

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra výrobních strojů a konstruování - 340

Konstrukční návrh lisu na ovoce

Structrural design of the Fruit press

Student:

Jan Outrata

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Tomáš Hapla

Datum odevzdání:

21. 5. 2018

Zadání bakalářské práce

Student:	Jan Outrata
Studijní program:	B2341 Strojirenství
Studijní obor:	2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace:	21 Konstrukce výrobních strojů a zařízení
Téma:	Konstrukční návrh lisu na ovoce Structural Design of the Fruit Press
Jazyk vypracování:	čeština

Zásady pro vypracování:

Navrhněte lis na ovoce (jablka, hrušky), zvolte vhodné konstrukční provedení a typ pohonu.

V rámci bakalářské práce dále zpracujte:

- rešerši dané problematiky,
- návrh možných variant řešení,
- konstrukční návrh lisu s potřebnými výpočty,
- 3D model zařízení,
- výkresovou dokumentaci.

Bližší upřesnění požadavků bude provedeno v průběhu řešení bakalářské práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

KALÁB, K. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře – částí spojovací*. Ostrava: Ediční středisko VŠB Ostrava, 2007, 90 s. ISBN 978-80-248-1290-8

KALÁB, K. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře – částí pohonů strojů*. Ostrava: Ediční středisko VŠB Ostrava, 2008, 128 s. ISBN 978-80-248-1060-3

ŠVEC, V. *Části a mechanismy strojů - příklady*. Praha: ČVUT, 2006, 122 s. ISBN 978-80-01-04137-6

LEINVEBER, J., VÁVRA, P. *Strojnické tabulky*. Úvaly: Albea, 2008, 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7

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

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Hapla**

Datum zadání: 08.12.2017

Datum odevzdání: 21.05.2018

doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavář, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

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

V Ostravě

.....podpis studenta

Prohlašuji, že

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

V Ostravě :

.....

podpis

Jméno a příjmení autora práce: Jan Outrata

Adresa trvalého pobytu autora práce: Svazácká 21, Ostrava 70030

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

OUTRATA, J. *Lis na ovoce*: Bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2018, Vedoucí práce: Hapla, T.

Cílem této bakalářské práce je konstrukční návrh zařízení, které bude schopno drtit a lisovat ovoce za účelem získat šťávu z použitých plodin (jablka, hrušky, hrozny atp.). Lis zajistí extrakci tekutiny z lisovaného produktu a její odvod.

V první, teoretické části práce, se zabývám rozličnými druhy lisů. Tyto výrobky jsou již na trhu a každý má jiné přednosti. Druhá, praktická část, je zaměřena na celkové konstrukční návrhy a výpočty. Výkresová dokumentace je zvlášť přiložena k práci.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

OUTRATA, J. *Device for Cargo Unloading from Transportation Container*: Bachelor thesis. Ostrava: VSB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2018 Supervisor: Hapla, T.

The aim of this work is the structural design of a device that will be able to crush and press fruits in order to obtain juice from used crops. For example apples, pears, grapes etc. The press ensures extraction of the fluid from the molded product and its drain.

In the first, theoretical part, I deal with various types of presses. These products are already on the market and each has other advantages. The second, practical part is focused on overall design and calculations. Drawing documentation is particularly included in the thesis.

Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH SYMOBLŮ A ZKRATEK.....	7
ÚVOD.....	9
1 Teoretický rozbor	10
1.1 Lis na ovoce	10
1.2 Typy lisů na ovoce na trhu	10
1.2.1 Ruční lis na ovoce	10
1.2.2 Garden Select Lis na ovoce.....	11
1.2.3 Hydraulický lis na ovoce 150 l	12
1.2.4 LIS na ovoce NEREZ - HYDRAULIC 50L/5t.....	13
2 Praktická část	14
2.1 Návrh lisu na ovoce	14
2.2 Varianty řešení lisu na ovoce	16
2.3 Původní návrh konstrukce lisu	17
2.4 Současný návrh konstrukce lisu	21
2.4.1 Komponenty nového lisu	22
2.4.2 MKP analýza rámu nového lisu	26
2.4.3 Hydraulika a svary	29
3 Závěr.....	35
4 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	36
PODĚKOVÁNÍ.....	37
SEZNAM PŘÍLOH.....	38

SEZNAM POUŽITÝCH SYMOBLŮ A ZKRATEK

F_1	zatěžující síla	[N]
G	tíhová síla	[N]
J_y	moment setrvačnosti činného průřezu	[mm ⁴]
R_1, R_2	poloměr zaoblení profilu	[mm]
R_e	mez kluzu	[MPa]
T	tloušťka stěny profilu	[mm]
V	objem válce	[mm ³]
V_P	pracovní objem válce	[mm ³]
W_o	průřezový modul	[mm ³]
a	velikost svaru	[mm]
b	šířka profilu	[mm]
d	průměr válce	[mm]
g	tíhové zrychlení	[m·s ⁻¹]
h	výška profilu	[mm]
h_1	celková výška součástí	[mm]
k_{ss}	statická bezpečnost svaru	[-]
l_{dp}	poloviční délka horního profilu	[mm]
l_{s1}, l_{s2}	délka svaru	[mm]
p	pracovní tlak	[t]
r	poloměr válce	[mm]

t	tloušťka svaru	[mm]
v	výška válce	[mm]
β	součinitel tloušťky koutového svaru	[-]
τ_{\parallel}	smykové napětí ve svaru	[MPa]
τ_{\perp}	ohybové napětí ve svaru	[MPa]
σ_{red}	redukované napětí	[MPa]

ÚVOD

Má bakalářská práce má za cíl navrhnou konstrukci lisu na ovoce, který má za úkol z nadrceného ovoce získat pomocí lisování ovocnou šťávu. Lis má být rozkladatelný a snadno použitelný.

Obsah práce je rozdělen na dvě části. V první, teoretické části, se zabývám jednotlivými lisy, které jsou již na trhu. Mimo jiné se zaměřuji na klady a negativa jednotlivých výrobků.

Začátek praktické části je věnován původnímu návrhu lisu, který byl již zhotoven. Kvůli nedostatkům a vysoké výrobní ceně byl lis zjednodušen. Tento proces je dále popisován v praktické části. Po analýzách MKP se v poslední sekci zabývám kontrolou nejvytíženějších svarů lisu.

Lisy na ovoce jsou velmi rozšířené. Díky hydraulickému pohonu je práce s lisem velmi zjednodušená a koncový spotřebitel tak nemusí vynakládat takové úsilí jako například u ručních lisů. Zušlechtěný nerezový materiál zajišťuje normovanost výrobku v potravinářství a také je takřka bezúdržbový.

1 Teoretický rozbor

1.1 Lis na ovoce

Lis je mechanický tvářecí stroj, který slouží ke zpracování různých produktů tlakem nebo tlakovým rázem. V našem případě budeme konstruovat lis, který pracuje pouze tlakem, bez rázů. Lisovaným materiálem jsou různé ovocné plodiny, ze kterých je třeba vyselektovat šťávu pomocí zmíněného lisu. Větší a tvrdší lisovaný materiál je třeba před samotným lisováním prvně nadrtit v drtičce.

1.2 Typy lisů na ovoce na trhu

1.2.1 Ruční lis na ovoce

Firma dodává dřevěný lis s jednou krycí rouškou. Roušky se vkládají do lisovacího koše před plněním. Ta pak jemněji filtruje mošt a zabraňuje pronikání kousků ovoce do moštu a mošt je tímto čistější, čirejší. Oka roušky jsou dodávány v 3 x 3 mm.

Hranoly, koš a lisovací půlkruhy jsou z dubového dřeva. Kovová sběrná mísa lisu je připevněna na ocelové základně. V ose základny a mísy je zapuštěn šroub vybavený trapézovým závitem. Nahoře je lis vybaven lisovací hlavou s ocelovou podložkou. Většinu ovoce je nutné před lisováním nadrtit. [1]

Parametry a specifikace	
Celkový rozměr lisu	450 x 280 x 600 mm
Hmotnost	6 kg
Materiál	dřevo + kov
Objem	6 l
Průměr	280 mm
Výška	600 mm

Tabulka 1: Technické parametry ručního lisu [1]



Obrázek 1: Ruční lis na ovoce [1]

1.2.2 Garden Select Lis na ovoce

Ruční lis na ovoce slouží k lisování šťávy z rozdrceného ovoce. To je stlačováno za pomoci šroubového mechanismu lisovací deskou. Šťáva volně vytéká otvory v lisovacím koši a je zachytávána v nerezové odkapávací misce. Součástí balení je textilní sáček, který zajistí větší čistotu výsledného produktu. [2]

Konstrukce je zajištěna kvalitním tvrdým dřevem s minimem kovových dílů. Díky tomu je však váha lisu poměrně vysoká. Jedinými nedřevěnými komponenty jsou spojovací materiály (šrouby, matice, podložky apod.) a nerezová odkapávací miska.

Parametry a specifikace	
Celkový rozměr lisu	580 x 520 x 1000 mm
Hmotnost	58 kg
Materiál	dřevo
Objem	40 l

Tabulka 2: Technické parametry lisu Garden Select [1]



Obrázek 2: Garden select lis na ovoce [1]

1.2.3 Hydraulický lis na ovoce 150 l

Lis je vhodný k lisování všech druhů rozmělněného ovoce a hroznů. Originální způsob konstrukce zamezuje dlouhodobému styku lisovaného materiálu (šťávy) s kovovými součástmi lisu. Finální produkt je tedy pozitivně ovlivněn těmito faktory. [3]

Parametry a specifikace	
Celkový rozměr lisu	887 x 720 x 1 800 mm
Hmotnost	275 kg
Objem	150 l
Průměr	80 mm
Max. tlak	300 bar
Pracovní zdvih pístu	350 mm

Tabulka 3: Technické parametry hydraulického lisu [1]



Obrázek 3: Hydraulický lis na ovoce 150 l [1]

1.2.4 LIS na ovoce NEREZ - HYDRAULIC 50L/5t

Lisy na ovoce VARES HYDRAULIC 50L/5t PROFÍ nerezové konstrukce jsou vyrobené pro zpracování nadrceného ovoce s maximální výtěžností ovocné šťávy (moštu). Předností těchto lisů je především koš vyrobený z nerezové potravinářské oceli tloušťky 3 mm a přítlačné desky o tloušťce 6 mm pro přímý styk s potravinami a odolné ovocným kyselinám. Nerezová odkapová mísa s ideálně umístěným vývodem se závitem 3/4“ pro montáž libovolného vypustného kohoutku (kohout není součástí lisu). Lisy jsou dodávány včetně hydraulické panenky 5t. Pro zachování maximální čistoty ovocné šťávy a urychlení a usnadnění manipulace při zakládání a vyprazdňování obsahu lisu doporučujeme používat textilní vložku do lisu VARES PROFÍ. Vložky do lisu VARES PROFÍ jsou používány také pro průmyslové lisování a vynikají maximální tlakovou odolností a zároveň čistotou výsledného produktu (moštu). Není nutné již ovocnou šťávu filtrovat. [4]

Parametry a specifikace	
Celkový rozměr lisu	neuveđeno
Hmotnost	53 kg
Objem	50 l
Výška koše	370 mm
Lisovací tlak	5 t

Tabulka 4: Technické parametry NEREZ - HYDRAULIC 50L/5t [1]



Obrázek 4: LIS na ovoce NEREZ - HYDRAULIC 50L/5t [1]

2 Praktická část

2.1 Návrh lisu na ovoce

Parametry lisu

Pracovní tlak $p = 2 t$

Objem válce $V = 30 l$

Rozměry (š/v/h) = 460 x 500 x 500 mm

Specifikace požadavků na zařízení

Některé požadavky musí být specifikovány ještě před návrhem celkové konstrukce. Požadavkový listy všechny tyto požadavky sjednotí a doplní zadání celého návrhu. Je třeba také určit důležitost všech požadavků a zařadit je do tohoto seznamu.

Tabulka 5: Požadavkový list

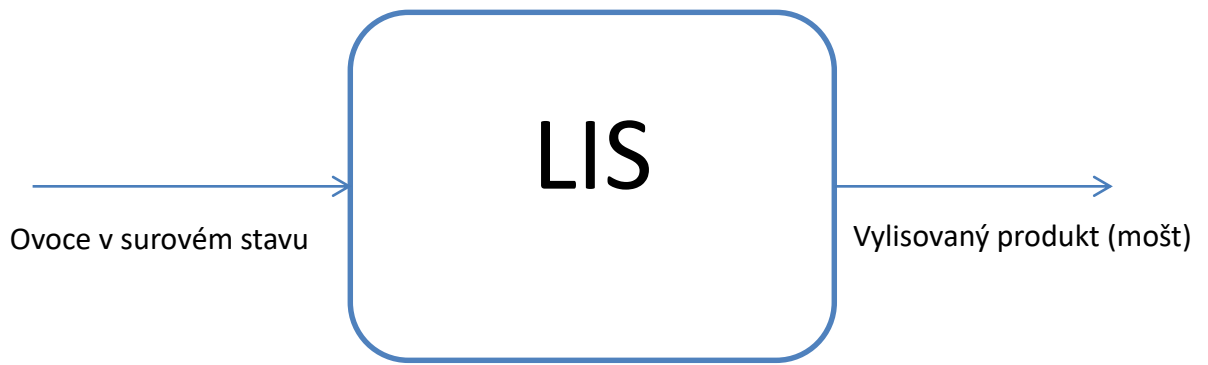
SPECIFIKACE POŽADAVKŮ	PODMÍNKA	PŘÁNÍ
Funkce, účinky a funkční parametry:		
<u>Lisovací proces:</u>		
Zabránění úniku lisovaného ovoce z válce	X	
Zajistit správný a kontrolovaný odvod vylisované tekutiny	X	
<u>Lisovací válec:</u>		
Postupné uvolňování šťávy z válce		X
Vedení lisovacího talíře pod tlakem pohonu	X	
<u>Provoz:</u>		
Prostředí: čisté		X
Četnost použití: časté	X	
Údržba: minimální žádná	X	X

Stabilní podlaha		X
Životnost: minimálně 5 let	X	
Jednoduchá obsluha	X	
<u>Ergonomie:</u>		
Vysoká stabilita (bezpečnost proti převržení)	X	
Bezpečnost proti poranění	X	
<u>Vzhled:</u>		
Uspokojivé tvary	X	
Povrch: necitlivý k poškození vhodný k čištění	X	X
<u>Distribuce a manipulace:</u>		
Možnost mobility celého stroje	X	
Dobrá prodejnost na trhu	X	
<u>Ekonomie:</u>		
Minimální náklady na provoz	X	
Minimální náklady na výrobu		X

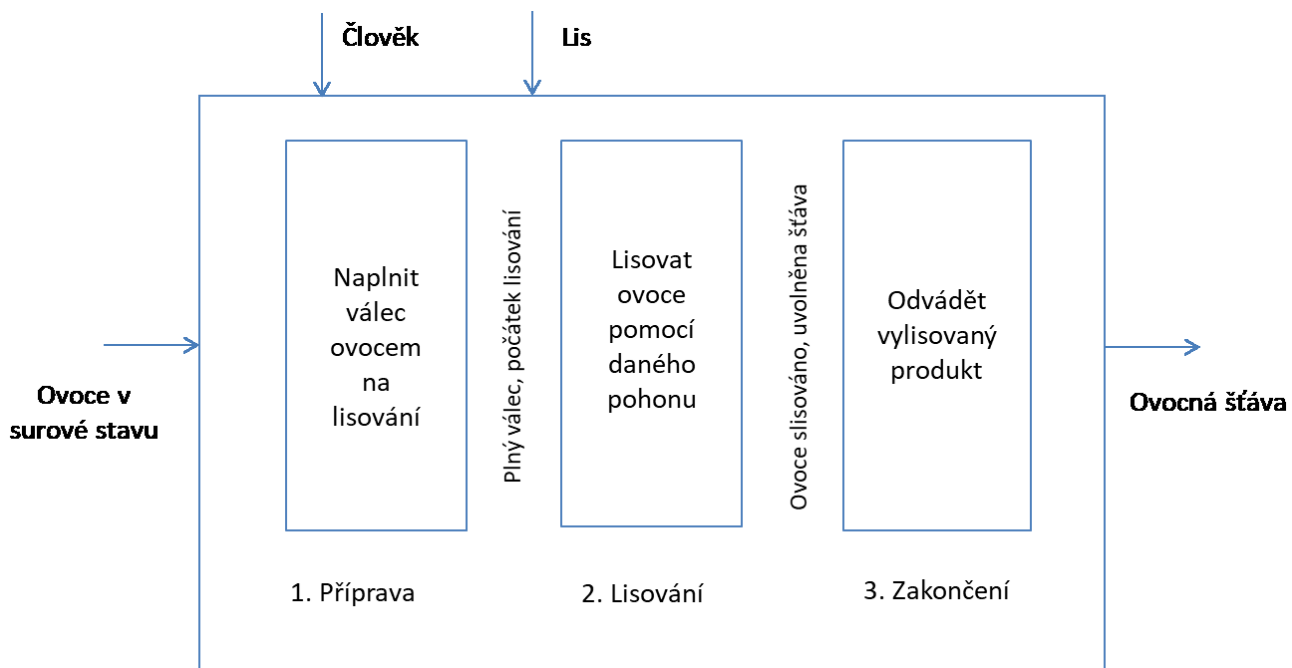
Funkční struktura

Seznam funkcí:

- Zajištění naplnění válce surovinou na lisování
- Zajištění dostatečného lisovacího tlaku
- Zajištění odvodu vylisovaného produktu
- Zajištění vyprázdnění lisovacího válce



Obrázek 5: Černá skříňka



Obrázek 6: Schéma technického procesu

2.2 Varianty řešení lisu na ovoce

Prvně vytvořím morfologickou matici. Ta mi umožní nejlepší výběr jednotlivých konstrukčních variant a funkcí částí stroje. Pomocí této matice mohu dále rozčlenit návrh do několika parametrů. Tyto parametry využijeme k celkovému řešení. Z morfologické matice nyní uděláme výběr nejlepších prvků a funkcí, které mi posléze pomohou uspořádat další konstrukční proces.

Dílčí funkce		Funkční principy / Orgány nositele funkcí			
		1	2	3	4
1	Mobilita lisu UMOŽNIT	Ručně	Paletový vozík	Dvoukolový vozík	
2	Naplnění/vyprázdění válce UMOŽNIT	Ručně	Násvnkou	Z nádoby	
3	Pohon lisu UMOŽNIT	Elektrický motor	Hydraulický motor	Ručně (hydraulická pumpa)	Ručně (trapézová tyč/závit)
4	Poloha tlačné součásti ve válci JISTIT	Šrouby	Konstrukčním	/omezovacími přípravky	
5	Odvod vylisovaného produktu UMOŽNIT	Přiravkem pro různorodá napojení		Hadicí	Dírou v boční stěně sběrné nádoby

Tabulka 6: Morfologická matice

Červenou čarou v morfologické matici jsem vybral nejlepší funkční principy a konstrukční prvky pro tento případ lisu na ovoce. S těmito parametry se bude dále pracovat v následném návrhu stroje.

2.3 Původní návrh konstrukce lisu

Původní konstrukce lisu:

- Masivní nosný rám
- Lisovací válec
- Sestava lisovacího zařízení s trapézovou tyčí
- Sběrná vana

Níže vkládám obrázek modelu a výkres původního návrhu lisu. První prototyp byl vyroben a prodán do provozu, kde byly následně odhaleny chyby lisu.



Obrázek 7: Model původního lisu

Přes program Autodesk Inventor 2018 jsem tuto konstrukci podrobil analýze MKP. Celonerezová konstrukce je vyrobena ze dvou typů profilů. Jedná se o čtvercový rozměr 40x40 mm a obdélníkový rozměr 60x40 mm. Posléze byl materiál nařezán dle potřeby a svařen.



Obrázek 8: Jeklová konstrukce původního lisu

První problém tedy vyvstává při prvotních pracích na konstrukci.

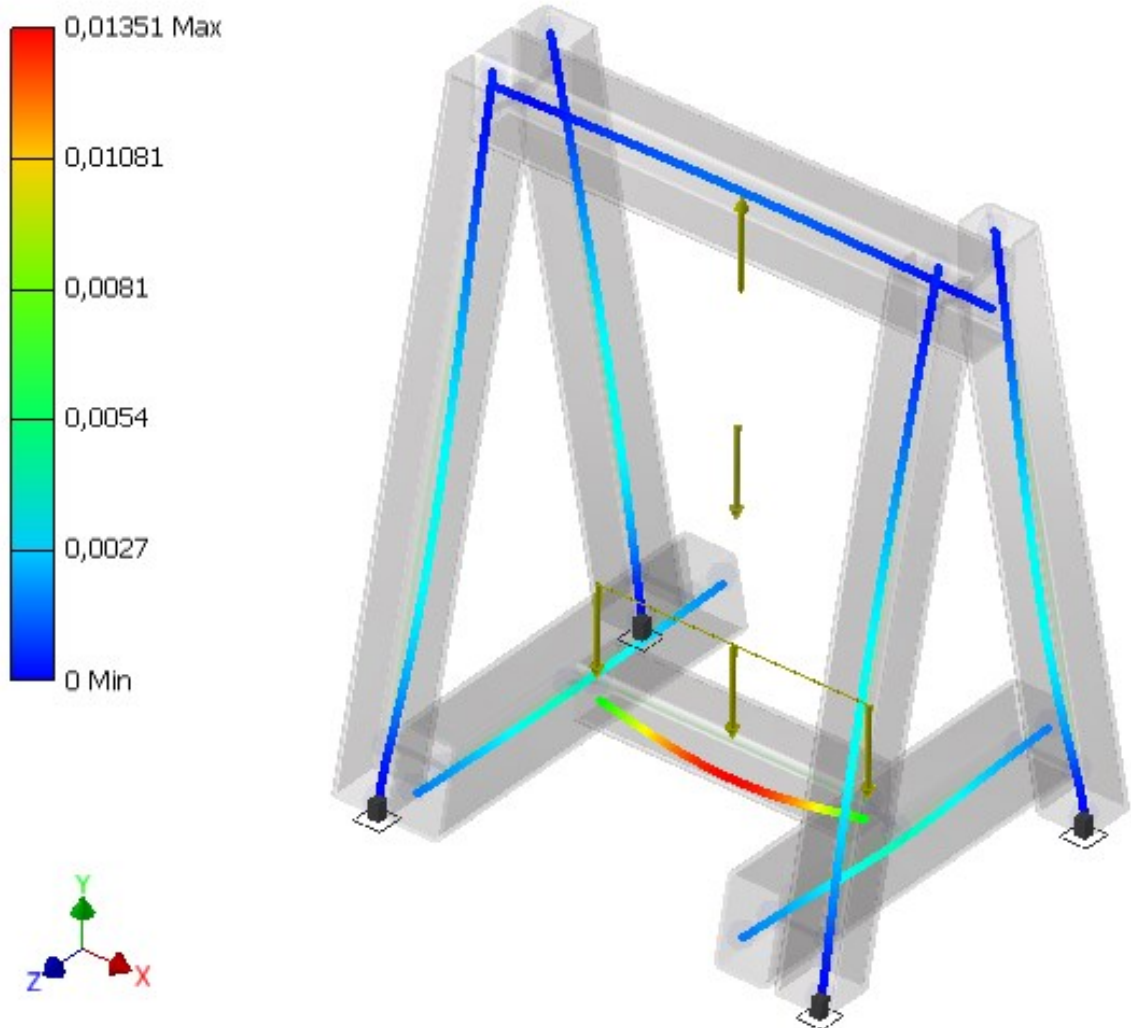
Masivní jekly je třeba v určitých místech nařezat pod přesnými úhly. Technicky je toto samozřejmě možné, ovšem výroba se v tuto chvíli prodražuje (pokud nejsou jekly řezány na automatizovaných linkách/pilách, výroba není tak prodražena).

Následně je třeba tyto připravené komponenty svařit. I když se jedná „jen“ o ploché přímé svary, jednotlivé délky svarů jsou díky plochám jeklů velké. Je také nutno zavařit veškeré spoje, kudy by se mohla dostat voda/vlhkost dovnitř konstrukce. Také otvory v profilech po nařezání je potřeba zablendovat.

Nejsložitějším svařovacím procesem, je svařování trapézové matice s horním příčným profilem. Touto maticí povede trapézová tyč, která musí být kolmo k odkapávací vaně.

Toto může být problém, uvážíme-li, že celá konstrukce se mírně zkroutí vlivem tepla vytvořeného při svařování.

Typ: Posunutí
Jednotky: mm
30.04.2018, 19:53:39



Obrázek 9: Zatížená jeklová konstrukce původního lisu

Konstrukci jsme zatížili silami vyvozenými trapézovou závitovou tyčí.

Spojité zatížení Q , Gravitační síla G , Tečná síla tyče F_t

$$Q = 10\,000 \text{ N/mm}$$

$$G = 9,81 \text{ N}$$

$$F_t = 100 \text{ N}$$

Z obrázku zatíženého modelu vidíme, že veškerá posunutí a namáhání jsou vůči velmi tuhé konstrukci minimální. Je tedy na místě uvažovat minimálně o využití profilů menších rozměrů.

Problém s tlakou vyvozenými strojem neměla konstrukce, nýbrž ostatní součásti. Odkapávací vana ležící pod válcem na profilech tvaru –H, byla nenávratně poškozena – zvlněna. Tento problém je možno odstranit buďto zesílením tloušťky materiálu, ze kterého je vana vyrobena, nebo zvýšit počet profilových podpor. Nabízí se také kombinace těchto dvou řešení.

Obdobný problém byl zjištěn u tlačného talíře. Byl také zvlněn. Ovšem zde nelze suverénně počítat se zvýšením počtu podpor. Opět lze zvýšit tloušťku materiálu, nebo celkově změnit konstrukční řešení tlačného talíře.

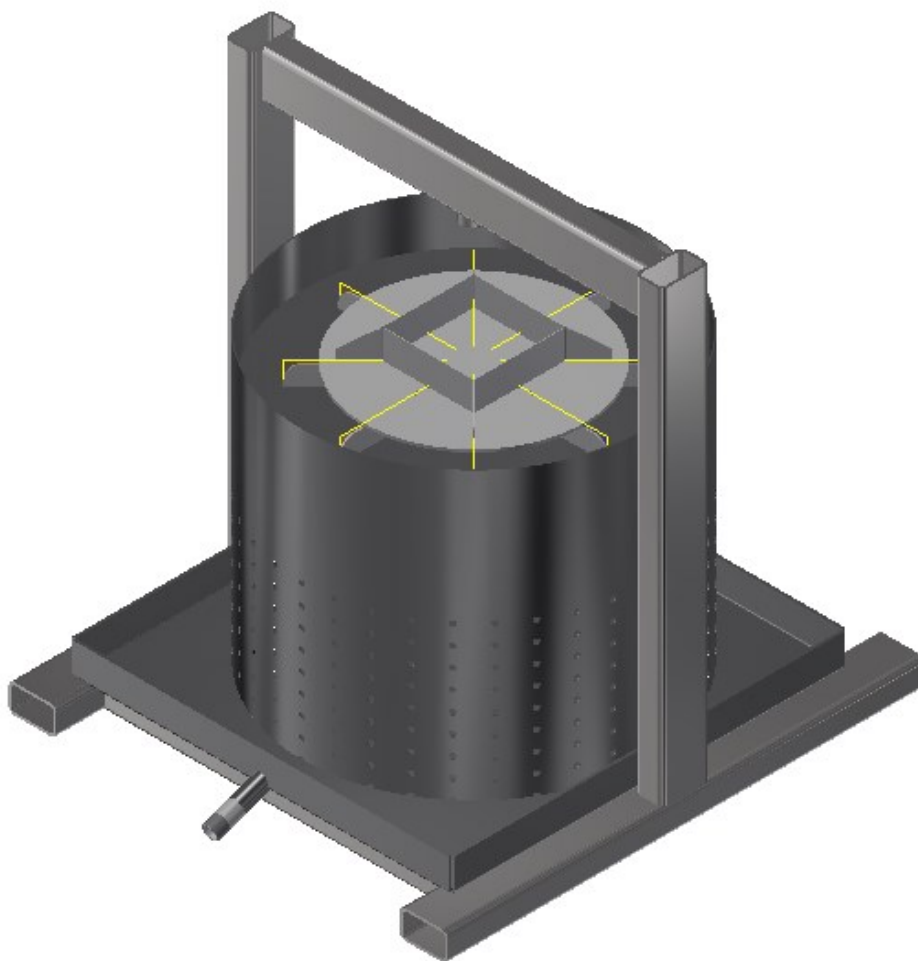
Avšak největší problém se vyskytl ve středovém plastovém dílu tlačného talíře, ve kterém je zakončena trapézová tyč. Vnitřní závit středového dílu byl stržen a „vyvrtán“ působením trapézové tyče. Zde bych volil náhradu materiálu. Buďto plast s lepšími vlastnostmi, či využití lehkých kovů.

2.4 Současný návrh konstrukce lisu

Současná konstrukce lisu:

- Odlehčený, zjednodušený nosný rám
- Lisovací válec
- Hydraulická pumpa s lisovací plochou
- Sběrná vana

Níže vkládám obrázek nového lisu. Došlo k zjednodušení konstrukce, zesílení tloušťky plechů jednotlivých dílů a změnění pohonu.



Obrázek 10: Model nového lisu

2.4.1 Komponenty nového lisu

2.4.1.1 Nosný rám

Nosný rám je tvořen svařencem obdélníkových profilů. Z výše uvedených požadavků volíme nerezový materiál. Ideálně nerezovou ocel označenou normou AISI 430 (DIN 1.4016).

V dalších krocích bude třeba znát rozměry a vlastnosti profilu. Obrázek vložený níže popisuje rozměry a osy profilu, s kterými budu dále pracovat.

Rozměry obdélníkového profilu:

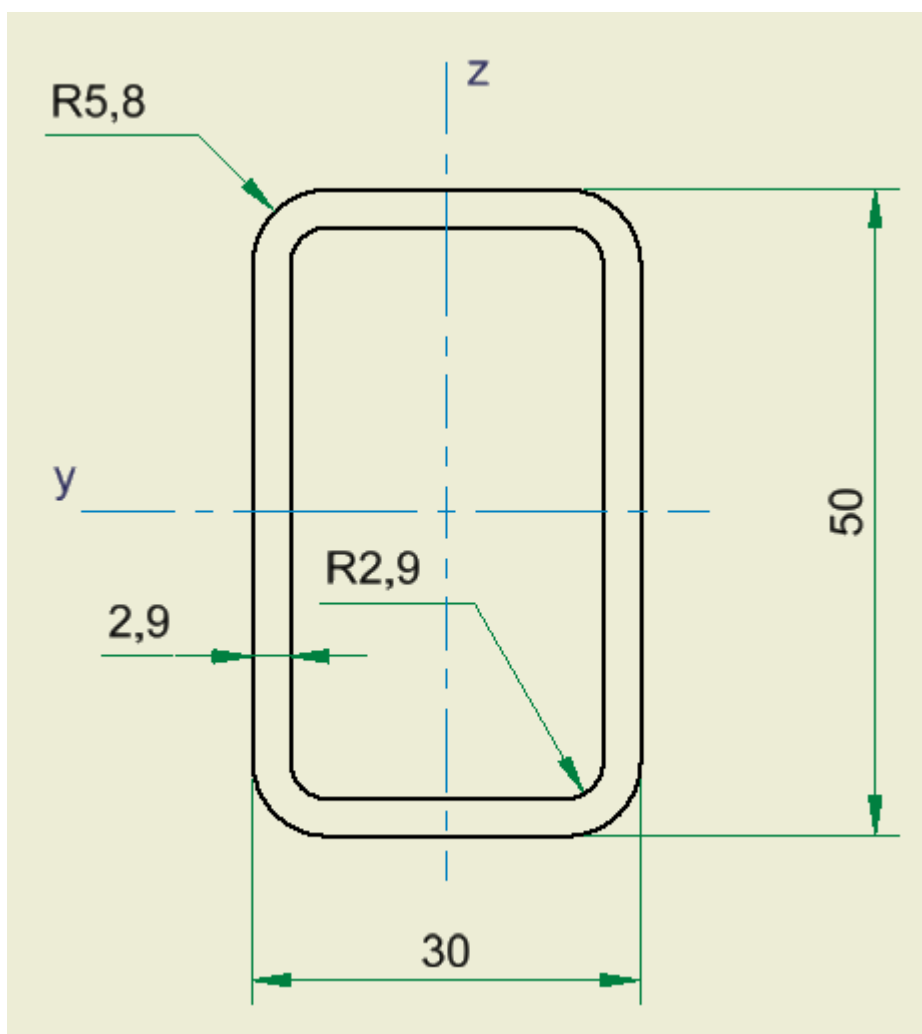
$$b = 30 \text{ mm}$$

$$h = 50 \text{ mm}$$

$$T = 2,9 \text{ mm}$$

$$R_1 = 5,8 \text{ mm}$$

$$R_2 = 2,9 \text{ mm}$$



Obrázek 11: Nákres profilu

Na obrázku č. 11 je zakótovaný pohled profilu s osami. Osy jsou zde naznačeny kvůli výpočtům svarů. Při navrhování svarů je třeba znát moment setrvačnosti činného průřezu. Ten se bude vztahovat právě k neutrálné ose $-y$. U tohoto normalizovaného profilu, lze moment setrvačnosti odečíst z tabulek.

2.4.1.2 Lisovací válec

Lisovací válec bude vyroben ze skruženého, poloperforovaného plechu. Je třeba dbát na přesnost skružení a svaření. Válec bude mít dvě funkce. Prvně, bude vést v ose tlačný talíř pod tlakem hydraulického pohonu. Druhotnou funkcí válce je zajistit dobrý odvod vylišovaného produktu z vnitřka válce ven. K tomu poslouží perforace ve spodní polovině válce.

Po zkušenostech z původního lisu a zpětné vazby vím, že perforace plechu je dostačující. Ovšem zvětšený průměr válce by pro vedení tlačné talíře nemusel vyhovovat. Proto přistoupím k zesílení stěny lisovacího válce.

Objem válce:

Objem lisovacího válce je základ lisu, od kterého se pak odvíjí celá konstrukce. Díky hydraulickým zvedákům, jež nemají moc rozličné zdvihy, můžeme více pracovat s poloměrem válce. Díky lisovacímu tlaku směřuji rozměr k 25. – 30. litrům.

Nejprve vypočítám celkový objem válce

$$V = r^2 \cdot \pi \cdot v = 180^2 \cdot \pi \cdot 300 = 30\,520\,800 \text{ mm}^3 = 30,52 \text{ dm}^3 \rightarrow \mathbf{30,5 \text{ l}} \quad (1)$$

V [mm³] – objem válce

r [mm] – poloměr válce

v [mm] – výška válce

Pracovní objem válce získáme tak, že od celkového objemu V odečteme potřebou výšku hydraulického pohonu a tlačného talíře.

$$h_1 = 81 + 22 = \mathbf{103 \text{ mm}} \quad (2)$$

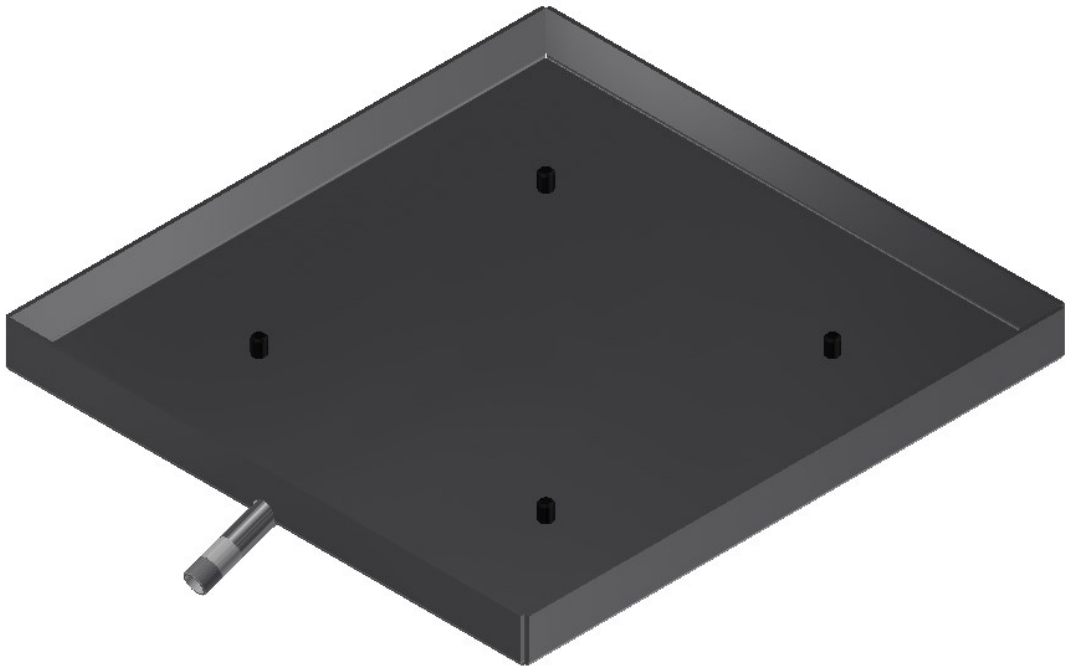
h_1 [mm] – celková výška součástí

$$V_p = r^2 \cdot \pi \cdot (v - h_1) = 180^2 \cdot \pi \cdot (300 - 103) = 20\,041\,992 \text{ mm}^3 = 20 \text{ dm}^3 \rightarrow \mathbf{20 \text{ l}} \quad (3)$$

V_p [mm³] – objem válce

2.4.1.3 Odtoková vana

Do odtokové vany stéká vylisovaný produkt z lisovacího válce. Z důvodu původních nevyhovění vany, jsem učil kroky k odstranění vad. Tj. větší tloušťka materiálu a četnější podložení vany.



Obrázek 12: Odtoková vana

Samotná vana slouží jako sběrnice vylisované šťávy, zabraňuje pohybu lisovacímu válci po ploše vany a zajišťuje odvedení produktu k dalšímu zpracování.

2.4.2 MKP analýza rámu nového lisu

Obdobně jakou původního lisu jsem podrobil konstrukci MKP analýze. Ovšem nyní musím síly přizpůsobit jinému lisovacímu pohonu. Trapézovou tyč jsem nahradil ručním hydraulickým zařízením.

$$Q = 10\,000 \text{ N/mm}$$

$$G = 9,81 \text{ N}$$

$$F_t = 20\,000 \text{ N}$$

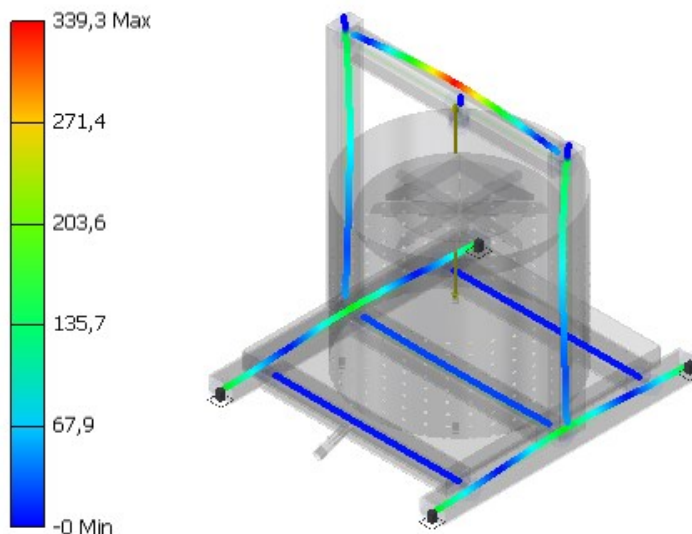
Výše uvedené síly jsem nechal působit na konstrukci v několika variantách. Jednalo se zejména o uložení horní profilu. Po několika simulacích vyšlo nejlépe umístění profilu mezi dva horizontální, stojné profily. Zároveň profil vsadíme kratší stranou dolu, čili tzv. na výšku. Takto lépe zachytí síly působící od hydraulického pohonu.

Horní profil bude tedy po uložení obvodově svařen koutovým svarem. Ten zajistí dostatečné spojení profilů a přenos sil.

Kritická místa:

Kritická místa předpokládáme ve svařených místech obou stran horního profilu. Místa, kde je koutovými svary ze všech čtyř stran horní profil svařen k vertikálním, bočním profilům. Při maximálním tlaku vyvozeným hydraulickým válcem musím tedy předpokládat zatížení 2 tuny. Jelikož tlak směřujeme do středu profilu, na každou jednu stranu bude zatížení poloviční z celkového tlaku lisu.

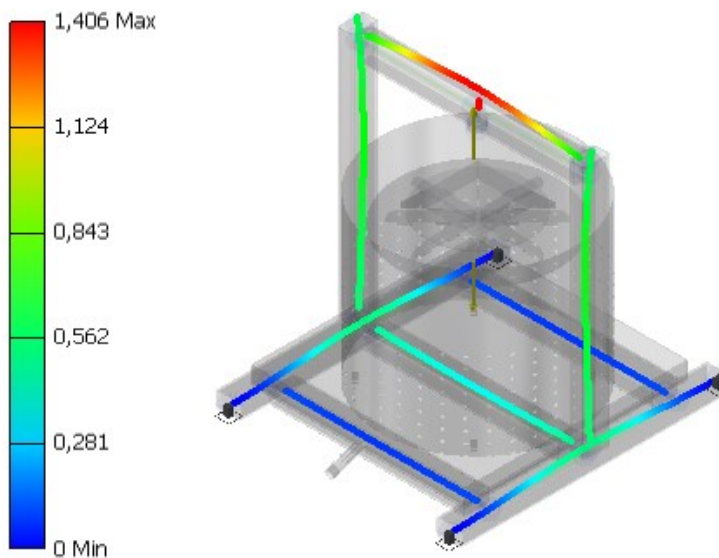
Typ: Normálové napětí Smax
Jednotky: MPa
15.05.2018, 18:20:01



Obrázek 13: Zatížená konstrukce lisu, horní profil A

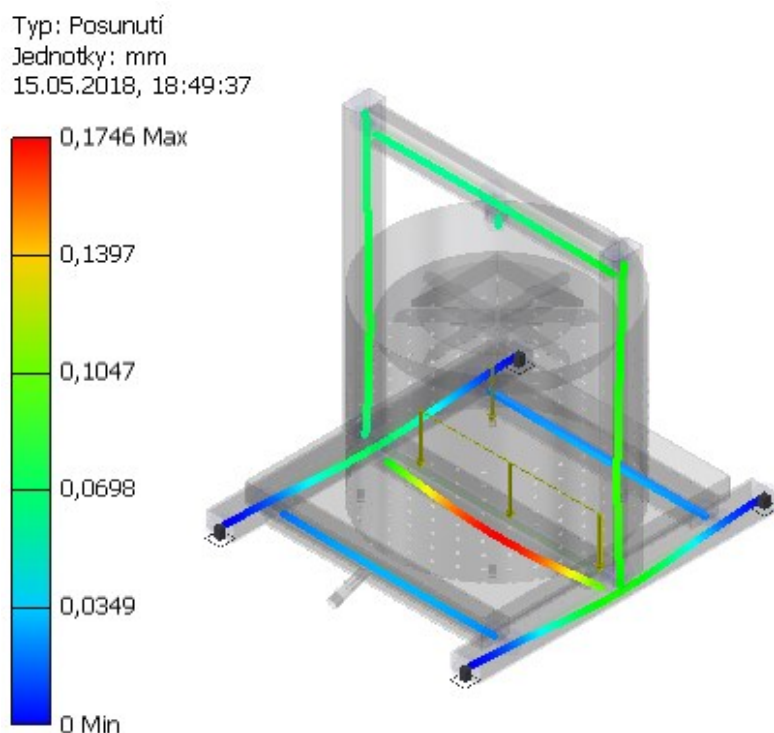
U obrázku č. 13 pozorujeme působení normálového napětí na horní profil konstrukce. Ten byl otočen kratší stranou dolů. Tímto konstrukčním řešením snížíme působení napětí na svařenou konstrukci v kritických místech. Vzniká tak výsledné normálové napětí 339 MPa.

Typ: Posunutí
Jednotky: mm
15.05.2018, 18:23:09

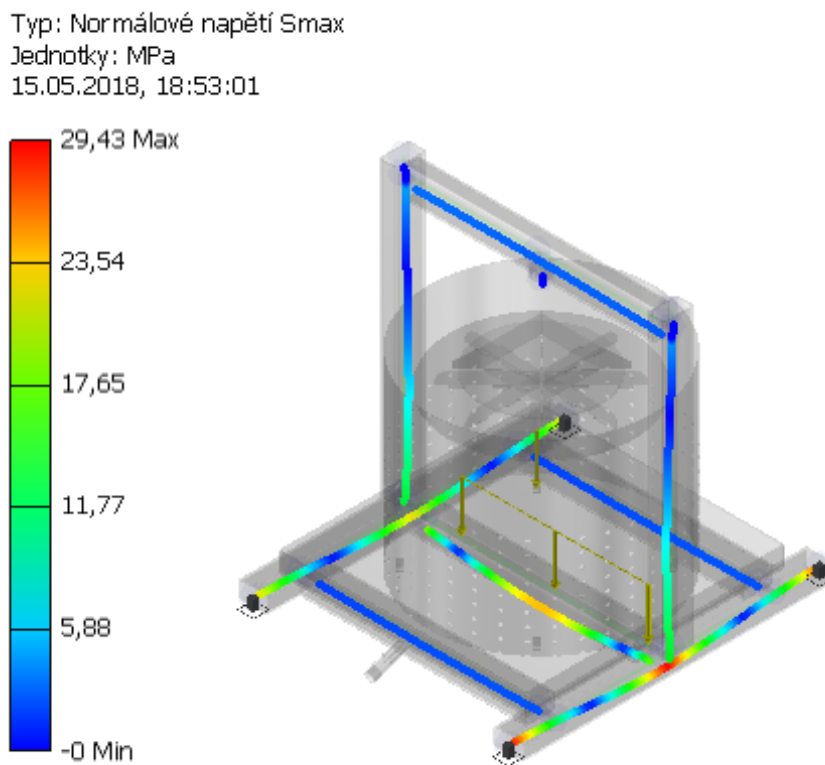


Obrázek 14: Zatížená konstrukce lisu, horní profil B

U obrázku č. 14 působící síla prohýbá horní profil o 1,4 mm. Zde se také osvědčilo otočení horní profilu o 90°. Výsledné prohnutí, při zvětšení konstrukce, vykazuje v desetinách mm menší hodnoty.



Obrázek 15: Zatížená konstrukce lisu, dolní profil A



Obrázek 16: Zatížená konstrukce lisu, dolní profil B

U obrázku č. 15 a 16 je zřejmé, že průhyby a normálová napětí nebudou u dolního profilu v takových hodnotách, jako u profilu horního. Tlak z hydraulického pohonu bude přenášen přes odtokovou vanu na celou plochu profilu. Proto jsem také zvolil spojitě zatížení profilu.

Pevné body jsem před samotou simulací umístil do spodních 4 rohů (konců příčných dolních profilů) konstrukce. Důvodem je fakt, že ne vždy může být lis podepřen po celých plochách všech dolních profilů. Lis při svém fungování musí být ustaven v rovině a nejkritičtější místa pro podpěry jsou právě tyto 4 body.

Z obrázků zatížení následně vyplývá, že posunutí nosníků je minimální. Rozmezí dohromady činí posunutí 0-1,5 mm. Čili zvolené profily v daných rozměrech jsou dostatečně tuhé.

Ovšem normálové napětí oproti původní konstrukci výrazně vzrostlo. Tento nově vzniklý problém odstraníme navrhnutím svarů tak, aby napětí vydržely.

2.4.3 Hydraulika a svary

Z vyskytlých poznatků je třeba navrhnout/zvolit hydraulický pohon a k němu také svary, které sílu válce vydrží.

2.4.3.1 Volba hydraulického pohonu

Hydraulický pohon pro účely tohoto lisu nebude potřebovat vysokou nosnost. Lis bude využíván zejména pro komerční účely, tedy prodejní jako celek. Hydraulický komponent bude nakupovanou součástí a u těch je třeba dbát zejména na cenu. Ovšem musí být také lehký, spolehlivý a jednoduchý na obsluhu a údržbu.

Budeme tedy volit levný hydraulický zvedák s nízkou váhou a s nosností 2 tuny.

Hydraulický zvedák

Zvedák je opatřen tepelně zpracovaným stavitelným šroubem, který umožňuje jemné nastavení výšky a maximální zdvih. Dvojitý bezpečnostní přepouštěcí ventil. Vroubkované, tepelně zpracované sedlo poskytuje velkou opěrnou plochu a bezpečné podepření. Široká robustní základna zajišťuje stabilitu a odolnost. Všechny silně namáhané body jsou zesílené pro zvýšení odolnosti a životnosti. [5]

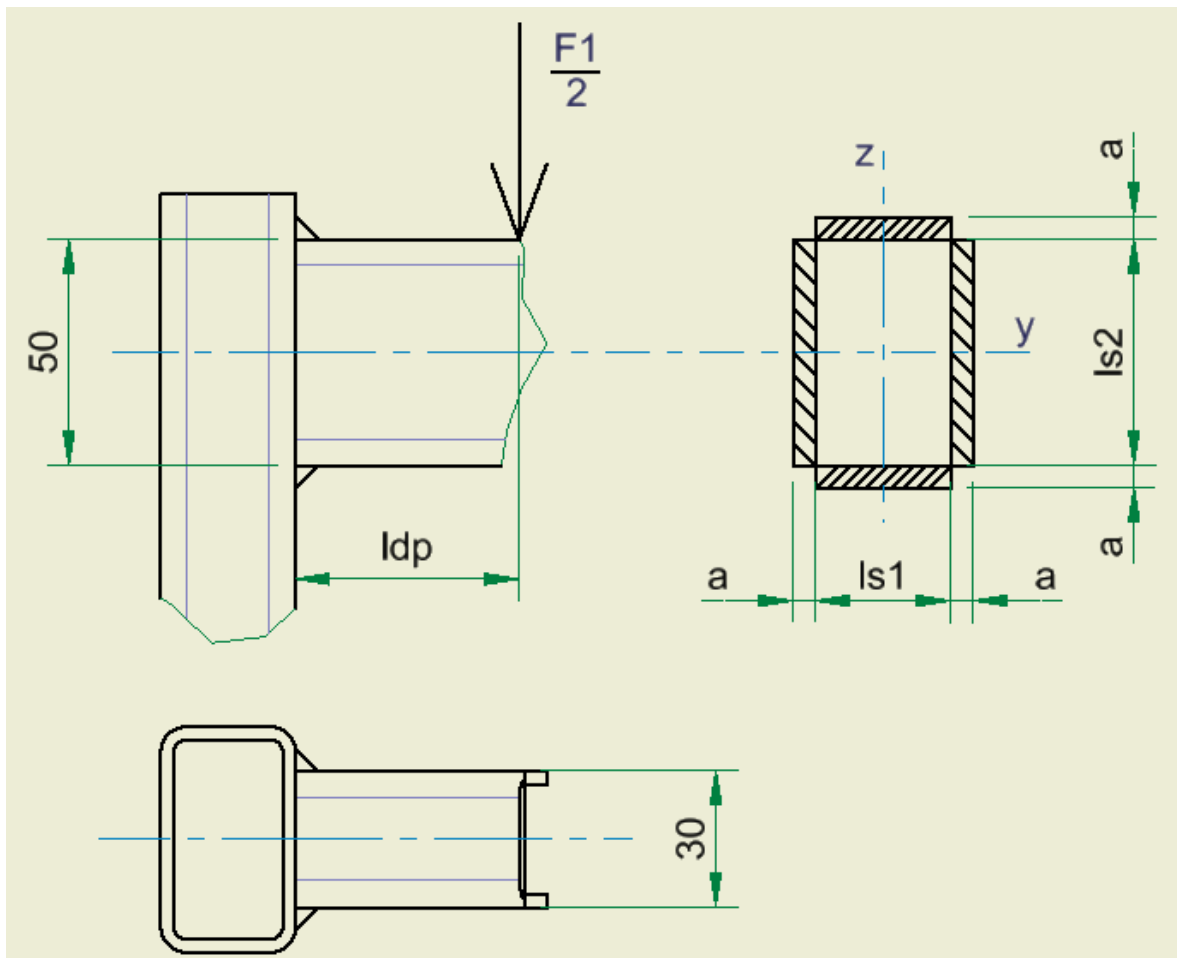


Obrázek 17: Hydraulický zvedák

Nosnost zvedáku je tedy dostatečnou 2 000 kg. Minimální výška je 181 mm. Tento rozměr zajistí jednoduchou manipulaci a snadné vložení do lisu mezi horní jekl a tlačný talíř. Zvedák lze vysunout do maximální výšky 345 mm. Celkový zdvih tvoří 164 mm (zdvih válce 116 mm + zdvih sedla 48 mm). Hmotnost dosahuje hodnot 2,6 kg.

Na dotaz byly zaslány rozměry spodní podstavky a průměr válce/horního čepu.

2.4.3.2 Kontrola svarů mezi horním profilem a bočními profily



Obrázek 18: znázornění svaru mezi horním profilem a bočním profilem

$$a = 8 \text{ mm}$$

$$l_{s1} = 30 \text{ mm}$$

$$l_{s2} = 50 \text{ mm}$$

$$\frac{F_1}{2} = 10\,000 \text{ N}$$

$$l_{dp} = 200 \text{ mm}$$

$$k_3 = 0,75$$

$$k_4 = 0,65$$

$$k_{SS} = 1,5$$

$$R_e = 250 \text{ MPa}$$

Tloušťka svaru

$$t = 1,41 \cdot a = 1,41 \cdot 8 = \mathbf{11,28 \text{ mm}} \quad (4)$$

t [mm] – tloušťka svaru

a [mm] – velikost svaru

Součinitel tloušťky koutového svaru

$$\beta = 1,3 - 0,03 \cdot t = 1,3 - 0,03 \cdot 11,28 = \mathbf{0,9316} \quad (5)$$

β – součinitel tloušťky svaru

Moment setrvačnosti

$$J_y = 2 \cdot \left[\frac{1}{12} \cdot l_{s2}^3 \cdot a + \frac{1}{12} \cdot a^3 \cdot l_{s1} + a \cdot l_{s1} \cdot \left(\frac{l_{s2}}{2} + \frac{a}{2} \right)^2 \right] \quad (6)$$

$$J_y = 2 \cdot \left[\frac{1}{12} \cdot 50^3 \cdot 8 + \frac{1}{12} \cdot 8^3 \cdot 30 + 8 \cdot 30 \cdot \left(\frac{50}{2} + \frac{8}{2} \right)^2 \right]$$

$$J_y = \mathbf{572\,907 \text{ mm}^4}$$

l_{s1}, l_{s2} [mm] – délka svaru

J_y [mm⁴] – moment setrvačnosti

Průřezový modul

$$W_o = \frac{J_y}{\frac{l_{s2}}{2} + a} = \frac{572\,907}{\frac{50}{2} + 8} = \mathbf{17\,361\,mm^3} \quad (7)$$

W_o [mm³] – Průřezový modul

Smyk

$$\tau_{\parallel} = \frac{\frac{F_1}{2}}{2 \cdot l_{s2} \cdot a} = \frac{10\,000}{2 \cdot 50 \cdot 8} = \mathbf{12,5\,MPa} \quad (8)$$

τ_{\parallel} [Mpa] – smykové napětí ve svaru

F_1 [N] – zatěžující síla

Ohyb

$$\tau_{\perp} = \frac{M_{omax}}{W_o} = \frac{\frac{F_1}{2} \cdot l_{dp}}{W_o} = \frac{10\,000 \cdot 200}{17\,361} = \mathbf{115,2\,MPa} \quad (9)$$

τ_{\perp} [Mpa] – ohybové napětí ve svaru

M_{omax} [N·mm] – max. ohybový moment

l_{dp} [mm] – poloviční délka horního profilu

Redukované napětí

$$\sigma_{red} = \sqrt{\left(\frac{\tau_{\perp}}{k_3}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{\parallel}}{k_4}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{115,2}{0,75}\right)^2 + \left(\frac{12,5}{0,65}\right)^2} = \mathbf{154,8\,MPa} \quad (10)$$

σ_{red} [Mpa] – redukované napětí

Podmínka

$$\sigma_{red} \leq \beta \cdot \frac{R_e}{k_{SS}} \quad (11)$$

$$154,8 \leq 0,9616 \cdot \frac{250}{1,5}$$

$$\mathbf{154,8 < 160,3}$$

R_e [Mpa] – mez kluzu

Redukované napětí ve svaru je menší než bezpečnost, podmínka vyhovuje.

3 Závěr

Dle určených parametrů a požadavků jsem navrhl lis na ovoce s hydraulickým ručním pohonem na 20l.

Po prozkoumání různých typů lisů na ovoce v teoretické části jsem podrobil MKP analýze původní rám lisu. Výsledné hodnoty byly minimální. Hlavní změny tedy nastaly u profilové konstrukce lisu. Druhotné pak u ostatních součástí lisu, kdy došlo hlavně k zesílení tloušťek stěn použitých plechu.

Hlavní výhodou nově navrhnutého lisu oproti původnímu, je zajisté hydraulický pohon. Ten usnadní obsluhu mnoho práce.

Dalším bodem výhod je vyjímatelný a samostatně omyvatelný lisovací válec. Díky tomuto prvku v kombinaci s novou profilovou konstrukcí, bude přístup k obsahu válce značně zjednodušený.

Díky systému Autodesk Inventor jsem provedl analýzy a propočty metodou konečných prvků. Hlavní pevnostní kontrola kritických míst lisu je provedena analytickou metodou.

4 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] *4home* [online]. [cit. 2018-02-20]. Ruční odšťavňovače. Dostupné z: https://www.4home.cz/rucni-lis-na-ovoce-s-rouskou,-6-l/?gclid=EAIaIQobChMIivWE3eeC2QIVjQDTCh167Q-MEAQYASABEgJqJvD_BwE
- [2] *Oblastní průmyslový podnik polička a.s.* [online]. [cit. 2018-02-20]. Lis na ovoce. Dostupné z: <https://www.opp.cz/elektronicky-obchod/zahrada/lis-na-ovoce-lo-40/>
- [3] *Agro - centurm* [online]. [cit. 2018-02-20]. Hydraulický lis na ovoce 150 l. Dostupné z: <http://www.navzas.cz/doc/vyklopnik-beden>
- [4] *CS Technika s.r.o.* [online]. [cit. 2018-02-20]. LIS na ovoce NEREZ – HYDRAULIC 50L/5t. Dostupné z: <https://www.aztechnika.cz/lis-na-ovoce-nerez-hydraulic-50l-5t-28129.html>
- [5] *Brufus železářství* [online]. [cit. 2018-02-20]. Hydraulický zvedák, nosnost 2t, výška 181 - 345mm. Dostupné z: <https://www.brufus.cz/hydraulicky-zvedak-nosnost-2t-vyska-181-345mm-eanV113-skup908911.php>
- [6] KALÁB, Květoslav. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře – části*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2007. ISBN 978-80-248-1290-8.
- [7] VÁVRA, Pavel a Jan LEINVEBER. *Strojnické tabulky*. Třetí vydání. Praha: ALBRA, 2006 [cit. 2018-05-21]. ISBN 978-80-7361-033-7.
- [8] NĚMČEK, Miloš. *Řešené příklady z částí a mechanismů strojů – spoje*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2002.

Software:

Autodesk Inventor Professional 2018

PODĚKOVÁNÍ

Ke konci této práce bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Tomáši Haplovi. Zejména za trpělivost, ochotu a veškerý čas, který mi věnoval v průběhu tvorby bakalářské práce.

SEZNAM PŘÍLOH

CD s bakalářskou prací

Výkresová dokumentace:

bcLIS

bcLIS_kotouc-0

bcLIS_kotouc-1

bcLIS_kotouc-3

bcLIS_kotouc-5

bcLIS_odkapova-vana

bcLIS_odtok-0

bcLIS_odtok-2

bcLIS_odtok-3

bcLIS_valec