z katalogu SKF bylo vybráno obousměrné axiální kuličkové ložisko 52210 s vnitřním průměrem $\varnothing d=40\text{mm}$ a vnějším průměrem $\varnothing D=78\text{mm}$. Toto ložisko vyhovuje statické i dynamické únosnosti i otáčkám (takřka se pohybovat nebude oproti klasickému použití ložisek). Navržené uložení pro ložisko ve spoji je H9.

K získání modelu ložiska se využito rozsáhlých internetových možností a bylo staženo na platformě traceparts.com [8]

2.2.4 Vedení

Důvod vedení je zachycení síly od točivého momentu na vřetenu.



Obrázek 36 Odůvodnění nutnosti vedení

Síla na páce tvoří kroutící moment M_k na vřetenu. A dále M_k tvoří dvojici sil F_2 , které působí do rámu – sloupů. Tato dvojice sil F_2 je potřeba zachytit vedením, jinak by se beran otáčel, a to není žádoucí.

Bylo vybráno kluzné ložisko výrobce Hennlich s označením GFM-5055-07. Pouzdro je samomazné bez nutné údržby [10].

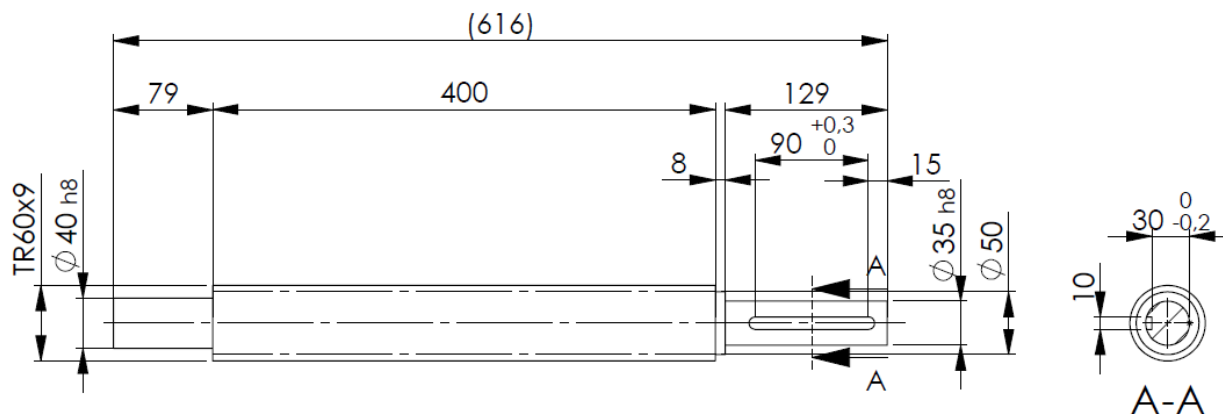


Obrázek 37 Lineární kluzné ložisko Hennlich [37]

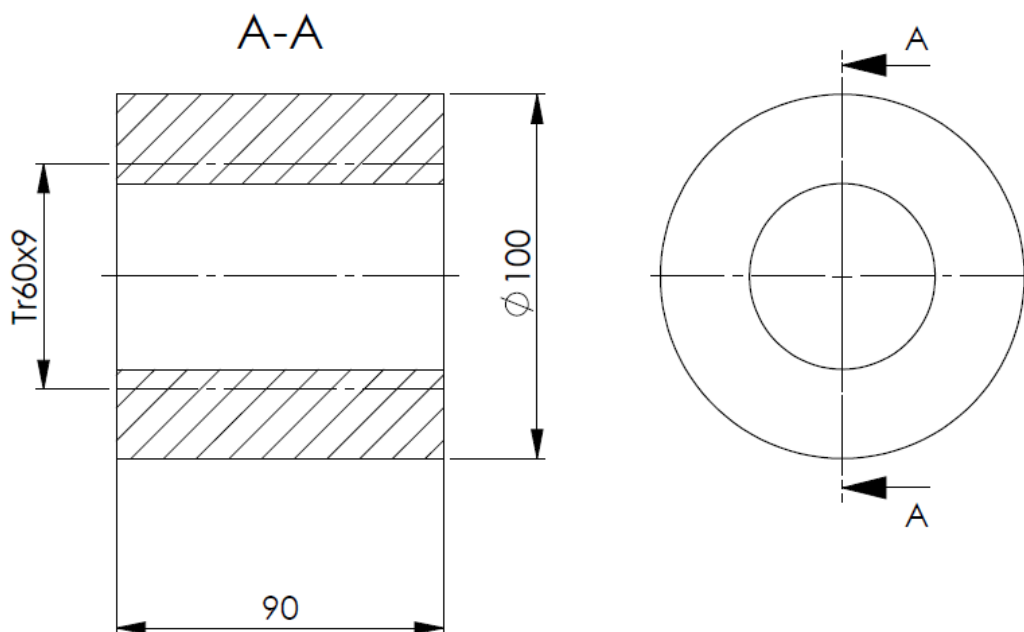
3 Část - praktická

3.1 Vlastní konstrukce

- 1) Nejdříve byl namodelován šroub s maticí jakožto základ, od kterého se další konstrukce odvíjí. Matice je z ocele ČSN 12 020 a tedy je její svařitelnost zaručená. To je potřeba kvůli svaření matice s rámem.

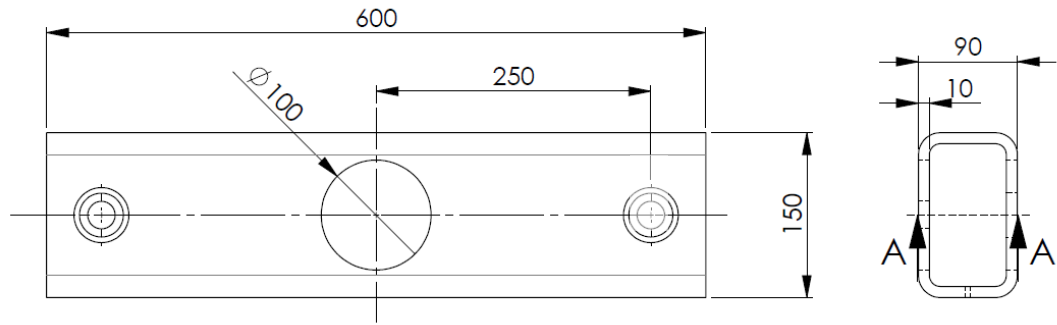


Obrázek 38 Trapézový šroub

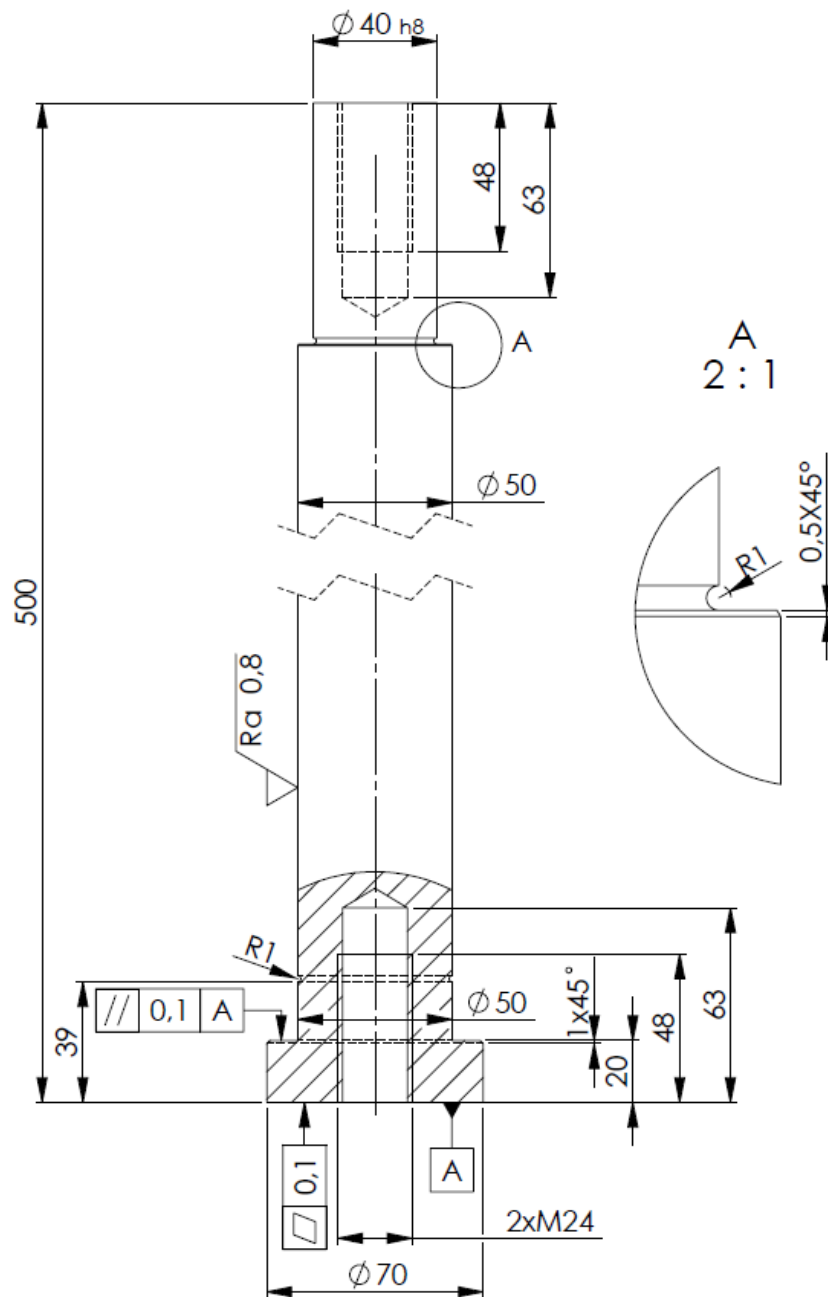


Obrázek 39 Matice s trapézovým závitem

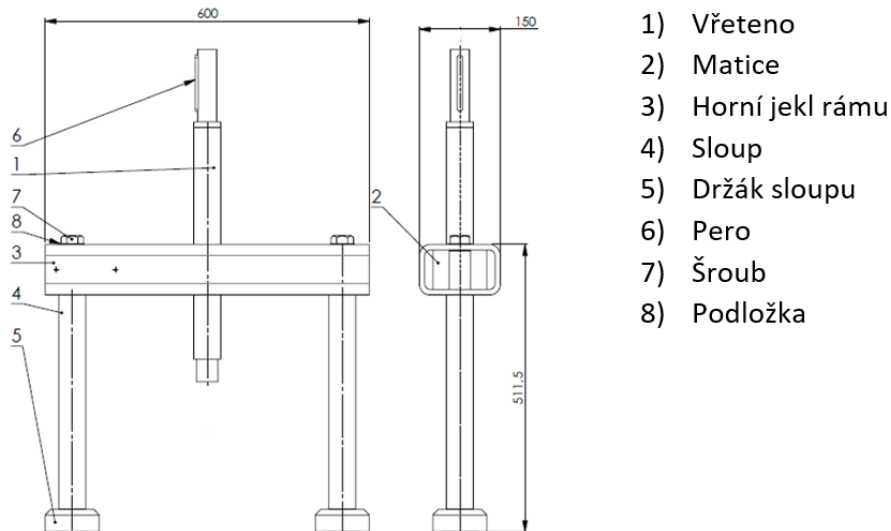
- 2) Jako další navazující část byl navržen O-rám z profilu TR4HR 150X90X10-600 a dvou sloupů. Do tohoto profilu se nechá zavařit matice tupým svarem. Sloupy se k profilu přišroubují šrouby M24-60. Aby lis nelisoval šikmo, je potřeba aby byla osa matice s vřetenem dostatečně kolmá na desku stolu či beran. Matice by též měla být ve smontovaném stavu souosá s válci.



Obrázek 40 Horní jekl rámu lisu

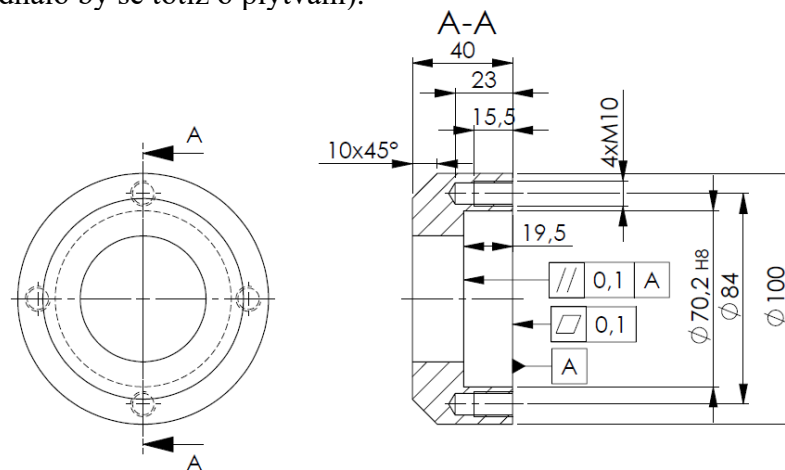


Obrázek 41 Sloup vedení



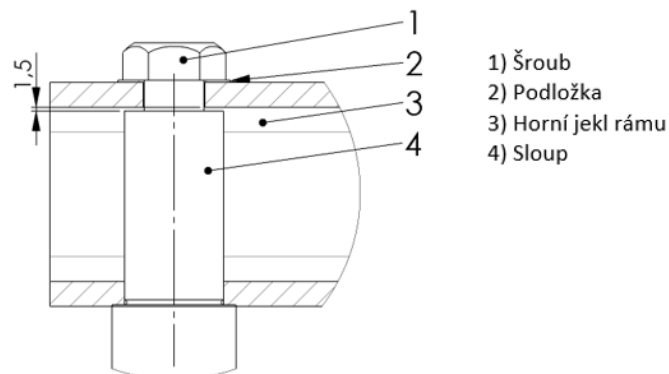
Obrázek 42 Rám s vřetenem

Pro větší stabilitu rámu a menší náročnost na polotovar pro sloup byla navržena přídavná příruba v uchycení. Je přichycena čtyřmi šrouby M10x35 s kuželovou zápustnou hlavou a k tomu se sloup nemusí obrábět z polotovaru o zbytečně velkém průměru (jednalo by se totiž o plýtvání).



Obrázek 43 Přídavné uchycení sloupu - spodní

Horní jekl a sloup jsou spojeny šroubem M24 a sloup dosedá na spodní obrobenu plochu jeklu. Nahoře má vůli 1,5mm z důvodu pevného dotažení šroubu v rámci pružnosti jeklu.



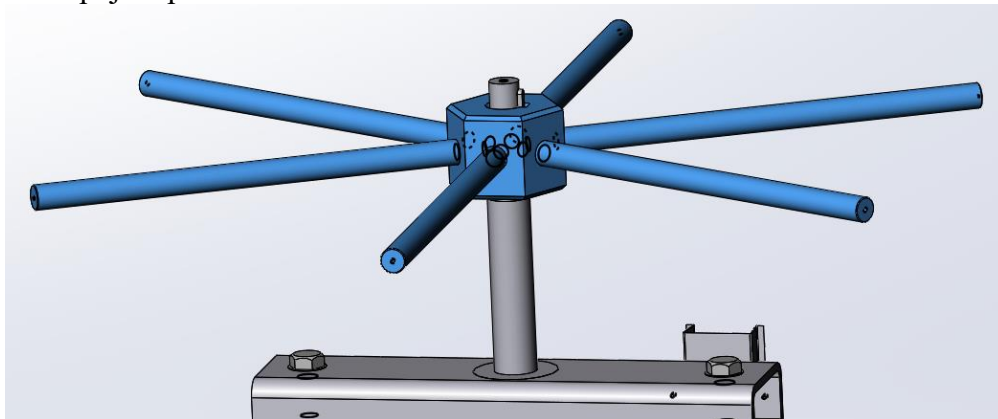
Obrázek 44 Uchycení sloupu – horní

- 3) Poté byl navržen stůl jako svařenec ze 4hranných trubek tzv. jeklů, na který se přimontuje deska stolu šrouby M10x15. Stůl byl navržen výšky 820mm. Tedy tak, aby se u něho obsluze stálo a pracovalo bez obtíží (z ergonomických důvodů, aby se obsluha nehrbila nebo nepotřebovala různé stupínky apod.).



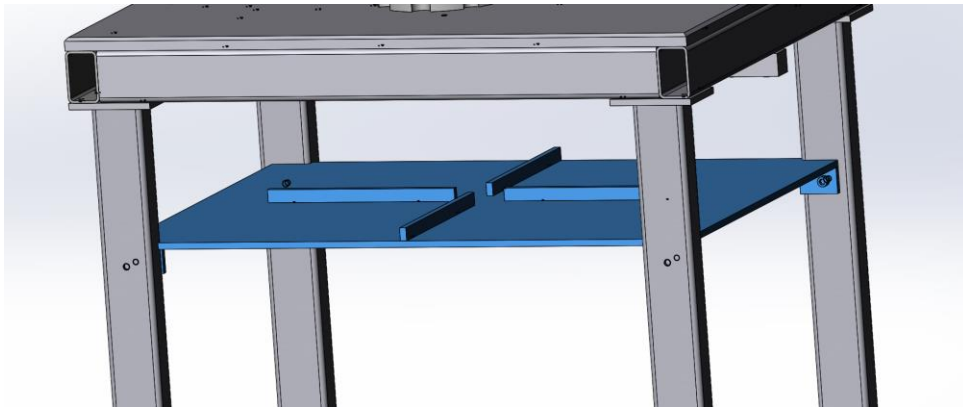
Obrázek 45 Stůl

- 4) Pro převedení síly člověka na tvářecí sílu bylo navrženo 6 tyčí o průměru dle výpočtu se závitem zašroubovány do 6HR, takže obsluha nemusí chodit složitě okolo stroje s jednou pákou, ale postačí přehmátnout na vedlejší tyč. Šestihran je s trapezovým šroubem spojem perem 10x8x100.



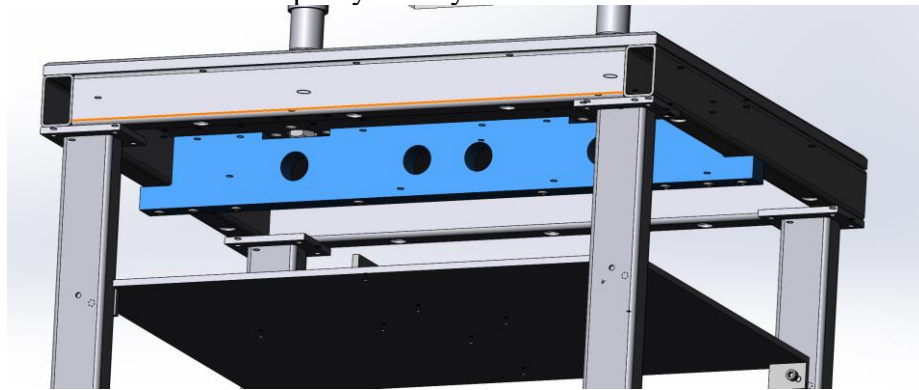
Obrázek 46 Ruční páky

- 5) Ke stolu byla navržena polička na nářadí z plechu tloušťky 5mm a svařena se 4 spoji poličky. Jako sestava přimontována 4 šrouby M10 s vnitřním šestihranem k nohám stolu. V nohách stolu jsou pro přimontování poličky připraveny závity skrz obě strany 4HR trubky. To z důvodu metody poka-yoke montáže (aby se nestalo že se nechá díra při montáži vně) a také proto, že se dá závit použít kdykoliv v budoucnu pro cokoliv jiného. Polička zároveň slouží ke zpevnění sestavy stolu.



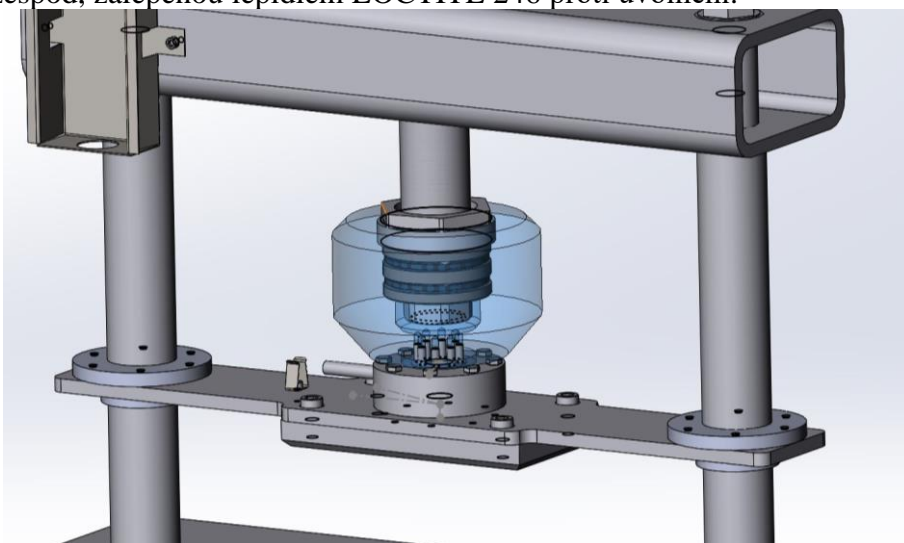
Obrázek 47 Polička na nářadí

- 6) Ke stolu bylo navrženo ještě podpůrné žebro pod rám a hlavní tvářecí sílu F_{ax} . Žebro bylo navrženo z důvodu pro vyšší přesnost lisování. S navrženým žebrem nastane pod lisovací silou mnohem menší průhyb desky stolu.



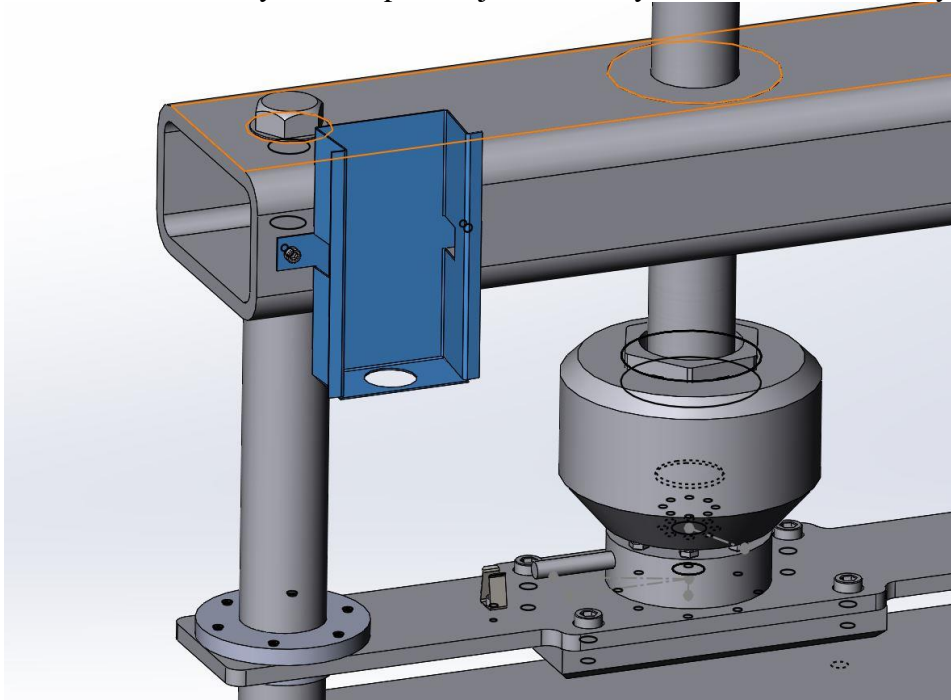
Obrázek 48 Žebro

- 7) Pro spojení otočného a zároveň posuvného trapézového šroubu a horního beranu bylo navrženo vedení se spojem. Vedení je vypálený plechový díl s kluznými ložisky, která se posouvají po sloupech rámu. Spoj je rotační součást, která v sobě obsahuje oboustranné axiální kuličkové ložisko, které spolehlivě snese potřebné zatížení, dále matici zespod, zalepenou lepidlem LOCTITE 246 proti uvolnění.



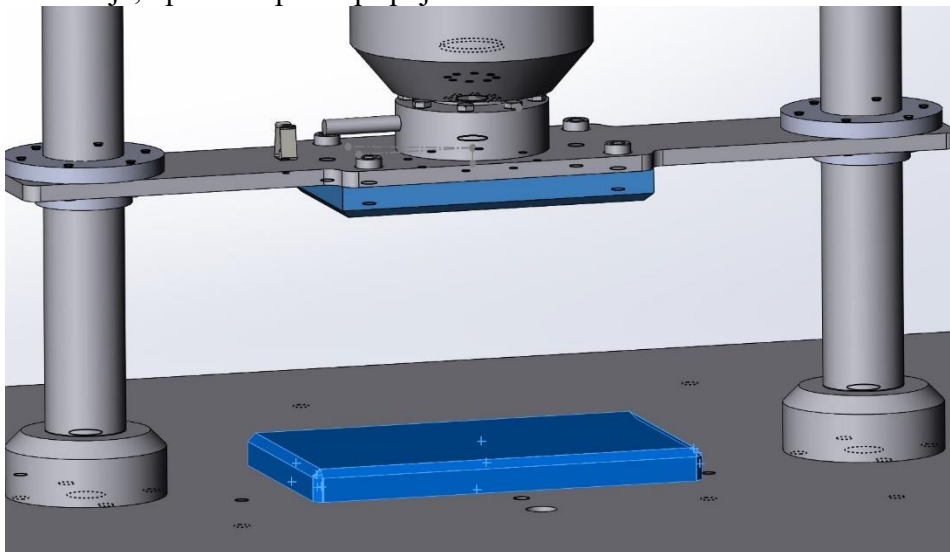
Obrázek 49 Spoj

- 8) Mezi spojem a vedením je siloměr jasných rozměrů od výrobce spojený nahoru i dolů šrouby M6. Jeho výstupní kabely jsou chyceny tzv držplechem, přimontovaným k plechu vedení šroubem M5, a vedou po vedení směrem k zobrazovací jednotce siloměru chycené v ohnutém pružném plechu v horní části na rámu. Siloměr byl vymodelován z rozměrů výrobce, a proto s jeho rozměry konstruktér nemůže hýbat.



Obrázek 50 Úchyt zobrazovací jednotky siloměru

- 9) V neposlední řadě byly namodelovány spodní a horní beran a zapozicovány do sestavy. Spodní beran je lehce vyjímatelný a pouze vsazený o zhloubení desky stolu. Horní beran je chycený na vedení pomocí čtyř šroubů M10. jelikož má být stroj co možná nejvíc univerzální, jsou oba berany lehce vyměnitelné za jiné potřebné tvarovací či lisovací nástroje, upravené podle připojovacích rozměrů.

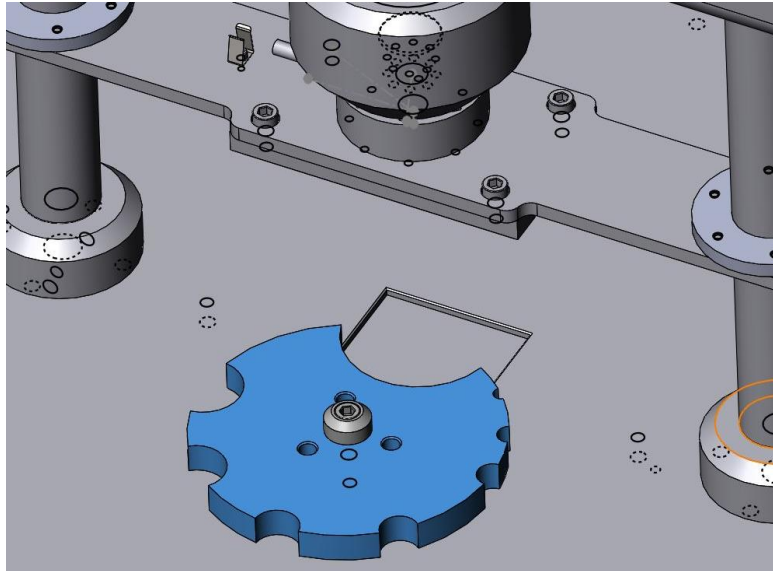


Obrázek 51 Horní a spodní beran

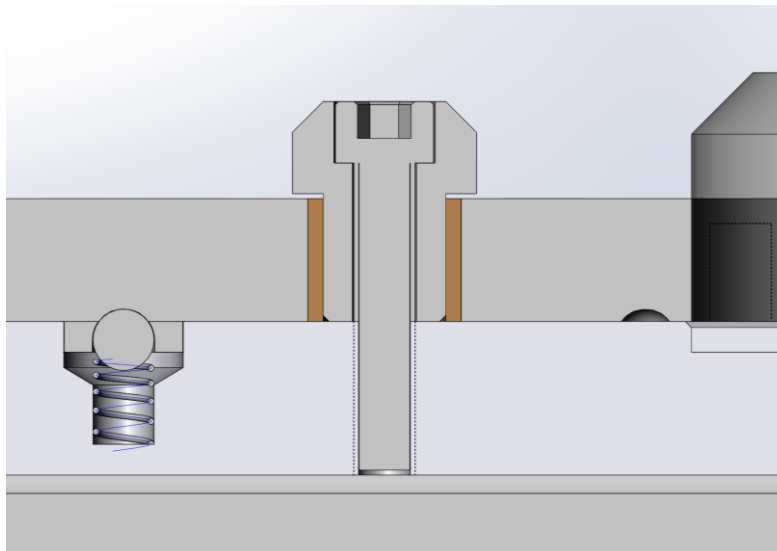
3.2 Navržená nadstavba pro lepší konkurenceschopnost a univerzalitu

Základní nástroj

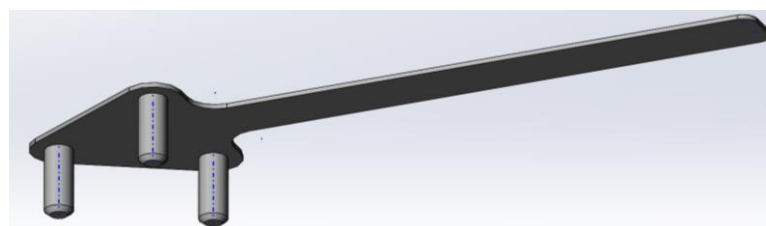
Z důvodu univerzality lisu byl vymyšlen univerzální lisovací nástroj. Jedná se o otočnou desku s kruhovými výřezy různých velikostí. Tento nástroj se dá otáčet na přírubě s kluzným ložiskem a je vždy na dané pozici zaaretovaný mechanismem kuličky s pružinkou která zapadne do kulatého zhloubení zespod nástroje. Tento univerzální nástroj je otočný pomocí klíče se třemi piny.



Obrázek 52 Základní univerzální nástroj



Obrázek 53 Uchycení základního univerzálního nástroj



Obrázek 54 Klíč základního univerzálního nástroje

4 Pevnostní analýza vybraných dílů z konstrukce pomocí MKP

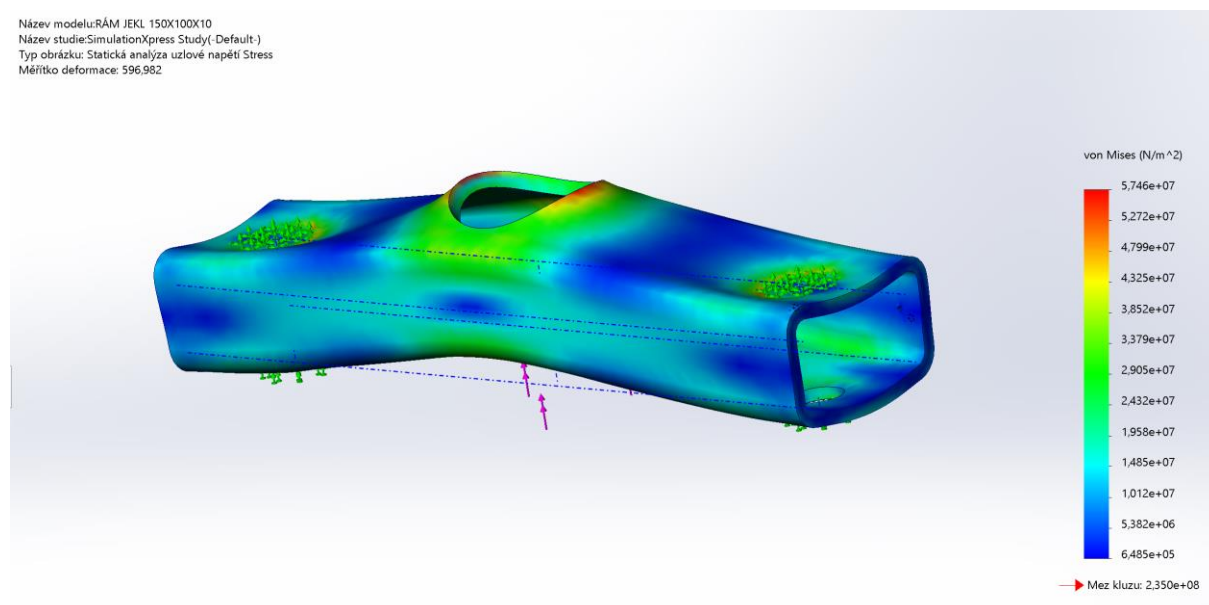
Pozn: Solidworks velmi často ukazuje výsledky pomocí "e." To znamená, že hodnota tak malá, že se musí zapisovat pomocí exponentu, např. tedy "6,3052e+3" znamená "6,3052*10³Pa" což je 6,3052*10⁻³MPa. Je to z důvodu, že jednotka pascal je relativně malá jednotka.

Vlastnost	Hodnota	Jednotky
Modul pružnosti	2.06e+11	N/m ²
Poissonův poměr	0.29	Neuvedeno
Modul pružnosti ve smyku	7.6e+10	N/m ²
Hustota	7900	kg/m ³
Pevnost v tahu	340000000	N/m ²
Pevnost v tlaku		N/m ²
Mez kluzu	235000000	N/m ²

Tabulka 16 Mechanické vlastnosti oceli ČSN 11 373 - solidworks

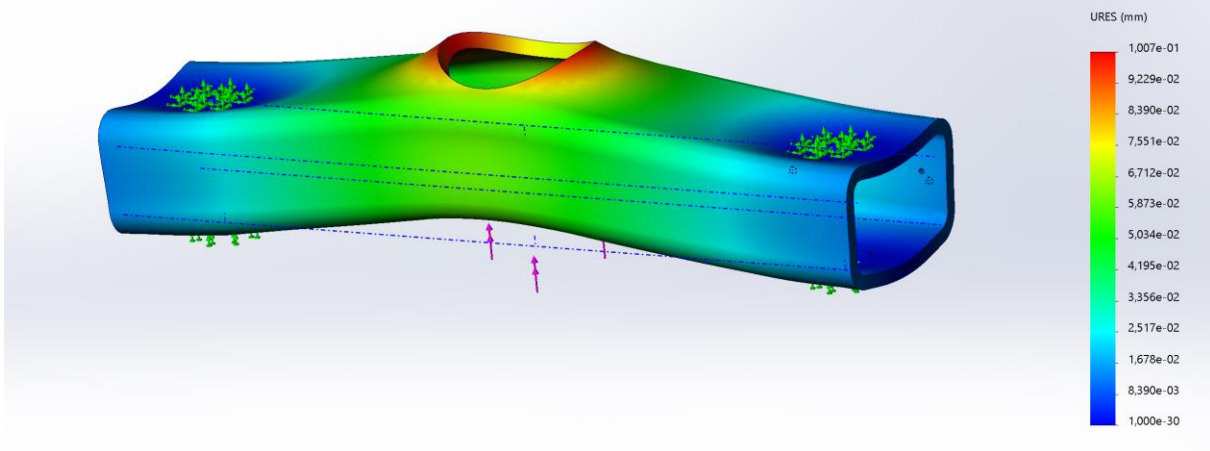
4.1.1 Kontrola jeklu rámu

Jekl rámu je namáhán silou ze šroubu, která přechází přes matici do jeklu rámu. Je uchycen v postranních dírách šrouby a sloupy. Díl se deformuje dle očekávání a jeho maximální napětí je 5,746x10⁷Pa, což je přibližně 57,5MPa a tedy oproti mezi kluzu 235MPa vyhovuje s dostatečnou bezpečností.



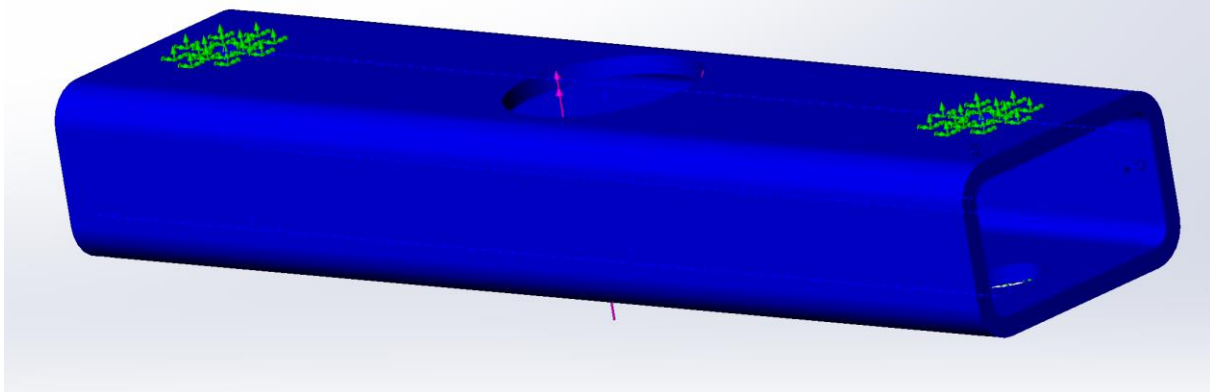
Obrázek 55 MKP analýza - horní jekl rámu - napětí von Mises

Název modelu: RÁM JEKL 150X100X10
Název studie: SimulationXpress Study(-Default-)
Typ obrázku: Statické posunutí Displacement
Měřítko deformace: 596,982



Obrázek 56 MKP analýza - horní jechl rámu - deformace

Název modelu: RÁM JEKL 150X100X10
Název studie: SimulationXpress Study(-Default-)
Typ obrázku: Koeficient bezpečnosti Factor of Safety
Kritérium: von Mises napětí
Červená < FOS = 1 < Modrá

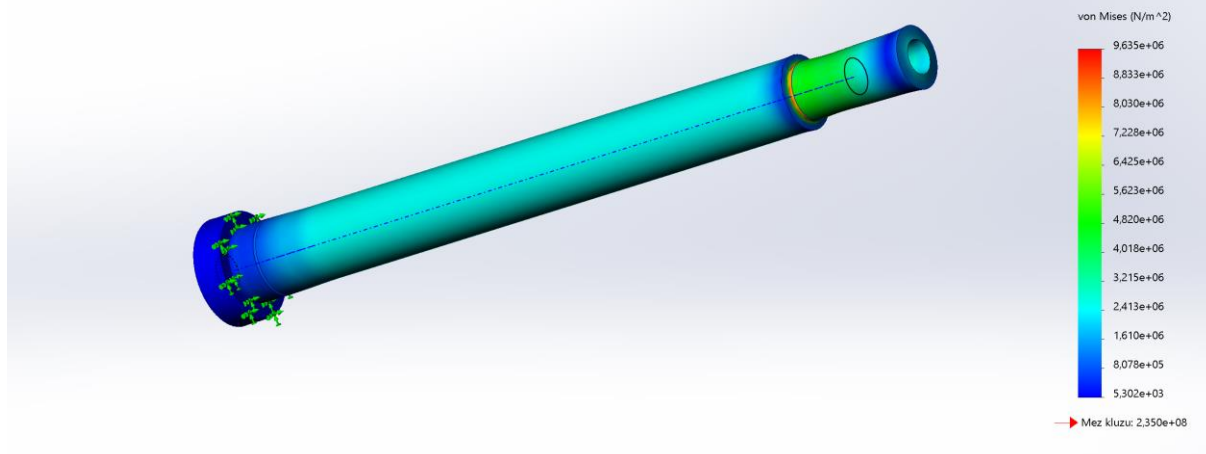


Obrázek 57 MKP analýza - horní jechl rámu - bezpečnost solidworks

4.1.2 Kontrola sloupu rámu

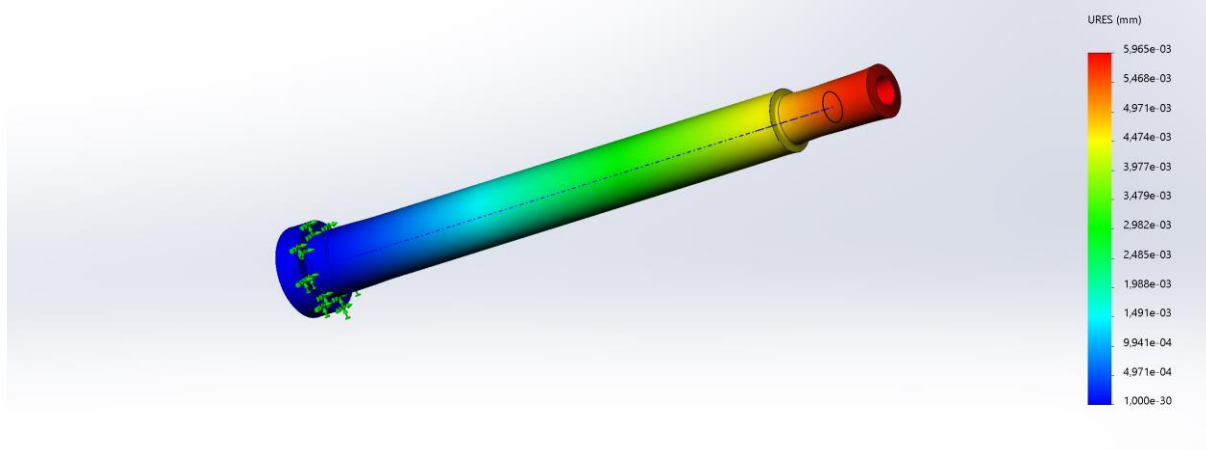
Sloup rámu je namáhán silou ze šroubu. Je uchycen v ve spodní části šroubem a přídatným úchytem. Díl se deformuje dle očekávání a jeho maximální napětí je $9,635 \times 10^6 \text{ Pa}$, což je přibližně 9,6MPa a tedy oproti mezi kluzu 235MPa vyhovuje s dostatečnou bezpečností.

Název modelu: SLOUP
Název studie: SimulationXpress Study(-Default-)
Typ obrázku: Statická analýza uzlové napětí Stress
Měřítko deformace: 8 384,4



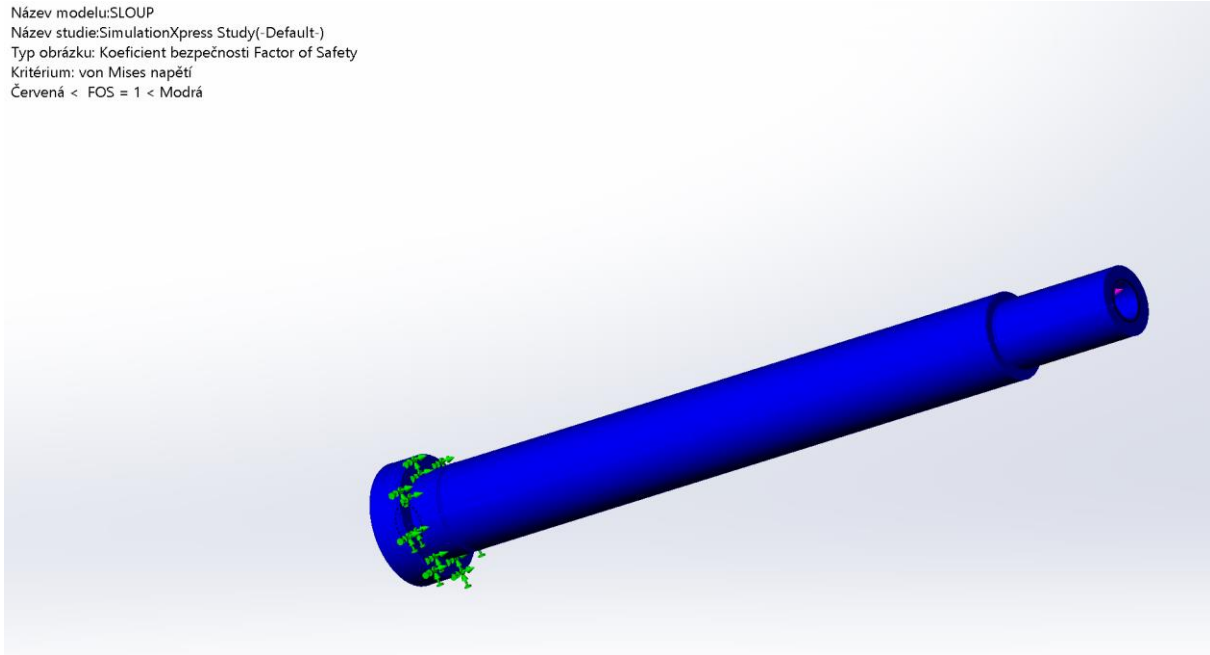
Obrázek 58 MKP analýza - sloup rámu - napětí von Mises

Název modelu: SLOUP
Název studie: SimulationXpress Study(-Default-)
Typ obrázku: Statické posunutí Displacement
Měřítko deformace: 8 384,4



Obrázek 59 MKP analýza - sloup rámu - deformace

Název modelu: SLOUP
Název studie: SimulationXpress Study(-Default-)
Typ obrázku: Koefficient bezpečnosti Factor of Safety
Kritérium: von Mises napětí
Červená < FOS = 1 < Modrá

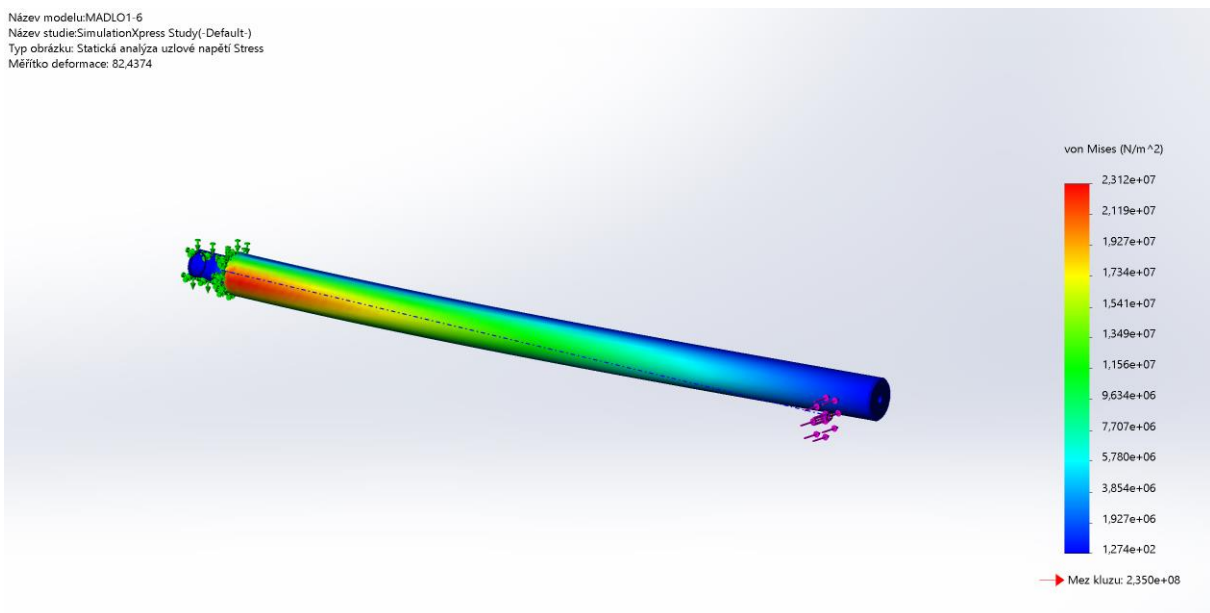


Obrázek 60 MKP analýza - sloup rámu - bezpečnost solidworks

4.1.3 Kontrola ruční tyče

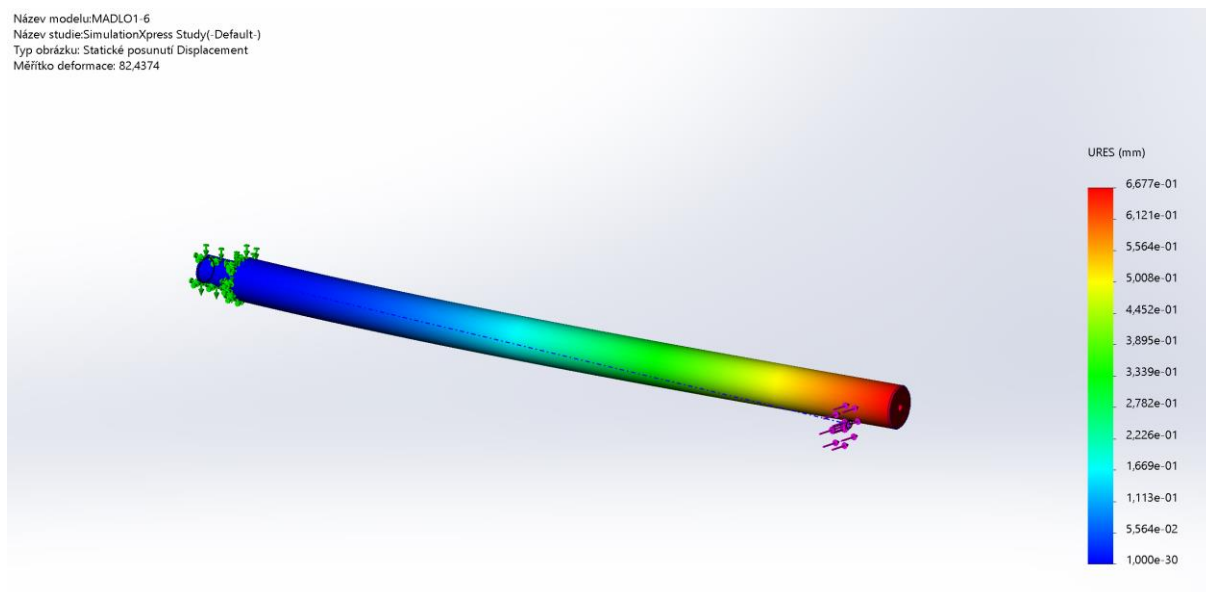
Ruční tyč je namáhána silou ze ruky. Je uchycen 6HR ořechu. Díl se deformuje dle očekávání a jeho maximální napětí je $2,312 \times 10^7 \text{ Pa}$, což je přibližně 23,3MPa a tedy oproti mezi kluzu 235MPa vyhovuje s dostatečnou bezpečností.

Název modelu: MADLO1-6
Název studie: SimulationXpress Study(-Default-)
Typ obrázku: Statická analýza uzlové napětí Stress
Měřítko deformace: 82,4374



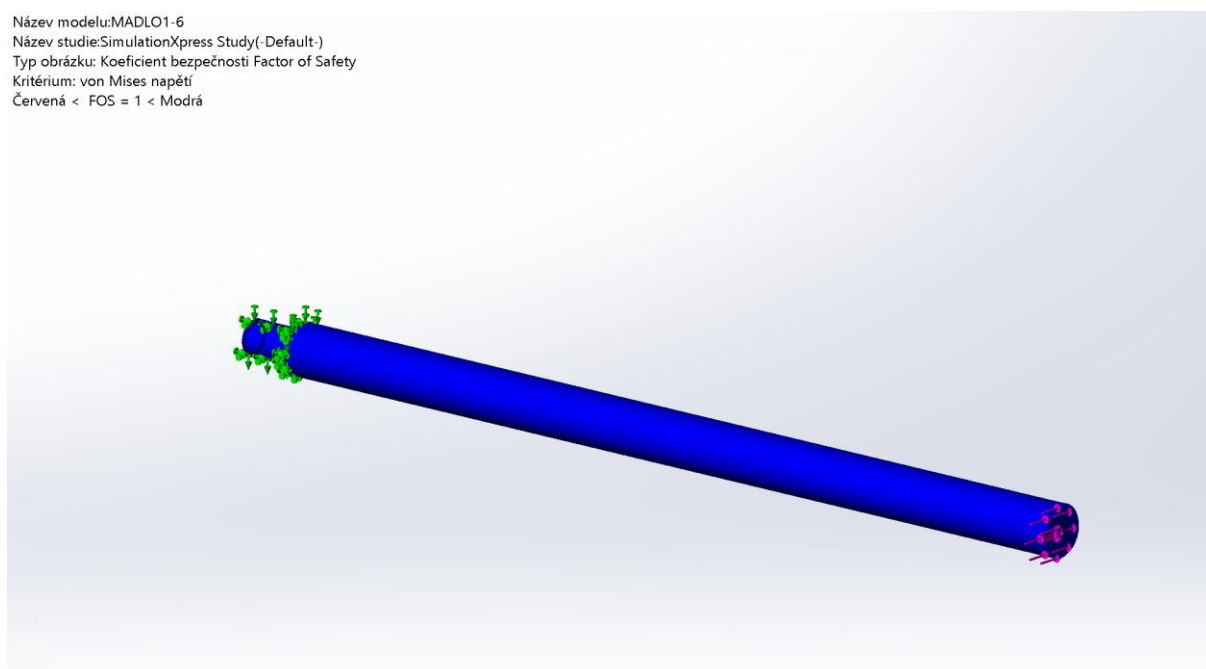
Obrázek 61 MKP analýza - ruční tyč - napětí von Mises

Název modelu: MADLO1-6
Název studie: SimulationXpress Study(-Default-)
Typ obrázku: Statické posunutí Displacement
Měřítko deformace: 82,4374



Obrázek 62 MKP analýza - ruční tyč - deformace

Název modelu: MADLO1-6
Název studie: SimulationXpress Study(-Default-)
Typ obrázku: Koeficient bezpečnosti Factor of Safety
Kritérium: von Mises napětí
Červená < FOS = 1 < Modrá



Obrázek 63 MKP analýza - ruční tyč - bezpečnost solidworks

4.1.4 Vyhodnocení MKP analýzy

	max. napětí σ_{\max} [MPa]	max. posunutí x [mm]	solidworks bezpečnost
horní jekl rámu	57,5	$1,0 \cdot 10^{-1}$	vyhovuje
sloup rámu	9,6	$5,9 \cdot 10^{-3}$	vyhovuje
ruční tyč	23,1	$6,6 \cdot 10^{-1}$	vyhovuje

Tabulka 17 Vyhodnocení MKP analýzy

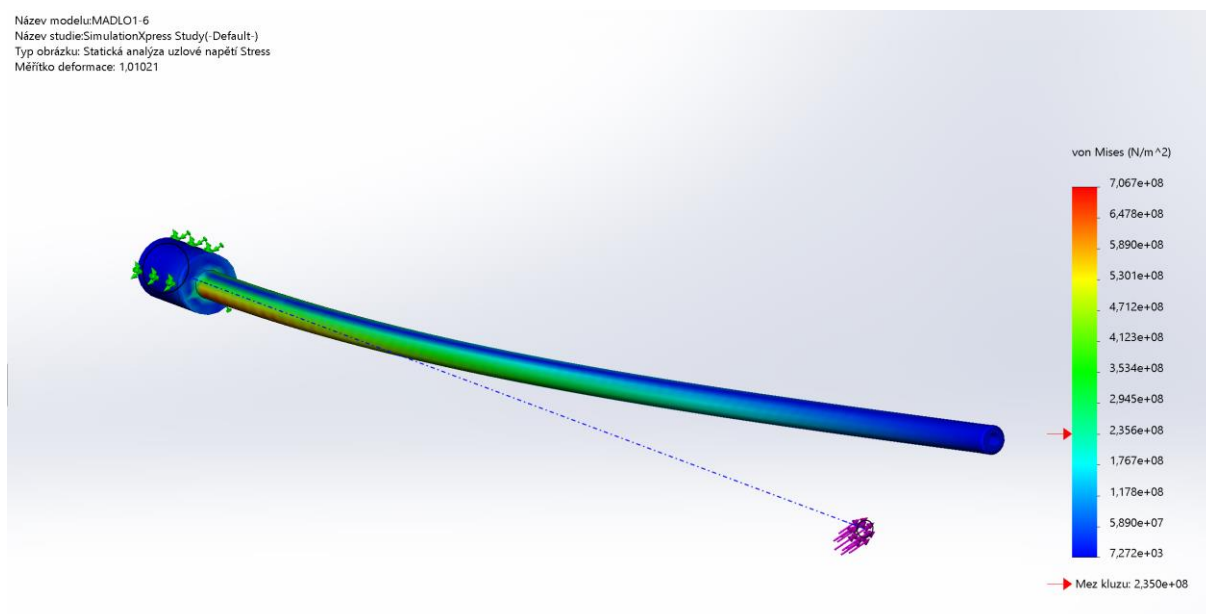
Re	235	Mpa				
k_{Re}	2	[-]				
σ_D	117,5	MPa				
	σ_{\max} dle MKP [Mpa]	k vůči σ_D [-]	k vůči Re [-]			
horní jekl rámu	57,5	2,0	4,1			
sloup rámu	9,6	12,2	24,5			
ruční tyč	23,1	5,1	10,2			

Tabulka 18 Výpočty bezpečností vyhodnocených dílů

Z výsledků vyhodnocení MKP metodou je zřejmé, že výsledky jsou plně dostačující. U sloupu rámu by se až dalo přemýšlet o předdimenzování, ale v rámci omezení posunutí sloupů a tím přesnějšího lisování to bylo shledáno v pořádku.

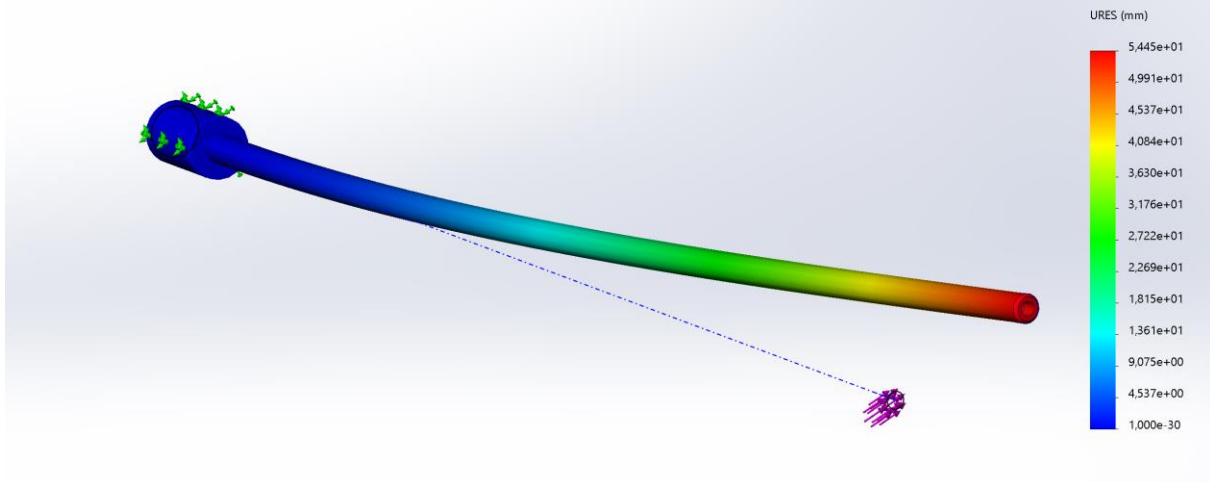
4.1.5 Příklad nedostatečně navrženého dílu

Pro tuto ukázkou byl změněn rozměr ruční tyče z $D=30\text{mm}$ na $D=10\text{mm}$ pro jasné demonstrování nedostatečně nadimenzovaného dílu.



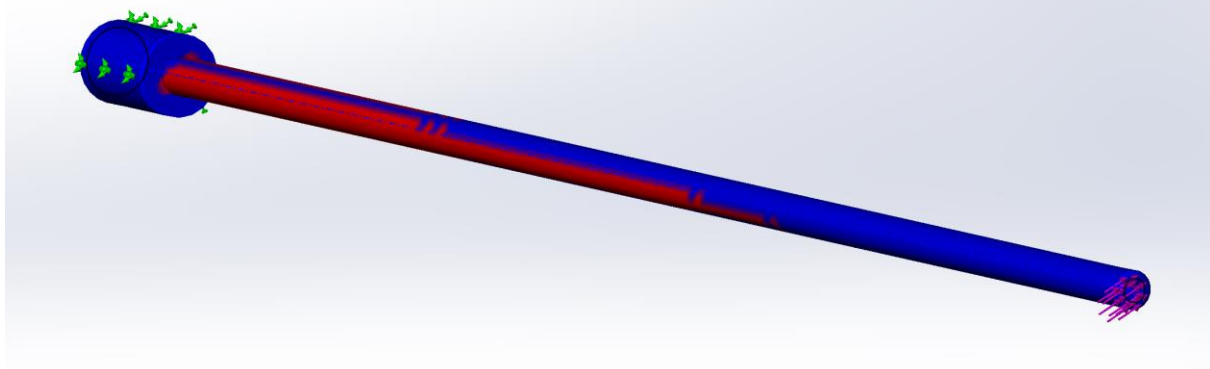
Obrázek 64 MKP analýza poddimenzovaného dílu - ruční tyč - napětí von Mises

Název modelu: MADLO1-6
Název studie: SimulationXpress Study(-Default-)
Typ obrázku: Statické posunutí Displacement
Měřítko deformace: 1,01021



Obrázek 65 MKP analýza poddimenzovaného dílu - ruční tyč - posunutí

Název modelu: MADLO1-6
Název studie: SimulationXpress Study(-Default-)
Typ obrázku: Koeficient bezpečnosti Factor of Safety
Kritérium: von Mises napětí
Červená < FOS = 1 < Modrá



Obrázek 66 MKP analýza poddimenzovaného dílu - ruční tyč - bezpečnost solidworks

díl	max. napětí [MPa]	max. posunutí [mm]	solidworks bezpečnost
ruční tyč	706,7	$54,5 \cdot 10^{+1}$	nevyhovuje

Tabulka 19 Vyhodnocení MKP analýzy špatného návrhu

5 Hrubá ekonomika konstrukce

Cena výrobku se skládá z několika částí, mezi něž patří práce (teoretická a manuální, tedy do práce konstruktéra nutno započíst cenu CAD programu, do práce svářeče vybavení svařovací dílny, materiál pro sváření apod.), materiál, přidaná hodnota práce, doprava, opracování a spousta dalších možných nákladů. V této práci jsou zohledněna pouze cena materiálu, opracování, svařování a nejdůležitější nakupované díly. Následující ceny byly pro jednoduchost přiměřeně zaokrouhlovány (např: cena ložiska s DPH byla dle prodejce mateza.cz vyčíslena na 2180,10kč [11], v práci byla tedy zaokrouhlena na 2200kč apod.). Nutno dodat, že v době vypracovávání práce jsou ceny velmi fluktuální, a tudíž se nelze spoléhat, že později budou ceny zcela stejné nebo alespoň podobné.

Cena materiálu

Cena oceli byla pro výpočet stanovena na 100 Kč za jeden kilogram (v rámci hrubosti výpočtu byla zanedbána rozdílná cena různých ocelí, různých zpracování a různých typů polotovarů). Navržený lis bude vážit cca 363kg. K tomu byl zaveden koeficient "a" ($a=1,3[-]$), který znamená odhad potřebného materiálu polotovarů.

Cena opracování

Při výpočtu opracování byly sečteny hmotnosti dílů, které je potřeba opracovat a vynásobeny běžnou cenou opracování 120kč za jeden kilogram, zjištěnou u dodavatele (jedná se o nabídku jednoduchého opracování).

Cena sváření

Při výpočtu svařování byly sečteny hmotnosti dílů, které je potřeba svařit a vynásobeny běžnou cenou sváření 180kč za jeden kilogram, zjištěnou u dodavatele (jedná se o nabídku na jednoduché svařování).

Cena dalších nakupovaných dílů:

Ceny nakupovaných dílů byly zjištěny u online prodejců (axiální ložisko, siloměr, kluzná ložiska, siloměr). Cena spojovacího materiálu byla odhadnuta. Cena vřetena s maticí byla převzata z nabídky od dodavatele.

číslo dílu	kg	počet	kg celkem
1	149,97	1	149,97
2	5,84	2	11,68
3	6,58	2	13,16
4	5,17	4	20,68
5	1	8	8
6	28,97	1	28,97
7	24,29	1	24,29
8	0,18	4	0,72
9	0,47	4	1,88
10	6,19	1	6,19
11	0,03	1	0,03
12	0,34	4	1,36
13	0,09	8	0,72
14	0,03	10	0,3
15	4,15	1	4,15
16	0,07	2	0,14
17	0	1	0
18	1,5	1	1,5
19	0,7	1	0,7
20	0,5	1	0,5
21	7,87	1	7,87
22	4,13	1	4,13
23	18,11	1	18,11
24	7,26	2	14,52
25	1,41	2	2,82
26	0,06	1	0,06
27	0,01	2	0,02
28	0,08	1	0,08
29	0,09	1	0,09
30	0	3	0
31	0,01	8	0,08
32	3,4	1	3,4
33	8,63	1	8,63
34	2,97	6	17,82
35	0,23	1	0,23
36	0,01	12	0,12
37	0,01	8	0,08
38	10,08	1	10,08
celková hmotnost	363,08	kg	
hmotnost obrobků	345,97	kg	
hmotnost svařenců	100,77	kg	

Tabulka 20 Výpočet hmotností pro výpočet hrubé ceny

cena materiálu							
m	=	363	kg				
a	=	1,3	-				
kč/kg	=	100	kč				
Cm	=	47190	kč				
cena opracování							
m	=	345,97	kč				
kč/kg	=	120	kč				
Co	=	41516,4	kč				
cena svaření							
m		100,77	kg				
kč/kg	=	180	kč				
Cs	=	18138,6	kč				
další:							
šroub a matice	=	15000	kč				
ložisko axiální	=	2200	kč				
ložiska lineární	=	1000	kč				
siloměr	=	11500	kč				
spojovací materiál	=	500	kč				
Cd	=	30200	kč				
C_{celková}	=	ΣC	=	Cm+Co+Cs+Cd	=	137045	kč

Tabulka 21 Hrubý výpočet ceny

Hrubý výpočet ceny navrženého lisu, tedy materiálu, opracování, svařování a nakupovaných dílů, byl vypočten na cca 137 000kč.

6 Návod k použití

Lis musí stát na pevné (např. betonové) ploše a být k této ploše přikotven, aby nedošlo k jeho nežádoucímu posunutí. Spodní beran se vsadí do vyfrézovaného tvaru, dle pozice z výkresu sestavy. Horní beran se vsadí nad spodní beran a přišroubuje se pomocí čtyř šroubů. Je nutné, aby dosedací plochy beranů byly před vsazením čisté a neponičené. V případě nečistot by hrozilo nerovnoměrné rozložení tvářecí síly na beranech (pro představu postačí zrnko písku pod spodním beranem, které by způsobilo, že by plocha daného beranu nebyla vodorovná). Na spodní beran se vloží tvářený prvek a točí se pákami v horní části lisu směrem k obsluze (tedy aby se pohybovalo vedení směrem dolů).

Při tváření se přenáší síla přes siloměr. V případě, že je zapnutá ukazovací jednotka siloměru, je na ní vidět aktuální vyvinutá tvářecí síla. Je zakázáno překračovat maximální povolenou tvářecí sílu $F_{ax}=10\ 000\text{N}$.

Pro snížení tření je nutné trapézový šroub s maticí řádně a dostatečně mazat mazacím tukem.

Na instalaci jiných nástrojů se vyjme nutný beran a přišroubuje se např. navržený univerzální nástroj (viz obr. 52) pomocí šroubu na kluzném ložisku, zaaretovaný systémem kuličky s pružinkou (viz obr. 53). Tento univerzální nástroj se otáčí pomocí příslušného trojpinového klíče (viz obr. 54). Je zakázáno používat navržený univerzální nástroj v nezaaretované poloze.

Pod deskou stolu se nachází polička, kam je doporučeno příslušné nářadí odkládat.

Bezpečnost: Je důrazně zakázáno vkládat ruce (či jiné části těla) do pracovního prostoru v rámu. Též je důležité dbát dílenských předpisů bezpečnosti práce. Ke stroji je nutno přistupovat s respektem. V případě tváření dlouhého materiálu je nutno dávat pozor na okolí a trajektorii prvku (je možné, že se např. dlouhá tyč začne ohýbat a tím přesune svoji netvářenou část na jiné místo, čímž může způsobit úraz nebo jinou škodu). Je nezbytně nutné dávat pozor na vystřelení tvářeného prvku do prostoru dílny, proto je nutné zvážit jak a kam prvek do rámu usadit tak aby napětí nezpůsobilo jeho vystřelení. Tvářený prvek se usazuje zásadně přímo pod vřetenem. Je zakázáno být při práci se strojem pod vlivem alkoholu či jiných návykových látek.

7 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo seznámení se s konstruktéřskou prací na příkladu vřetenového lisu. Nejdříve bylo seznámení se s lisy obecně a poté přes návrh k vlastní konstruktéřské práci. První část je teoretická a obsahuje úvod do tématu, historii lisů, rozdělení lisů, popis a rešerži současného stavu na trhu. Druhá část (část 2 a dále) je praktická a obsahuje konstrukci jednoho konkrétního vřetenového lisu od výpočtů, návrhů, poznatků, vylepšení až po vlastní výkresovou dokumentaci vybraných částí a kontrolu metodou MKP. Do bakalářské práce se bohužel nevejde celá plnohodnotná výkresová dokumentace, jelikož má práce očekávanou horní hranici rozsahu stránek. Univerzalita stroje byla splněna, jelikož jsou berany lehce vyměnitelné za jiné nástroje (např. za navržený univerzální nástroj). Stroj dále splňuje jednoduchou stavbu s jednoduchým ovládním a je schopen tenzometrickým siloměrem měřit vyvinutou sílu na vřetení.

Zadaný díl

- Trapézový šroub

Navržené díly

- Matice
- Deska stolu
- Potřebné jekly
- Chodidla
- Žebro
- Polička
- Spoje poličky
- Rozřazovače
- Spodní beran
- Horní beran
- Vedení
- Držplech
- Matice spoje malá
- Matice spoje velká
- Sloup
- Úchyt sloupu
- Spoj

Nakupované díly

- Siloměr GTM v rozsahu do 20kN, svým rozsahem spolehlivě přenesse maximální sílu 10kN
- Oboustranně axiální ložisko SKF 52210
- Kluzné pouzdro GFM-5055-07
- Spojovací materiál

Popis konstrukce

Jako základ byl převzat trapézový šroub ze zadání a k němu vytvořena matice jako protikus. Matice je svařena s horním jeklem rámu a společně se sloupy tvoří "O" rám. Sloupy jsou na vrchu pevně přichyceny šrouby k hornímu jeklu rámu a vespod k desce stolu, čímž je "O" rám dokončen. Deska stolu je přišroubována ke svařené konstrukci z jeklů a tvoří tak stůl lisu. Pro minimalizaci průhybu desky stolu, a tedy rámu, bylo pod desku stolu umístěno žebro. Ke stolu je přidána polička na nářadí. Lis je poháněn rukou obsluhy. Aby obsluha nemusela složitě chodit okolo stolu, byl navržen ořech se 6 pákami spojen perem s trapézovým šroubem. Další navrhnutou částí bylo vedení kvůli zachycení síly od točivého momentu na vřetení. Tvářecí síla se přenáší z vřetená přes spoj do horního beranu. Pod spojem se nachází vybraný siloměr, který měří tvářecí sílu. Ta je vidět na zobrazovací jednotce siloměru v navrženém úchytu z plechu na rámu.

Kontrola metodou MKP proběhla v pořádku s následujícími výsledky

- Max. napětí a posunutí horního jeklu rámu
 $\sigma_{\max} = 57,5 \text{ Mpa}$, $x = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mm}$
- Max. napětí a posunutí sloupů rámu
 $\sigma_{\max} = 9,6 \text{ Mpa}$, $x = 5,9 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$
- Max. napětí a posunutí ruční tyče
 $\sigma_{\max} = 23,1 \text{ Mpa}$, $x = 6,6 \cdot 10^{-1} \text{ mm}$

Hrubá cenová kalkulace materiálu obrobění a svaření byla spočtena na přibližných 137 000kč.

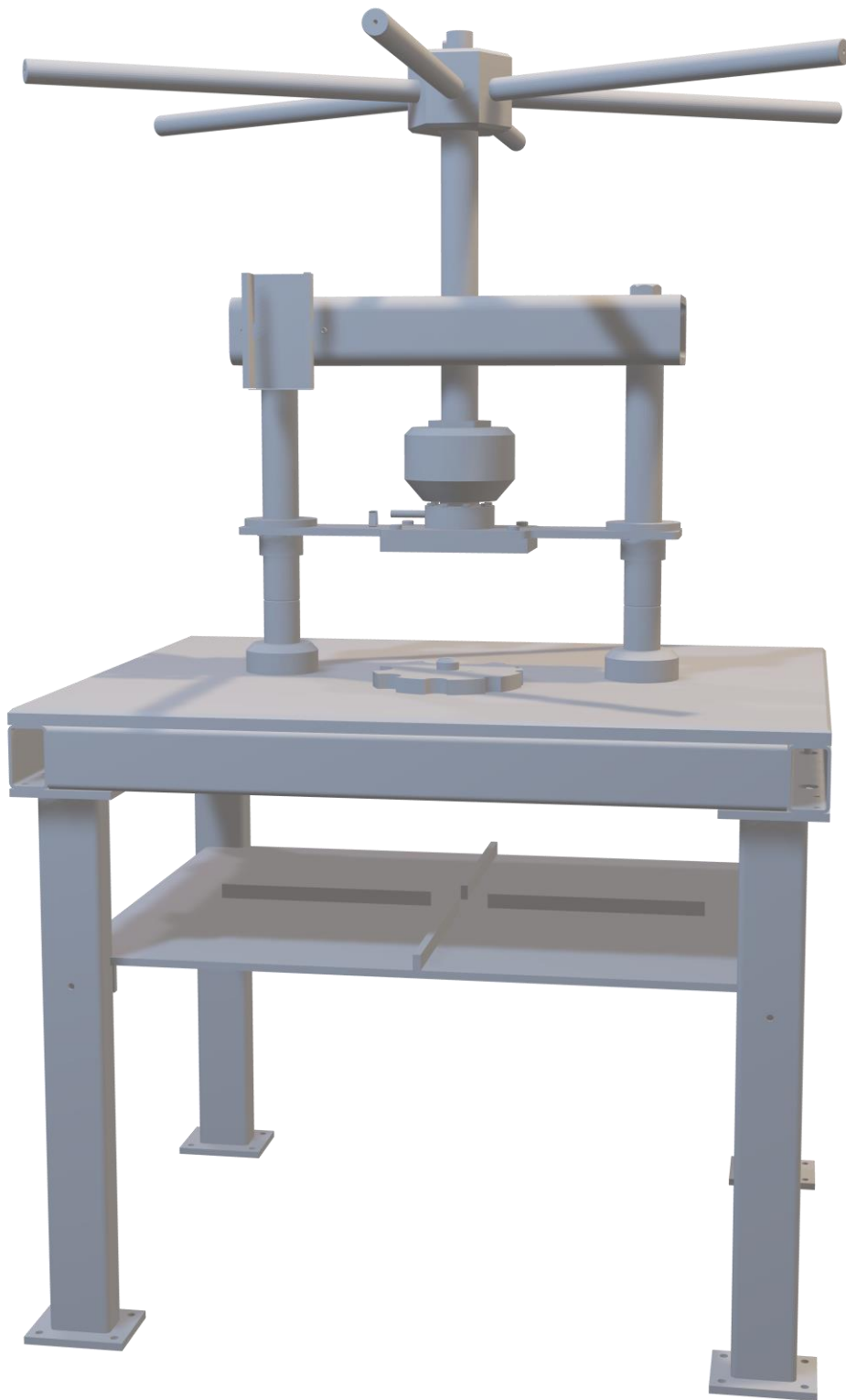
Pro plné a bezpečné využití stroje je nutné dbát pokynů v kapitole "Návod k použití."

7.1 Výkres hlavní sestavy

Viz příloha č.1.

7.2 3D model sestavy

Pro vizualizaci byl přidán 3D model formátu “.STL“.



Obrázek 67 3D model lisu ve formátu “.STL“

8 Část 6 - zdroje

8.1 Seznam použitých zdrojů

- [1] LEINVEBER, Jiří a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: učebnice pro školy technického zaměření*. Šesté vydání. Úvaly: Albra, 2017. ISBN 978-80-7361-111-8.
- [2] HOSNEDL, Stanislav a Jaroslav KRÁTKÝ. *Průručka strojního inženýra: obecné strojní součásti*. Praha: Computer Press, 2000. Edice strojaře. ISBN 80-7226-202-5.
- [3] STANĚK, Jiří. *Základy stavby výrobních strojů – tvářecí stroje*. Plzeň: ZČU, 2004. ISBN 80-7082-738-6
- [4] KUTINOVÁ, Blanka, ed. *Technický naučný slovník*. 2., rev. a dopl. vyd. Praha: SNTL, 1986.
- [5] KOBERA, Radek. Konstrukční řešení vřetenových lisů a jejich technologické využití. [online], 2016. dostupné z: <https://otik.zcu.cz/bitstream/11025/25262/1/Bakalarska%20prace%20-%20Radek%20Kobera.pdf>.
- [6] Jásek, Ondřej. Vřetenový lis s hydraulickým pohonem LVH, [online], 2016. Dostupné z: [BP-Ondrej Jasek.pdf \(zcu.cz\)](BP-Ondrej Jasek.pdf (zcu.cz))
- [7] Problematika hodnocení a užití ruky v pracovním procesu, [online], [cit. 2021-10-21]. Dostupné z: <https://www.praceamzda.cz/clanky/problematika-hodnoceni-uziti-ruky-v-pracovnim-procesu>
- [8] Traceparts.com, internetová knihovna dílů [online]. [cit. 2022-04-4]. Dostupné z: <https://www.traceparts.com/cs/product/schaeffler-technologies-ag-co-kg-axial-deep-groove-ball-bearings?CatalogPath=TRACEPARTS%3ATP01002001001002&Product=33-02052019-111429&PartNumber=52210>
- [9] Hlavní katalog SKF, výrobce ložisek apod. [online]. [cit. 2022-04-4]. Dostupné z: [https://www.arkov.cz/getattachment/4c979758-64b2-4b17-88d6-afb03ab3a85b/Hlavni-katalog-SKF-\(CZ\)](https://www.arkov.cz/getattachment/4c979758-64b2-4b17-88d6-afb03ab3a85b/Hlavni-katalog-SKF-(CZ))
- [10] Hennlich s.r.o., výrobce kluzných pouzder apod., [online]. [cit. 2022-05-20]. Dostupné z: <https://www.hennlich.cz/produkty/kluzna-pouzdra-a-vedeni-kluzna-pouzdra-iglidur-g-595/tvar-f-9.html>
- [11] Mateza s.r.o. prodejce ložisek, [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://www.mateza.cz/e-shop/lozisko-skf-52210>
- [12] Formánek J. a Kutlwašer J., předmět: Měřicí technika, přednáška 5, [online]. [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: <https://portal.zcu.cz/portal/studium/courseware/kks/mt/prednasky.html>
- [13] Matis.cz, prodejce trapézových šroubů, [online]. [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://www.matis.cz/cs/kategorie/ps-trapezove-srouby>

8.2 Internetové zdroje pro tabulky a obrázky

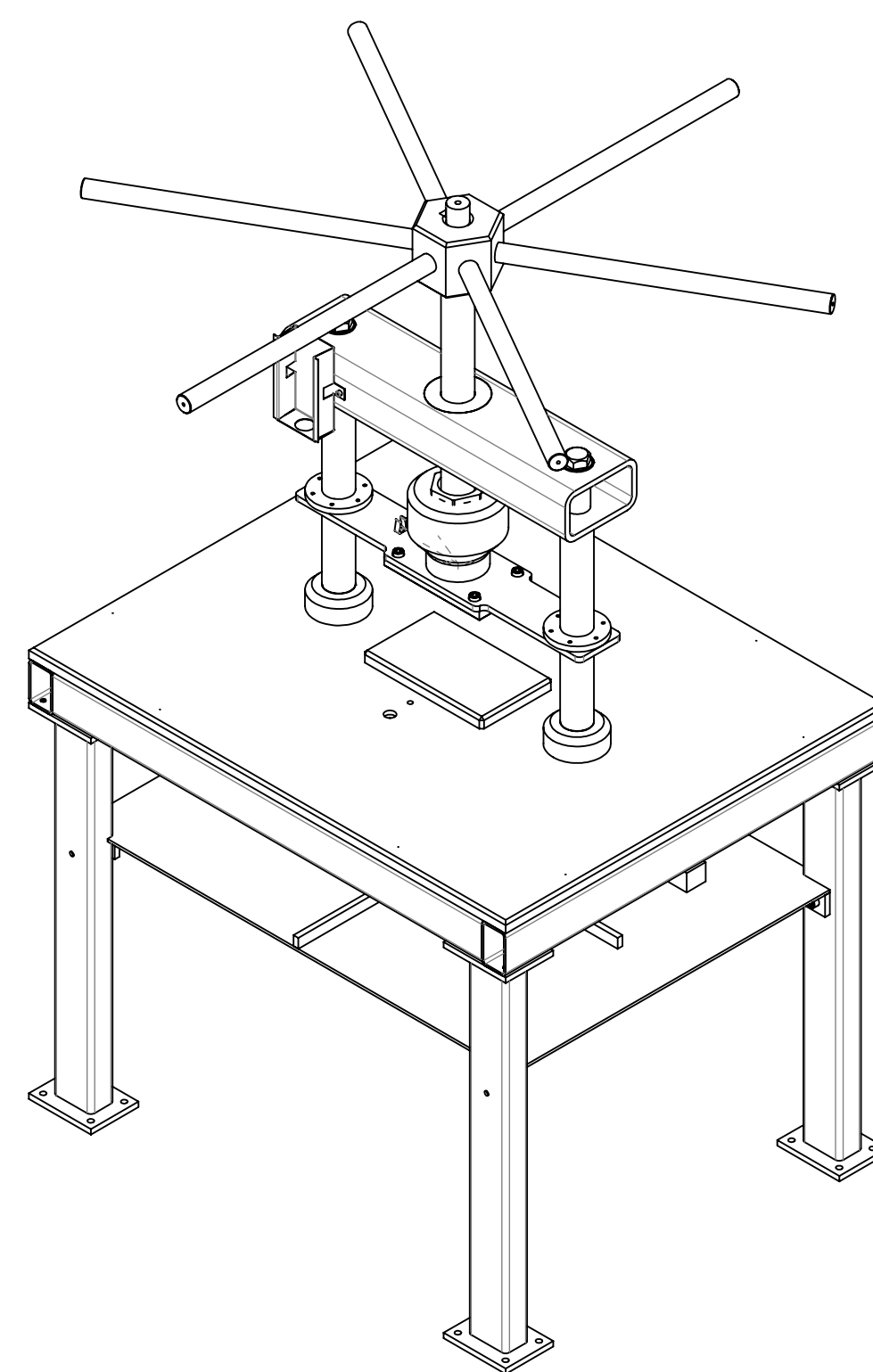
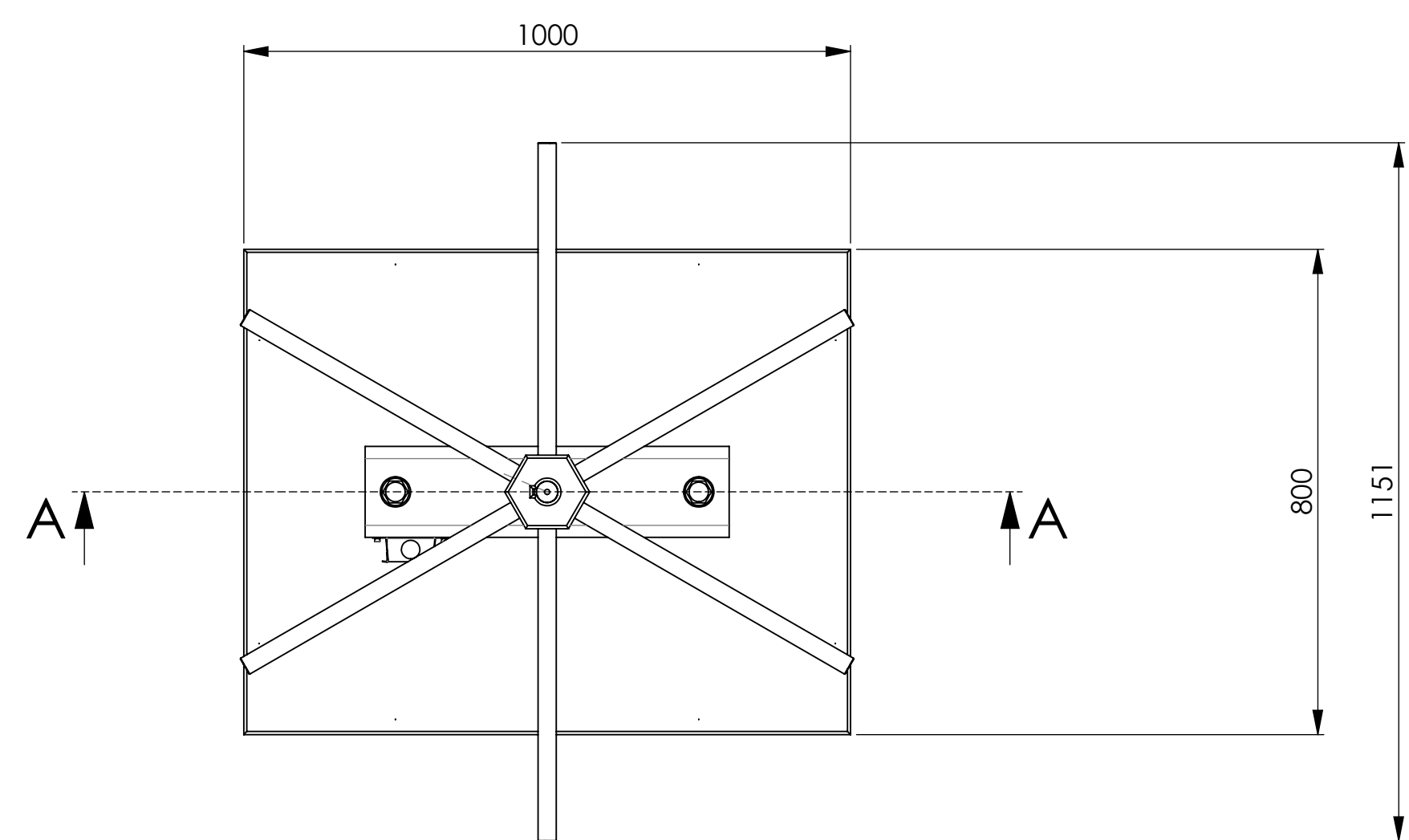
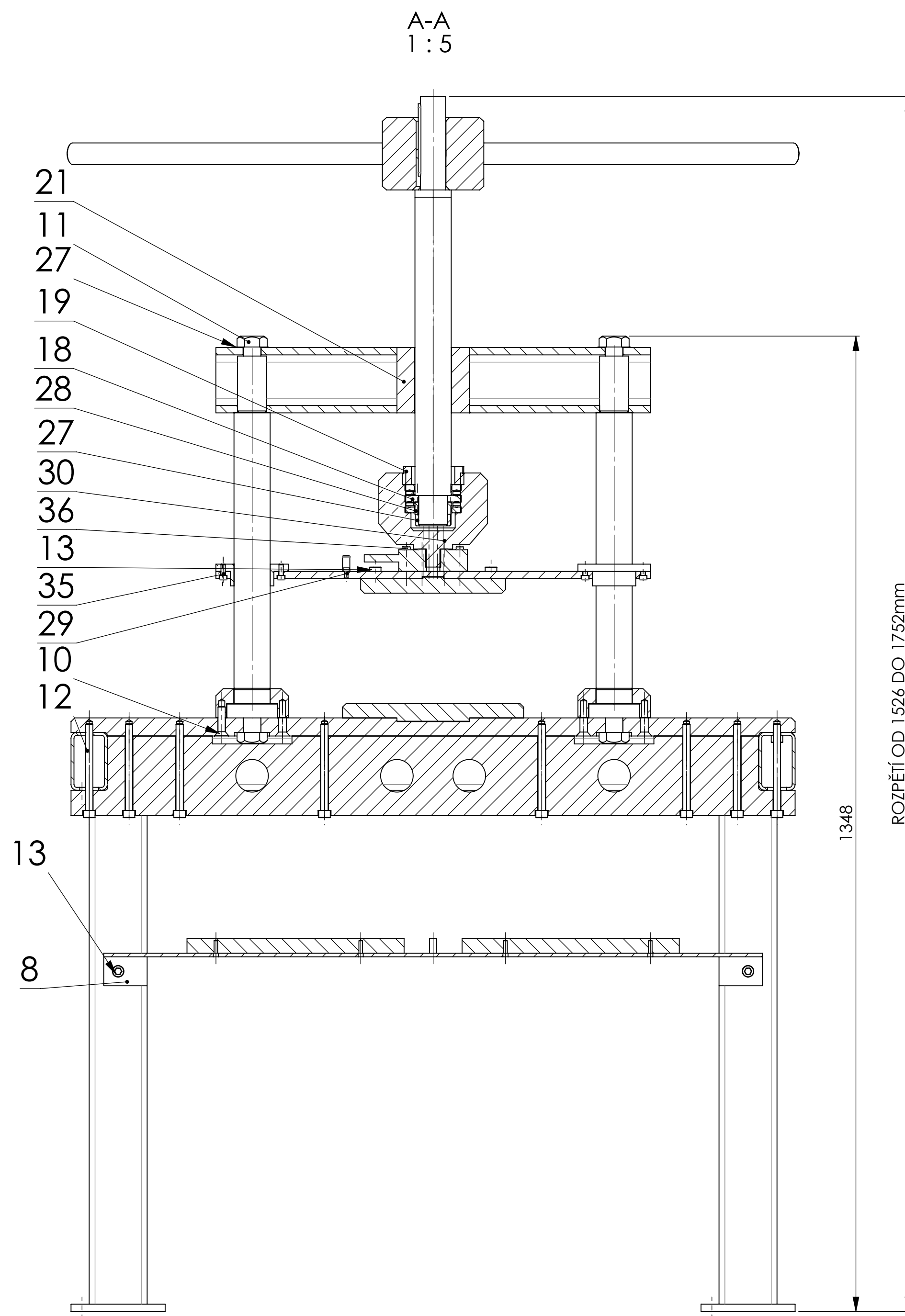
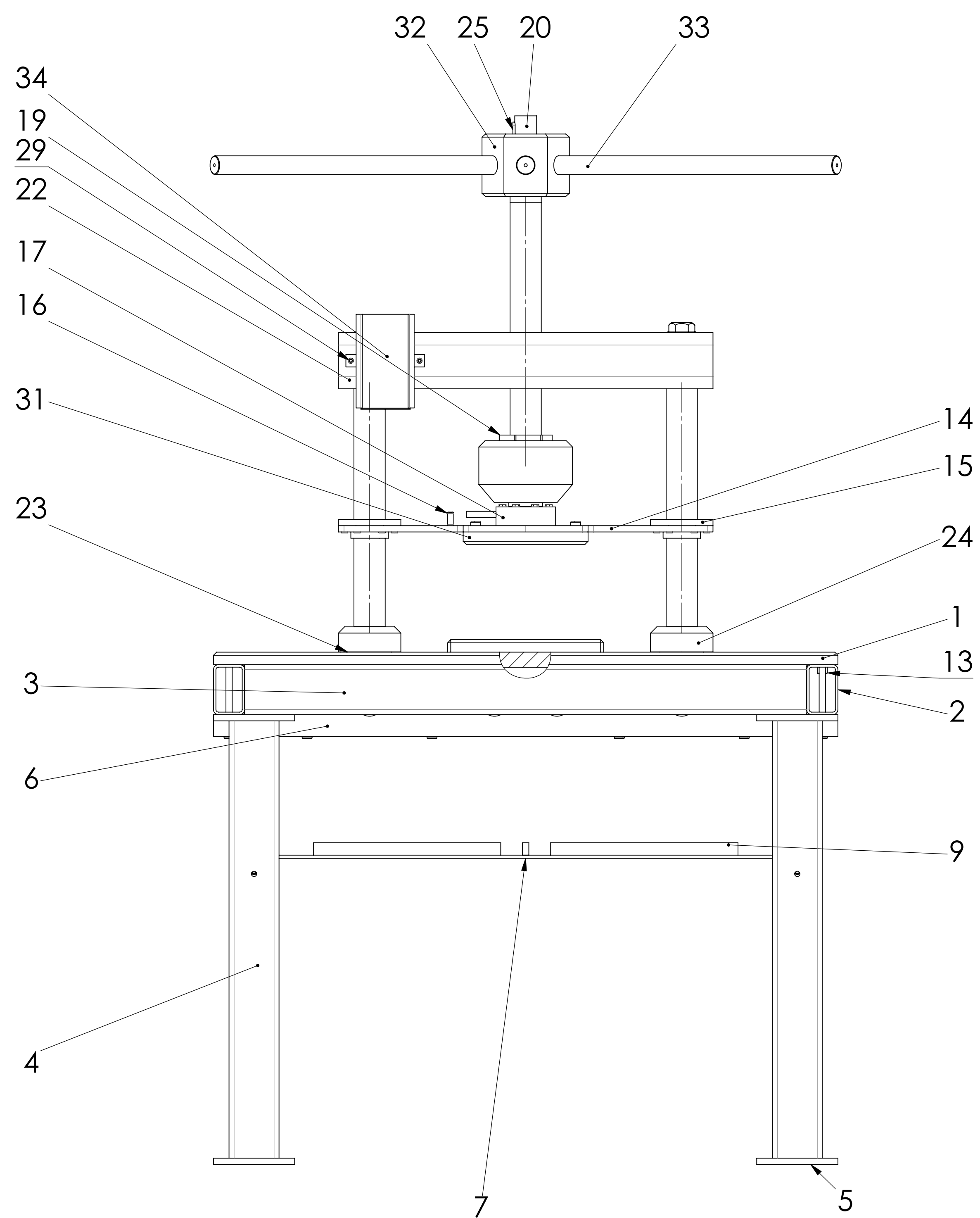
- [14] <https://www.cee-machines.com/stroj/18132/>
- [15] <https://www.machineseeker.cz/T-ec-lisy-v-eteno-bic/ci-1116>
- [16] <https://www.waldes.cz/katalog/textilni-galanterie/lisy-klesteny-tovadla/lisy/837001989000>
- [17] <https://www.aretacni-pripravky.cz/lisy/hydraulicky-lis-12-t--mt01126/>
- [18] <https://www.rucni-naradi.cz/proma-ap-1>
- [19] <https://www.nzm.cz/aktuality/z-valtickych-sbirek-vretenovy-lis>
- [20] https://www.zlate-mince.cz/crz_t_papirna_velke_losiny_info.htm
- [21] <https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/25282/1/BP-Ondrej%20Jasek.pdf>
- [22] <https://www.gtm-gmbh.com/>
- [23] https://cdn.machineseeker.com/data/listing/img_650x487/68/4237768.1601983561_.jpg
- [24] <https://www.mostr.cz/vyrobky/detail/lis-na-kloboucky-pkk-24>
- [25] https://www.aretacni-pripravky.cz/lisy/hydraulicky-lis-12-t--mt01126/?gclid=Cj0KCQjwhLKUBhDiARIsAMaTLnGUdUwqINqE_7V8it6yIC1jfk7oCkOQXKXTqPnVwuE2R0MJK4KcNUMaAtxdEALw_wcB
- [26] <https://www.promacz.cz/ap-1-lis.html>
- [27] <https://www.rucni-naradi.cz/proma-ap-1#>
- [28] <https://www.waldes.cz/wh/960-720/img/catalog/img/837001989000.jpg>
- [29] Vřetenový lis - Staňkov, Domažlice - Sbazar.cz
- [30] <https://www.machineseeker.cz/wolff%2C+solingen-rsp+160/i-5787306>
- [31] <https://www.machineseeker.cz/richter-hsp+25/i-2617960>
- [32] <http://www.mincovnadukat.cz/products/mincovna-v-muzeu-ci-na-hrade/>
- [33] <https://thebookofshaders.com/00/gutenpress.jpg>
- [34] <https://www.machineseeker.cz/veb+morgenroethe-pshz+25/i-2595863>
- [35] https://cdn.machineseeker.com/data/listing/img_650x487/40/6477640.1637925850_.jpg
- [36] <https://www.machineseeker.cz/veb+morgenr%C3%B6the-pshz+25/i-4237768>
- [37] https://www.hennlich.cz/fileadmin/_processed_/csm_iglidur_G_F_01_85a4ad6463.png
- [38] <https://www.cee-machines.com/stroj/20631/>

9 Přílohy

PŘÍLOHA č. 1

Vybraná výkresová dokumentace ve formátu .pdf

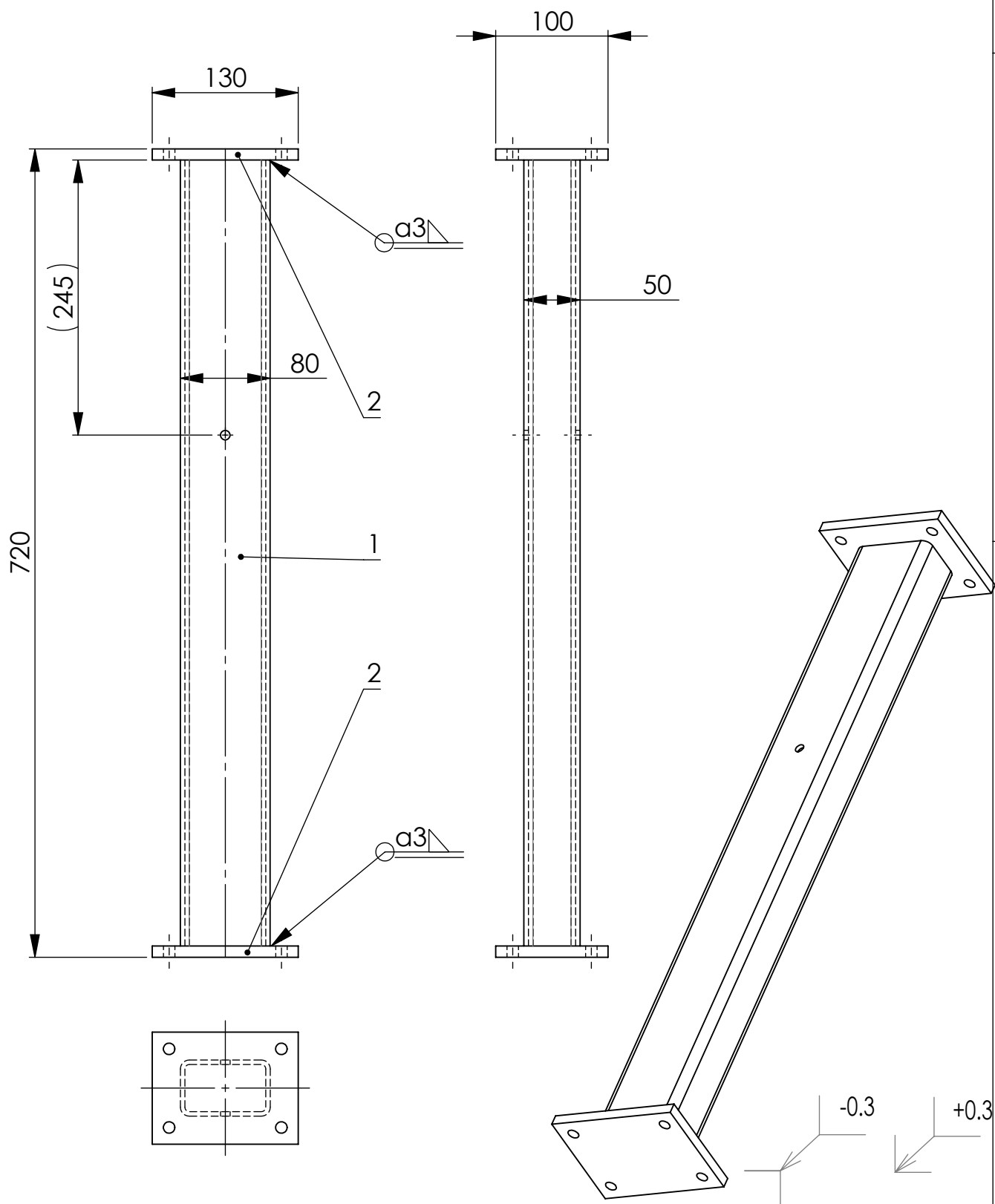
- 1) Celková sestava lisu
- 2) Sestava noha
- 3) Vřeteno
- 4) Sloup
- 5) Držplech



Ks.	Polotovár	Norma	Materiál	Hmotnost	Pos.	
38	BERAN SPODNÍ	P25-255X155	11 373	6.19	BP-JM-01-01-021	
37	SPOJ	KR155-135	11 373	10.08	BP-JM-01-01-019	
36	8 M6-40 S VNITŘNÍM 6HR	NAKOUPEÑO		0.01	ČSN EN ISO 4762	Aliger o
35	12 M6-15 S VNITŘNÍM 6HR	NAKOUPEÑO		0.01	ČSN EN ISO 4762	Aliger o
34	1 PLECH ZOBRAZOVACÍ JEDNOTKY SILOMĚRU	P1-195X180	1.4310 (X10CrNi18-8)	0.23	BP-JM-01-01-029	
33	6 MADLO	KR30-550	11 373	2.97	BP-JM-01-01-017	
32	1 OŘECH 6HR	6HR 120	11 373	8.63	BP-JM-01-01-016	
31	1 BERAN HORNÍ	P25-205X115	11 373	3.40	BP-JM-01-01-020	
30	8 M6-40 S VNITŘNÍM 6HR A NÍZKOU HLAVOU	NAKOUPEÑO		0.01	ČSN EN ISO 4762	Aliger o
29	3 M5X10 S VNITŘNÍM 6HR	NAKOUPEÑO		0.00	ČSN EN ISO 4762	Aliger o
28	1 TRUBKA ROZPĚRNÁ	TRKR 50X40-20	11 373	0.09	BP-JM01-01-029	
27	1 MATICE SPOJE MALÁ	KR55X20	11 373	0.08	BP-JM-01-01-022	
27	2 M24 PODLOŽKA	NAKOUPEÑO		0.01	ČSN EN ISO 7089	Aliger o
25	1 PERO e12 10x90	NAKOUPEÑO	11 600	0.06	ČSN 02 2562	Aliger o
24	2 ÚCHYT SLOUPU	KR105-40	11 373	1.41	BP-JM-01-01-014	
23	2 SLOUP	KR75-510	11 373	7.26	BP-JM-01-01-005	
22	1 JEKL RÁMU	TR4HR 150X90X10-600	11 373	18.11	BP-JM-01-01-003	
21	1 MATICE	KR95-105	12 020	4.13	BP-JM-01-01-002	
20	1 VŘETENO	KR60-630	12 020	7.87	BP-JM-01-01-001	
19	1 MATICE SPOJE VELKÁ	KR90-30	11 373	0.50	BP-JM-01-01-023	
18	1 LOŽISKO OBOUSMĚRNÉ AX.	NAKOUPEÑO		0.7		SKF
17	1 SILOMĚR	NAKOUPEÑO		1.50		GTM
16	1 DRŽPLECH	P0,5-10X60	1.4310 (X10CrNi18-8)	0.00	BP-JM-01-01-024	
15	2 KLUZNÉ VEDENÍ	NAKOUPEÑO		0.07		HENN LICH
14	1 VEDENÍ	P10 605X125	11 373	4.15	BP-JM-01-01-018	
13	10 M10X20	NAKOUPEÑO		0.03	ČSN EN ISO 4762	Aliger o
12	8 M10X120	NAKOUPEÑO		0.09	ČSN EN ISO 4762	Aliger o
11	4 M24-60	NAKOUPEÑO		0.34	ČSN EN ISO 4017	Aliger o
10	1 M10X35 SE ZÁPUSTNOU HLAVOU	NAKOUPEÑO		0.03		Aliger o
9	4 ROZŘAZOVAČ	P10 305X25	11 373	0.47	BP-JM-01-01-015	
8	4 SPOJ POLIČKY	P10 60X40	11 373	0.18	BP-JM-01-01-012	
7	1 POLIČKA	P5 910X680	11 373	24.29	BP-JM-01-01-011	
6	1 ŽEBRO	PLO 110X40X1005	11 373	28.97	BP-JM-01-01-012	
5	8 CHODIDLO	P10-130X100	11 373	1.00	BP-JM-01-01-010	
4	4 JEKL 700	TR4HR 80X50X4-700	11 373	5.17	BP-JM-01-01-009	
3	2 JEKL 900	TR4HR 80X50X4-900	11 373	6.58	BP-JM-01-01-008	
2	2 JEKL 800	TR4HR 80X50X4-800	11 373	5.84	BP-JM-01-01-007	
1	1 DESKA STOLU	P30 1000X800	11 373	149.97	BP-JM-01-01-006	
POZ. KS. Název	Polotovár	Materiál	Hmotnost	Norma	C.výkresu	POZN.

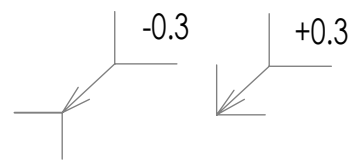
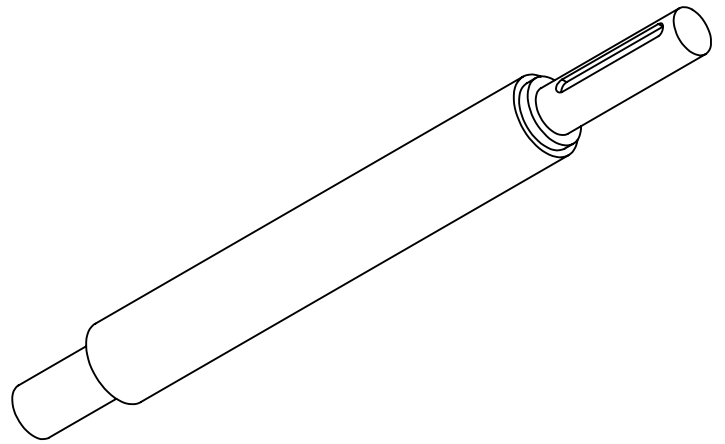
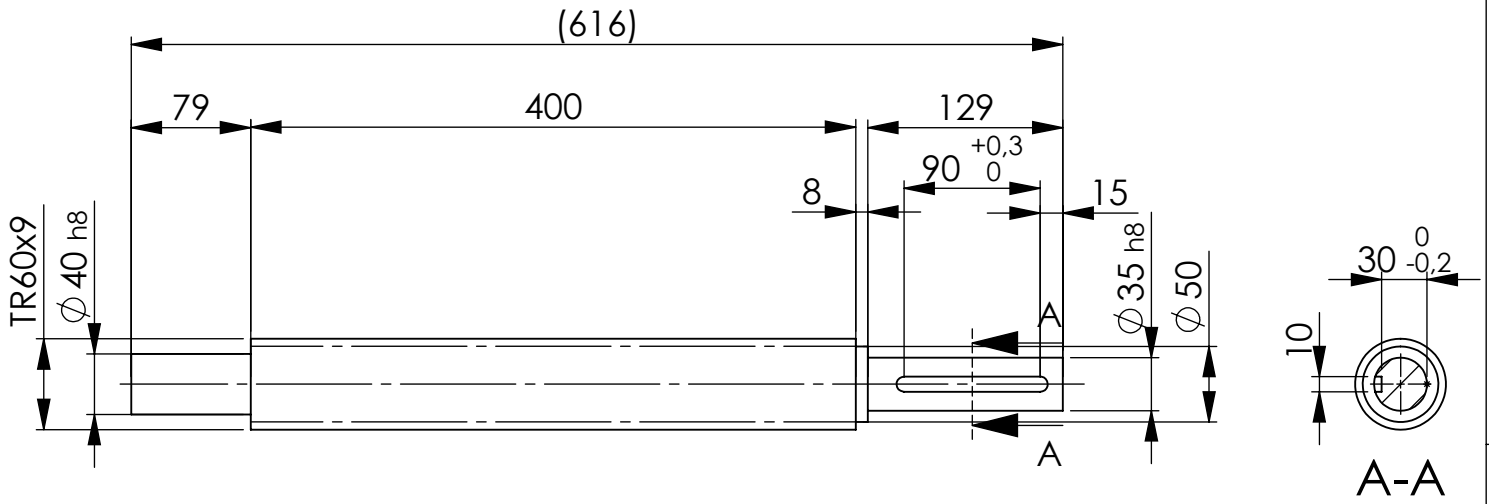
Tabulka kusovníku

Ks.	Polotovár	Norma	Materiál	Hmotnost	Pos.
	SMONOVÁNO			363kg	
		Vypracoval 20.03.2022 Mšašek ml	Název VŘETENOVÝ LIS	Měřítko 1:10	
		Výkres je duševním vlastnictvím osoby Jana Maška	Č.výkresu BP-JM-01	Str. 1	
Index	Popis	Datum	Jméno	Tel.:+420 734433325	Str. 1



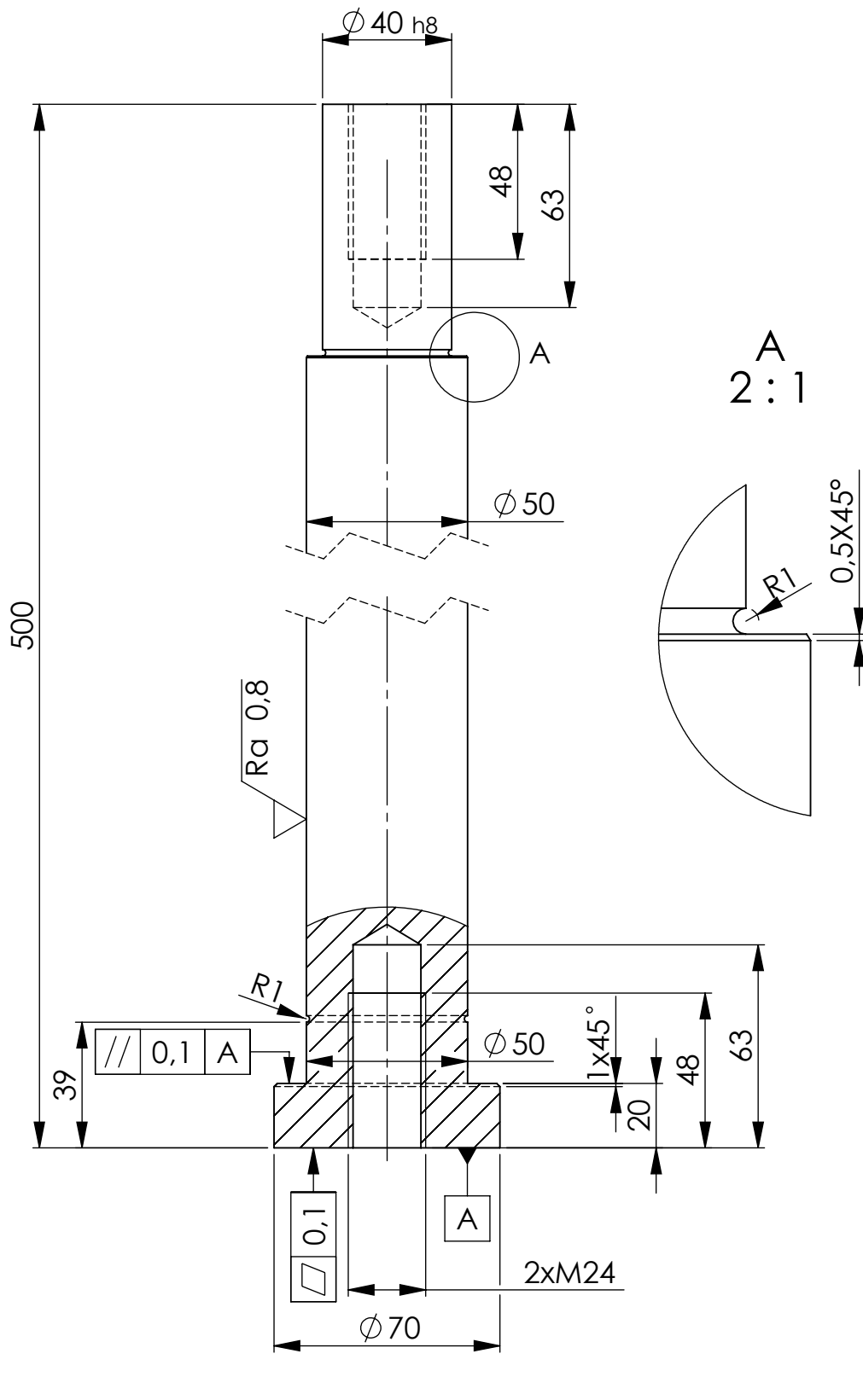
2	2	CHODIDL O	P10-130X100	11 373	1.00		BP-JM-01-01-010	
1	1	JEKL 700	TR4HR 80X50X4-700	11 373	5.17		BP-JM-01-01-009	
POZ.	KS.	Nazev	Polotovar	Material	Hmotnost	Norma	C.vykresu	POZN.
Ks.	4 Polotovar SVAŘENO			Norma	Material	Hmotnost 7.17	Pos.	
				Vypracoval Kontrola	27.02.2022 Mašek ml.	Název NOHA	Měřítka 1:5	
				Výkres je duševním vlastnictvím osoby Jana Maška		Č.výkresu BP-JM-01-03	List 1	
Index	Popis	Datum	Jméno	Tel.:+420 734433325			Listů 1	

6,3 (✓)

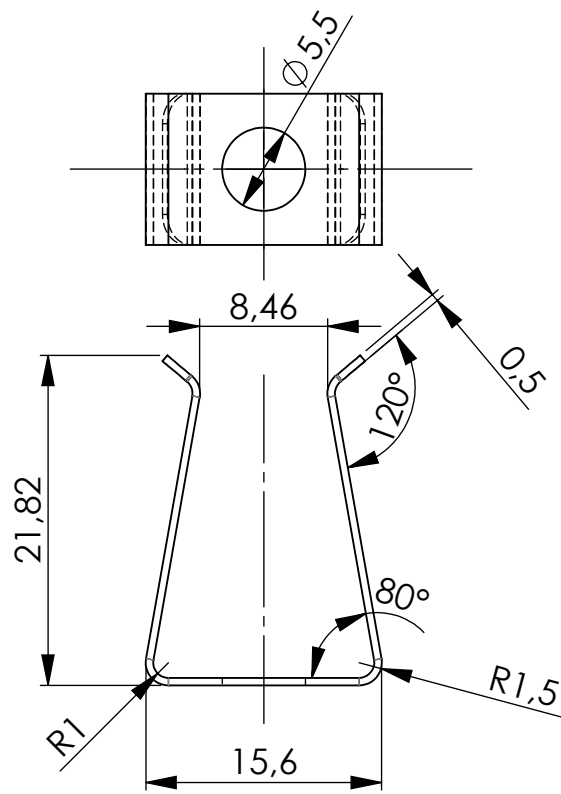


Ks.	1	Polotovar KR60-630	Norma	Materiál 12 020	Hmotnost 10.79	Pos.
			Vypracoval 1.11.2021 Mašek ml.	Název VRETENO		Měřitko 1:5
			Kontrola	Č.výkresu BP-JM-01-01-001		List 1
			Výkres je duševním vlastnictvím osoby Jana Maška			Listů 1
Index	Popis	Datum	Jméno	Tel.:+420 734433325		

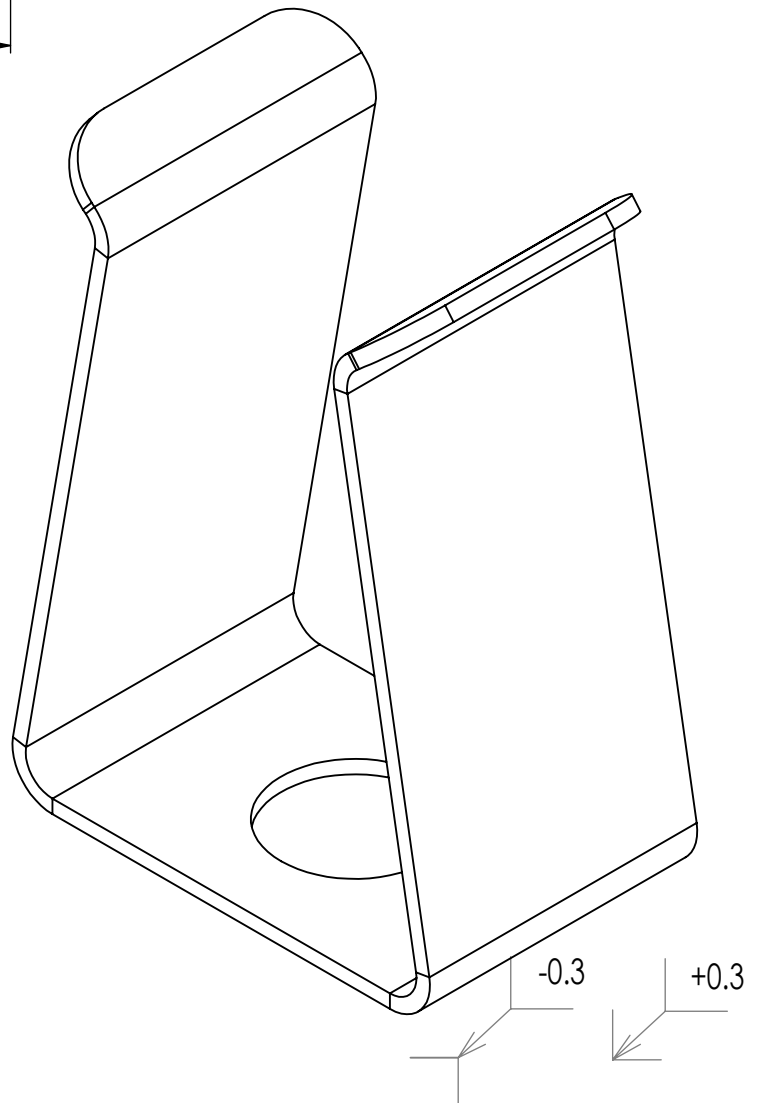
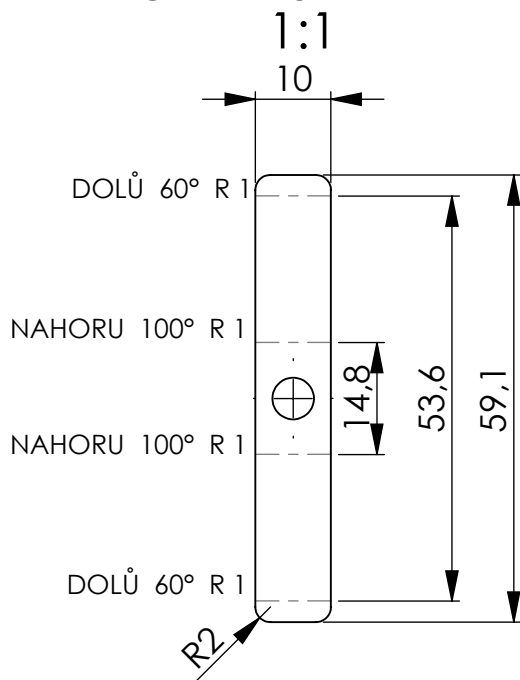
6,3 (✓)



Ks. 2	Polotovár KR75-510	Norma	Materiál 11 373	Hmotnosť 7.26	Pos.
		Vypracoval 28.02.2022 Mašek ml.	Název SLOUP		Měřítko 1:5
		Kontrola	Č.výkresu		List 1
		Výkres je duševním vlastnictvím osoby Jana Maška	BP-JM-01-01-005		Listů 1
Index	Popis	Datum	Jméno	Tel.:+420 734433325	



ROZVINUTÝ TVAR



Ks.	1	Polotovár	PO,5-10X60	Norma		Materiál	1.4310 (X10CrNi18-8)	Hmotnost	2.23	g	Pos.	
		Vypracoval		01.01.2022	Mašek ml.	Název	DRŽPLECH				Měřítka	2:1
		Kontrola				Č.výkresu	BP-JM-01-01-024				List	1
		Výkres je duševním vlastnictvím osoby Jana Maška									Listů	1
Index	Popis	Datum	Jméno	Tel.:+420 734433325								