



**FAKULTA  
STROJNÍ  
ČVUT V PRAZE**

## **Ústav konstruování a částí strojů**

**Návrh aspirační skříně pro odlučování slupek  
olejnatých semen**

**Design of the air-based machine for  
separating hulls of oil seeds**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2019**

**Jan KOLLARCZYK**

**Studijní program:** B2342 TEORETICKÝ ZÁKLAD STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

**Studijní obor:** 2301R000 Studijní program je bezoborový

**Vedoucí práce:** Ing. Jan Hoidekr



# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kollarczyk** Jméno: **Jan** Osobní číslo: **466478**  
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**  
Zadávací katedra/ústav: **Ústav konstruování a částí strojů**  
Studijní program: **Teoretický základ strojního inženýrství**  
Studijní obor: **bez oboru**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Návrh aspirační skříně pro odlučování slupek olejnatých semen**

Název bakalářské práce anglicky:

**Design of the Air-based Machine for Separating Hulls of Oilseeds**

Pokyny pro vypracování:

Zpracujte konstrukční návrh laboratorní aspirační skříně pro odlučování slupek olejnatých semen.  
Proveďte průmyslovou a patentovou rešerši strojí pro odlučování slupek olejnatých semen.  
Proveďte variantní studii alespoň dvou návrhů, porovnejte jejich výhody a nevýhody.  
Ke zvolené variantě vytvořte 3D model a zpracujte výrobní dokumentaci.  
Vybrané konstrukční uzly zkontrolujte pomocí běžně používaných metod.

Seznam doporučené literatury:

ŠVEC, Vladimír. Části a mechanismy strojů: spoje a části spojovací. Vyd. 3. V Praze: České vysoké učení technické, 2008, 170 s. ISBN 978-80-01-04138-3.  
POSPÍCHAL, Jaroslav. Technické kreslení. Vyd. 3., přeprac. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005, 84 s. ISBN 978-80-01-03214-52008.  
LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření. 4., dopl. vyd. Úvaly: Albra, 2008, xiv, 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

**Ing. Jan Hoidekr, ústav konstruování a částí strojů FS**

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

Datum zadání bakalářské práce: **03.04.2019**

Termín odevzdání bakalářské práce: **10.06.2019**

Platnost zadání bakalářské práce: **12.12.2019**

Ing. Jan Hoidekr  
podpis vedoucí(ho) práce

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

prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.  
podpis děkana(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.

30.4.2019

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Návrh aspirační skříně pro odlučování slupek olejnatých semen“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jana Hoidekra. Všechny použité zdroje jsou uvedeny na konci práce. Citace literatury je provedena dle normy ISO 690.

V Praze 1. června 2019

Jan Kollarczyk

Rád bych tímto poděkoval svému vedoucímu Ing. Janu Hoidekrovi za inspiraci na zajímavé téma bakalářské práce, jež vzešlo ze semestrálního projektu na předmětu Strojírenské konstruování IV v rámci bakalářského studia na Fakultě strojní ČVUT v Praze, rovněž za trpělivé vedení závěrečné práce a mnoho cenných rad.



## Obsah

1. Úvod.....	1
2. Teoretická část.....	2
2.1. Zpracovávaný materiál.....	2
2.1.1. Definice olejnin.....	2
2.1.2. Posklizňová úprava .....	2
2.1.3. Využití.....	3
2.2. Výrobci .....	3
2.3. Národní výrobci .....	3
2.3.1. Taurus s.r.o. Chrudim .....	3
2.3.2. Čaha spol. s.r.o.....	4
2.3.3. JK Machinery.....	5
2.3.4. Šenovka s.r.o.....	6
2.3.5. Farnet a.s. ....	7
2.4. Zahraniční výrobci .....	8
2.4.1. Bühler AG .....	8
2.4.2. Zanin F.lli S.r.l. ....	9
2.4.3. Almaco .....	10
2.4.4. SØBY .....	11
2.4.5. AKYUREK TECHNOLOGY.....	11
2.5. Patenty a užitné vzory .....	12
2.5.1. Zařízení pro testování loupateľnosti olejnatých semen .....	12
2.5.2. Zařízení na loupání a čištění zrn .....	13
3. Návrh aspirační skříně.....	15
3.1. Návrh 1.....	15
3.1.1. Celková sestava.....	16
3.1.2. Tělo .....	18
3.1.3. Násypka.....	18
3.1.4. Vývod do optického tříděče.....	19
3.1.5. Vývod do odpadu .....	19
3.1.6. Odpadová nádoba.....	20
3.1.7. Síto .....	20
3.1.8. Rám .....	21
3.1.9. Motor a ventilátor .....	22
3.1.10. Montážní postup sestavy.....	22

3.2.	Návrh 2.....	23
3.2.1.	Celková sestava.....	25
3.2.2.	Vpádová trubice s korytem .....	27
3.2.3.	Vývod – odsávací trubice s přírubou .....	27
3.2.4.	Horní část vnějšího obalu.....	28
3.2.5.	Střední část vnějšího obalu .....	29
3.2.6.	Dolní část obalu .....	29
3.2.7.	Kuželová část vnějšího obalu.....	32
3.2.8.	Střed aspirační skříně .....	32
3.2.9.	Alternativní střed .....	33
3.2.10.	Sestava rámu .....	34
3.2.11.	Montážní postup sestavy .....	37
3.2.12.	Návrh pohonu pásového dopravníku .....	38
3.2.13.	Návrh převodu pro otevírání uzávěru ústí aspirační skříně .....	42
3.2.14.	Tištěný model.....	45
4.	Závěr.....	46
	Seznam použité literatury .....	47
	Seznam obrázků.....	51
	Seznam tabulek.....	53
	Seznam příloh.....	54

## Anotační list

Jméno autora:	<b>Jan KOLLARCZYK</b>
Název BP:	<i>Návrh aspirační skříně pro odlučování slupek olejnatých semen</i>
Anglický název:	<i>Design of the air-based machine for separating hulls of oil seeds</i>
Rok:	2019
Obor studia:	2301R000 Studijní program je bez oboru
Ústav:	<i>Ústav konstruování a částí strojů</i>
Vedoucí BP:	<i>Ing. Jan HOIDEKR</i>
Konzultant:	<i>Ing. Jan HOIDEKR</i>
Bibliografické údaje:	počet stran 55 počet obrázků 48 počet tabulek 1 počet příloh 59
Klíčová slova:	odlučování slupek olejnatých semen, konstrukce aspirační skříně
Keywords:	separation of oil seeds, construction of the air-based machine

### Anotace:

Hlavním cílem této práce je zkonstruovat stroj, který by byl na základě principu proudění vzduchu v trubici schopný oddělovat dvě složky s různými fyzikálními vlastnostmi. V tomto případě by aspirační skříně měla zajistit spolehlivé čištění vyloupaných olejnatých semen od jejich slupek v rámci komplexního laboratorního zařízení pro loupání, třídění, čištění a vyhodnocování účinnosti celého procesu. Teoretická část práce je zaměřená především na rešerši v oblasti vývoje aspirační skříně. Dále jsou součástí práce 2 verze návrhu zařízení spolu s výkresovou dokumentací a stručným popisem výrobního postupu.

### Abstract:

The main aim of this work is to construct a machine, which separates two elements of different physical properties due to the principle of streaming air in a tube. In this case, the air-based machine could provide a reliable separation of hulls from oil seeds within the framework of the complex laboratory machine used for peeling, sort, separation of the oil seeds and evaluating the efficiency of this whole process. The theoretical part of the work is dedicated to the recherche in the area of the development of the air-based machine. The next part of this work consists of 2 modifications of the machine design, drawing documentation and brief description of the production procedure.



## Seznam použitých zkratek a symbolů

F	síla
$M_K, M$	krouticí moment
Q, N	reakce
E	modul pružnosti v tahu
S	plocha průřezu
$\xi$	součinitel skluzu
$\eta$	účinnost přenosu
dm	decimetr
mm	milimetr
l	litr
$\omega$	úhlová rychlost
P	výkon
Q	hmotnost pásu v zatíženém stavu
$q_n$	hmotnost pásu v nezatíženém stavu
$\varepsilon$	relativní prodloužení
m	hmotnost
w	rychlost řemene pásu
k, K	konstanty
$\sigma$	napětí
R, r	poloměr
$D_p$	průměr válce
i	převodový poměr
$\sigma_{Q_0}$	předpětí
$\alpha$	úhel opásání
m	metr
kg	kilogram
g	gram
V	objem
h	výška
$\rho$	hustota
G	tíhová síla



---

T	třecí síla
v	rychlost
$\mu$	součinitel tření
$m_n$	modul ozubení
Z	vnější zatížení

# 1. Úvod

Téma loupání, třídění a čištění olejnatých semen je již dlouhodobým technickým problémem, ke kterému se snaží postavit různé společnosti orientované do oblasti zemědělství a stejně tak i vědecká komunita.

Hlavní myšlenkou bakalářské práce je vytvořit návrh aspirační skříně, stroje využívajícího proud vzduchu ke kontinuálnímu oddělování slupek od vyloupaných olejnatých semen. Tento návrh je určen k výrobě reálného modelu do laboratoře, jenž by měl být součástí většího konstrukčního celku. Daná soustava pak bude schopna zajistit loupání, třídění, separaci olejnatých semen, zejména slunečnice, a vyhodnocovat účinnost celého procesu.

V teoretické části bakalářské práce se pokusím představit zástupce národních a zahraničních výrobců, kteří ve svých zařízeních využívají k čištění zemědělských plodin princip aspirace vzduchu, což se tedy netýká pouze olejnatých semen, ale také všech druhů obilnin, kde nedochází k separaci slupek, nýbrž plevele nebo prachových částic. Dále se v rámci rešerše zaměřím na patenty, jež posloužily jako inspirace pro návrh laboratorní aspirační skříně.

Druhá část práce je věnována samotnému návrhu aspirační skříně, která by měla fungovat v jednom konstrukčním celku spolu s loupacím zařízením, vibrační třídičkou a optickou třídičkou za podpory pásových dopravníků, elektropohonů nebo jiných doplňkových zařízení. 3D model konstrukčního návrhu je doplněn výkresovou dokumentací v přílohách. Návrh aspirační skříně bude otestován pomocí zjednodušeného modelu vyrobeného pomocí 3D tiskárny na Fakultě strojní na ČVUT v Praze.

## 2. Teoretická část

První část bakalářské práce se věnuje obecnému popisu zpracovávaného materiálu v navrhované aspirační skříni a rešerši v oblasti vývoje technologií na čištění daných zemědělských plodin.

### 2.1. Zpracovávaný materiál

Návrh stroje v této bakalářské práci bude určen pro čištění olejnatých semen, zejména slunečnice. V této kapitole bude představen univerzální způsob jejich zpracování a využití.

#### 2.1.1. Definice olejin

Olejnými semeny se dle zákona o olejnatých semenech v rámci vyhlášky č. 329/1997 Sb., oddílu 3, rozumí semena suchá, čištěná a tříděná semena olejin neloupaná nebo loupaná, určená pro přímou spotřebu. [1]

Olejninu se rozdělují do skupin a podskupin dle následující tabulky.

Druh	Skupina	Podskupina	
Olejnaté semeno	mák	modrý	
		bílý	
		barevný	
	slunečnice		
	tykev		
	sezam		
	len		
	hořčice	bílá	
		černá	

Tab. 1: Členění olejnatých semen [1]

#### 2.1.2. Posklizňová úprava

Sklizené olejnaté plodiny procházejí úpravami za účelem možnosti jejich dlouhodobého uskladnění, nebo případně přímého prodeje. Proces zpracování zahrnuje níže uvedené operace podle zjištěného stavu směsi s ohledem na její vlhkost, množství příměsí a nečistot. Přitom je požadováno, aby výsledná vlhkost směsi olejnatých semen byla maximálně 8 % a nevyskytovaly se v ní žádné nežádoucí částice.

Tento sled posklizňových operací platí jak pro olejninu, tak pro zrniny: [3]

- předčištění
- sušení
- čištění
- aktivní větrání
- chemická konzervace
- protiplísňové ošetření

Další zpracování upravené směsi po mechanických a termických úpravách spočívá právě v lisování, jehož cílem je získat konečný produkt ve formě oleje a výlisků. Za účelem získání kvalitnějšího produktu z olejnin je před lisováním výhodné *vylopout semena* a jejich *slupky separovat* od zbytku směsi. [4]

### 2.1.3. Využití

Olejnata semena jsou význačná tím, že obsahují rostlinný tuk, z něhož lze po zpracování získat potravinářsky využitelný rostlinný olej. Tento surový olej však ještě obsahuje nežádoucí nečistoty v podobě bílkovin, barviv nebo mastných kyselin, a tak vylisovaný olej ještě podléhá procesu zvanému rafinace k odstranění těchto nečistot. Produkty vytěžené lisováním olejnin nalézají aplikace rovněž ve farmaceutickém nebo chemickém průmyslu. Zemědělský přínos má díky podstatnému množství bílkovin také odpad vzniklý po čištění a lisování ve formě slupek, pokrutin, extrahovaných šrotů nebo výlisků jako krmivo nebo součást biopaliv. [3]

## 2.2. Výrobci

V následujícím oddíle je uveden výběr z českých a zahraničních firem, které se zabývají technologiemi souvisejícími se zpracováním zrnin a olejnin. Součástí jejich produktů bývají právě zařízení využívající proudění vzduchu v otevřené nádobě nebo recirkulačním okruhu k oddělování různých složek ze směsi zemědělsky využitelného materiálu. Univerzální řešení návrhu aspirační skříně neexistuje, proto je rešerše zaměřena na různé podoby stroje k čištění nabízených v katalogích mnoha firem.

## 2.3. Národní výrobci

### 2.3.1. Taurus s.r.o. Chrudim

Firma se zabývá výrobou strojů pro výrobu krmných směsí a posklizňovou úpravu obilovin. Taurus s.r.o. se také pohybuje v oblasti zpracování biomasy, pivovarů

---

Návrh aspirační skříně pro odlučování slupek olejnatých semen



a chemického průmyslu. Mezi její produkty patří šrotovníky, míchačky, dopravníky třídače, čističky, zásobníky, magnety, spádová doprava nebo malé výroby krmných směsí. Pro zpracování zrnin Taurus nabízí tzv. Čističku obilovin, jež se skládá z třídače obilovin, který je tvořen rovinnými sítý k dělení směsi na jednotlivé složky, a aspirační skříně typu SA 7/25. [1]

Účelem této aspirační skříně je oddělit příměsi nečistot od zrnin na základě jejich rozdílné vzhlednosti v trubici s proudem vzduchu. Navíc je zařízení schopno oddělit nežádoucí feromagnetické částice pomocí zabudovaného magnetu. [7]



Obr. 1: Čistička obilovin [1]

### 2.3.2. Caha spol. s.r.o.

Tato firma se orientuje na stroje a zařízení pro potravinářství a zemědělství. Co se týče technologií příjmu a čistírny, tak v jejich internetovém katalogu lze nalézt síťové vibrační třídače, odkaménkovače, odírací stroj, mixér, dávkovače obilí, magnet deskový, filtr kruhový a aspirační skříně s recirkulací. Hlavní výhodou tohoto typu aspirační skříně je právě schopnost recirkulace vzduchu ve vertikálním sloupci, kde dochází k čištění obilnin od lehkých nečistot a nežádoucích příměsí. Daná funkce je zajištěna radiálním ventilátorem poháněným elektromotorem a pomocnými vzduchovými kanálky. Princip stroje spočívá v přivádění směsi vpádovým nástavkem a následným rozváděním pomocí podávacího zařízení na vibrační podavač, kde se směs rovnoměrně rozděluje a odvádí do aspirační trubice, jejíž sklon je regulovatelný. Nečistoty se po vyčištění směsi shromažďují v odlučovací komoře, ze které se odvádí pomocí šneku do odpadové nádoby. [8]



Obr. 2: Aspirační skříň s recirkulací [8]

### 2.3.3. JK Machinery

Firma se věnuje produkci zemědělských strojů. Patří mezi ně např. vibrační třídíče, jemné třídíče, pneumatické třídící stoly, odkaménkovače, maloprůměrové odíračky a loupačky nebo diskové a nárazové loupačky. V rámci technologie aspirace je zajímavý vzduchový síťový třídíč, který se skládá z vibrujících sít s dírami, kudy může proudit regulovatelné množství vzduchu, jež zajistí očištění provětrávané směsi. Těžší nežádoucí částice propadnou síty do odpadu. Tím se získá kvalitně předčištěný zrnitý materiál. [9]



Obr. 3: Vzduchový síťový třídíč [9]

Dalším strojem, který stojí za inspiraci, je tzv. Čistička VibroContact. Ta na rozdíl od předešlého stroje neprovádí oddělování složek směsi na vibrujících sítích poháněných vibromotory a proudem vzduchu současně, ale aspirace probíhá v navazující aspirační skříni tvořené sloupcem, jímž se odvětrávají lehké nečistoty jako plevele a prachové částice. Tento typ zařízení je určen k posklizňovému čištění všech druhů obilovin, semen, bylin nebo koření.[10]



Obr. 4: Čistička VibroContact [10]

#### 2.3.4. Šenovka s.r.o.

Šenovka s.r.o. je společnost zaměřující se na stroje a zařízení pro zpracování obilovin. Její katalog obsahuje např. Sítový třidič předčistírenský PSVT (R) 50 určený k čištění i třídění zrnitých a sypkých materiálů. Jeho součástí tvoří sítový třidič typu PSVT 50 a aspirační skříň typu AS 7. Jedná se o aspirační skříň využívající uzavřený recirkulační okruh. Její vpád pro přijímanou směs je přímo spojen s ústím ze sítového třidiče, a tak dohromady utváří kompaktní celek. Čištění podporuje zabudovaný permanentní magnet zachytávající feromagnetické částice. Oddělený odpad po vzduchovém čištění materiálu ve formě prachu a jiných lehkých částic je odváděn odlučovací komorou pomocí šneku. Výpad vyčištěné směsi je zajištěn klapkou s protizávažím. [11]



Obr. 5: Sítový třídič předčistírenský PSVT (R) 50 [11]

### 2.3.5. Farmet a.s.

Produkty této firmy spadají do oblasti zemědělské technologie. V jejich internetovém katalogu jsou k dohledání mimo jiné šnekové lisy olejnin, lisy malých kapacit, extrudéry, patrové ohřivače, kondicionéry, teplotní stabilizace, chladiče, loupačky, mačkače, nádrže, aspirační skříně nebo centrální separátor prolisu. Aspirační skříně zde přímo slouží k odlučování slupek od jader olejnatých semen po loupání. Doslovný popis zařízení od výrobce z internetových stránek Farmetu (cit. Farmet.cz):

*„Aspirační skříně FAS 500 je samostatně stojící zařízení, do kterého je dvěma vstupními otvory v horní části přiváděn zpracovávaný materiál, tento materiál je vystaven ve skříně proudy vzduchu v celkem osmi separačních kanálech, kde jsou lehčí příměsi odsáty, těžší frakce samovolně propadnou skrz celou skříně a v dolní části vypadávají dvěma samostatnými výpady. Všechny osm separačních kanálů je vybaveno samostatnou, ručně ovládanou škrticí klapkou s aretací k seřízení rychlosti proudění. Z boku aspirační skříně je vyústěna odsávací trubka DN250, tato trubka je vybavena ručně ovládanou škrticí klapkou sloužící k hrubému nastavení množství odsávaného vzduchu. Aspirační skříně je vyrobena z konstrukční uhlíkaté oceli, separační kanály mají na své spodní straně pro zlepšení kluzných vlastností potah z plastu s nízkým součinitelem tření.“ [12]*



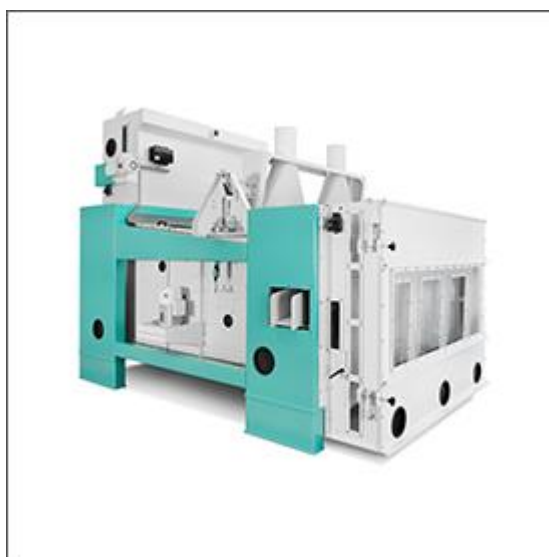


Obr. 6: Aspirační skříň FAS 500 [12]

## 2.4. Zahraniční výrobci

### 2.4.1. Bühler AG

Bühler AG je švýcarská firma, která dodává nespočet zemědělských strojů do celého světa. Jedním z nich je konstrukční celek s názvem Hull Separator SMA 203-3 OL (oddělovač slupek), který opět pracuje s proudem vzduchu v aspiračním kanálu, kde dochází k separaci slupek od semen. Pro zajímavost je účinnost procesu třídění u tohoto stroje dána zůstatkem slupek mezi provětranými semeny. Ten činí 12 % z celkového objemu slupek dodávaných ve směsi do aspirační komory. [13]



Obr. 7: Hull Separator SMA 203-3 OL [13]



### 2.4.2. Zanin F.Ili S.r.l.

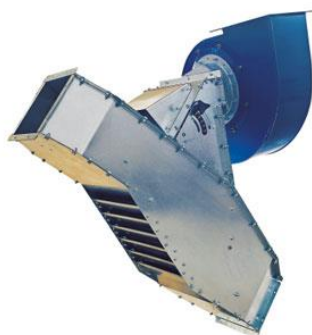
Italská společnost Zanin disponuje širokým výběrem zemědělských strojů, mezi které patří čističe a separátory, sušicí systémy, mechanické dopravníky, aj. V oblasti čištění zrnin nabízí velkou škálu zařízení často využívající princip aspirace k oddělování lehkých nečistot. Jedná se například o rotační kalibrátor, jenž rozděljuje zrna na menší frakce dle jejich velikosti, rotační čistič s aspirací odstraňující drobné nečistoty, nakloněná aspirační skříň a mnoho dalších. [14]



Obr. 8: „Rotary calibrator with/without aspiration“ Rotační kalibrátor [14]



Obr. 9: „Rotary cleaner with aspiration“ Rotační čistič s aspirací [14]



Obr. 10: „Inclined aspiration cleaner“ Nakloněná aspirační skříň [14]

### 2.4.3. Almaco

Almaco představuje americkou firmu zaměřenou nejen na stroje určené posklizňovému zpracování zemědělských plodin, ale i na těžkou sklizňovou techniku jako jsou kombajny. Mezi jejich uvedený katalogový sortiment patří zařízení zpracovávající sypký materiál ve formě semen pomocí vzduchového čištění. Takováto zařízení jsou např. Seed Dust Aspirating System (Stroj na čištění semen od prachu) nebo Air Blast Seed Cleaner (Stroj určený k finálnímu čištění). [15]



Obr. 11: „Seed Dust Aspirating System“ Stroj na čištění semen od prachu [15]



Obr. 12: „Air Blast Seed Cleaner“ Stroj určený k finálnímu čištění [15]

#### 2.4.4. SØBY

Dánská firma SØBY se orientuje na produkci strojů zpracovávající velké objemy sklizeného zemědělského materiálu ve formě obilnin, zrnin. Kromě sušících a provzdušňovacích zařízení vyvíjí také transportní systémy, které tvoří zpracovatelské linky. Tato firma nabízí ve svém katalogu aspirační skříně na oddělování lehkých částic od prachu po slupky. Její princip spočívá v dopravování směsi čištěného materiálu do středu skříně, kde se nachází rotující nože turbíny. Díky proudícímu vzduchu se dále vyfukují slupky z pracovního prostoru do oddělených prostorů. Význam turbíny je přitom takový, zvětšuje dráhu pročišťování směsi vzduchem. Tento typ aspirační skříně je uzpůsobený pro čištění jak suché, tak mokré směsi, přičemž čištění vysušených směsí vykazuje lepší účinnost. [16]



Obr. 13: „Aspiration cleaners“ Aspirační čistič [16]

#### 2.4.5. AKYUREK TECHNOLOGY

Akyurek je turecká firma nabízející velké množství různorodých strojů využívaných v zemědělství. Její výrobky se aplikují v oblastech zpracování zrnin zahrnující loupání, rozmělnování, čištění, sušení, skladování. Na trhu nabízí také transportní techniku v podobě dopravníků a balicí techniku. Mezi techniku využívající princip aspirace patří v rámci internetového katalogu firmy „Air Recycling Aspirator“ (vzduchový recyklační aspirátor), „Aspiration box“ (aspirační skříně), Zig Zag Air Separators (zig-zag vzduchové oddělovače) a „Shell Removal Blower“ (vzduchový oddělovač skořápek). Vzduchový recyklační aspirátor je přitom určený k čištění obilnin, fazolí, kukuřice sezamu nebo slunečnicových semínek. [17]



Obr. 14: Air Recycling Aspirator“ vzduchový recyklační aspirátor [17]

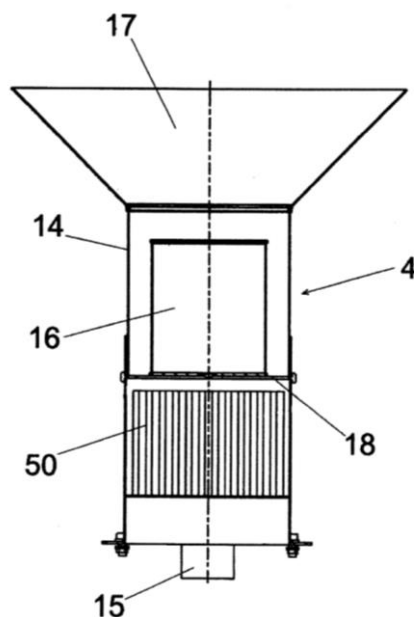
## 2.5. Patenty a užité vzory

### 2.5.1. Zařízení pro testování loupitelnosti olejnatých semen

Majitelem užitého vzoru „Zařízení pro testování loupitelnosti olejnatých semen“ je firma Farnet a.s. Jedná se o sestavu zahrnující loupací a vibrační zařízení, aspirační skříň i optickou třídíčku. Tento konstrukční celek slouží k vyhodnocování loupitelnosti olejnatých semen a jeho podoba představuje velice významnou inspiraci pro návrh aspirační skříňe v rámci této bakalářské práce.

Užitný vzor obsahuje aspirační skříň v podobě válcového ocelového těla s plastovou násypnou částí. Uprostřed válce se nachází sběrná nádoba sloužící k shromažďování vylétajících slupek ze vzniklého mezikruží, kde proudí vzduch. Tato nádoba stojí na kovovém sítu, jež propouští skrz díry proud vzduchu, který provětrává směs v podobě vyloupaných semínek s odpadem a vyfoukává sloupky do sběrného válce. Dostatečný tlak proudícího vzduchu je zajištěn radiálním ventilátorem poháněným elektromotorem. Ventilátor a tělo aspirační skříňe jsou spojeny přechodovou plochou, jíž vzduch prochází a následně je usměrněn vertikálními lamelami. Ve výsledné fázi po proběhnutí ideální aspirace zůstávají na sítu samotná semínka bez nečistot.

Princip této aspirační skříň je tedy založen na manuální obsluze. Připravené dávky musí být nasypány do mezikruží mezi ocelovým válcem a sběrnou nádobou: Poté se může spustit ventilátor a po proběhnutí aspirace jej lze opět vypnout. Takto separovaná semena od slupek se mohou dále manuálně přemístit k vyhodnocení na optické zařízení.[18]



Obr. 15: Aspirační skříň – Zařízení pro testování loupateľnosti olejnatých semen [18]

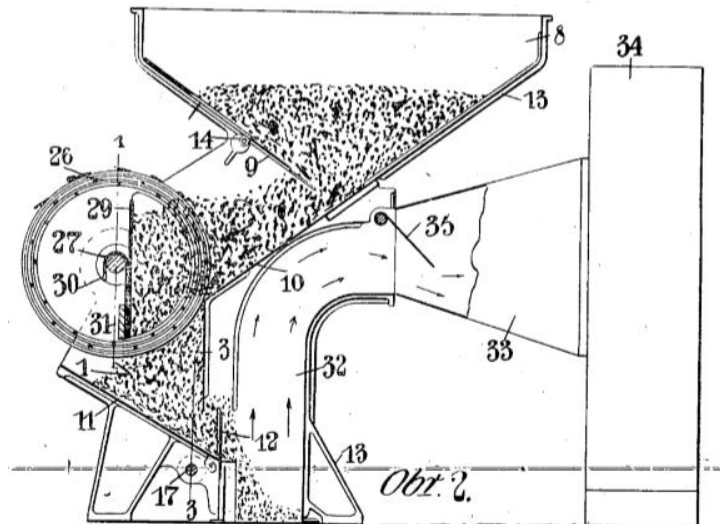
## 2.5.2. Zařzení na loupání a čištění zrn

Majitelem patentu „Zařzení na loupání a čištění zrn byla americká společnost s názvem Carter Mayhew Manufacturing company. Jedná se o patentový spis, jenž byl vydán v platnost v roce 1929. Stroj sloužil k loupání zrn různých druhů obilnin, především ovsa nebo pšenice, a k jejich důkladnému pročištění. To mělo být provedeno pomocí sít, jež oddělují větší cizí tělesa, a dostatečně silnému proudu vzduchu ve vzdušném kanálu s trychtýřem.

Způsob prosévání zrn byl navíc vylepšen speciálně upraveným bubnem s dírami, který se otáčel kolem vodorovné osy a pronikaly do něj pouze menší částice, čímž došlo k separaci hrubších nežádoucích vměstků. Zařzení je zajímavé právě provedením vzdušného kanálu. Ten díky své podobě představoval relevantních inspiraci pro jedno z možných řešení aspirační skříň v rámci této bakalářské práce. Jednalo se o sloupec se zakřiveným kolenem a vyústujícím trychtýřem, kudy se dostával pryč odpad, zatímco těžší vyloupaná zrna podaly díky gravitaci svisle dolu.



Stroj byl ovládán pomocnými klapkami včetně škrťací klapky pro regulaci vzduchu vypouštěného do kanálu. Zařízení bylo možné užívat pouze pro jeden typ obilniny v jednom cyklu právě kvůli potřebné síle proudu vzduchu. [19]



Obr. 16: Zařízení na loupání a čištění zrn [19]

### 3. Návrh aspirační skříně

Navrhovaná aspirační skříně bude součástí laboratorního celku, jenž zahrnuje níže uvedené stroje:

1. Loupací zařízení
2. Vibrační třídič
3. Aspirační skříně
4. Optický třídič

Všechna tato zařízení budou navzájem propojená díky transportním mechanismům, mezi něž patří pásové i korečkové dopravníky. Daná sestava by měla zaručit spolehlivé loupání a třídění olejnatých semen, což na konci vyhodnotí optický třídič. K tomu, aby se zkoumaný vzorek mohl poslat k optickému vyhodnocení, je třeba rozdělit vyloupaná semena dle velikosti do 4 frakcí na vibračním třídiči a poté přivádět jednotlivé dávky směsi semen a slupek do aspirační skříně, kde dojde k jejich separaci.

V následující části bakalářské práce bude rozebráno konstrukční řešení sestavy laboratorní aspirační skříně.

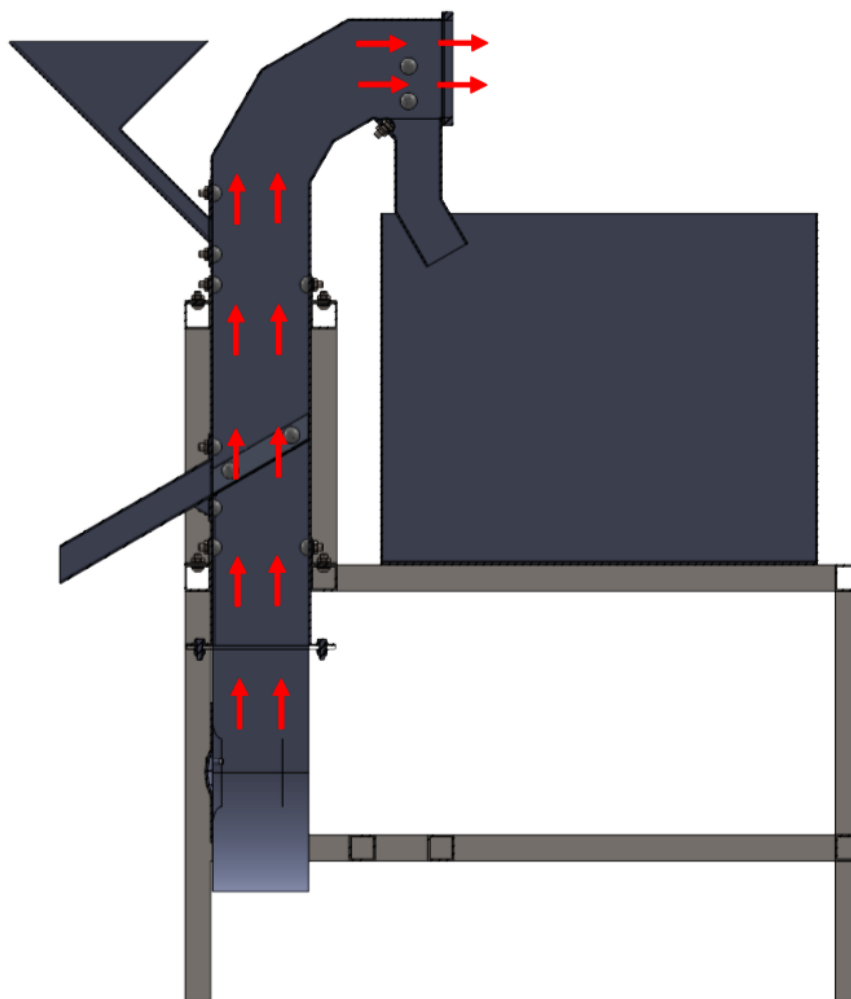
#### 3.1. Návrh 1

První model vychází z inspirace často využívaných principů různých firem na konstrukci zemědělsky využívaných aspiračních skříní.

Aspirační skříně dle daného návrhu pracuje kontinuálně. Její výhodou je, že je schopna zpracovávat neomezené dávky směsi, jelikož se v ní nikde nehromadí vyloupaná semena jako u druhého návrhu.

Proud vzduchu v tomto zařízení vychází z ventilátoru, jenž je umístěn přímo pod aspiračním sloupcem. Proudnice pak v ideálním případě směřují svisle vzhůru (viz. obr. 17 – schéma proudění vzduchu v aspirační skříně, kde jsou proudnice vzduchu z ventilátoru znázorněny červeně). Proud vzduchu se v aspiračním sloupci stáčí a dostává se skrz filtrační mřížku ven do prostoru mimo skříně.





Obr. 17: Schéma proudění vzduchu

### 3.1.1. Celková sestava

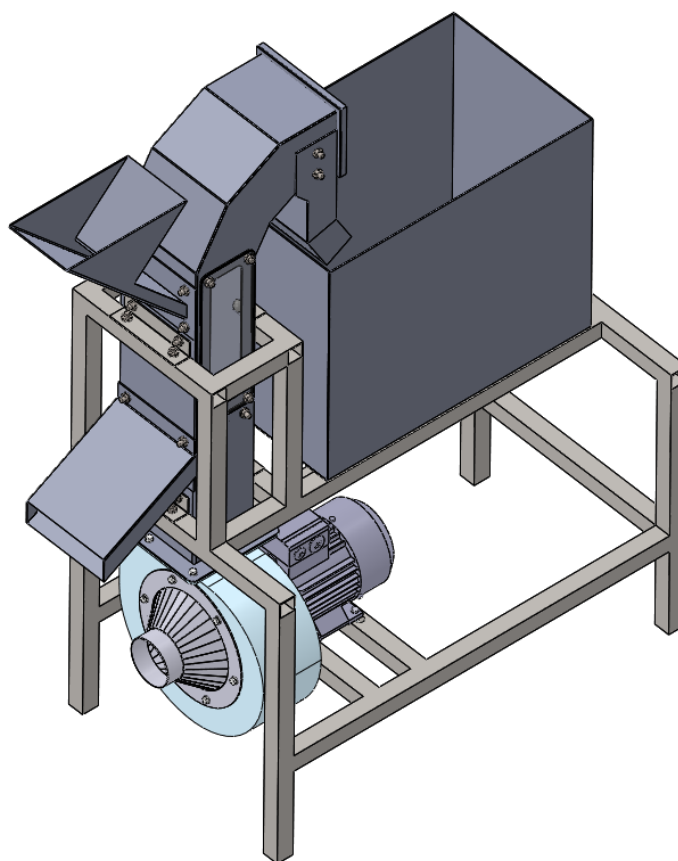
Aspirační oddělování slupek od vyloupaných semínek je v tomto případě zajištěno proudem vzduchu ve sloupci těla aspirační skříně. Dostatečně velký výškový spád mezi otvorem pro násypku a otvorem pro vývod do optické třídíčky musí zajistit dokonalé vytrídění nečistot a slupek od zbytku směsi. Semena přitom padají na nakloněné síto, odkud sklouznou vývodem do optického třídíče. Slupky jsou mezitím vyfouknuty vzhůru v opačném směru a odvedeny do odpadní nádoby.

Příjem směsi olejnatých semen z vibračního třídíče je zajištěn pomocí plechové svařované násypky, která má zešíkmený tvar, aby po její stěně mohly semena se slupkami bez potíží sklouzávat a nedocházelo k ucpávání. Od toho je také odvozen prostor mezi stěnami tohoto spádu, jenž činí 25 mm, což je vzdálenost, kdy by zpracovávaný materiál měl projít skrz přívod a dostat se do aspiračního sloupce. Otvor

od přívodového i odváděcího svařence je přitom uzpůsobený tak, aby se do nich nedostával proud vzduchu. Svařenec vývodu do optické třídičky je tedy řešen podobně jako přívodový svařenec.

Hlavní částí aspirační skříně je její tělo, jež tvoří aspirační sloupec. Na něj se přes příruby připojují všechny ostatní části a svařence. Výjimku představuje svařenec odpadní nádoby, ve které se shromažďují slupky. Ten je pouze položen na rámu, aby se mohl jeho obsah kdykoliv vyprázdnit.

Celá sestava má na výšku celkem 1130 mm. K rámu je tělo skříně připojeno pomocí L-profilů. Všechny hlavy šroubů uvnitř aspirační skříně jsou opatřeny plastovými kryty, aby se semínka na nich nezachytávala a kvůli ochraně před mastným zemědělským materiálem. Na obrázku níže je kompletní sestava včetně rámové konstrukce. Dále budou popsány jednotlivé svařence.

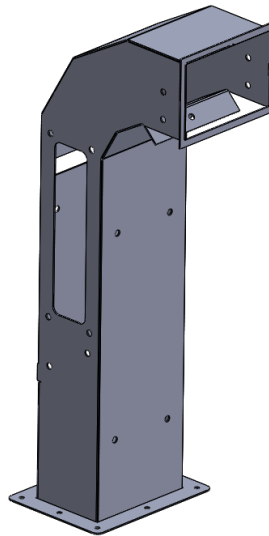


Obr. 18: Sestava aspirační skříně



### 3.1.2. Tělo

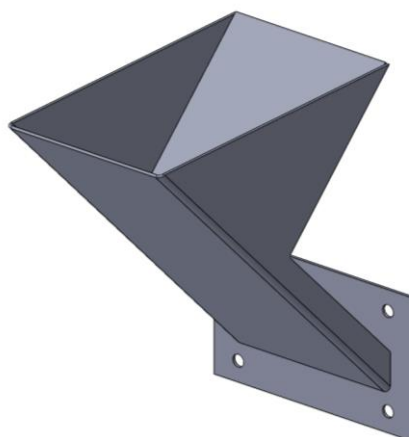
Svařenec těla aspirační skříně je tvořen ohýbanými plechy, v nichž se nacházejí díry pro otvory nebo pro šrouby přírub. Jeho průřez je navržen tak, aby odpovídal průřezu vývodu ventilátoru, se kterým je sloupec spojen přes přírubu. Spádová výška mezi otvorem vpádu a ústí do optické třídičky činí 290 mm, aby proud vzduchu stačil z provětrávané směsi dokonale oddělit slupky a jiné nežádoucí příměsi. Otvor do optické třídičky musí být široký jako celá šířka dané stěny, protože nesmí dojít k zachytávání semínek u stěn skříně, proto je otvor proveden tímto způsobem oproti hornímu otvoru pro vpád směsi, kde k zachytávání nemůže dojít. Horní část těla aspirační skříně tvoří dva otvory, přičemž ten vertikální je uzpůsobený tak, aby na něj bylo možné přišroubovat svařenec vývodu do odpadu. Na otvor v horizontálním směru se přidělá filtr, jenž nepustí oddělené slupky, které spadnou do odpadu. Na bocích sloupce se nacházejí vypálené obdélníkové otvory, k nimž se přišroubuje plexisklo.



Obr. 19: Tělo skříně

### 3.1.3. Násypka

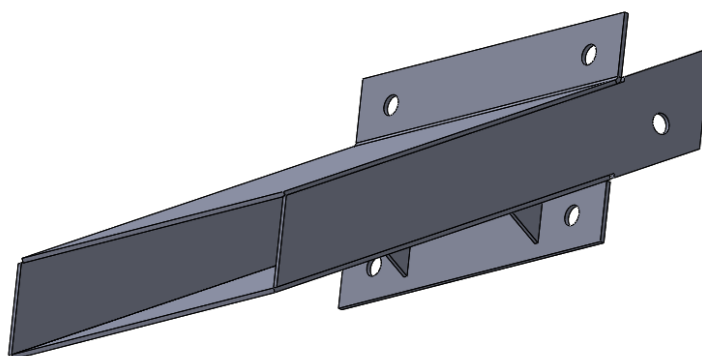
Násypka je zkonstruována opět ze svařených plechových dílů. Pro přijetí směsi z vibračního třídiče je uzpůsobeno dostatečně široké rozšíření horní části svařence. Úhel sklonu je zde 45°. Přiváděná směs by se nikde v zúžených místech neměla ucpávat a zároveň by se do svařence neměl dostávat proud vzduchu. Připojení k tělu aspirační skříně je zajištěno přírubou.



Obr. 20: Násypka

### 3.1.4. Vývod do optického třidiče

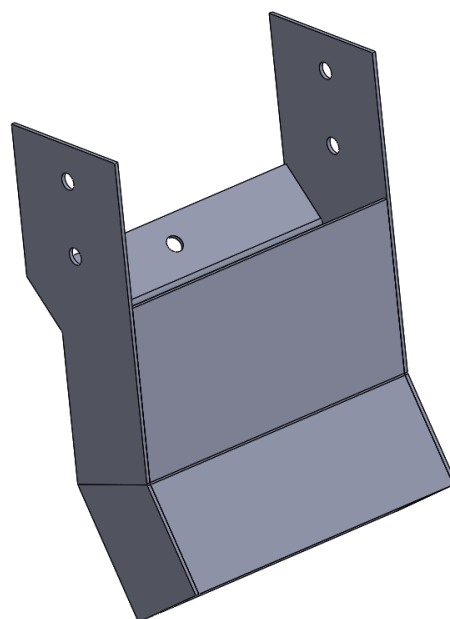
U vývodu do optického třidiče jsou všechny hrany svařené. Jediný ohyb je aplikován horním plechu, jehož ohnutá část vytváří součást příruby. Spodní část příruby je tvořena plechovou destičkou, jež se musí ke spodnímu plechu vývodu přivařit, a přitom zajistit zespoda trojúhelníkovými podpěrami. Součástí této nestandardní příruby jsou ještě výběžky na bočních stranách svařence. Rovina spádu je nakloněná o  $30^\circ$  od vodorovné osy, což je stejné, jako úhel náklonu síta. Tento náklon zaručí spolehlivé klouzání padajících semen na přepravník do optického třidiče.



Obr. 21: Vývod do optické třidičky

### 3.1.5. Vývod do odpadu

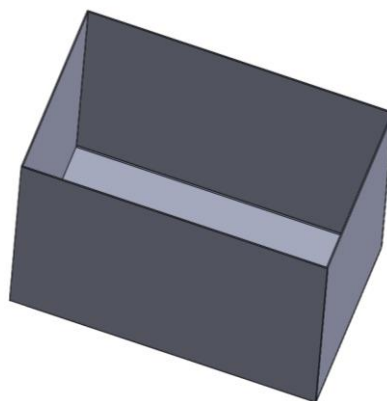
Vývod do odpadu je tvořen čtyřmi k sobě přivařenými vypálenými a případně ohýbanými plechy. Připojení k tělu skříně je řešeno opět rozebíratelným spojem, k čemuž jsou uzpůsobeny plechy spodní a bočních stěn.



Obr. 22: Vývod do odpadu

### 3.1.6. Odpadová nádoba

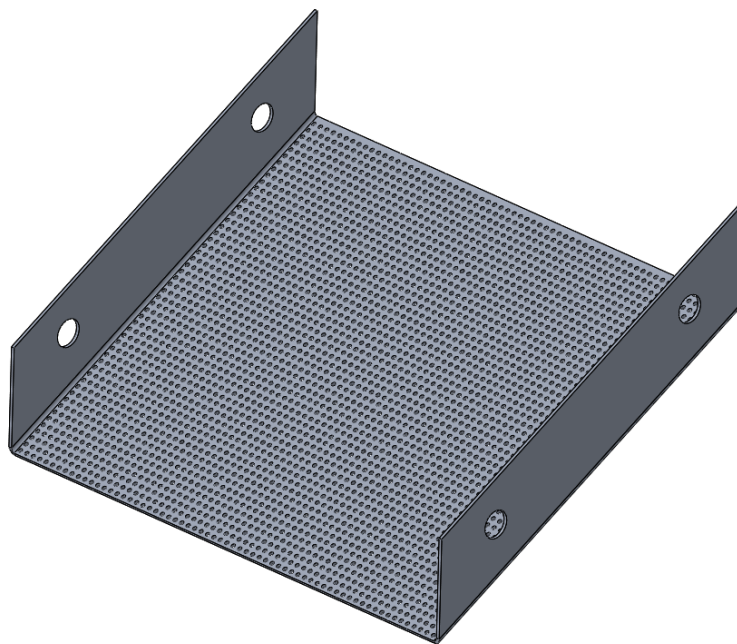
Svařenec odpadní nádoby u aspirační skříně slouží ke shromažďování slupek, které se oddělí od zbytku směsi. Tvoří jej ohnutý plech a dvě přivařené destičky. Objem této nádoby činí 58 l, tedy může pojmout velké množství vytříděného odpadu.



Obr. 23: Odpadní nádoba

### 3.1.7. Síto

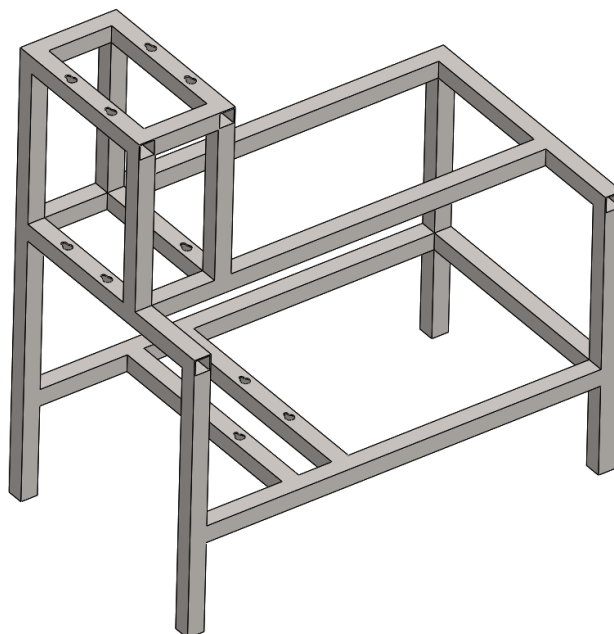
Tato součást je navržena tak, aby uvnitř aspirační skříně byla nakloněna o 30° od vodorovné osy jako vývod do optické třídičky. Jedná se o děrovaný plech, který je na dvou protilehlých stranách ohnutý, aby bylo možné součást přišroubovat k vnitřním stěnám těla skříně. Díry v plechu jsou velké s ohledem na velikost padajících semínek, jež se nesmí dostat do prostoru ventilátoru.



Obr. 24: Síto

### 3.1.8. Rám

Svarová konstrukce rámu bude zhotovená z polotovarů řídících se normou ČSN EN 10219-2. Průřez je čtvercový, uzavřený o rozměrech 30x30x2 z konstrukční oceli 11 375. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

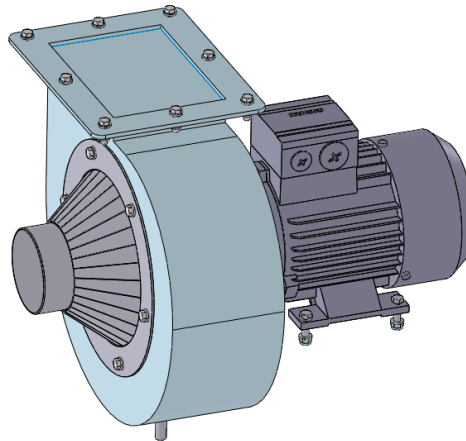


Obr. 25: Svařená konstrukce rámu



### 3.1.9. Motor a ventilátor

Elektromotor a ventilátor jsou v rámci úspory prostředků použity z dřívějšího projektu na Zařízení pro testování loupitelnosti olejnatých semen. Stejná zařízení jsou využita i pro druhý návrh aspirační skříně. [1]



Obr. 26: Elektromotor a ventilátor s přípojovací přírubou

### 3.1.10. Montážní postup sestavy

Základem pro montáž aspirační skříně jsou vytvořené svařence dle modelu v CAD programu (příloha 58). Podle této předlohy lze svařit k sobě jednotlivé ohýbané plechy do svařených celků představujících výše popsané díly. Nutné je rovněž spojit rámovou konstrukci

Montážní postup pro návrh 1 aspirační skříně:

1. Na svařenec rámu přišroubovat motor s ventilátorem
2. Uvnitř těla přišroubovat síť ke stěnám sloupce
3. Přišroubovat plexiskla na určené otvory v těle aspirační skříně
4. Přišroubovat tělo aspirační skříně k rámu pomocí L-profilů
5. Přišroubovat tělo aspirační skříně k ventilátoru pomocí příruby
6. Přišroubovat svařenec vývodu do optického třídače k tělu
7. Přišroubovat svařenec násypky k tělu
8. Přišroubovat svařenec vývodu do odpadu k tělu
9. Přilepit vzduchový filtr k tělu aspirační skříně
10. Položit odpadní nádobu na rám pod svařenec vývodu do odpadu

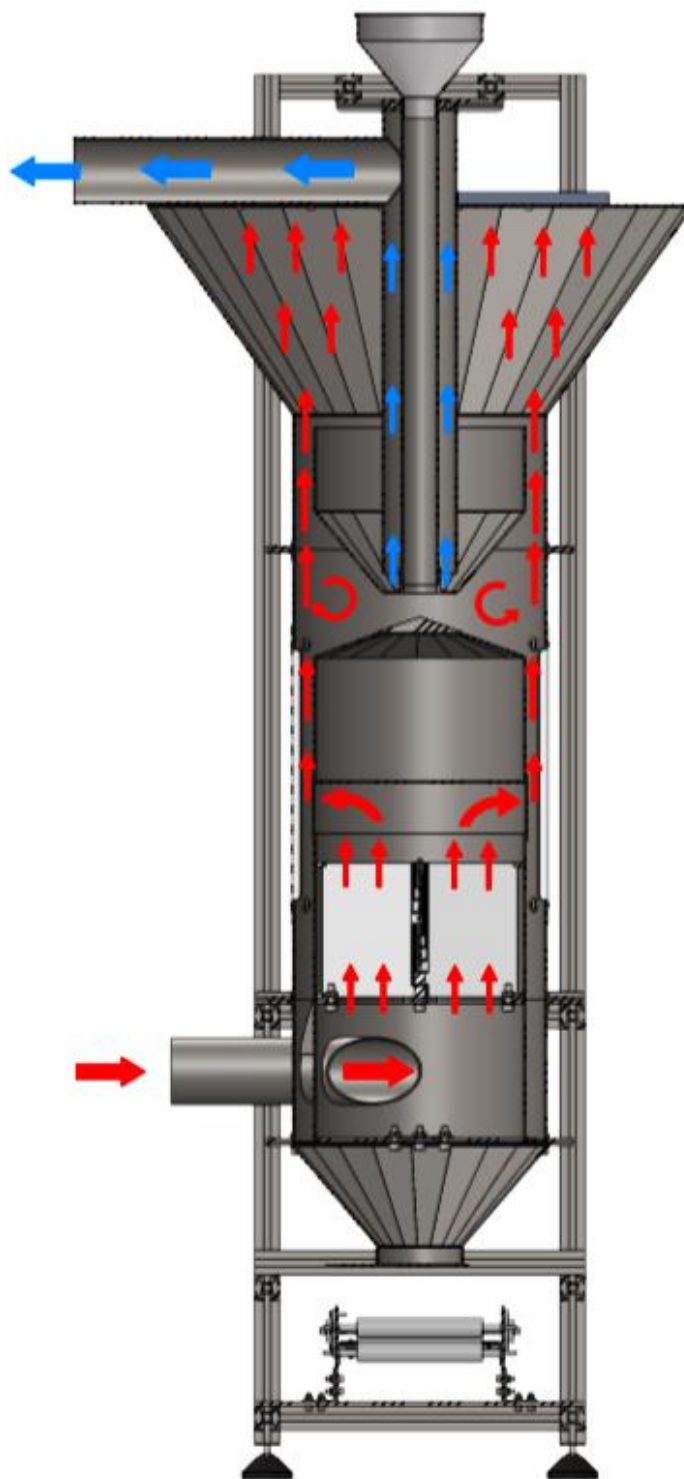
## 3.2. Návrh 2

Aspirační skříň zde představuje zařízení skládající se především z trubek a ohýbaných plechů, které ve vertikálním směru vyfoukává slupky od vyloupaných semen z přiváděné dávkované směsi z vibračního třídiče.

Daný návrh využívá ventilátoru poháněného elektromotorem, jenž vhání vzduch do aspiračního sloupce, kam je přiváděna také směs velikostně vytříděných vyloupaných olejnatých semen spolu se slupkami (viz. obr. 27 – ve schématu jsou proudnice vzduchu přiváděného horizontální trubkou z ventilátoru znázorněny červeně). Proudění vzduchu je usměrňováno lamelami a speciálně upraveným středem, který zajistí vertikální proudění vzduchu podél stěny vnějšího obalu skříně. Z obr. 27 je patrné, že se rychlost proudění vzduchu mění s obsahem průřezu plochy, kterou vzduch protéká. To má za následek, že v aspiračním sloupci má tento proud největší rychlost a postupně slábne v oblasti rozevírajícího se horního kužele, odkud se dále dostane skrz síto do prostoru mimo aspirační skříň.

Druhý návrh využívá kromě vháněného proudu vzduchu také princip odsávání. Díky proudu vzduchu z ventilátoru uvnitř válcového sloupce se slupky dostanou do odpadního koryta, odkud jsou vysáty pomocí sacího ventilátoru, jehož ústí je napojeno na potrubí tvořící součást skříně (viz. obr. 27 – ve schématu jsou proudnice vzduchu odsávaného skrz svařence horizontální a vertikální trubky znázorněny modře). Slupky se tak dostanou do odpadní nádoby.



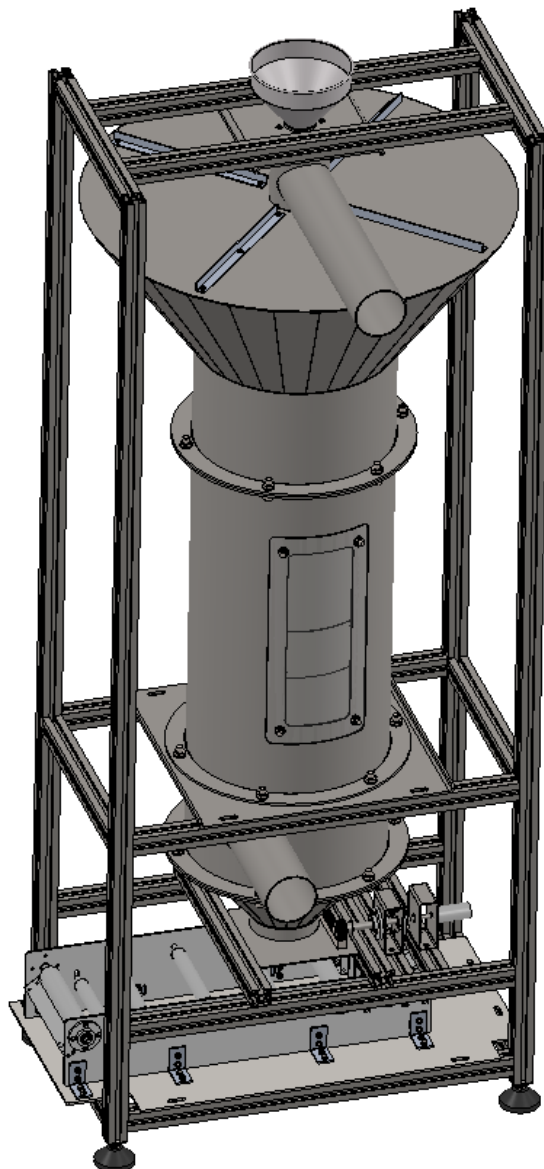


Obr. 27: Schéma proudění vzduchu

Dále budou popsány jednotlivé svařené celky, z nichž je skříň tvořena, včetně celkového uspořádání sestavy. Odkazy jak na výkresy svařenců nebo sestav, tak na výrobní výkresy dílů lze nalézt v seznamu příloh.

### 3.2.1. Celková sestava

Výkres sestavy (příloha 1) a návrhový výkres (příloha 2) zahrnují kompletní konstrukční popis umístění všech částí včetně jejich vzájemných vazeb.



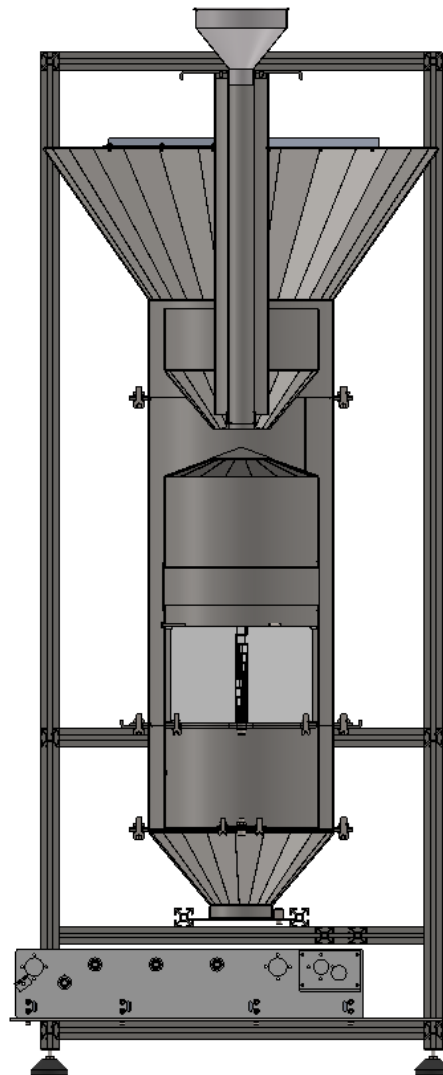
Obr. 28: Sestava aspirační skříně – návrh 1

Na obr. 29 je zobrazen řez modelem, aby bylo možné vidět provedení uspořádání jednotlivých komponent. Horní nátrubek, lamely a sestava pásového dopravníku jsou v rámci šetření materiálu a použity z již hotové sestavy vyrobené v rámci dřívějšího projektu. [18]

Řešení aspirační skříně je navrženo takovým způsobem, aby stroj dokázal plynule pracovat bez jakýchkoliv manuálních zásahů během provozu. Seshora je do trubice vpádu nasypávána směs dopravená pomocí korečkového systému

z vibračního třídiče. Poté, co se dostane do pracovního prostoru s proudem vzduchu, jsou odděleny lehké složky směsi ve formě slupek a zbylých nečistot. Tento odpad je vynesena do koryta, jež tvoří jeden svařený celek spolu s vpádovou trubicí a vzduch prosaje skrz horní vyztuženou síť. Shromáždění slupek v korytu je umožněno díky rozšiřujícím se průřezům aspiračního prostoru, který způsobuje, že rychlost vzduchu v něm klesá. Vyloupaná semena mezitím spadnou do spodní kuželovité části aspirační skříně, odkud se po automaticky řízeném otevření dostanou na pásový dopravník, jenž tvoří součást transportního systému vedoucího do optického třídiče.

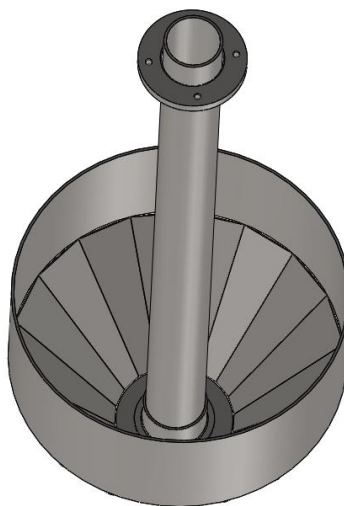
Celá sestava aspirační skříně je upevněna přírubami k rámu z nakupovaných profilů. Všechny trubky použité v této sestavě jsou navrženy dle nabízených katalogových rozměrů dodavatele. [21]



Obr. 29: Řez sestavou – návrh 1

### 3.2.2. Vpádová trubice s korytem

Tento svařenec (příloha 4) má dva hlavní účely, a sice zajistil kontinuální přenos přijímané směsi vyloupaných olejnatých semen a jejich slupek do pracovního prostoru a dále zachytávat vylétající slupky do koryta tvořeného trubicí (příloha 43), ohýbaným plechem (příloha 18), vypáleným plechem (příloha 19), jenž vyplňuje mezikruží dna, a obrobkem (příloha 20), který umožňuje provedení svarového spoje mezi vpádovou trubicí a dnem koryta. Ohýbaný plech připomíná tvar kužele, jenž musí mít dostatečně velký sklon, aby se mastné slupky nezachytávaly na stěně vnitřního pláště. Na vršek vpádové trubky (příloha 42) je ještě dle výkresu přivařena příruba (příloha 21) pro spojení k vývodovým odsávacím trubicím.



*Obr. 30: Vpádová trubice s korytem*

### 3.2.3. Vývod – odsávací trubice s přírubou

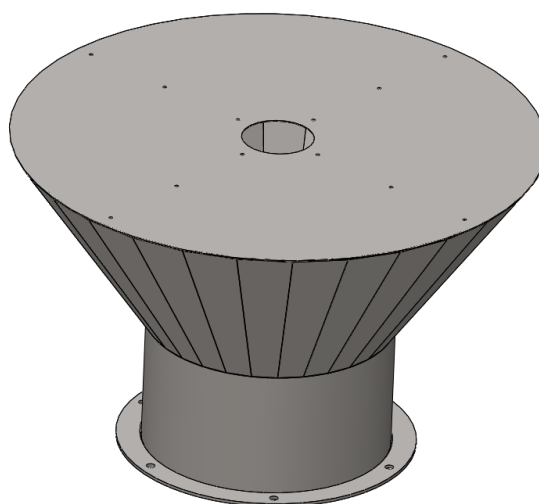
Svařenec dvou upravených trubic (příloha 40, příloha 41) a jedné čtvercové příruby (příloha 16) slouží k odvádění slupek z koryta do odpadní nádoby díky sání vzduchu. Svislá trubice musí být dostatečně široká na to, aby se do ní vešla vpádová trubice a zároveň zůstal v průřezu dostatečně velký obsah mezikruží. Plech příruby je opět ohnutý tak, aby plnil účel zpevnění dílu. Při výrobě se nejprve vyvrtá díra do svislé trubice. Poté se do ní vloží vodorovná trubice a vytvoří se svar dle výkresu. Nakonec se k podsestavě přivaří koutovým svarem také příruba.



Obr. 31: Vývod - odsávací trubice s přírubou

### 3.2.4. Horní část vnějšího obalu

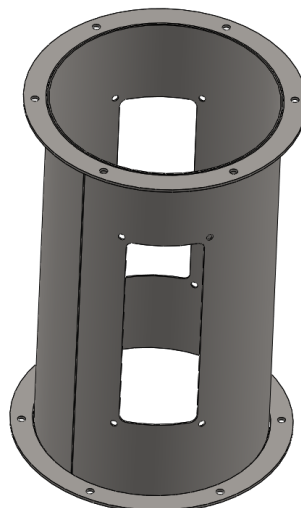
Horní část vnějšího obalu (příloha 5) tvoří svařenec ze síta (příloha 22), ohýbaného plechu (příloha 23) do tvaru připomínající komolý kužel, trubky (příloha 44) a vypálené příruby (příloha 24). Rozevírající se kužel představuje osvědčený způsob, jak zajistit, aby slupky spadaly na určité místo směrem ke středu do koryta. Proud vzduchu přitom unikne skrz síto do prostoru. Vrchní filtr je zde vyztužen L-profilů, které se k němu připevní šrouby, aby nedocházelo v nežádoucím průhybu nebo vibracím způsobenými proudícím vzduchem.



Obr. 32: Horní část – vnější obal

### 3.2.5. Střední část vnějšího obalu

Svařenec střední části obalu (příloha 6) se skládá z hlavního skružovaného plechu (příloha 25), ve kterém jsou laserem vypáleny otvory, jež slouží jako okna pro možnou vizuální kontrolu průběhu oddělování uvnitř skříně. K takto zhotovenému válci se pomocí koutových svarů připevní 2 vypálené kruhové příruby (příloha 24), díky nimž se můžou zbylé části obalu přišroubovat k této střední části vnějšího obalu.



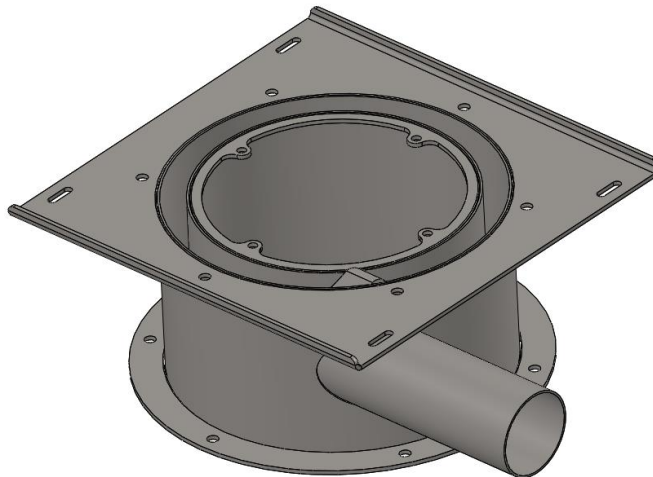
Obr. 33: Střední část – vnější obal

### 3.2.6. Dolní část obalu

Nejsložitější podsestavou pro svařování je právě dolní část aspirační skříně (příloha 10), jež představuje část vnějšího obalu, ale rovněž zahrnuje pevně spojenou vnitřní nádobu, do které proudí přiváděný vzduch z ventilátoru skrze navařenou trubici.

Svařenec obsahuje celkem 3 příruby. Horní plech (příloha 26) má hranatý tvar kvůli připojení k rámu aspirační skříně a zároveň je na něm dostatek místa na díry pro šrouby v rámci rozebíratelného spoje se středí částí vnějšího obalu zařízení. K vyztužení tohoto plechu je využito jeho ohnutí na dvou protilehlých stranách, jejichž hrany jsou kolmé k profilům rámu. Ke spodní části hlavní trubky je navařená příruba (příloha 24) pro spoj s vývodovou kuželovou částí, kde se hromadí očištěná semena během provozu. Specifický tvar má třetí příruba (příloha 29) navařená ke vnitřní nádobě. Důvodem pro takové navržení jsou výstupky s dírami pro šrouby, o které nesmí vložené lamely zavadit, a přitom jejich podstava dosedne na plochu druhého dílu příruby.

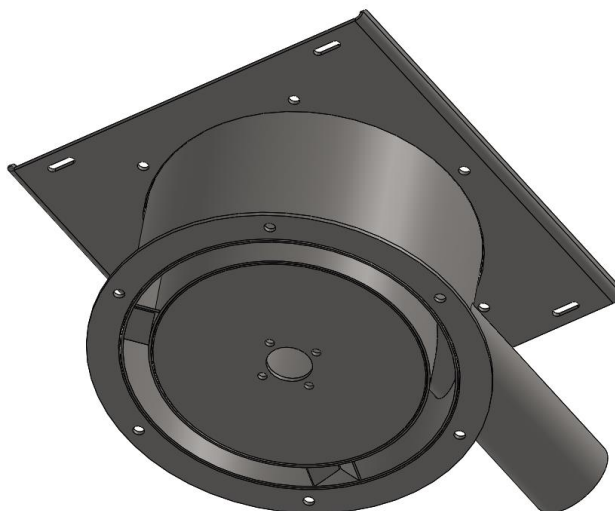
Přívodová trubka (příloha 46) není vedena přímo do geometrického středu skříně, nýbrž je usazená tak, aby se co nejvíce tečně přiblížila vnitřnímu plášti válce, v němž dojde k cirkulaci vháněného proudu vzduchu. K jeho usměrnění slouží již zmíněné lamely vložené do střední části aspirační skříně. Dohromady má toto popsání řešení zaručit, že se vzduch rovnoměrně rozšíří po celém obvodu aspiračního prostoru.



*Obr. 34::Dolní část obalu*

Na přívodovou trubku je nalepený plastový produkt ve tvaru střechy vyrobený na 3D tiskárně. Jeho účelem je zajistit správný spád semen, aniž by se zachytávaly v mezerách mezi trubkou a plášti válců.

Na obr. 20 si lze všimnout dvou ohnutých vytvarovaných plechů (příloha 28), které tvoří pevný spoj mezi vnějším obalem a vnitřní nádobou. Tvar střechy u těchto svařených součástí zaručí sklouzávání semen po jejich povrchu.



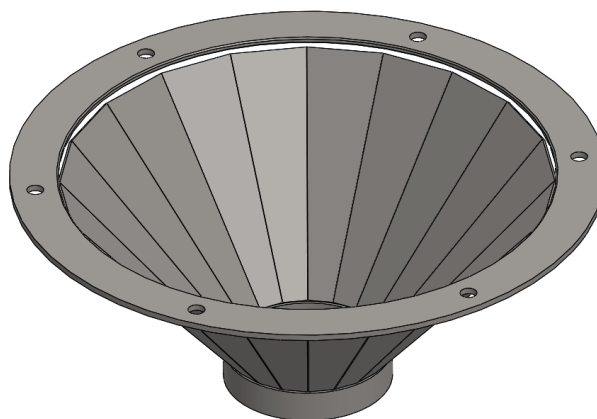
*Obr. 35: Dolní část obalu – pohled zespodu*





### 3.2.7. Kuželová část vnějšího obalu

Svařenec dolní části obalu (příloha 9) se skládá z ohýbaného plechu (příloha 34), krátké trubky (příloha 50) tvořící ústí aspiračního sloupce a příruby (příloha 24) umožňující šroubové připojení ke zbytku sestavy. Rozměry takto vzniklého tvaru jsou navrženy tak, že se do něj vejde 20 dm<sup>3</sup> semen, které se vysypou po vysunutí zavíracího plechu, jenž je řízen automaticky na základě impulsu elektronického čidla umístěného na vnitřním plášti vnějšího obalu skříně.

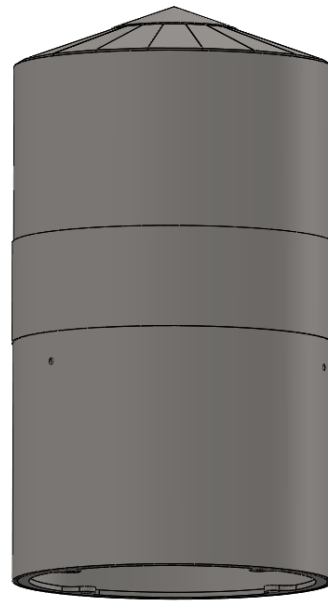


Obr. 36: Dolní část vnějšího kuželového obalu

### 3.2.8. Střed aspirační skříně

Svařenec středu (příloha 8) hraje podstatnou roli v usměrňování proudícího vzduchu uvnitř skříně. V jeho spodní části jsou uloženy lamely, které přeruší cirkulaci proudu. Dále má na průběh proudění vliv tvar spodní podstava středu (příloha 36), kterou vzduch obtéká a míří dále svisle vzhůru v ideálním případě. Reálně je však velice pravděpodobné, že v pracovním prostoru skříně začne docházet k proudovým cirkulacím, jež by ale neměly mít negativní účinek na práci stroje.

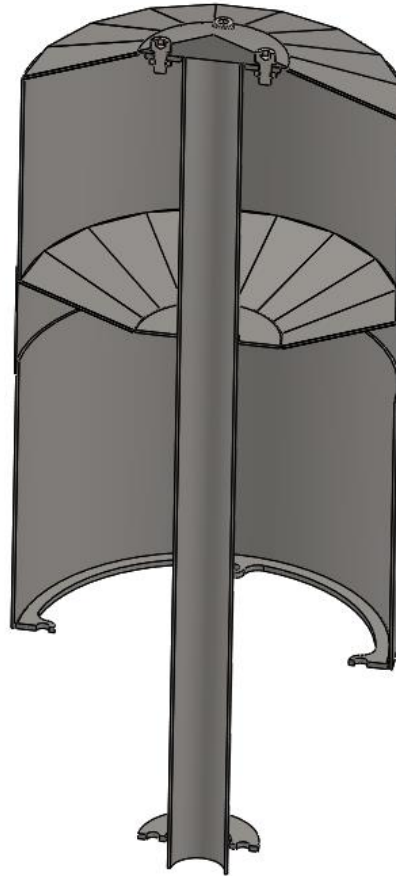
Součástí tohoto svařence jsou trubky (příloha 27, příloha 49), ohýbaný plech (příloha 31), obrobený kužel (příloha 32), který tvoří vršek svařence, příruba (příloha 29) a přivařená mřížka (příloha 48), jejíž funkce je zabránit padajícím semenům, aby se dostaly do vnitřního prostoru pro přivádění vzduchu z ventilátoru.



Obr. 37: Střed aspirační skříně

### 3.2.9. Alternativní střed

Návrh alternativního středu nevyužívá usměrňování proudu vzduchu pomocí lamel. Skládá se ze dvou svařenců, přičemž jeden tvoří střed (příloha 13) s tím rozdílem, že má díru ve své podstavě (příloha 46), a druhý představuje jeho podpěru (příloha 14) přišroubovanou přes přírubu (příloha 39) ke dnu vnitřní nádoby svařence dolního pláště. Trubka zde tedy nepotřebuje díry pro pojistné šrouby lamel (příloha 51). Tento střed se vyznačuje tím, že jeho dno je z části tvořeno ohýbaným plechem, jenž připomíná komolý kužel (příloha 31), z důvodu lepších aerodynamických vlastností. Horní obrobené kuželovité zakončení (příloha 17) má v tomto případě vyvrtané díry pro šrouby s vnitřním šestihranem, které k sobě spojí svařenec středu a přírubu (příloha 38) svařence podpěry, jíž tvoří trubka (příloha 52). Přírubu k dolnímu plášti ke vnitřní nádobě je opět tvarovaná (příloha 29). Střed dále obsahuje trubici tvořící plášť středu (příloha 49) a mřížku, která je k plášti válce přivařená (příloha 48).

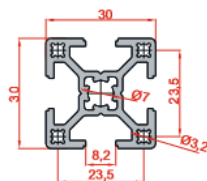


Obr. 38: Alternativní střed aspirační skříně

### 3.2.10. Sestava rámu

Rám (příloha 15) druhého návrhu aspirační skříně je zkonstruován z hliníkových profilů dle internetového katalogu firmy Logiman. [22]

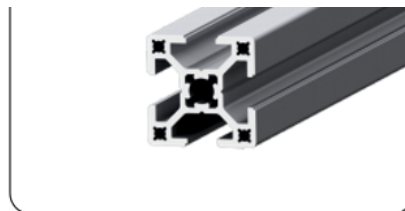
Délky profilů rozměru 30x30 mm jsou navrženy tak, aby se aspirační skříň mohla k rámu připevnit. V modelu je sestava rámu provedena schématicky bez spojovacích prvků, které lze také dohledat ve stejném katalogu.



**30x30 Sigma Profil**

Kod: 1.1.08.030030.02

Genellikle makina kabini yapımında kullanılır. 30x30 profiller aynı zamanda hafif konstrüksiyonlarda tercih edilir. Pano, vitrin teşhir standları vb. yerler diğer kullanım alanlarıdır.



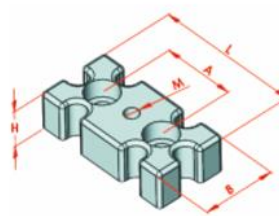
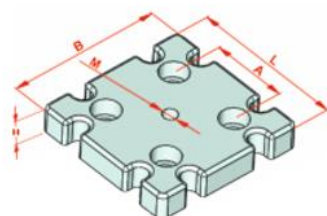
**30x30 Industrial Profile**

Code: 1.1.08.030030.02

It is mostly used in production of machine cabinets. 30x30 profiles are also preferred light constructions. Other usages of this profile are panels, display cases and stands.

Obr. 39: Sigma profil str. 19 v katalogu – rám [23]

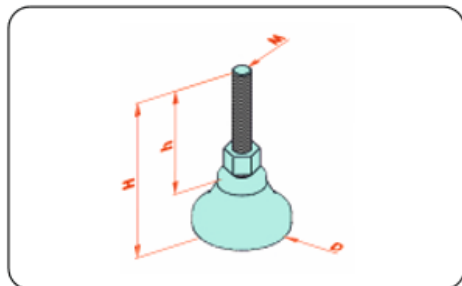
K připojení podstav je nutné na konce profilů nasadit čtvercové patní spojení s dírou pro šroub uprostřed se závitem M6 podle obr. 26.



Kod	Prf Ebat	Ürün Adı	M	A	L	B	H	Malzeme	Ağırlık
2.2.005.3060.06	30x30 30x60	Pabuç Bağ. Par.	M6	30	60	30	16	Alüminyum	45 gr

Obr. 40: Patní spojení str. 67 v katalogu [23]

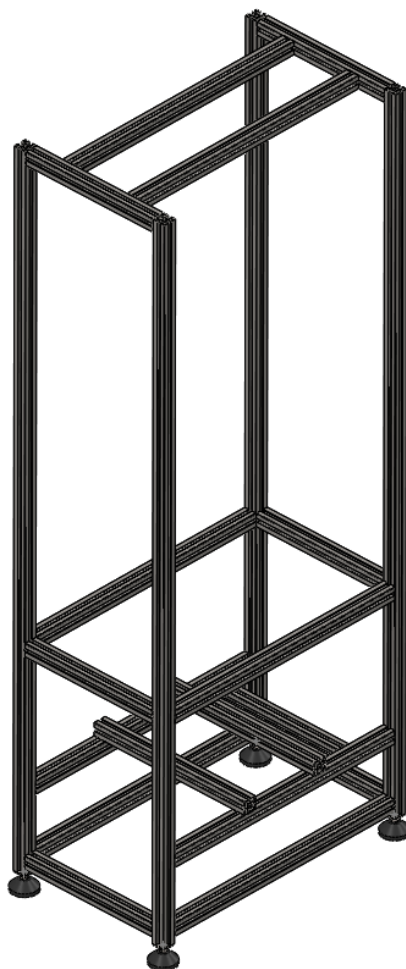
Celá sestava bude stát na zvolených podstavách s polohovatelnou vertikální pozicí díky šroubu M6 dle obr. 27.



Kod	Ürün Adı	D	M	H	h	Malzeme	Ağırlık	Taş. Yük
2.3.002.0650	M6 Plastik Ayak	Ø 41	M6	80	50	Plastik	41 gr	39 kg

Obr. 41. Polohovatelné podstavy str. 69 v katalogu [23]

Na obr. 28 je pak pohled na 3D model pod sestavy rámu, jež představuje součást sestavy aspirační skříně.



Obr. 42: Sestava rámu

### 3.2.11. Montážní postup sestavy

Předpokladem pro započítání montáže je vytvoření součástí a svařenců dle přiložených výrobních výkresů. Součásti pro jednotlivé kroky montáže je nutno používat dle návrhového a sestavného výkresu aspirační skříně včetně normalizovaných částí jako šroubů nebo matic.

Montážní postup pro variantu návrhu 2 s lamelami:

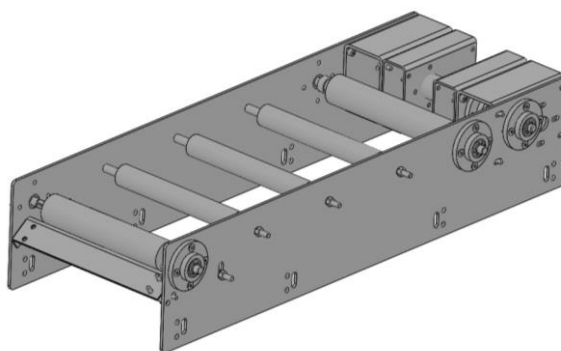
11. Složit rám aspirační skříně dle výkresu (příloha 15)
12. Přišroubovat desku pro ustavení dopravníku k rámu
13. Přišroubovat pásový dopravník k desce pomocí L-profilů (příloha 56)
14. Přišroubovat k sobě svařence dolní kuželové části a dolní části obalu
15. Přišroubovat víčko dna (příloha 53) vnitřní nádoby pro zakrytí díry pro trubku podpěry středu 2. varianty návrhu bez lamel
16. Přišroubovat přírubu dolní části obalu k rámu na profily dle návrhového výkresu
17. Vložit lamely do svařence středu.
18. Přišroubovat svařenec středu aspirační skříně ke vnitřní nádobě, jež součástí svařence s dolní částí obalu
19. Zajistit lamely pomocí určených šroubů proti vertikálnímu posuvu uvnitř středu
20. Přišroubovat obě plexiskla ke skruženému plechu střední části vnějšího obalu
21. Přišroubovat střední část vnějšího obalu k přírubě dolní části obalu
22. Přišroubovat zpevňovací L-profily (příloha 54) k sítu svařence horní části vnějšího obalu
23. Vložit svařenec koryta a vpádové trubky do svařence horní části vnějšího obalu skrz určenou díru v sítu
24. Vložit svařenec vývodu – odsávací trubice s přírubou na vpádovou trubku v rámci svařence s korytem opět skrze díru v sítu svařence horní části vnějšího obalu
25. Přišroubovat části příruby svařenců vývodu a vpádové trubky k sobě
26. Přišroubovat příruby svařenců horní a střední části vnějšího obalu
27. Přišroubovat přírubu vývodové odsávací soustavy k určeným profilům rámu



28. Vložit nátrubek do vpádové trubky
29. Přišroubovat hřeben (příloha 57) k zavíracímu plechu
30. Vložit zavírací plech do drážky profilů rámu pod ústím aspirační skříně
31. Přišroubovat skříň motoru a hřídelovou skříň k rámu
32. Vložit ložiska do úložných prostor hřídelových přírub
33. Přišroubovat příruby ke skříním
34. Přišroubovat ozubené kolo (příloha 58) na hřídel pomocí stavěcího šroubu a šroubu s vnitřním šestihranem
35. Prostrčit hřídel skrze ložiska v přírubách
36. Zajistit hřídel pojistným kroužkem
37. Nasadit hřídelovou spojku na hřídel v motorové skříní
38. Přišroubovat motor k motorové skříní a vložit do hřídelové spojky
39. Připojit odsávací ústrojí k horní vodorovné odsávací trubce v rámci svařence vývodu
40. Připojit vedení ventilátoru k dolní vodorovné příváděcí trubce v rámci svařence dolní části obalu

### 3.2.12. Návrh pohonu pásového dopravníku

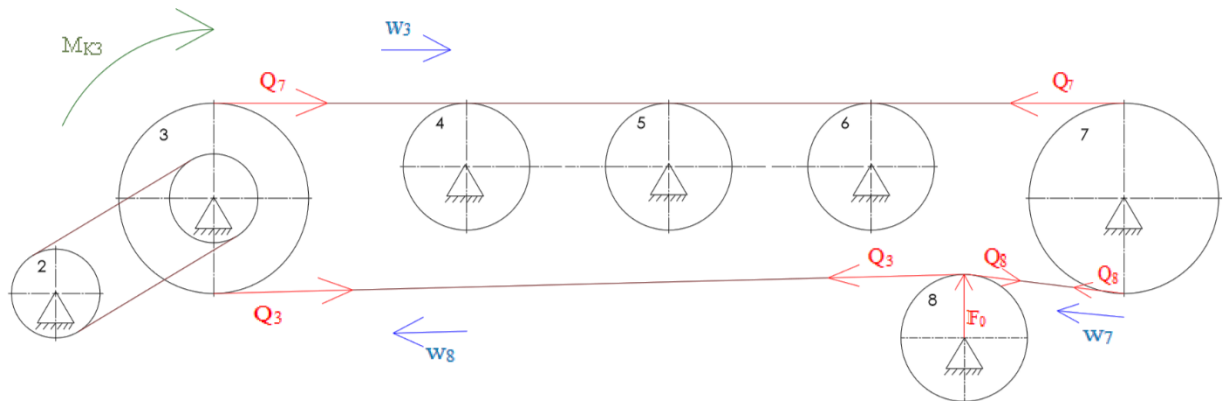
Pro návrh pásového dopravníku umístěného pod ústím aspirační skříně, z něhož budou vypadávat očištěná semínka, je nosný příváděný výkon na hnací válec, stejně tak jako předpětí pásu způsobené napínací kladkou. Úkolem stroje je zajistit přísun vypadlých semen do korečkového dopravníku, který vynese semínka do optické třídičky. Sestavu tvoří dva hlavní plechy, v nichž jsou ukotveny pomocí ložisek a přírub válce, na nichž je napnut pás. Skříně na jednom konci dopravníku představují úložný prostor pro stejnosměrné motory.



Obr. 43: Pásový dopravník

Schéma dopravníku lze převést do 2D podoby a silové i skluzové poměry řešit jako rovinný problém.

Zadání lze formulovat jako určení vztahu mezi výkonem motoru a hnacím momentem na válečku 3. Valivé odpory válců jsou pro zjednodušení zanedbány.



Obr. 44: Schéma pásového dopravníku

Výkon přenesený z válce 2, který je poháněn dvěma stejnosměrnými elektromotory s převodovkou, na válec 3 pomocí řemenice s účinností přenosu 0,98 lze spočítat jako:

$$P_3 = 2 \cdot P_2 \cdot \eta \quad (1)$$

$$P_3 = 2 \cdot P_2 \cdot 0,98$$

$$P_3 = M_{K3} \cdot \omega_3 \quad (2)$$

Vyjádření měrné hmotnosti pásu v zatíženém stavu  $q$  v závislosti na měrné hmotnosti v nezátíženém stavu  $q_n$  a relativním prodloužení vytknutého dílku pásu  $\varepsilon$ :

$$q = \frac{m}{1 + \varepsilon} = \frac{q_n}{1 + \varepsilon} \quad (3)$$

Skluzové poměry na válcích, kde je opásání, lze odvodit pomocí rovnice kontinuity, přičemž se uvažuje hmota, která proteče danou plochou průřezu pásu před a za válcem: (veličiny před válcem mají index  $x$  a za válcem index  $y$ )

$$m_x = q_x \cdot w_x \quad (4)$$

$$m_y = q_y \cdot w_y \quad (5)$$

Abyste nedocházelo k hromadění hmoty před nebo za válcem, kolem něhož je pás opásán, musí platit:

$$m_x = m_y = m = q \cdot w = konst. = k \quad (6)$$

Rychlost pásu pak lze vyjádřit následovně:



$$w = \frac{k}{q} = \frac{k \cdot (1 + \varepsilon)}{q_n} = K \cdot (1 + \varepsilon) = K \cdot \left(1 + \frac{\sigma}{E}\right) \quad (7)$$

Kde bylo využito Hookova zákona:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (8)$$

A konstanta K:

$$K = \frac{k}{q_n} \quad (9)$$

Pro měrný skluz pak platí:

$$\xi = \frac{w_x - w_y}{w_x} = \frac{K \cdot (1 + \varepsilon_x) - K \cdot (1 + \varepsilon_y)}{K \cdot (1 + \varepsilon_x)} = \frac{\frac{\sigma_x}{E} - \frac{\sigma_y}{E}}{1 + \frac{\sigma_x}{E}} = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{E} = \frac{Q_x - Q_y}{E \cdot S} = \frac{F}{E \cdot S} \quad (10)$$

Kde se člen  $\frac{\sigma_x}{E}$  ve jmenovateli zanedbá.

Pro zadanou úlohu lze tedy vyjádřit měrné skluzy na jednotlivých válcích, kde dochází k opásání takto:

$$\xi_3 = \frac{w_3 - w_7}{w_3} = \frac{\sigma_3 - \sigma_7}{\sigma_3} = \frac{Q_3 - Q_7}{E \cdot S} = \frac{F_3}{E \cdot S} \quad (11)$$

$F_3$  je obvodová síla u válce 3

$$\xi_7 = \frac{w_7 - w_8}{w_7} = \frac{\sigma_7 - \sigma_8}{\sigma_7} = \frac{Q_7 - Q_8}{E \cdot S} = \frac{F_7}{E \cdot S} \quad (12)$$

$F_7$  je obvodová síla u válce 7

$$\xi_8 = \frac{w_8 - w_3}{w_8} = \frac{\sigma_8 - \sigma_3}{\sigma_8} = \frac{Q_8 - Q_3}{E \cdot S} = \frac{F_8}{E \cdot S} \quad (13)$$

$F_8$  je obvodová síla u válce 8

Nyní je potřeba zaměřit se na válec 3, který je hnaným tělesem.

Geometrické převodové poměry:

$$R_3 = R_7 \quad (14)$$

$$D_{p3} = D_{p7} \quad (15)$$

Zjednodušený převodový poměr:

$$i_{37} = \frac{D_{p3}}{D_{p7}} = 1 \quad (16)$$

Skutečný převodový poměr:

$$i_{37} = \frac{D_{p3}}{D_{p7}} = \frac{D_{p3}}{D_{p3} \cdot (1 - \xi_3)} = \frac{1}{(1 - \xi_3)} \quad (17)$$

Dále bude potřeba si pro pozdější výpočet vyjádřit úhlovou rychlost:

$$i_{37} = \frac{\omega_3}{\omega_7} \quad (18)$$

$$\omega_3 = i_{37} \cdot \omega_7 \quad (19)$$

V dané úloze musí pro rychlosti v daných úsecích pásu platit:

$$w_3 > w_8 \quad (20)$$

$$w_3 > w_7 \quad (21)$$

Momenty na válcích, kde dochází ke skluzu, lze vyjádřit:

$$M_{K3} = (Q_3 - Q_7) \cdot \frac{D_{p3}}{2} = F_3 \cdot R_3 = \xi_3 \cdot E \cdot S \cdot R_3 \quad (22)$$

$$M_{K7} = (Q_7 - Q_8) \cdot \frac{D_{p7}}{2} = F_7 \cdot R_3 = \xi_7 \cdot E \cdot S \cdot R_3 \quad (23)$$

$$M_{K8} = (Q_8 - Q_3) \cdot \frac{D_{p8}}{2} = F_8 \cdot R_8 = \xi_8 \cdot E \cdot S \cdot R_8 \quad (24)$$

Síly v pásu před a za válcem 8 lze určit pomocí obvodové síly vzniklé při pohybu pásu jako:

$$Q_3 = Q_o + \frac{F_8}{2} \quad (25)$$

$$Q_8 = Q_o - \frac{F_8}{2} \quad (26)$$

Kde  $Q_o$  je síla v pásu za klidového stavu vyvolaná předpětím, kdy se válce netočí

Pro volbu předpětí pásu je doporučeno volit:  $\sigma_{Q_o} = 1,5 \text{ MPa}$

Pro předpětí platí vztah:

$$\sigma_{Q_o} = \frac{Q_o}{S} \quad (27)$$

Kde  $S$  je plocha průřezu řemene

Vyjádříme tedy sílu v pásu  $Q_o$ :

$$Q_o = \sigma_{Q_o} \cdot S \quad (28)$$

Pro napínací sílu  $F_o$  napínacího válce platí následující vztah:

$$F_o = \sin\left(\frac{\alpha_8}{2}\right) \cdot Q_o \cdot 2 \quad (29)$$

$$F_o = \sin\left(\frac{\alpha_8}{2}\right) \cdot \sigma_{Q_o} \cdot S \cdot 2 \quad (30)$$

$\alpha_8$  je úhel opásání napínacího válce, který nemůžeme zanedbat kvůli tomu, abychom se mohli dopracovat k závislosti momentu  $M_{K3}$  na napínací síle  $F_o$  válce 8. Z toho vyplývá, že nelze zanedbat ani skluz na tomto válci.

Odvození dané závislosti pomocí úhlové rychlosti:

$$\omega_7 = w_7 \cdot R_3 \quad (31)$$

$$\omega_3 = i_{37} \cdot w_7 \cdot R_3 = \frac{1}{(1 - \xi_3)} \cdot w_7 \cdot R_3 \quad (32)$$

Z toho můžeme vyjádřit moment  $M_{K3}$ :

$$P_3 = M_{K3} \cdot \omega_3 \quad (33)$$

$$M_{K3} = \frac{P_3}{\omega_3} = \frac{2 \cdot P_2 \cdot 0,98}{\omega_3} \quad (34)$$

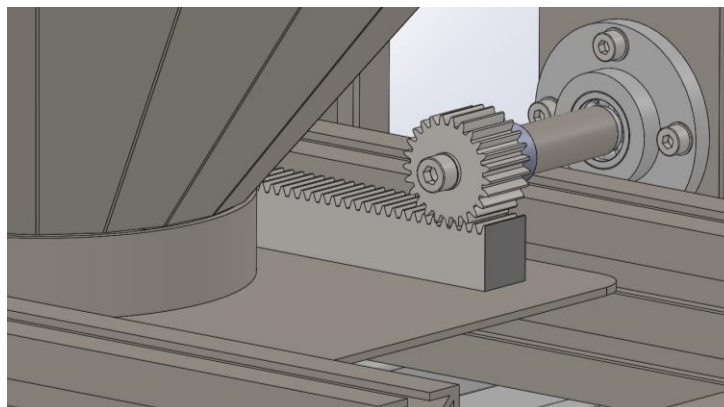
$$M_{K3} = \frac{2 \cdot P_2 \cdot 0,98 \cdot (1 - \xi_3)}{w_7 \cdot R_3} \quad (35)$$

Získali jsme tedy 2 rovnice o 2 neznámých k určení potřebného momentu  $M_{K3}$  v závislosti na napínací síle  $F_0$  a k určení skluzu  $\xi_3$  na válečku 3. Jedná se o rovnice (22) a (35).

Výkon  $P_2$  závisí na volbě elektromotoru,  $w_7$  je požadovaná rychlost a  $R_3$  je známý poloměr válce 3. [23]

### 3.2.13. Návrh převodu pro otevírání uzávěru ústí aspirační skříně

Přenos krouticího momentu na posuv desky se uskuteční pomocí ozubeného převodu. Pro určení parametrů ozubeného kola a hřebene, stejně tak za účelem vybrání vhodného pohonu otevíracího systému je klíčové znát krouticí moment hřídele, na níž je ozubené kolo nasazené. Tento moment lze odvodit ze síly, již je nutno v ozubení vyvinout pro posunutí nerezového plechu, který je volně uložen v drážkách profilů rámu aspirační skříně. K tomuto plechu je přišroubován hřeben, po němž se odvaluje ozubené kolo.



Obr. 45: Otevírací mechanismus

Při výpočtu se musí brát v úvahu, že se uzávěr otevírá při naplnění spodní kuželovité části stroje, kde se shromažďují vyčištěná slunečnicová semena o objemové hmotnosti  $\varphi = 550 \text{ kg/m}^3$ . [24]

Hmotnost uzavírací desky:  $m_d = 0,465 \text{ kg}$  a hřebene:  $m_h = 0,033 \text{ kg}$ . Hmotnosti dvou šroubů ISO 4762 M6x12 – 12C a dvou podložek ISO 7092 – 6 jsou zanedbatelné.

Výpočet maximálního přípustného objemu dávky slunečnicových semen:

$$V = \frac{\pi \cdot h}{3} (r_1^2 + r_1 \cdot r_2 + r_2^2) \quad (36)$$

$$V = \frac{\pi \cdot 126}{3} (306^2 + 306 \cdot 100 + 100^2) = 18968659 \text{ mm}^3 = 19 \text{ dm}^3$$

Pro další výpočty bude uvažován objem  $20 \text{ dm}^3$ , protože část semen může zůstat v prostoru mezikruží mezi vnějším pláštěm a vnitřní nádobou, do které je přiváděn vzduch z ventilátoru.

Určení hmotnosti dávky semen  $m_s$ :

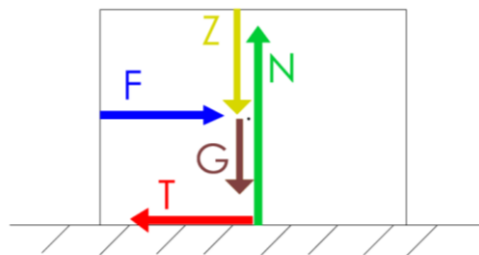
$$m_s = \varphi \cdot V = 550 \cdot 0,02 = 11 \text{ kg} \quad (37)$$

Celková hmotnost soustavy, která se bude vysouvat je:

$$m_{celk} = m_d + m_h \quad (38)$$

$$m_{celk} = 0,02 + 0,465 + 0,033 = 0,5 \text{ kg}$$

Danou úlohu lze zjednodušit podle schématu na obr. 46:



Obr. 46: Zobecněné schéma sil

G je tíha soustavy, která se vysouvá:

$$G = m_{celk} \cdot g \quad (39)$$

$$G = 0,5 \cdot 9,81 = 5 \text{ N}$$

Z je vnější zatížení dané tíhou směsi vyloupaných semen:

$$Z = m_s \cdot g \quad (40)$$

$$Z = 11 \cdot 9,81 = 108 \text{ N}$$

Soustava rovnovážných rovnic: [24]

$$x: F = T \quad (41)$$

$$y: N = G + Z \quad (42)$$

Z rovnic statické rovnováhy plyne, že síla  $F$ , která musí být vyvinuta pro posunutí uzávěru, je rovna třecí síle  $T$ , jež vzniká na stykové ploše posuvné desky a hran drážek profile rámu.

Tato třecí síla je přímo úměrná vertikální reakci  $N$  a součiniteli tření  $\mu$ , jenž pro styk materiálů z hliníku a oceli při dynamickém, suchém povrchu je:  $\mu = 0,47$ : [26]

$$T = N \cdot \mu = (G + Z) \cdot \mu \quad (43)$$

$$T = (5 + 108) \cdot 0,47 = 53 \text{ N} = F$$

Výše uvedené schéma je pouze zjednodušení, ve skutečnosti se síly  $F$  a  $T$  přenášejí do stykových ploch ozubení hřebena a kola. Na ozubené kolo působí krouticí moment, který lze určit ze síly  $F$  a poloměru záběru kola  $r = 12,5 \text{ mm} = 0,0125 \text{ m}$ :

$$M = F \cdot r \quad (44)$$

$$M = 53 \cdot 0,0125 = 0,7 \text{ m}$$

Optimální rychlost pohybu desky při otevírání nebo zavírání ústí skříně je  $v = 0,1 \text{ m/s}$ . Z toho je možné dopočítat úhlovou rychlost  $\omega$  ozubeného kola:

$$\omega = \frac{v}{r} \quad (45)$$

$$\omega = \frac{0,1}{0,0125} = 8 \text{ rad/s}$$

Z toho lze dále vypočítat minimální výkon pohonu  $P_{min}$ :

$$P_{min} = M \cdot \omega \quad (46)$$

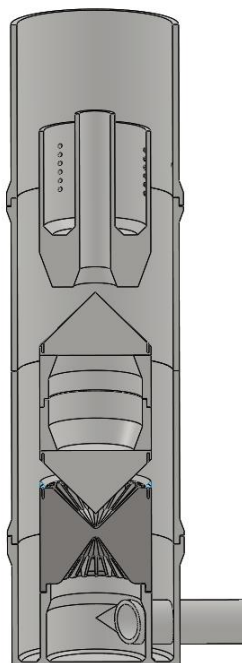
$$P_{min} = 0,7 \cdot 8 = 5,6 \text{ W}$$

Jako pohon na základě výpočtů volím standardní DC motor K6D 6N1 o výkonu  $P = 6 \text{ W}$  a napájecím napětí  $12 \text{ V}$ . [27]

Vzhledem k malému krouticímu momentu, malým silám působícím v ozubení a nízkým rychlostem lze použít pro návrh ozubeného převodu modul  $m_n = 1$ . Ozubené kolo i hřeben jsou nakupované součásti. Hřídel je uložen v ložiskách a zajištěn pojistným kroužkem proti axiálnímu posunutí. [28]

### 3.2.14. Tištěný model

Za účelem demonstrace proudění vzduchu v druhém návrhu aspirační skříně byl vytištěn zjednodušený model pomocí 3D-tiskárny. Výsledkem tohoto experimentu bylo zjištění, že je výhodné použít pro usměrňování proudu vzduchu z ventilátoru lamely, které přeruší nežádoucí cirkulaci ve vnitřní nádobě. V tištěné verzi aspirační skříně bez podpory usměrňovacích lamel docházelo totiž k vylétávání slupek ven do prostoru. Základním požadavkem pro separování slupek přitom je, aby se shromažďovaly ve svařenci koryta a vpádové trubice. Pro další pokusy v rámci experimentu proudění vzduchu v aspirační skříni byl proto navržen zjednodušený model zahrnující lamely.



Obr. 47: Tištěný model

## 4. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout funkční stroj, jenž by zaručil ideální oddělení slupek od vyloupaných olejnatých semen ze směsi přijímané po dávkách za použití proudění vzduchu. Stroj musí přitom kontinuálně pracovat za chodu celého laboratorního zařízení sloužící k vyhodnocování loupateľnosti olejnatých semen a zejména slunečnice.

K tomuto účelu vznikly na základě inspirací z provedené rešerše dva návrhy, přičemž druhý zahrnuje různé alternativy v podobě dvou verzí části svařence středu. Oba návrhy tvoří především plechové svařence. U prvního návrhu má aspirační sloupec obdélníkový tvar průřezu, zatímco druhá aspirační skříň je navržena pro kruhový průřez vnitřního pracovního prostoru. Největším koncepčním rozdílem mezi těmito návrhy je zavedení zařízení pro odsávání vzduchu za účelem přepravování slupek do odpadní nádoby, čehož se využilo v druhém případě. Další velice podstatnou odlišností je vývod očištěných semen ven z aspirační skříně. V prvním návrhu zajišťuje odvádění materiálu svařenec s nakloněnou rovinou a nakloněné síto propouštějící proud vzduchu z ventilátoru uvnitř těla skříně. Druhý návrh pracuje s vertikálním výpadem dávky čistých semen na pásový dopravník za pomoci automatického otevírání ústí aspirační skříně a díky horizontálnímu přívodu vzduchu z ventilátoru do vnitřní nádoby. Toto druhé řešení má výhodu v tom, že ventilátor může být umístěn kdekoliv mimo sestavu a nemusí stát přímo pod aspiračním strojem.

Hlavním faktorem pro vybrání druhého návrhu s odsáváním slupek byl především průběh proudění vzduchu v aspiračním kanálu. U prvního návrhu hrála roli nežádoucí pravděpodobnost, že by některé proudnice vzduchu směřovaly do otvorů ve stěně těla do svařence vpádu nebo vývodu. Druhá aspirační skříň tak představuje volbu pro výrobu reálného laboratorního modelu.

Tato verze návrhu byla ještě před výrobou otestována pomocí zjednodušeného modelu vytvořeného na 3D tiskárně. Model vytvořený v programu Solidworks je podpořen průvodními výpočty určených konstrukčních uzlů a výkresovou dokumentací v rámci příloh bakalářské práce, jež byla vytvořena pomocí zdrojů [29], [30] a [31].

## Seznam použité literatury

- [1] Zákony pro lidi: *Vyhláška č. 329/1997 Sb.*, [online], 31. 12. 1997 (aktuální znění: 1. 1. 2014) cit. [21. 4. 2019], [www.zakonyprolidi.cz](http://www.zakonyprolidi.cz) – Sbírka zákonů ČR – Ročník 1997 - 329/1997 Sb. – Oddíl 3 – olejnatá semena - § 9, dostupné na: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-329#oddil3>
- [2] Zákony pro lidi: *Vyhláška č. 329/1997 Sb., příloha č. 7* [online], 31. 12. 1997 (aktuální znění: 1. 1. 2014) cit. [21. 4. 2019], [www.zakonyprolidi.cz](http://www.zakonyprolidi.cz) – Sbírka zákonů ČR – Ročník 1997 - 329/1997 Sb. – Oddíl 3 – olejnatá semena - § 10 Členění na druhy, skupiny a podskupiny – příloha č. 7, dostupné na: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-329#oddil3>
- [3] KYNCL Václav, *Posklizňová úprava zrnin a olejin* [online], 8. 1. 2007 cit. [14. 4. 2019], Odborný týdeník Zemědělec, [www.zemedelec.cz](http://www.zemedelec.cz) – Posklizňová úprava zrnin a olejin, dostupné na: <https://www.zemedelec.cz/poskliznova-uprava-zrnin-a-olejin/>
- [4] Farmet.cz: *Technologie zpracování olejin* [online], 2019 cit. [21. 4. 2019], [www.farmet.cz](http://www.farmet.cz) – Framet – Oil & Feed Tech – Technologie zpracování olejin, dostupné na: <https://www.farmet.cz/cs/oft/technologie-zpracovani-olejin>
- [5] AF Mendelu, *Zpracování zemědělských produktů – rostlinná část* [online], 2019 cit. [21. 4. 2019], Portál e-learningových prezentací, [http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/) - Zpracování zemědělských produktů – rostlinná část, dostupné na: [http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/print.php?page=3767&typ=html](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=3767&typ=html)
- [6] Taurus s.r.o. Chrudim, *Čistička obilovin* [online], 2019 cit. [14. 2. 2019], [www.taurus-sro.cz](http://www.taurus-sro.cz) – výrobní program – třídíče, čističky – čistička obilovin, dostupné na: <https://www.taurus-sro.cz/cisticka-obilovin.html>
- [7] Taurus s.r.o. Chrudim, *Skříň aspirační SA 7/25* [online], 2019 cit. [14. 2. 2019], [www.taurus-sro.cz](http://www.taurus-sro.cz) – výrobní program – třídíče, čističky – čistička obilovin – skříň aspirační SA 7/25, dostupné na: [https://www.taurus-sro.cz/pdf/dopravniky/tridice/cisticka/tridic\\_skrin\\_SA7-25\\_prospekt.pdf](https://www.taurus-sro.cz/pdf/dopravniky/tridice/cisticka/tridic_skrin_SA7-25_prospekt.pdf)
- [8] CAHA spol. s r.o., *Aspirační skříň s recirkulací* [online], 2019 cit. [14. 2. 2019], [www.caha-pce.cz](http://www.caha-pce.cz) – příjem a čistírna – aspirační skříň s recirkulací, dostupné



- na: <<http://www.caha-pce.cz/prijem-a-cistirna/aspiracni-skrin-s-recirkulaci-ar1-ar2-ar3>>
- [9] JK Machinery, *LCR Vzduchové síťové třídiče* [online], 2018 cit. [15. 2. 2019], [jk-machinery.cz](http://jk-machinery.cz) – stroje – třídiče a čističky – JCR Vzduchové síťové třídiče, dostupné na: <<https://www.jk-machinery.cz/stroje/jcr-vzduchove-sitove-tridice/>>
- [10] JK Machinery, *JCC Čističky VibroCompact* [online], 2018 cit. [15. 2. 2019], [jk-machinery.cz](http://jk-machinery.cz) – stroje – třídiče a čističky – JCC Čističky VibroCompact, dostupné na: <<https://www.jk-machinery.cz/stroje/jcc-vibrocompact/>>
- [11] Šenovka spol. s r.o., *Sítový třídič předčistírenský PSVT (R) 50* [online], 2018 cit. [15. 2. 2019], [www.senovka.cz](http://www.senovka.cz) – příjem a čistící stroje, dostupné na: <<http://www.senovka.cz/vyrobn-program/prijem-a-cistirna/sitovy-tridic-predcistirensky-psvtr-50.htm>>
- [12] Farnet a.s., *FAS 500* [online], 2014 cit. [3. 3. 2018], [www.farnet.cz](http://www.farnet.cz) – Oil and Feed Tech – Stroje – Aspirační skříně, dostupné na: <<http://www.farnet.cz/cs/oft-aspiracni-skrine-fas-500?parentID=3669>>
- [13] Bühler AG, *Hull Separator SMA 203-3 OL* [online], 2019 cit. [15. 2. 2019], [www.buhlergroup.com](http://www.buhlergroup.com) – products – Hull Separator SMA 203-3 OL, dostupné na: <<https://www.buhlergroup.com/global/en/products/hull-separator-sma-203-3-ol.htm>>
- [14] ZANIN F.lli S.r.l, *Cleaners and separators* [online], 2018 cit. [15. 2. 2019], [en.zanin-italia.com](http://en.zanin-italia.com) – products – cleaners and separators, dostupné na: <[https://en.zanin-italia.com/products\\_cleaners-separators.html](https://en.zanin-italia.com/products_cleaners-separators.html)>
- [15] Almaco, *Modular equipment* [online], 2019 cit. [15. 2. 2019], [www.almaco.com](http://www.almaco.com) – seed processing systems – modular equipment, dostupné na: <<https://www.almaco.com/store/c19/modular-equipment/>>
- [16] SØBY, *SØBY R14 - R25 R40 - R60 Aspiration cleaners* [online], 2019 cit. [20. 4. 2019], [www.soby.com](http://www.soby.com) – products – aspiration cleaners - R14 - R25 R40 - R60 , dostupné na: <<http://www.soby.com/en/products/aspiration-cleaners/r14-r25-r40-r60/>>
- [17] AKYUREK TECHNOLOGY, *Air Recycling Aspirator* [online], 2018 cit. [20. 4. 2019], [akyurekltd.com](http://akyurekltd.com) – products – seed processing – air separators –

- air recycling aspirator, dostupné na: <<https://akyurekltd.com/en/Air-Recycling-Aspirator-43s.html>>
- [18] Původce: Ing. Jan Hoidekr, Majitel: Farnet a.s., Česká Sklice, *Zařízení pro testování loupateľnosti olejnatých semen* [online], 12. 4. 2016 cit. [3. 3. 2018], Úřad průmyslového vlastnictví - isdv.upv.cz – rešeršní databáze patentů a užitných vzorů, dostupné ve formátu pdf. na: <<http://isdv.upv.cz/doc/FullFiles/UtilityModels/FullDocuments/FDUM0029/uv029344.pdf>>
- [19] Původce a majitel: Carter Mayhew Manufacturingcompany, Minneapolis (Sp. St. A.), *Zařízení na loupání a čištění zrn* [online], 25. 4. 1930 cit. [3. 3. 2018], Úřad průmyslového vlastnictví - isdv.upv.cz – rešeršní databáze patentů a užitných vzorů, dostupné ve formátu pdf. na: <<http://isdv.upv.cz/doc/FullFiles/Patents/FullDocuments/31/31981.pdf>>
- [20] Feron A.S.: *Profil dutý svařovaný černý se čtvercovým průřezem, EN 10219 rozměr 30x2* [online], 2017 cit. [14. 5. 2018], [online.ferona.cz](http://online.ferona.cz) – sortiment ferony – trubky a jekly – čtvercové – rozměr 30x2, dostupné na: <<https://online.ferona.cz/detail/32756/profil-duty-svarovany-cerny-se-ctvercovym-prurezem-en-10219-rozmer-30x2>>
- [21] MATEZEX, *Nerezové trubky a jekly* [online], 2019 cit. [5. 5. 2019], [www.matezex.cz](http://www.matezex.cz) – nerezové trubky a jekly, dostupné na: <<https://www.matezex.cz/trubky-a-jekly.html>>
- [22] LOGiMAN, *Sigma katalog 2018.cdr* [online], 2018 cit. [27. 4. 2019], [www.logiman.cz](http://www.logiman.cz) – hliníkový konstrukční systém sigma – katalog systému sigma v pdf ke stažení, dostupné na: <<https://www.logiman.cz/deploy/img/fck/Image/ALU%20profily/AluSystem%20Sigma%20katalog%202018.pdf>>
- [23] BOLEK, Alfred a Josef KOCHMAN. Části strojů . 2. svazek. 5. přeprac. vyd. Praha: SNTL, 1990. 707 s. Technický průvodce Sv. 6. ISBN 80-03-00426-8.
- [24] VALÁŠEK, Michael, Vladimír STEJSKAL a Jiří BŘEZINA. Mechanika A. Vyd. 1. Praha: ČVUT, 2004. 153 s. ISBN 80-01-02890-9
- [25] Morkus Morava s.r.o, *Objemové hmotnosti skladovaných a přepravovaných komodit v zemědělství a průmyslu* [online], 2019 cit. [4. 5.





## Seznam obrázků

Obr. 1: Čistička obilovin [6].....	4
Obr. 2: Aspirační skříň s recirkulací [8].....	5
Obr. 3: Vzduchový síťový třídič [9] .....	5
Obr. 4: Čistička VibroContact [10] .....	6
Obr. 5: Síťový třídič předčistírenský PSVT (R) 50 [11].....	7
Obr. 6: Aspirační skříň FAS 500 [12] .....	8
Obr. 7: Hull Separator SMA 203-3 OL [13] .....	8
Obr. 8: „Rotary calibrator with/without aspiration“ Rotační kalibrátor [14] .....	9
Obr. 9: „Rotary cleaner with aspiration“ Rotační čistič s aspirací [14] .....	9
Obr. 10: „Inclined aspiration cleaner“ Nakloněná aspirační skříň [14] .....	10
Obr. 11: „Seed Dust Aspirating System“ Stroj na čištění semen od prachu [15].....	10
Obr. 12: „Air Blast Seed Cleaner“ Stroj určený k finálnímu čištění [15] .....	10
Obr. 13: „Aspiration cleaners“ Aspirační čistič [16].....	11
Obr. 14: Air Recycling Aspirator“ vzduchový recyklační aspirátor [17].....	12
Obr. 15: Aspirační skříň – Zařízení pro testování loupateľnosti olejnatých semen [18] .....	13
Obr. 16:Zařízení na loupání a čištění zrn [19].....	14
Obr. 17: Schéma proudění vzduchu .....	16
Obr. 18:Sestava aspirační skříně .....	17
Obr. 19:Tělo skříně.....	18
Obr. 20: Násypka.....	19
Obr. 21: Vývod do optické třídičky.....	19
Obr. 22: Vývod do odpadu .....	20
Obr. 23: Odpadní nádoba .....	20
Obr. 24: Síto .....	21
Obr. 25: Svařená konstrukce rámu .....	21
Obr. 26: Elektromotor a ventilátor s připojovací přírubou.....	22
Obr. 27: Schéma proudění vzduchu .....	24
Obr. 28: Sestava aspirační skříně – návrh 1 .....	25
Obr. 29:Řez sestavou – návrh 1.....	26
Obr. 30: Vpádová trubice s korytem .....	27
Obr. 31: Vývod - odsávací trubice s přírubou .....	28

Obr. 32: Horní část – vnější obal.....	28
Obr. 33: Střední část – vnější obal.....	29
Obr. 34: Dolní část obalu .....	30
Obr. 35: Dolní část obalu – pohled zespodu.....	31
Obr. 36: Dolní část vnějšího kuželového obalu.....	32
Obr. 37: Střed aspirační skříně .....	33
Obr. 38: Alternativní střed aspirační skříně.....	34
Obr. 39: Sigma profil str. 19 v katalogu – rám [23] .....	35
Obr. 40: Patní spojení str. 67 v katalogu [23].....	35
Obr. 41: Polohovatelné podstavy str. 69 v katalogu [23] .....	36
Obr. 42: Sestava rámu .....	36
Obr. 43: Pásový dopravník .....	38
Obr. 44: Schéma pásového dopravníku.....	39
Obr. 45: Otevírací mechanismus .....	42
Obr. 46: Zobecněné schéma sil .....	43
Obr. 48: Tištěný model.....	45

## Seznam tabulek

Tab. 1: Členění olejnatých semen [2] ..... 2



## Seznam příloh

(příloha 1) AS-01-01\_sestava\_aspiracni\_skrine\_navrh\_1

### *Elektronické přílohy na přiloženém CD:*

(příloha 2) AS-01-02\_navrhovy\_vyres\_aspiracni\_skrine\_1

(příloha 3) AS-02-01\_vyvod\_aspiracni\_skrin

(příloha 4) AS-02-02\_vpad\_s\_korytem

(příloha 5) AS-02-03\_horni\_cast\_vnejsi\_obal

(příloha 6) AS-02-04\_stredni\_cast\_vnejsi\_obal

(příloha 7) AS-02-05\_dolni\_cast\_vnejsi\_obal

(příloha 8) AS-02-06\_stred\_aspiracni\_skrine

(příloha 9) AS-02-07\_kuzelova\_cast\_vnejsi\_obal\_dolni

(příloha 10) AS-02-05\_dolni\_cast\_vnejsi\_obal

(příloha 11) AS-02-06\_stred\_aspiracni\_skrine

(příloha 12) AS-02-07\_kuzelova\_cast\_vnejsi\_obal\_dolni

(příloha 13) AS-02-08\_stred\_aspiracni\_skrine\_navrh\_2

(příloha 14) AS-02-09\_podpera\_stredu\_navrh\_2

(příloha 15) AS-02-10\_sestava\_ramu

(příloha 16) AS-03-01\_plech\_4x200x200

(příloha 17) AS-03-02\_horni\_konec\_kuzele\_navrh\_2

(příloha 18) AS-03-03\_Plech\_2x210x300

(příloha 19) AS-03-04\_plech\_priruba\_koryto

(příloha 20) AS-03-05\_spojovaci\_prvek\_koryta\_a\_trubky

(příloha 21) AS-03-06\_plech\_priruba\_ke\_vpadove\_trubici

(příloha 22) AS-03-07\_horni\_sito

(příloha 23) AS-03-08\_plech\_4x750x600

(příloha 24) AS-03-09\_plech\_priruba\_obal

(příloha 25) AS-03-10\_plech\_2x1200x600

(příloha 26) AS-03-11\_priruba\_plech\_4x400x420

(příloha 27) AS-03-12\_hridel\_otevirani\_vypadu

(příloha 28) AS-03-13\_ohnuty\_plech\_strecha

(příloha 29) AS-03-14\_tvarovana\_vnitri\_priruba\_plech

(příloha 30) AS-03-15\_dno\_vnitriho\_valce



(příloha 31)	AS-03-16_kuzel_plech_2x300x200
(příloha 32)	AS-03-17_obrobenny_konec_kuzele
(příloha 33)	AS-03-18_podstava_stred
(příloha 34)	AS-03-19_ohybany_plech_2x350x250
(příloha 35)	AS-03-20_deska_pro_ukotveni_dopravniku
(příloha 36)	AS-03-21_plech_podstava_stredni_casti
(příloha 37)	AS-03-22_trubka_stredu_s_dirami_254x2x200
(příloha 38)	AS-03-23_plech_priruba_horni_stred_navrh_2
(příloha 39)	AS-03-24_plech_priruba_trubka_dno_stredu
(příloha 40)	AS-03-25_odpadova_truice_privarena
(příloha 41)	AS-03-26_odpadova_trubice
(příloha 42)	AS-03-27_privadeci_trubice
(příloha 43)	AS-03-28_trubka_koryta_na_slupky
(příloha 44)	AS-03-29_trubka_vnejsi_obal_horni_cast
(příloha 45)	AS-03-30_trubka_s_otvorem_vnejsi_obal
(příloha 46)	AS-03-31_privadeci_trubice_z_ventilatoru
(příloha 47)	AS-03-32_trubka_s_dirou_vnitri_obal
(příloha 48)	AS-03-33_kovova_mrizka_stred
(příloha 49)	AS-03-34_trubka_stredu
(příloha 50)	AS-03-35_trubka_usti_aspiracni_skrine
(příloha 51)	AS-03-36_trubka_stred_navrh_2
(příloha 52)	AS-03-37_trubka_podpera_stredu_navrh_2
(příloha 53)	AS-03-38_plech_viko_dna_stredu
(příloha 54)	AS-03-39_L-profil_vyztuha
(příloha 55)	AS-03-40_plech_uzavirani_vypadu
(příloha 56)	AS-03-41_L-profil_uchyceni_dopravniku
(příloha 57)	AS-03-42_hridelova_spojka
(příloha 58)	CAD model aspirační skříně – návrh 1
(příloha 59)	CAD model aspirační skříně – návrh 2