



**FAKULTA
STROJNÍ
ČVUT V PRAZE**

Ústav konstruování a částí strojů

Návrh lisu pro nápojové PET obaly

Design of Press for PET Bottles

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2023

Jiří LOMSKÝ

Studijní program: B2341 Strojírenství

Studijní obor: 3901R051 Konstruování podporované počítačem

Vedoucí práce: Ing. Roman Uhlíř, Ph.D.

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Lomský** Jméno: **Jiří** Osobní číslo: **456775**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávající katedra/ústav: **Ústav konstruování a částí strojů**
Studijní program: **Strojírenství**
Studijní obor: **Konstruování podporované počítačem**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Návrh lisu pro nápojové PET obaly

Název bakalářské práce anglicky:

Design of Press for PET Bottles

Pokyny pro vypracování:

Hlavním cílem práce je návrh konstrukce univerzálního lisu na nápojové obaly z materiálu PET. Předpokládá se domácí nebo kancelářské využití. Za tímto účelem proveďte rešerši současně používaných obdobných zařízení a zaměřte se na jejich funkcionalitu. Na základě zjištěných informací a vhodně zvolených vstupních parametrů navrhnete vlastní koncepci konstrukce. Vytvořte 3D parametrický model zařízení a k němu sestavte konstrukčně-technický popis. Vytipujte kritická místa konstrukce a proveďte pevnostní kontrolu vybraných konstrukčních uzlů. Vytvořte 2D sestavný výkres lisu s kusovníkem.

Seznam doporučené literatury:

ŠVEC, V. Části a mechanismy strojů. Spoje a části spojovací. Praha: ČVUT, 2008.
ŠVEC, V. Části a mechanismy strojů. Mechanické převody. Praha: ČVUT, 2003.
KUGL, O. Projekt - III. ročník. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Roman Uhlíř, Ph.D. ústav konstruování a částí strojů FS

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **25.10.2022** Termín odevzdání bakalářské práce: **17.02.2023**

Platnost zadání bakalářské práce: _____

Ing. Roman Uhlíř, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

Ing. František Lopot, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

doc. Ing. Miroslav Španiel, CSc.
podpis děkane(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

_____ Datum převzetí zadání

_____ Podpis studenta

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji že bakalářskou práci, která nese název „Návrh lisu pro nápojové PET obaly“, jsem zpracoval samostatně pod vedením Ing. Romana Uhlíře, Ph.D. s použitím rešeršních zdrojů z dostupné literatury, které jsou uvedeny na konci práce v seznamu použitým zdrojů.

V Praze

.....

Jiří LOMSKÝ

PODĚKOVÁNÍ

Prohlašuji že bakalářskou práci, která nese název „Návrh lisu pro nápojové PET obaly“, jsem zpracoval samostatně pod vedením Ing. Romana Uhlíře, Ph.D. s použitím rešeršních zdrojů z dostupné literatury, které jsou uvedeny na konci práce v seznamu použitým zdrojů.

Anotační list

Jméno autora: Jiří LOMSKÝ
Název BP: Návrh lisu pro nápojové PET obaly
Anglický název: Design od Press for PET Bottles
Rok: 2023
Studijní program: Strojírenství
Obor studia: Konstruování podporované počítačem
Ústav: Ústav konstruování a částí strojů
Vedoucí BP: Ing. Roman Uhlíř, Ph.D.
Bibliografické údaje: počet stran 30
počet obrázků 26
počet tabulek 3
počet příloh 2
Klíčová slova: lis, mechanismus, páka
Keywords: press, mechanism, lever

Anotace:

Cílem této bakalářské práce je navrhnout lis pro nápojové PET obaly pro láhve typických rozměrů. V návrhu je počítáno s manuální obsluhou.

Abstract:

The aim of this bachelor thesis is to design a press for beverage PET packaging for bottles of typical dimensions. The design counts with manual operation.

Obsah

1. Úvod	1
2. Rešerše	2
2.1. LISY NA TRHU	2
2.1.1. Manuální pohon – ruka	2
2.1.2. Manuální pohon - noha	5
2.1.3. Elekrika	6
3. Návrh koncepce.....	7
3.1. Koncept s jednou lisovací platformou	7
3.2. Koncept dvěma lisovacíma platformami	8
3.3. Zhodnocení.....	9
4. Praktická část	9
4.1. Výchozí parametry	9
4.2. Zatížení konstrukce	12
4.2.1. Základní hodnoty	12
4.2.2. Počet stupňů volnosti	12
4.3. Uvolnění mechanismu.....	13
4.3.1. Těleso 2 – Výpočet reakcí a vnitřních účinků	13
4.3.2. Těleso 3 – Výpočet reakcí a vnitřních účinků	14
4.3.3. Těleso 4 – Výpočet reakcí a vnitřních účinků	15
4.3.4. Těleso 5 – Výpočet reakcí a vnitřních účinků	Chyba! Záložka není definována.
4.3.5. Těleso 5 – Výpočet reakcí a vnitřních účinků	16
4.3.6. Těleso 6 – Výpočet reakcí a vnitřních účinků	16
4.3.7. Vypočítané hodnoty	17
4.4. Návrh šroubového spojení	18
4.5. Kontrola pákového madla	19
4.6. Kontrola táhla.....	20
4.7. Popis konstrukčního řešení	21
5. Závěr.....	23

1. Úvod

Lis na obalový materiál se využívá pro komprimování odpadového materiálu nejčastěji obaly od PET láhví nebo hliníkové obaly, primárně plechovky. Nejčastěji se využívají v provozovnách s vyšším objemem tohoto recyklovatelného odpadu, ale můžeme se s nimi setkat i kancelářských komplexech a domácnostech. Obalový materiál slouží nejčastěji pro transport potravin různých druhů, hlavně pro alkoholické a nealkoholické nápoje.

Konstrukce lisu závisí na pohonu a složitosti mechanismu.

Práce je zaměřena na lisy pro manuální využití pro běžné uživatele. Lis na ruční pohon se skládá ze souboru pák, které jsou na sebe navázané nýtovými či šroubovými spoji. Páky navzájem přenášejí sílu a díky tomu posunují lisovací platformy proti sobě. Tím vzniká destrukce materiálu, jenž je vložena do útrob lisovacích ploch.

Existuje více druhů pohonů pro mechanismus tohoto druhu lisu. Mezi, které patří již zmíněný lis s pákovým systémem, ale také mechanismus poháněn elektřinou, pneumatickou a hydraulikou, avšak tyto metody nejsou takřka využívány, díky složitosti systému, jak při výrobě tak ale hlavně pro uživatele. Ti musí pro obsluhu být důkladně zaškoleni.

Cílem bakalářské práce je návrh konstrukce univerzálního lisu na nápojové obaly z materiálu PET. Velikostně byl dimenzován na obalový materiál s objemem v rozmezí 0,5 až 2 litry. Lis je navržen jako ruční mechanismus, který určen převážně pro kancelářské a domácí využití. Konstrukce lisu je zavěšena a připevněna vruty ke stěně.

2. Rešerše

Lis na obalové materiály, tedy primárně obaly z materiálu PET, je zařízení, jenž umožňuje minimalizaci velikosti samotného plastového produktu a jeho objemu bez fyzické a časové náročnosti. Nejčastěji jej můžete nalézt v kancelářských komplexech nebo domácnostech. Lis slouží ke stlačování plastových i kovových obalových materiálů za pomoci menší síly a pohodlnějšího provozního užívání. Roční spotřeba PET láhví se pohybuje kolem 35 až 40 tisíci tun. Každým rokem se tato spotřeba zvyšuje a to až o 20%. Díky slisovaným formám obalových produktů ušetříme při třídění odpadu a jeho skladování až 80% pro jeho umístění ve sběrných kontejnerech i následné likvidace tohoto typu materiálu.

Konstrukce lisů na obalové materiály závisí primárně na typu produktu, na vlastnostech materiálu, velikosti a objemu. Dále je vázáno složitostí mechanismu na jeho uživatele.

Typy soudobých zařízení, které se vyskytují v domácnostech či kancelářích, jsou primárně s manuálním či elektrickým pohonem. Ruční, neboli manuální, lisy jsou rozdílné v umístění lisového zařízení a typu vynaložené síly pro rozběhnutí mechanismu.

2.1. LISY NA TRHU

2.1.1. Manuální pohon – ruka

Lisy pro manuální využití, kde docílíme rozběhnutí mechanismu za pomoci síly vynaložené paží, máme ve dvou různých funkčních variantách. Tyto produkty vytváří hned několik firem, mezi které se řadí ECOPRESS, MELICONI a Tescoma.

1. Firma ECOPRESS varianty nabízí dvě varianty konstrukčního řešení lisu. Jedná se nejen o lis na plastové obaly, ale hlavně pro kovové obalové materiály. Chod obou těchto variant je docílen za pomoci pákového mechanismu. Jejich umístění je totožné, jsou určeny pro uchycení na pevnou svislou plochu, ke které jsou vždy připevněné nýtovými či šroubovými spoji. Tyto dva druhy se liší složitostí tohoto pákového systému.

a) U první varianty viz Obr. 1 se jedná o jednodušší konstrukční systém. Lis se vyznačuje jednou platformou vyskytující se v horní části mechanismu, která se pohybuje proti pevné základně na spodu lisu. Dále se skládá z jednoho táhla a páky. Tento model má maximální lisovací kapacitu o objemu 0,5 litru.



Obr. 1 - varianta s jednou platformou

Obr.

b) Druhá varianta produktu viz. Obr. 2 od kýžené značky se skládá z poněkud složitějšího mechanického systému. Skládá se z kovového rámu, dvou proti sobě se pohybujících čelistí, jedné páky a dvou táhel. Jedná se o model s větší demoliční kapacitou. Je určen pro láhve do maximálního objemu 1,5 litru.



Obr. 2 - varianta se dvěma platformami

Obě tyto varianty mají pro uživatele stejný postup pro jeho obsluhu. Nejprve vloží produktu dovnitř lisu a následně se odšroubuje víčko obalového materiálu. Dále se páka stlačí plynulým pohybem směrem dolů. Po dokončení tohoto postupu se láhev může opět uzavřít, aby se zamezilo vstupu nežádoucího vzduchu, díky čemuž produkt zůstane ve slisovaném stavu. Tento postup je demonstrován na dalších obr. 3



Obr. 3 - obslužný postup manuálního lisu

2. Dalším pákovým kompaktozem je opět nástěnný přístroj od firmy STATUS innovation nebo Plastic bottle crusher viz obr.4, který funguje na stejném principu jako u předchozích lisů, avšak jeho provozní průběh se liší. Před lisováním se musí páka zdvihnout do horní úvratě a poté se vloží lisovaný materiál. Tažením madlem směrem dolů se přes pákový mechanismus posouvá horní platforma směrem dolů a lisuje obalový materiál.



Obr. 4 - manuální lisy na pet láhve od značek STATUS innovation a Plastic bottle crusher

3. Čtvrtým specifickým typem viz obr. 5 konstrukčního systému lisů, které jsou na manuální pohon, jsou zpracovávány např. firmou MELICONI a Tescoma. Tato varianta lisu funguje na primitivním principu. Skládá se z dvou válců, jeden vnější a jeden vnitřní. Pro slisování PET obalů se do útrob válců vloží produkt, který je zbaven uzávěru, a následně se za pomoci mírné síly zasunou do sebe.



Obr. 5 - varianta složená ze dvou válců - firma MELICONI a Tescoma

2.1.2. Manuální pohon - noha

Jedná se spíše o lis, který si vytvořili samotní uživatelé svépomocí. Jedná se o velmi jednoduchý mechanismus, který je velmi podobný principům dvou do sebe zapadajících válců. PET láhev je vložena na desku a pomocí mechanické síly vlastní váhy uživatele je stlačována.



Obr. 6 - lis domácí výroby poháněn silou nohy

2.1.3. ElektriKa

Toto zařízení funguje jednak jako lis, která mačká shora láhev, ale také za pomoci topné složky pomáhá částečně roztavit PET láhev. Teplo značně urychlí proces lisování. Láhev je možno slisovat do 20 sekund při čemž se spotřebuje 1000 Wattů za hodinu. Před samotným lisováním je nutno zde odstranit štítky i uzávěry, které se recyklují samostatně.



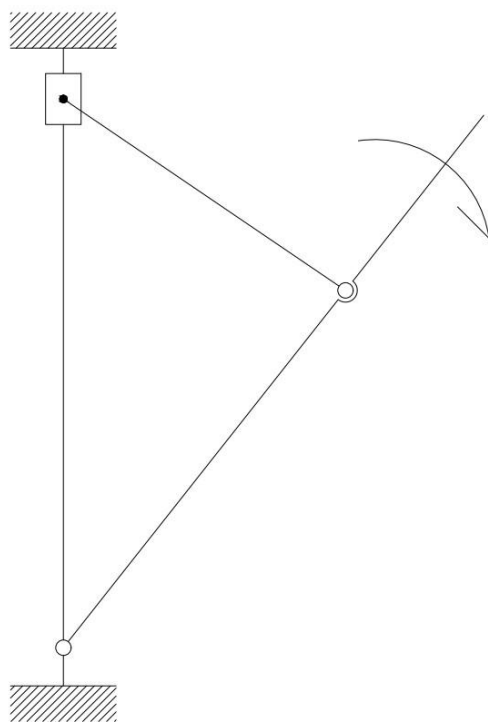
Obr. 7 - lis s elektrickým pohonem od značky TEPET

3. Návrh koncepce

Možné návrhy koncepce lisu pro nápojové PET obaly této bakalářské práce vychází ze zpracované rešerše. Pro tuto práci jsou vhodné spíše (odkazy do rešerše), které mají manuální, ruční, pohon. Tyto dvě varianty se liší ve složení mechanismu, avšak princip je stejný. Pro každý tento prvek jsou následně vytvořena mechanická schémata.

3.1. Koncept s jednou lisovací platformou

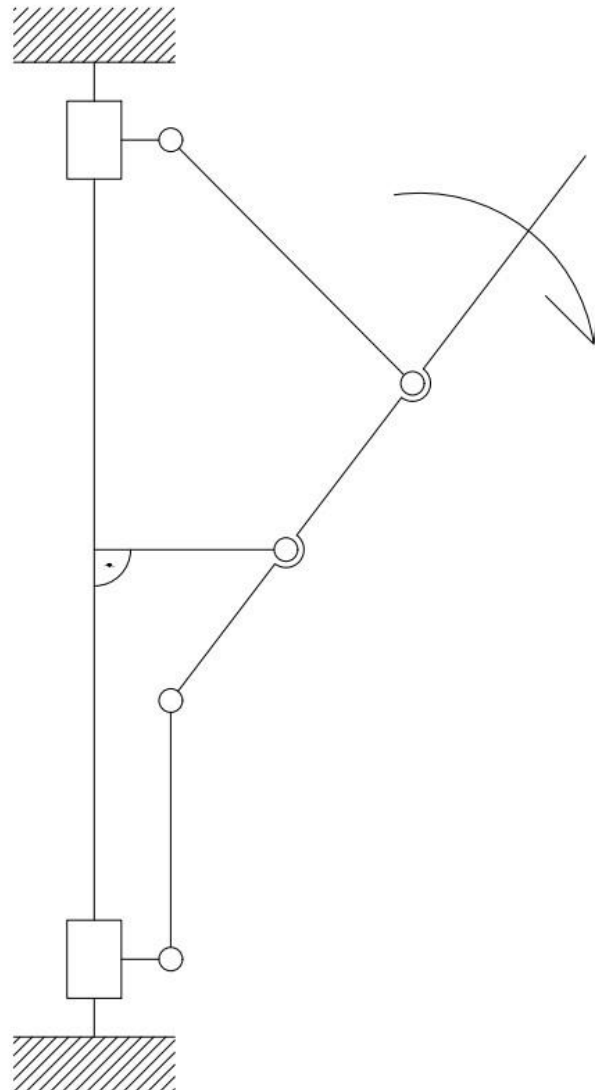
První konstrukčním konceptem je možnost s jednou lisovací platformou. Jedná o velmi jednoduchý mechanismus tvořen z několika částí. Tento typ se skládá z kovového rám, ke kterému je ve spodní části připevněna plošina, na kterou se klade obalový materiál ke komprimaci. Během lisovacího procesu se pohyblivá platforma přibližuje, za pomoci táhla a páky, ke statické plošině. Mezi hlavní výhody patří významně lehčí mechanismus na rozdíl od dalšího zmíněného konceptu, díky méně početných pohyblivých součástí a kloubových spojů. Díky jednoduššímu mechanismu a menšímu počtu komponentů je výroba levnější než druhá varianta. Díky dlouhé trajektorii pákového zařízení trvá proces lisování déle. Díky velikosti páky i samotného mechanismu je koncept navržen spíše na menší obalový materiál a to ve velikosti od 0,2 do 0,5 litru. (často uváděn např. i na plechové či kovové obalové materiály)



Obr. 8 - schéma varianty s jednou platformou

3.2. Koncept dvěma lisovacíma platformami

Druhým převzatým konceptem z řešební části je příklad se dvěma lisovacíma platformami. V principu se jedná o podobné řešení, které se liší složitostí systému. Lis je složen z kovového rámu a samotné vnitřní funkční struktury. Jak už bylo zmíněno v rešerši, skládá se ze dvou táhel, jedné páky a dvou proti sobě jdoucích platform, které jsou spojeny kloubovými spoji. Jako kladná vlastnost se zde hodnotí větší kapacitní prostor pro lisované produkty. Díky kratší pákové trajektorii tohoto systému je tento typ z časového hlediska efektivnějším řešením. Pro využití tohoto typu lisu je však nutno vynaložit větší manuální síly než u prvního případu. Jeho navržení a následné zhotovení provází značně vyšší finanční náročnost, která se odráží od složitosti řešení samotného mechanismu.



Obr. 9 - schéma varianty s dvěma platformami

3.3. Zhodnocení

Koncept se dvěma lisovacíma platformami se jeví, jako výhodnější nejen pro svou větší škálu velikostního využití, ale primárně pro rychlejší a méně náročný proces lisování, než u konceptu s jednou lisovací platformou. V praktické části zpracuji konstrukci a kontrolní výpočty kritických míst. Výhody a nevýhody jsou pro lepší názornost uvedeny v tabulce 1.

Výhody	1 platforma	2 platformy
	Jednoduchý mechanismus	Kratší lisovací proces
	Málo komponentů a pohyblivých částí	Větší obalové materiály (do 1,5 litru)
	Levnější výroba	Kratší trajektorie páky
	Menší potřebná manuální síla	
Nevýhody	1 platforma	2 platformy
	Delší lisovací proces	Složitý mechanismus
	Dlouhá trajektorie páky	Dražší výroba
	Menší obalový materiál (do 0,5 litru)	Větší potřebná manuální síla
		Více komponentů a pohyblivých částí

Tabulka 1 - výhody a nevýhody variant s 1 a 2 platformami

4. Praktická část

V této části práce provádím ze zadaných parametrů návrh, respektive vytvářím funkční model hydraulické štípačky pomocí softwarového programu Autodesk Inventor 2022 a kontroluji konstrukci pevnostními výpočty v nejvíce namáhaných místech.

4.1. Výchozí parametry

Na začátku samotného návrhu bylo nutné si stanovit základní funkční parametry lisu, pro které byl následně dimenzován. Při volbě těchto rozměrů jsem vycházel, z několika typů nákupových obalů z PET materiálů těchto často využívaných značek viz tabulka 2.

Značka výrobce	Objem náplně [l]	Výška [mm]	Průměr [mm]
Coca cola	1,75	358	97
Fanta	1,75	354	96
Sprite	1,75	347	95
Aquila	1,5	343	86
Magnesia	1,5	345	85

Tabulka 2 - výchozí parametry PET láhví dostupné na Českém trhu

Zásadním rozměrem při volbě funkčních parametrů pro další vývoj v návrhovém procesu byl ten největší možný rozměr. Pro kapacitní potřeby lisu se tedy vycházelo z obalového materiálu od značky Coca cola, která má největší formát, jak do délky, tak do průměru.

Dále počítám s maximálními rozměry: $d = 97\text{mm}$, $h = 358\text{mm}$

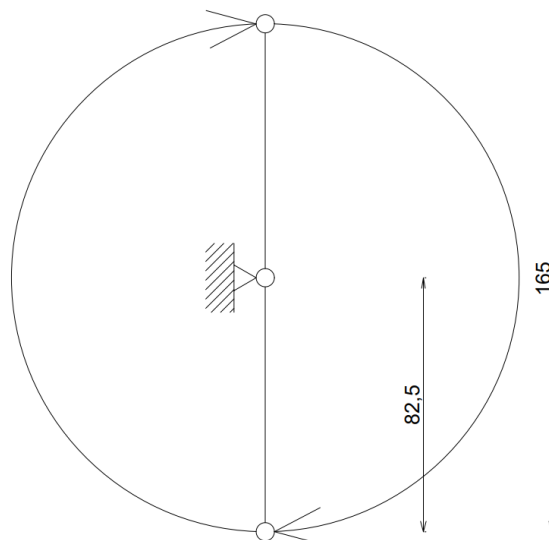
Pro kapacitní požadavky lisu na šířku počítám s průměrem láhve z výchozích parametrů, kterými je 97 mm, ke které se následně přičte prostor po obou jeho stranách pro manuální vklad lisovaného obalového materiálu. Z obou stran se tak přičte dalších 20mm. Výsledná šířka útrobu lisu činí 137mm.

Vychází z velikosti nejvyšší možné láhve, ze kterých jsem vycházel. Následně pouze zaokrouhlím nahoru z 358mm pro určitý komfort vkladu. Výška pro vložení postačí tedy 360mm. Lze vkládat i o něco vyšší obalový materiál pokud je při vkládání nakloněn šikmo víčkem napřed.

Celková pracovní výška přístroje je 360 milimetrů, to znamená, že obě tyto platformy musí urazit vzdálenost 180 milimetrů. Avšak kvůli bezpečnosti uživatele a případného mechanického poškození byla vytvořena ochranná mezera o velikosti 30 milimetrů. Díky ní obě tyto platformy zmenší svojí pohybovou dráhu o 15 milimetru, tedy urazí pouhých 165 milimetrů.

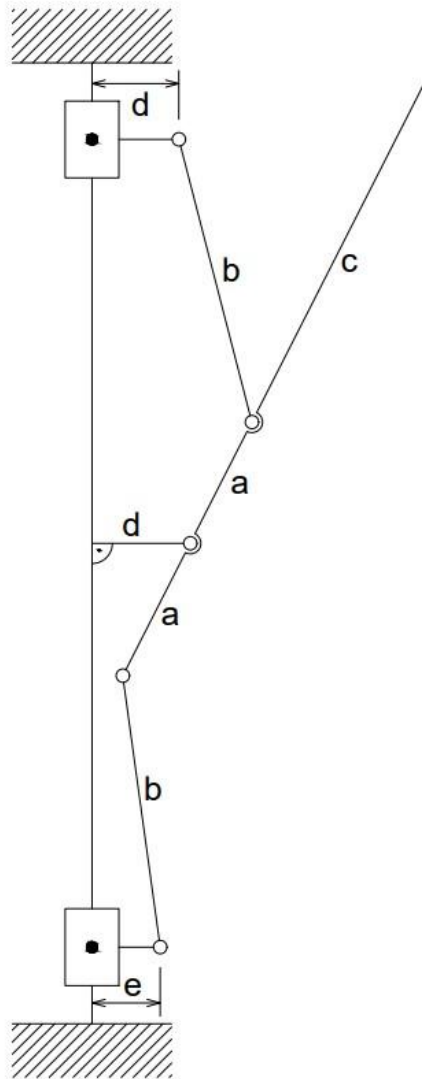
Rameno na páce táhel urazí vzdálenost jedné délky pohybu platformy, respektive 165 milimetru, jelikož dané rameno musí být v polovině zdvihu pákového systému. Tohoto pohybu se docílí pákovým systémem, jehož madlo se pootočí o 180 stupňů.

Jedna délka trajektorie platformy, tedy 165 mm, se dělí na dvě poloviny viz obr. 10, a tak vzniká délka ramene a.

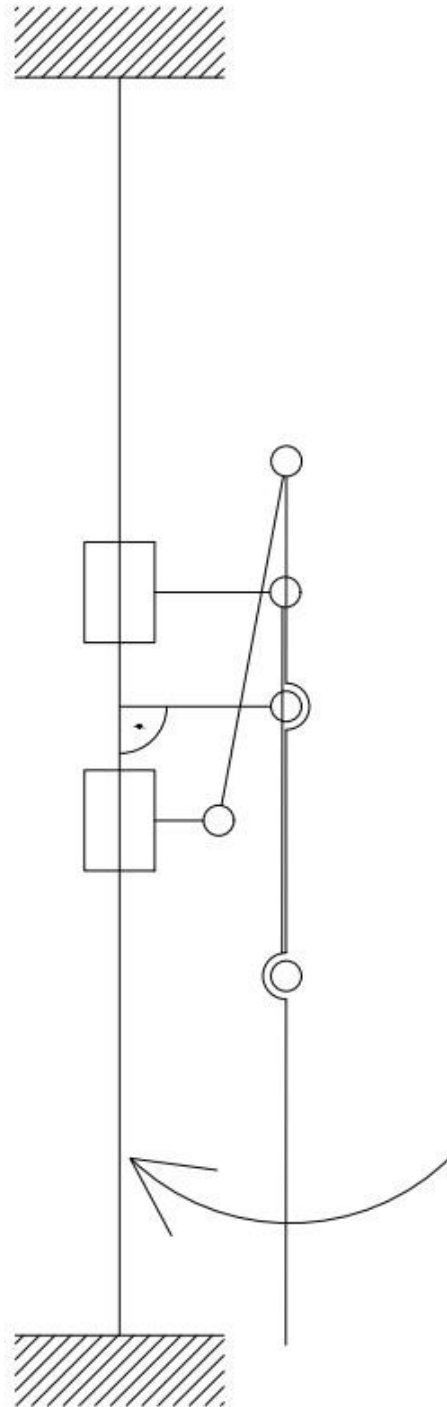


Obr. 10 - schéma pákové rozteče

Pro zamezení nežádoucího křížení táhel, při použití páky, které bylo patrné u příkladu z rešeršní části, musí délka d být větší než vzdálenost e viz obr. 11.



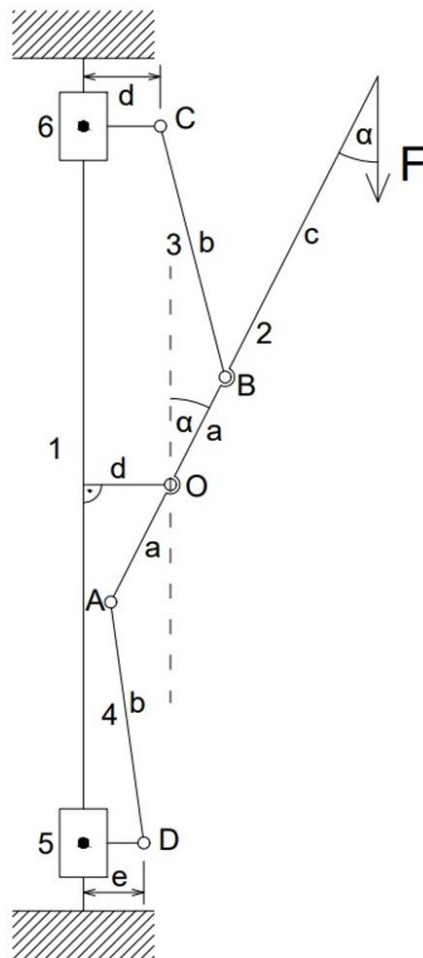
Obr. 11 - schéma pro rozměry e a d



Obr. 12 - schematický náznak překřížení

4.2. Zatížení konstrukce

4.2.1. Základní hodnoty



Obr. 13 - schéma konstrukčního návrhu

$$\begin{aligned}
 a &= 82,5 \text{ mm} \\
 b &= 107,5 \text{ mm} \\
 c &= 180 \text{ mm} \\
 \alpha &= 0^\circ - 180^\circ \\
 F &= 500 \text{ N}
 \end{aligned}$$

4.2.2. Počet stupňů volnosti

$$\begin{aligned}
 i &= 3 * (n - 1) - 2 * (r + p + v) - o \\
 i &= 3 * (6 - 1) - 2 * (5 + 2 + 0) - 0 \\
 i &= 1^\circ
 \end{aligned}$$

kde je:

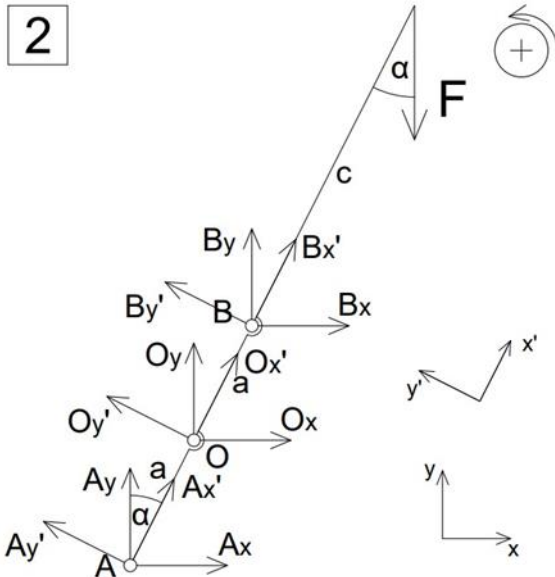
i počet stupňů volnosti soustavy

n počet členů včetně rámu

r, p, v, o počet rotačních, posuvných, valivých resp. obecných kinematických dvojic
 Jedná se o pohyblivou soustavu – mechanismus. Vysvětlujeme jeden silový účinek (síla, moment), který uvede soustavu do rovnováhy.

4.3. Uvolnění mechanismu

4.3.1. Těleso 2 – Výpočet reakcí a vnitřních účinků



Obr. 14 - rozklad tělesa - 2

Reakce

$$x: F_x + B_x + O_x + A_x = 0$$

$$y: B_y + O_y + A_y - F_y = 0$$

$$M_0: -F * (a + c) + B_y * \sin(\alpha) * a - B_x * \cos(\alpha) * a - A_y * \sin(\alpha) * a + A_x * \cos(\alpha) * a = 0$$

Vnitřní síly

$$A'_x = A_x * \sin(90 - \alpha) + A_y * \cos \alpha$$

$$A'_y = -A_x * \cos \alpha + A_y * \sin(90 - \alpha)$$

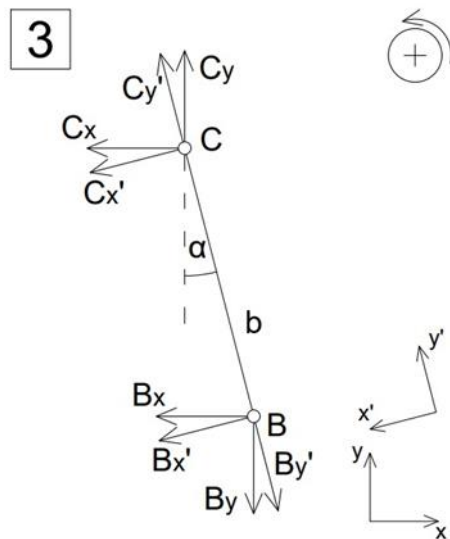
$$B'_x = B_x * \sin(90 - \alpha) + B_y * \cos \alpha$$

$$B'_y = -B_x * \cos \alpha + B_y * \sin(90 - \alpha)$$

$$O'_x = O_x * \sin(90 - \alpha) + O_y * \cos \alpha$$

$$O'_y = -O_x * \cos \alpha + O_y * \sin(90 - \alpha)$$

4.3.2. Těleso 3 – Výpočet reakcí a vnitřních účinků



Obr. 15 - rozklad tělesa - 3

Reakce

$$x: F_x + B_x + O_x + A_x = 0$$

$$y: B_y + O_y + A_y - F_y = 0$$

$$M_0: -F * (a + c) + B_y * \sin(\alpha) * a - B_x * \cos(\alpha) * a - A_y * \sin(\alpha) * a + A_x * \cos(\alpha) * a = 0$$

Vnitřní účinky

$$A'_x = A_x * \sin(90 - \alpha) + A_y * \cos \alpha$$

$$A'_y = -A_x * \cos \alpha + A_y * \sin(90 - \alpha)$$

$$B'_x = B_x * \sin(90 - \alpha) + B_y * \cos \alpha$$

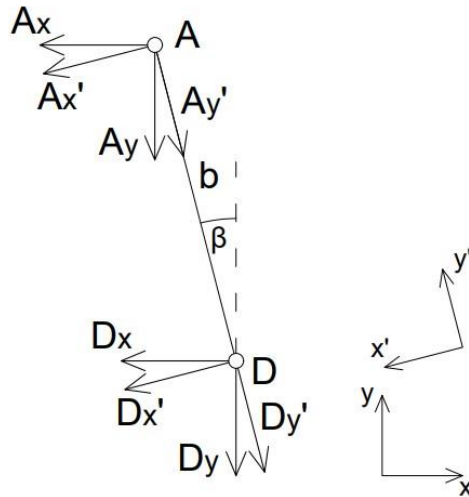
$$B'_y = -B_x * \cos \alpha + B_y * \sin(90 - \alpha)$$

$$O'_x = O_x * \sin(90 - \alpha) + O_y * \cos \alpha$$

$$O'_y = -O_x * \cos \alpha + O_y * \sin(90 - \alpha)$$

4.3.3. Těleso 4 – Výpočet reakcí a vnitřních účinků

4



Obr. 16 - rozklad tělesa - 4

Reakce

$$x: -A_x - D_x = 0$$

$$y: -A_y - D_y = 0$$

Vnitřní síly

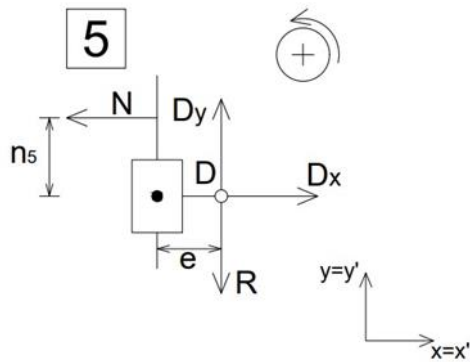
$$A'_x = A_x * \cos \beta + A_y * \sin(90 - \beta)$$

$$A'_y = -A_x * \sin(90 - \beta) + A_y * \cos \beta$$

$$D'_x = D_x * \cos \beta + D_y * \sin(90 - \beta)$$

$$D'_y = -D_x * \sin(90 - \beta) + D_y * \cos \beta$$

4.3.4. Těleso 5 – Výpočet reakcí a vnitřních účinků



Obr. 17 - rozklad tělesa - 5

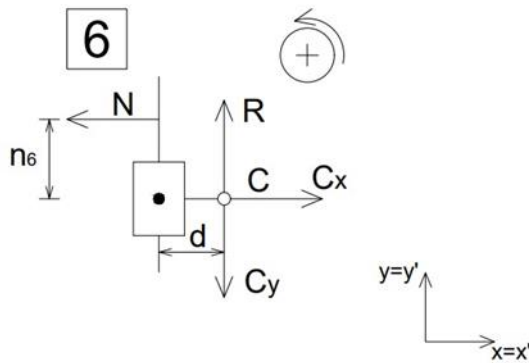
Reakce

$$x: D_x - N = 0$$

$$y: D_y - R = 0$$

$$M_{D_0}: D_{y_e} - R_e + N * n_5 = 0$$

4.3.5. Těleso 6 – Výpočet reakcí a vnitřních účinků



Obr. 18 - rozklad tělesa - 6

Reakce

$$x: C_x - N = 0$$

$$y: R - C_y = 0$$

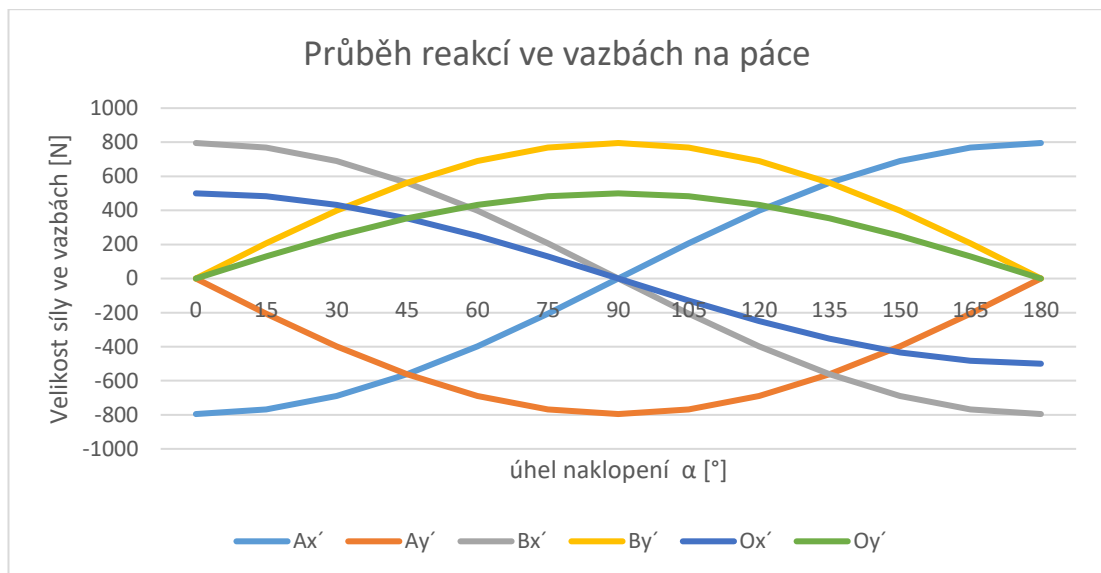
$$M_{D_0}: R_d - C_{y_d} + N * n_6 = 0$$

4.3.6. Vypočítané hodnoty

Reakce [N]	
A _x	0
A _y	-795,455
B _x	0
B _y	795,4545
C _x	0
C _y	795,4545
D _x	0
D _y	795,4545
O _x	0
O _y	500
N ₅	0
N ₆	0

Tabulka 3 - vypočítané hodnoty – reakce v nosnících

Reakce ve vazbách se mění na základě úhlu svírající páka ku vodorovné konstrukci rámu.



graf 1 - průběh reakcí ve vazbách na páce

Z grafu lze vyčíst hodnoty pro maximální a minimální možnou sílu vynaloženou na páku. Maximální možná síla vynaložená na páku je 795,455N. Minimální síla začíná od nehybného stavu 0.

4.4. Návrh šroubového spojení

Výpočet smykových sil

Vybrané spojovací matice pro zhotovení lisu jsou vyrobeny z korozivzdorné austenitické chromo-niklové oceli („klasická V2A“) s označením 1.4301. (ČSN 71 7240)

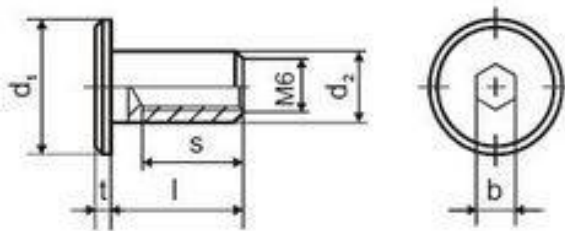
Mez kluzu: $R_{p0,2} \geq 250 \text{ [Nmm}^2\text{]} = \sigma_{Dt}$

spojovací matice M6 x 20

$$\tau_{DS} \cong 0,6 \sigma_{Dt}$$

$$\tau_s = \frac{F}{S} \leq \tau_{DS}$$

$$\tau_{DS} = 0,6 R_e$$



Obr. 19 - spojovací článek

4.5. Kontrola pákového madla

$$T_{I(x)} = -A_y'$$

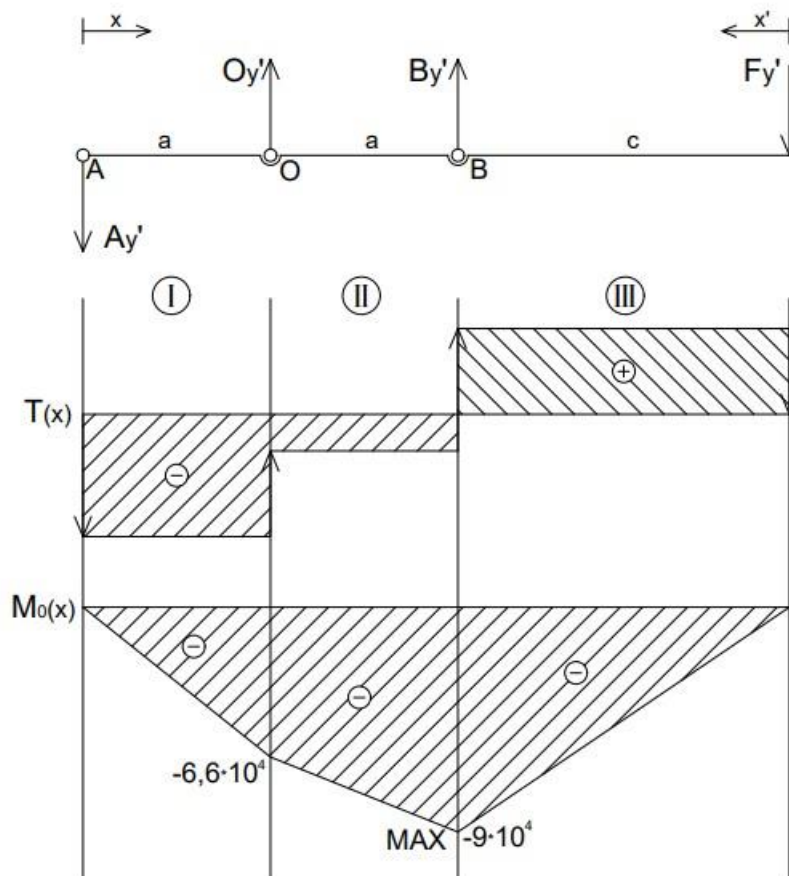
$$T_{II(x)} = -A_y' + O_y'$$

$$T_{III(x)} = F'$$

$$M_{O(I)} = -A_y' * x$$

$$M_{O(II)} = -R_{Ay} * 2 * a + O_y' * (x_{II} - a)$$

$$M_{O(III)} = -F_y * c = 9 * 10^4 \text{Nmm}$$



Obr. 20 - vykreslování sil

Ohyb

Ocel se značením E155 číselným označením 1.0033

$\sigma_K = \text{mez kluzu}$

$$k = \frac{\sigma_k}{\sigma_D} \Rightarrow \sigma_D = \frac{\sigma_k}{k}$$

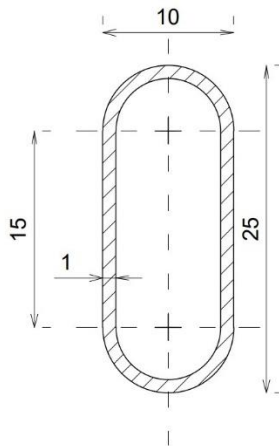
$$W_O = 2778,6 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{O_{\max}} = \frac{M_{O_{\max}}}{W_O} = \frac{9 \cdot 10^4}{2778,6}$$

$$\sigma_{O_{\max}} = 32,39 \text{ MPa}$$

$$\sigma_k = 155 \text{ MPa} \quad k = 3 \quad \Rightarrow \quad \sigma_D = \frac{155}{3} = 51, \bar{6} \text{ MPa}$$

$\sigma_{O_{\max}} > \sigma_D$ – splňuje



Obr. 21 - průřezový profil páky

4.6. Kontrola táhla

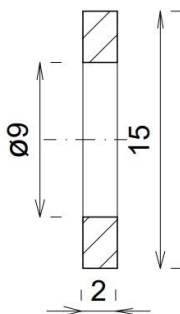
Volím si pro svůj projekt ocelový materiál 11 500

$$A = (15 - 9) \cdot 2 = 12 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{795,45}{12} = 66,2875 \text{ MPa}$$

$$\sigma_D = \frac{F}{A} \leq \sigma_{Dd}$$

$$\sigma_{Dd} = 140 \text{ až } 210 \text{ MPa}$$



Obr. 22 - průřezový profil táhla

4.7. Popis konstrukčního řešení

Návrh jsem vytvořil v programu Inventoru Professional ve verzi 2022 model pákové lisu na obalové materiály typu PET.



Obr. 23 - lis na PET obaly

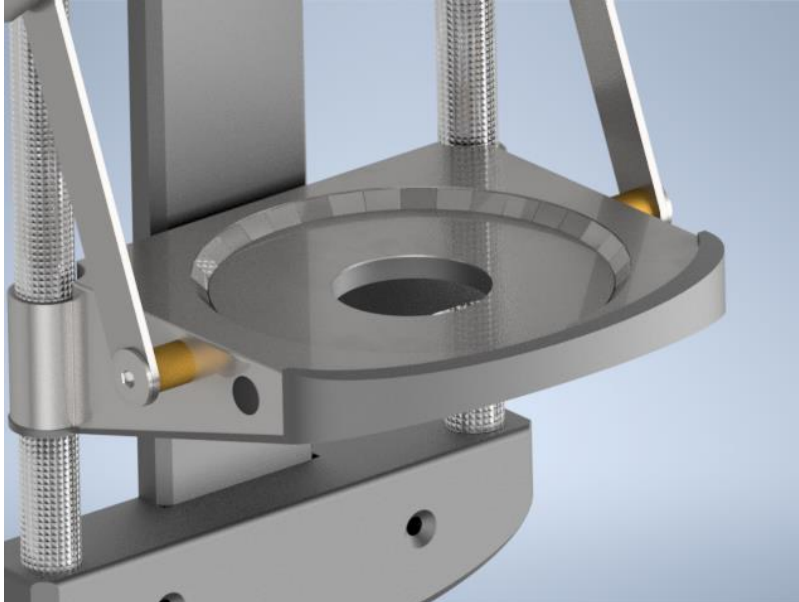
Jedná se o kovový rám vertikálně přidělaný ke svislé konstrukci pomocí vrutů či šroubů. Rozteč šroubů je dána velikostí celého lisu. Jeho připojovací rozměry jsou 475x80mm. Celý přístroj je poháněn silou člověka, která je umocněná pákovým zařízením. To se pohybuje pomocí táhel a přenáší přes kloubový mechanismus. Sílu pro proces lisování provádí dvě platformy, které k sobě posouvají dráze rámu (který z části tvoří dvě tyče) pomocí pákového mechanismu. Ten je tvořen dvěma táhly a samotnou pákou. Táhllo má rozměry v profilu 2x15 mm a rozteč jeho děr pro uchycení 107,5 mm.



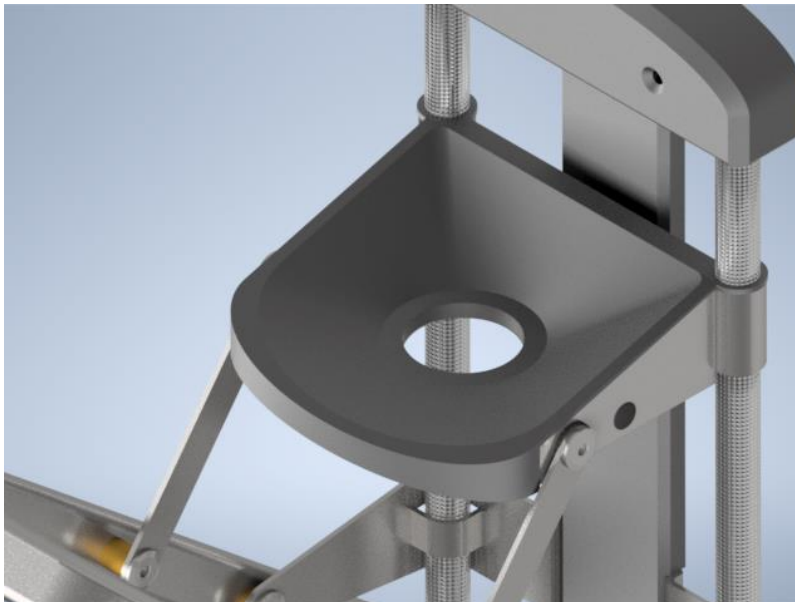
Obr. 24 - lis v částečném pákovém tahu

Pro bezpečnost je navržena bezpečnostní mezera mezi lisovacími platformami ve finálním umístění po lisovacím procesu o velikosti 3cm.

V lisovací platformě se nachází otvor dimenzován specificky pro uzávěr PET láhve, tedy respektive jeho hrdlo. Tato díra se nalézá jak v horní tak i spodní platformě pro možné lisování láhve, která je položena jak směrem nahoru tak také dolů. Tato díra umožňuje otevření obalového materiálu k úniku vzduchu. Po lisovacím procesu, než se láhev vyjme z lisu, je třeba opět láhev zavřít pro uchování maximálního možného slisování.



Obr. 25 - lisovací platforma



Obr. 26 - otvor v platformě pro lepší uzavírání víčka

5. Závěr

Obsahem bakalářské práce bylo uskutečnění konstrukčního návrhu lisu na obalové materiály typu PET. Lis je navrhován pro vnitřní užití v kancelářích a restauračních zařízeních, případně domácnosti. Přístroj zjednodušuje destrukci a minimalizaci obalového materiálu a přispívá k menšímu objemu odpadových hmot. Zjednodušení spočívá v časové úspoře procesu slisování PET láhví a zlepšuje efektivnost úkonu. Návrh primárně vychází z velikosti odpadového materiálu, lidského faktoru a ergonomickým vlastnostem.

V úvodní a rešeršní části byla nastíněna možná konstrukční řešení, které jsou k dostání na současném trhu. Dvě verze lisů, které jsou obdobné návrhové ideji bakalářské práce, specificky od firmy ECOPRESS, jsou dále detailně popsány a jsou doplněny o schematický výkres jejich konstrukce.

Hlavní část, praktická, se zabývá samotným návrhem zařízení, včetně tvaru komponentů a jejich dimenzací jejich parametrů. Celý návrh vychází primárně z velikosti největšího možného lisovaného materiálu, který vycházel z průzkumu trhu. Z rozměrů kapacitního prostoru lisu (mezi platformami) byl dále určen rozměr celého zařízení. Celý popis lisu a jeho komponentů se dále nachází v popisu konstrukčního řešení. Konstrukční řešení částečně vychází z již dosavadních řešení lisů, avšak řeší jejich nedostatky.

Práci doplňuje 3D CAD model navrženého lisu na PET láhve, který byl vymodelován v programu Autodesk Inventor Professional ve verzi 2022.

6. SEZNAMY

6.1. Seznam použité literatury

- [1] <https://docplayer.cz/32445950-Tabulka-vyrabenyh-trubek-a-profilu.html>
- [2] https://www.techportal.cz/searchcontent.phtml?getFile=2AXR_TUAMiBFGAgUc6BzY5pKR4a_RmSdJyeRJhvvhWt6GT3USXIrODF32bS3UUhLnl00RA9x7p75N8MGgz73w&justlogged=1&justlogged=1
- [3] <https://www.kipp.cz/cz/cs/Služby/Přehled-materiálů/nerezová-ocel/1-4301-nerezová-ocel.html>
- [4] <https://plasticbottlecrusher.com/model-2250-can-crusher-milk-bottle-crusher/>
- [5] <https://www.status-innovations.eu/product/green-press-plastic-bottle-and-can-crusher/>
- [6] <https://www.ziesto.com/en/p-Pet-bottle-press-25>
- [7] <https://zenysro.cz/blogy/domacnost-a-hobby/honeyfood-tescomanevry-2-lis-na-pet-lahve/>
- [8] <https://www.spojovacimaterialy.cz/produktovy-katalog/spojovaci-clanek-typ-jcn-bronz>
- [9] https://greenly-ro.translate.google.com/translate/deseuri/robo-pet-the-little-waste-compactor?x_trsch=http&x_trsl=auto&x_trtl=cs&x_trhl=cs

6.2. Seznam obrázků

Obr. 1 - varianta s jednou platformou.....	3
Obr. 2 - varianta se dvěma platformami	3
Obr. 3 - obslužný postup manuálního lisu	4
Obr. 4 - manuální lisy na pet láhve od značek STATUS inovacion a Plastic bottle crusher	4
Obr. 5 - varianta složená ze dvou válců - firma MELICONI a Tescoma	5
Obr. 6 - lis domácí výroby poháněn silou nohy	5
Obr. 7 - lis s elektrickým pohonem od značky TEPET	6
Obr. 8 - schéma varianty s jednou platformou.....	7
Obr. 9 - schéma varianty s dvěma platformami.....	8
Obr. 10 - schéma pákové rozteče.....	10
Obr. 11 -schéma pro rozměry e a d.....	11
Obr. 12 - schematický náznak překřížení	11
Obr. 13 - schéma konstrukčního návrhu	12
Obr. 14 - rozklad tělesa - 2	13
Obr. 15 - rozklad tělesa - 3	14
Obr. 16 - rozklad tělesa - 4	15
Obr. 17 - rozklad tělesa - 5	16
Obr. 18 - rozklad tělesa - 6	16
Obr. 19 - spojovací článek.....	18
Obr. 20 - vykreslování sil	19
Obr. 21 - průřezový profil páky	20
Obr. 22 - průřezový profil táhla.....	20
Obr. 23 - lis na PET obaly	21
Obr. 24 - lis v částečném pákovém tahu.....	21



Obr. 25 - lisovací platforma.....	22
Obr. 26 - otvor v platformě pro lepší uzavírání víčka.....	22

6.3. Seznam tabulek

Tabulka 1 - výhody a nevýhody variant s 1 a 2 platformami	9
Tabulka 2 - výchozí parametry PET láhví dostupné na Českém trhu.....	9
Tabulka 3 - vypočítané hodnoty – reakce v nosících.....	17

6.4. Seznam tabulek

graf 1 - průběh reakcí ve vazbách na páce.....	17
--	----

6.5. Seznam příloh

Příloha 1 – výkres: Lis na obalové PET materiály

Příloha 2 – kusovník