



**FAKULTA  
STROJNÍ  
ČVUT V PRAZE**

# **Ústav konstruování a částí strojů**

**Problematika loupání olejnatých semen**

**Peeling of Oilseeds**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**2017**

**Jan PAVLÍČKO**

**Studijní program:** N2301 STROJNÍ INŽENÝRSTVÍ  
**Studijní obor:** 2301T047 Dopravní letadlová a transportní technika  
**Vedoucí práce:** Ing. Karel PETR, Ph.D.  
**Odborný konzultant:**

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Pavličko** Jméno: **Jan** Osobní číslo: **408899**  
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**  
Zadávací katedra/ústav: **Ústav konstruování a částí strojů**  
Studijní program: **Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Dopravní, letadlová a transportní technika**

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Problematika loupání olejnatých semen**

Název diplomové práce anglicky:

**Peeling of Oilseeds**

Pokyny pro vypracování:

V rámci diplomové práce student vypracuje rešerši problematiky zpracování olejnin. Dále navrhne koncepční řešení zpracování olejnatých semen, ve kterém se zaměří na loupání semen, a to především slunečnice. Dále popíše způsoby loupání technického konopí, bavlny, slunečnice, ... Student zohlední konvenční i nekonvenční metody. Student provede návrh experimentálního zařízení. Na vyrobeném zařízení budou provedeny testy a jejich vyhodnocení. Pro testy bude stanovena metodika testování a vyhodnocení. Diplomová práce byla zadána firmou Farnet a.s..  
Rozsah grafické části: sestavný výkres experimentálního zařízení.

Seznam doporučené literatury:

- [1] Odborné časopisy.
- [2] ŠVEC, V.: Části a mechanismy strojů. Mechanické převody. Praha: ČVUT, 2003.
- [3] web: <http://www.google.com/patents>
- [4] Firemní podklady

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

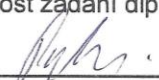
**Ing. Karel Petr Ph.D., ústav konstruování a částí strojů FS**

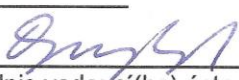
Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **27.03.2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **09.06.2017**

Platnost zadání diplomové práce: \_\_\_\_\_

  
Podpis vedoucí(ho) práce


  
Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

  
Podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

10.4.2017  
Datum převzetí zadání

  
Podpis studenta

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem: „Problematika loupání olejnatých semen“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Karla Petra, Ph.D., s použitím literatury uvedené na konci mé diplomové práce v seznamu použité literatury.

V Praze 06. 06. 2017

.....

Jan Pavlíčko

## Poděkování

Děkuji Ing. Karlu Petrovi, Ph.D. za odborné vedení, potřebné rady a připomínky při vypracování diplomové práce. Mé poděkování patří též Ing. Pavlu Malému, Ing. Janu Hoidekrovi a firmě Farmet.

## Anotační list

Jméno autora:	<b><i>Bc. Jan PAVLÍČKO</i></b>
Název BP:	Problematika loupání olejnatých semen
Anglický název:	Peeling of Oilseeds
Rok:	2017
Studijní program:	N2301 STROJNÍ INŽENÝRSTVÍ
Obor studia:	2301T047 Dopravní letadlová a transportní technika
Ústav:	<i>Ústav konstruování a částí strojů</i>
Vedoucí DP:	Ing. Karel Petr, Ph.D.
Bibliografické údaje:	počet stran 57 počet obrázků 55 počet tabulek 12 počet příloh 3
Klíčová slova:	Bavlníkové semeno, konopné semeno, loupání, olejnatá semena, slunečnicové semeno, třecí metoda
Keywords:	Cotton seed, decorticating, dehulling, friction method, hemp seed, oilseeds, peeling, sunflower seed

### Anotace:

Diplomová práce se zabývá problematikou loupání olejnatých semen, jako jsou slunečnicová, bavlníková a konopná. Práce zkoumá konvenční i nekonvenční způsoby loupání a na základě třecí metody je navrženo ruční experimentální zařízení. Jsou popsány testy a jejich vyhodnocení na vyrobeném experimentálním zařízení.

### Abstract:

This thesis deals with the matter of peeling oilseeds, such as sunflower seeds, cotton seeds and hemp seeds. The thesis inspects both conventional and non-conventional procedures; based on a friction method, an experimental device is proposed. Tests and their results carried out on the experimental device are being described.

## Obsah

1	Úvod .....	1
1.1	Cíle práce .....	1
2	Olejnata semena .....	2
2.1	Slunečnicové semeno .....	2
2.2	Bavlníkové semeno .....	6
2.3	Konopné semeno .....	8
3	Technologie zpracování semen .....	9
3.1	Třídění .....	9
3.2	Předúprava nevykloupaných semen .....	10
3.3	Loupání .....	11
3.4	Separace .....	12
3.5	Lisování .....	12
4	Rešerše loupacích zařízení .....	14
4.1	Čeští výrobci .....	14
4.2	Zahraniční výrobci .....	15
5	Analýza zařízení .....	19
5.1	Odstředivé loupací zařízení .....	19
5.2	Válcové loupací zařízení .....	20
5.3	Ultrazvukové loupací zařízení .....	21
5.4	Třecí loupací zařízení .....	23
6	Metoda návrhu zařízení .....	24
6.1	Návrh třecího loupacího zařízení .....	24
6.1.1	Parametry a koncepce zařízení .....	24
6.1.2	Rozměry zařízení .....	25
6.1.3	Realizace prvků zařízení .....	29
6.2	Výsledná vizualizace .....	32
7	Experimentální část .....	34
7.1	Povrch loupacích ploch .....	34
7.2	Předúpravy semen .....	34
7.3	Loupání na zařízení .....	35
7.3.1	Sója .....	36
7.3.2	Slunečnice .....	38

---

7.3.3	Bavlník .....	41
7.3.4	Konopí .....	44
7.4	Sumarizace .....	47
Závěr	.....	48
Seznam použité literatury	.....	49
Seznam obrázků	.....	51
Seznam tabulek	.....	54
Seznam příloh	.....	55
Seznam použitých zkratk a symbolů	.....	56

## 1 Úvod

Tato práce se zabývá problematikou zpracování olejnatých semen, detailněji zaměřenou na jejich loupání. Po seznámení se s různými druhy olejnatých semen a zpracovatelskými technologiemi jsou blíže zkoumány konvenční i nekonvenční způsoby loupání. Na základě nekonvenční třecí metody je navrženo ruční experimentální zařízení, které je po optimalizaci firmou Farnet a.s. vyrobeno a na kterém je testováno loupání několika druhů olejnatých semen, jako je slunečnicové, bavlníkové, konopné a sójové.

### 1.1 Cíle práce

Cílem této diplomové práce je analýza zpracování – loupání olejnatých semen a návrh experimentálního ručního zařízení schopného třením loupat olejnatá semena a na vyrobeném zařízení provést testování a vyhodnocení efektivity loupání pro různé druhy semen. Dílčím cílem je na základě uskutečněného testování diskutovat funkčnost a možné optimalizace vyrobeného stroje. Pro teoretické úvahy zabývající se samotnou třecí metodou, ale i předúpravami vedoucími k lepší oddělitelnosti slupky od jádra, budou provedeny ověřující experimenty. Výsledky analýz budou dále diskutovány a na základě zjištěných údajů bude vybrána nejvhodnější metoda pro daný druh osiva.



## 2 Olejnatá semena

Olejnatých semen existuje mnoho druhů, přičemž každý druh má i svá specifika, a to nejen na první pohled viditelná (velikost a barva slupky), ale i specifika z pohledu fyzikálního a účelu, ke kterému byly různé odrůdy vyšlechtěny – krmivářství, olejnatý průmysl aj. Nicméně každé semeno je charakterizováno dvěma zásadními částmi, jádrem a slupkou. Pokud se semena lisují celá, neoloupaná, dochází díky přítomnosti slupky ke vzniku nevýhod v závislosti na typu slupky:

- zvýšení opotřebení nástrojů
- snížení výtěžnosti oleje (slupka absorbuje určité procento oleje při lisování)
- snížení kvality oleje (změna barvy, výživových hodnot apod.)
- snížení kvality výlisku (vysoký obsah vlákniny).

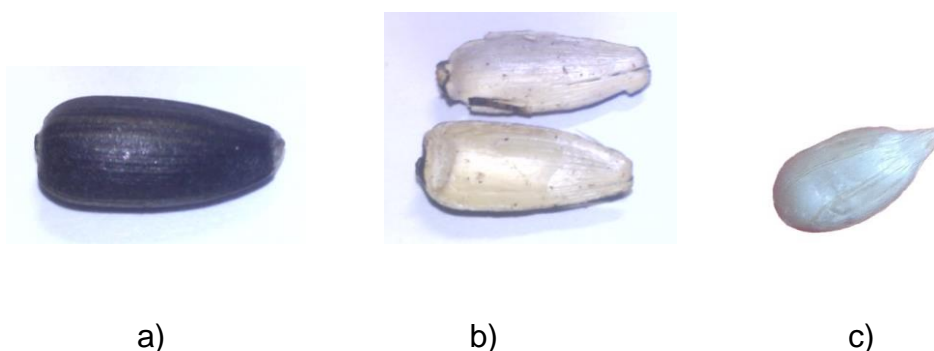
Procentuální množství získatelného oleje z jednotlivých druhů semen je názorně viditelné v Tab. 1. Průměrná světová výtěžnost všech semen dle [13] činí 25,8 %.

**Tab. 1.** Průměrná světová výtěžnost oleje z olejnatých plodů [13]

Bavlník	15,1%	Řepka olejka	38,6%	Sezam	42,4%
Sójový bob	18,3%	Podzemnice olejná	40,3%	Palmová jádra	44,6%
Lněné semínko	33,5%	Slunečnice	40,9%	Kokosový ořech	62,4%

### 2.1 Slunečnicové semeno

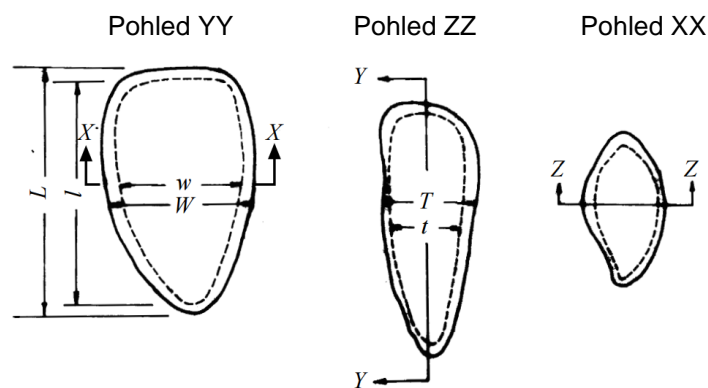
Na Obr. 1. je zobrazeno slunečnicové semeno ve třech stavech – a) celé nevyloupnuté, b) slupka a c) samotné jádro.



**Obr. 1.** Slunečnicové semeno a) celé b) slupka c) jádro

Semena slunečnice díky své přesně nedefinovatelné geometrii vytvářejí řadu problémů při návrhu procesních zařízení. Často jsou rozdělována do tříd velikosti, podle kterých se dále nastavují loupací podmínky, čímž se výrazně zvyšuje výsledná efektivita loupacího procesu. Na obrázku Obr. 2. [7] je slunečnicové semínko ve třech pohledech, ve kterých je znázorněna hranice celého semínka – plná čára a čárkovanou čarou je naznačena hranice jádra. Malými písmeny jsou zakótovány rozměry jádra ( $l$  – délka,  $t$  – výška,  $w$  – šířka), velkými písmeny pak obdobně rozměry celého semínka dle Obr. 3.

Na Obr. 3. [7] je tabulka rozřazující semena dle velikosti do tří hlavních skupin – velká (Large), střední (Medium) a malá (Small) a jedné vedlejší (Ungraded). U každé třídy jsou vypsány parametry s možnou odchylkou vycházející z Obr. 2. doplněné o hmotnost semínka ( $M$ ) a hmotnost samotného jádra ( $m$ ).



Obr. 2. Rozměry semena promítnuty v systému souřadnic XYZ [7]

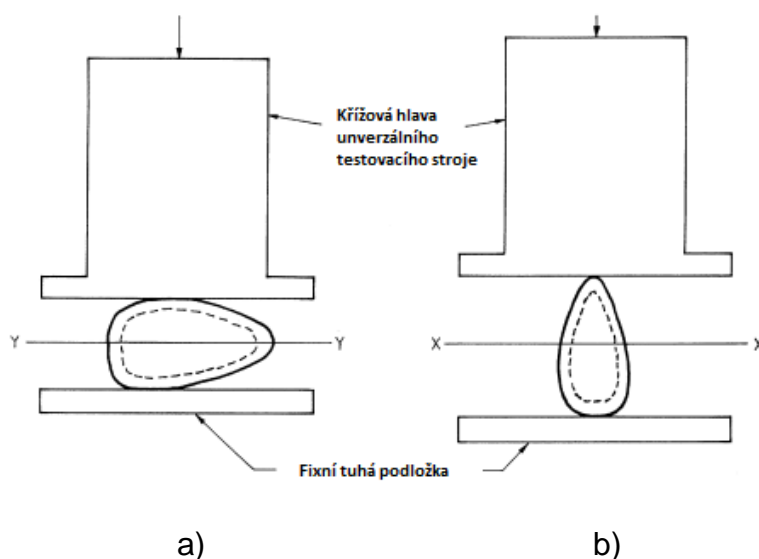
Particulars	Size category			
	Ungraded	Large	Medium	Small
Length of seed, mm	8.02–10.84	>10	8–10	<8
Percent of sample				
By number, %	100	11	81	8
By mass, %	100	11.10	82.58	6.32
Average dimensions				
<b>Seed</b>				
Length( $L$ ), mm	$9.52 \pm 0.70$	$9.96 \pm 0.58$	$9.27 \pm 0.68$	$8.92 \pm 0.24$
Width( $W$ ), mm	$5.12 \pm 0.43$	$5.87 \pm 0.21$	$4.78 \pm 0.34$	$3.92 \pm 0.30$
Thickness( $T$ ), mm	$3.27 \pm 0.31$	$4.16 \pm 0.11$	$3.32 \pm 0.27$	$2.52 \pm 0.24$
Mass( $M$ ), g	$0.049 \pm 0.012$	$0.065 \pm 0.01$	$0.048 \pm 0.01$	$0.032 \pm 0.008$
<b>Kernel</b>				
Length( $l$ ), mm	$8.28 \pm 0.58$	$9.13 \pm 0.35$	$7.85 \pm 0.40$	$7.23 \pm 0.23$
Width( $w$ ), mm	$4.09 \pm 0.30$	$4.93 \pm 0.23$	$4.58 \pm 0.16$	$3.59 \pm 0.15$
Thickness( $t$ ), mm	$2.43 \pm 0.27$	$2.72 \pm 0.16$	$2.26 \pm 0.20$	$2.09 \pm 0.21$
Mass( $m$ ), g	$0.034 \pm 0.01$	$0.061 \pm 0.006$	$0.039 \pm 0.003$	$0.021 \pm 0.006$

Obr. 3. Tabulka kategorií a příslušných rozměrů [7]

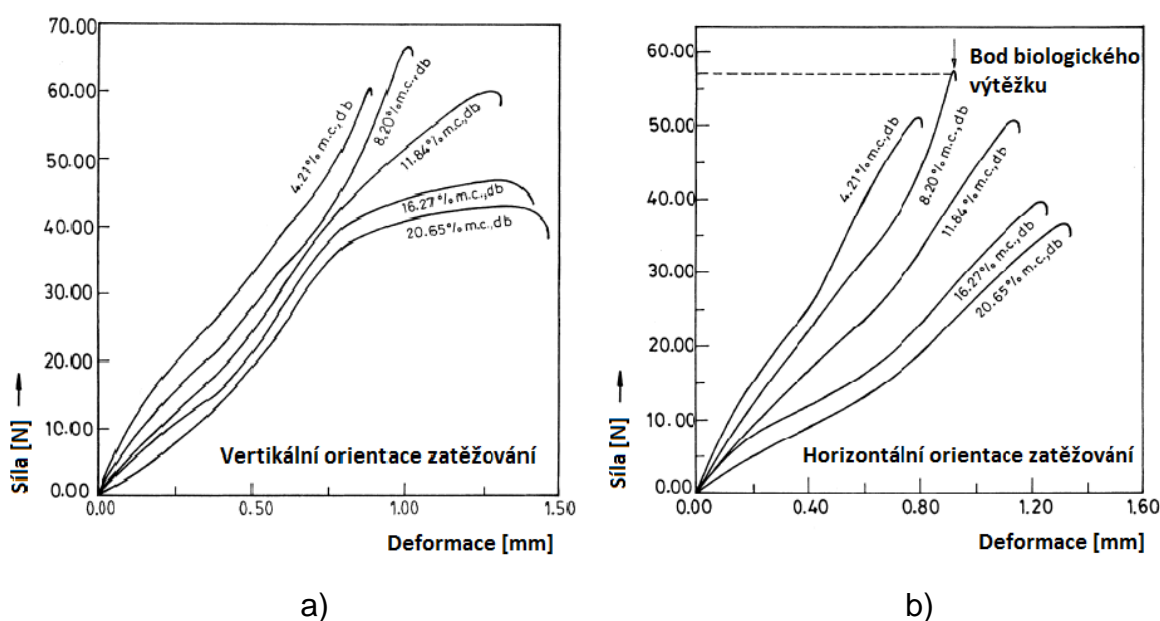
Slupka – tvoří 20% až 30% osiva, je porézní se schopností absorbovat vodu a chrání jádro. Její složení je obvykle z hrubé vlákniny (nestravitelné a nerozpustné ve vodě), celulózy a zanedbatelného procenta tuku.

Jádro – měkké, relativně pružné, soudržné, bohaté na tuky a bílkoviny obsahuje kyselinu linolovou.

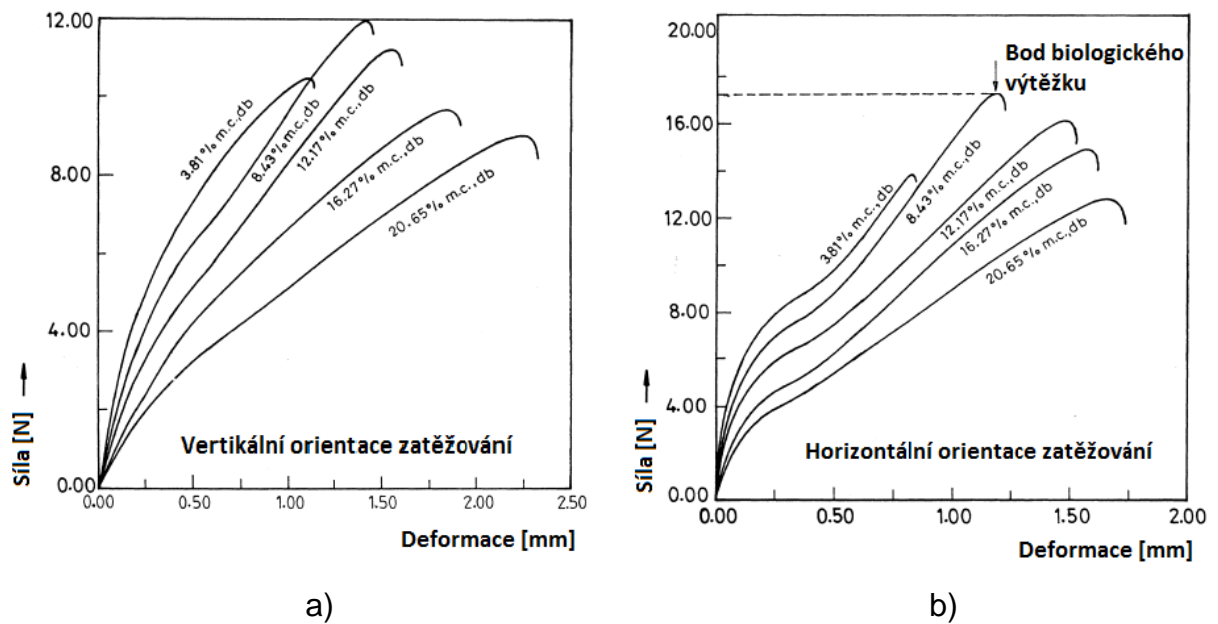
Následující hodnoty a obrázky Obr. 4., 5., 6., 7. jsou převzaty z [6]. Na Obr. 4. je znázorněno zatěžování semínka rychlostí 1 mm/min ve dvou krajních polohách, jmenovitě v horizontální a vertikální poloze.



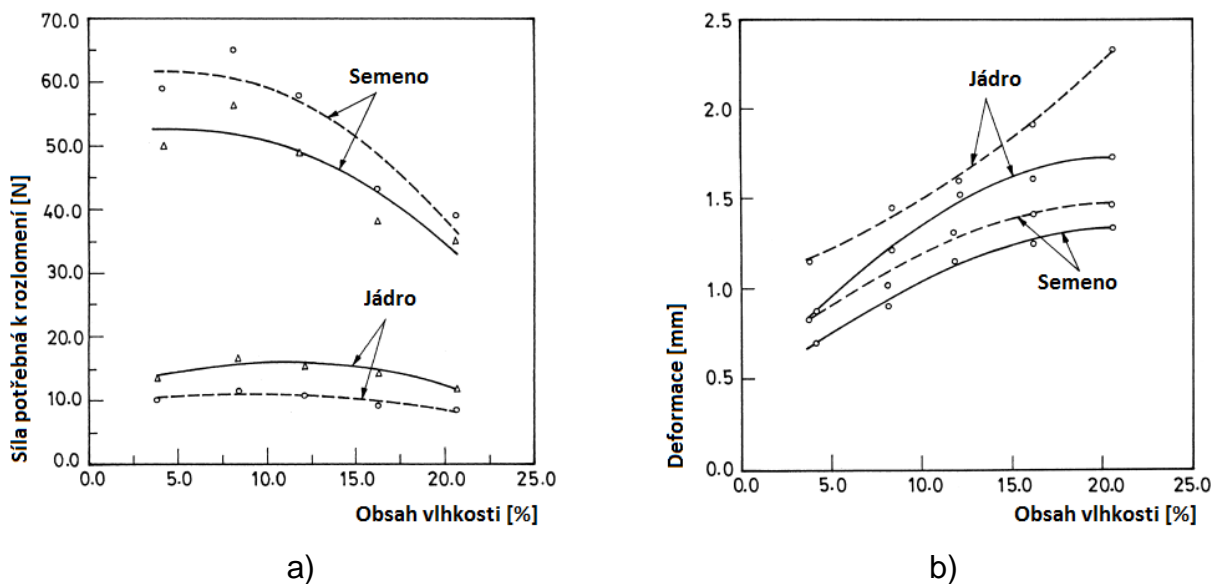
Obr. 4. Kvazistatické zatěžování osiva a) horizontální b) vertikální poloha, přeloženo z angličtiny [6]



Obr. 5. Závislost deformace celého semínka na síle jako funkce vlhkosti při zatěžování a) vertikálním b) horizontálním, přeloženo z angličtiny [6]



**Obr. 6.** Závislost deformace jádra na síle jako funkce vlhkosti při zatěžování a) vertikálním b) horizontálním, přeloženo z angličtiny [6]



**Obr. 7.** Vliv obsahu vlhkosti a) na síle potřebné k rozlomení b) na deformaci; (—) horizontální zatížení, (- -) vertikální zatížení, přeloženo z angličtiny [6]

Je evidentní, že průměrná síla potřebná k porušení slupky se mění v závislosti na obsahu vlhkosti a dopadové poloze osiva, tedy na jeho natočení vůči zatěžovací síle. Obecně lze konstatovat, že se vzrůstající vlhkostí a s přiblížením se horizontální poloze semínka je potřebná síla k porušení integrity slupky nižší. Slupku však lze sytit pouze na mez nasycení vláken, tj. cca na 20 % vlhkost, při dalším navyšování vlhkosti se pevnost již nemění [6]. Shrnutí okrajových stavů viz Tab. 2.

**Tab. 2.** Závislost síly na vlhkosti a poloze dopadu osiva [6]

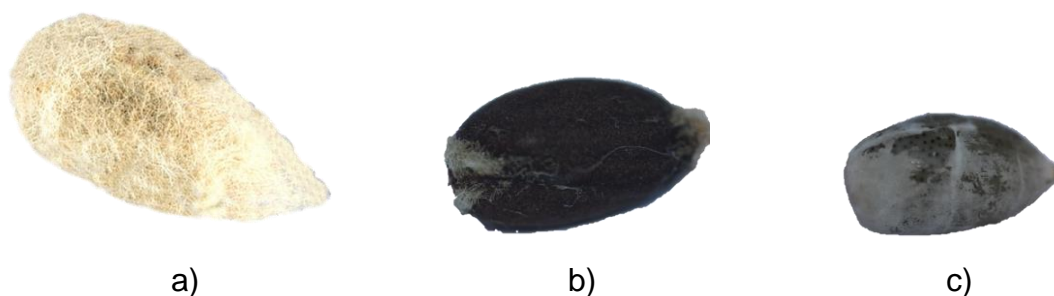
vlhkost	horizontální	vertikální
4,2%	50,21[N]	59,12[N]
20,7%	35,26 [N]	39,06 [N]

## 2.2 Bavlníkové semeno

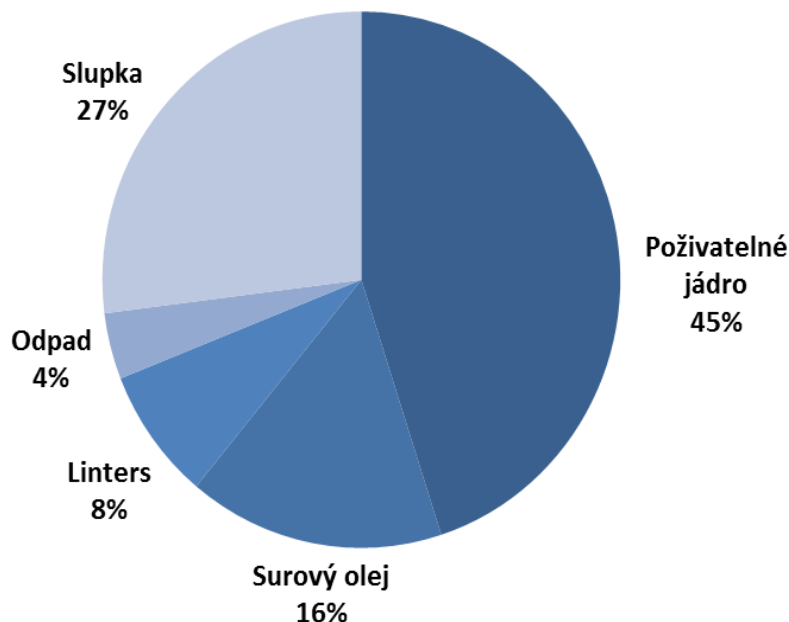
Na Obr. 8. [11] je viditelná dekompozice celé vrchní části rostliny. V horní části obrázku jsou vidět semena vyseparovaná z chomáče bavlny – ten je napravo. Vlevo je celá plodová část bavlníku se semenem stále uvnitř, dole pak samotný kalich.


**Obr. 8.** Dekompozice plodové části bavlníku [11]

Na Obr. 9. je v detailu vidět bavlníkové jádro a semeno s krátkými reziduálními vlákny – linters a bez vláken. Největší rozměr semena bývá průměrně 9,2 mm v ose a diametr pak cca 5,2 mm.


**Obr. 9.** Detail bavlníkových semen a) s linters b) bez linters c) jádro

Obr. 10. [12] znázorňuje výtěžnost bavlníkových produktů v procentech vztažených na hmotnostní jednotku osiva, které již bylo zbaveno bavlny.



Obr. 10. Výtěžnost bavlníkových produktů [12]

Samotné semeno je složeno z nestrávitelné slupky (31 %) obsahující velké množství vlákniny a jádra (69 %), které je bohaté na proteiny, obsahuje olej, některé vitamíny a minerály atd. Výtěžnost oleje ze semene se pohybuje kolem 15,1 %, tedy méně, než je průměr pro olejnatá semena (25,8 %), avšak vzhledem k faktu, že bavlník není primárně pěstován kvůli potravinářským účelům (ty jsou pouze vedlejším produktem), jedná se stále o vysoké procento obsahu oleje. Zbylá část jádra – výlisek – je dále tepelně zpracován, čímž se zvýší jeho výživové hodnoty a je dále využíván jako krmivo dobytka, v největší míře například v Severní Americe. Článek [14] se zabývá tepelným zpracováním výlisku, respektive vlivem teploty na chemické složení v závislosti na reaktivitě kondenzovaných taninů.

Olej z bavlníkových semen je kapalný (teplota tání 10 – 16°C), s vysokým obsahem kyseliny linolové (52 %) a s výrazným obsahem kyseliny palmitové (24 %) a olejové (22 %). Ve srovnání s jinými tekutými oleji má vysoký obsah nasycených mastných kyselin, a proto je využíván v široké škále potravinářských oblastí. V malém množství se však vyskytují i nežádoucí látky, které je nutné odstranit, a to co nejšetrněji tak, aby vitamíny a minerály zůstaly zachovány. Mezi nejzásadnější



nežádoucí složky bavlníkového oleje patří pesticidy a gossypol – ten dává oleji v jeho surové formě typicky tmavě rudohnědou barvu a je možné ho odstranit rafinací. Existuje však více procesů, které jsou schopny přetvořit nepoživatelné na pro člověka požitelné produkty bavlníkového semena, a to deaktivací, extrakcí nebo mechanickou separací gossypolu. Článek [16] přezkoumává pětadvacetiletý vývoj takového zpracování a využití geneticky modifikovaných bezpigmentových bavlníkových semen. Během tohoto období byly vyvinuty procesy schopné přípravy nezávadných stravitelných produktů, bylo definováno složení a funkční charakteristiky obsažených složek, došlo k určení a prokázání možných potravinářských aplikací, na základě čehož byly vyhodnoceny nutriční hodnoty spotřebních výrobků.

Veškeré hodnoty jsou však vytvořeny z určitého průměru, bližší rozbor v závislosti na odrůdě je evidentní z publikace [15], kde bylo experimentálně zanalyzováno osm druhů bavlníku (po vyloupání a odseparování běžným loupáčem a separátorem). Srovnány byly nejen chemické, ale i fyzikální vlastnosti jednotlivých odrůd.

### 2.3 Konopné semeno

Pro průmyslové účely je používána odrůda technického konopí, které obsahuje pouze stopové množství psychotropní látky THC. Obsah oleje v semenech dosahuje až 35 %, což je více než udávaná průměrná výtěžnost olejin (25,8 %).

Na Obr. 11. je zobrazen detail a) konopného semena a b) jádra, které je ve srovnání s např. slunečnicí nebo bavlníkovým semenem geometricky podstatně pravidelnějšího tvaru a též dosahuje menších rozměrů. Nejdelší rozměr – délka od tzv. pupku k jizvě činí při vlhkosti 8,6 % cca 3,8 mm šířka v příčném směru v rovině švu cca 3 mm a výška je přibližně 2,5 mm [17]. Jeho slupka je tvořena dvěma částmi, které jsou spojeny švem. V těchto místech přirozené koncentrace napětí pak dochází nejčastěji k porušení integrity (teplotou / mechanicky).



**Obr. 11.** Detail konopného semena a) celé b) jádro

### 3 Technologie zpracování semen

Kroky potřebné k získání samotného jádra mohou být pro různé druhy semen místy odlišné, tomu je nutno přizpůsobit i zvolenou technologii. Například u bavlníkových semen musí po sklizení a vysušení celých vrchních částí rostliny dojít k oddělení vláken od semena pomocí speciálně navržených válců a česačů. Zbytková vlákna – linters, je vhodné poté také odstranit, přestože v některých oblastech je bavlník loupán i se zbytkovými vlákny (nerozvinutý trh s bavlnou, či neschopnost řádného zpracování slupek). Je-li však bavlník loupán společně s linters, dochází k znehodnocení a menší výtěžnosti oleje, tedy k ekonomickým ztrátám. Dále je žádoucí separovat nečistoty a přídavný materiál od všech druhů semen, k čemuž slouží vibrační separátory, odkameňovače či nízkotlaké odstředivé ventilátory.

Dalšími kroky se proces zpracování pro různé druhy olejnin již nijak zásadně neodlišuje. Semena jsou přes dopravníky transportována do míst, kde vpadají do usměrňovačů. Nastávají tři možné scénáře, a to vysoko objemové loupání mezi válci, odstředivé loupání či méně běžné třecí loupání. Každá z metod má své klady i zápory, které jsou podrobněji rozebrány v kapitole 5. Výsledné produkty je poté nutno odvést od loupacího zařízení a dopravit je na třídíčku, která vytrídí vyloupaná jádra od slupek a nevylopaných či pouze částečně vyloupaných semen.

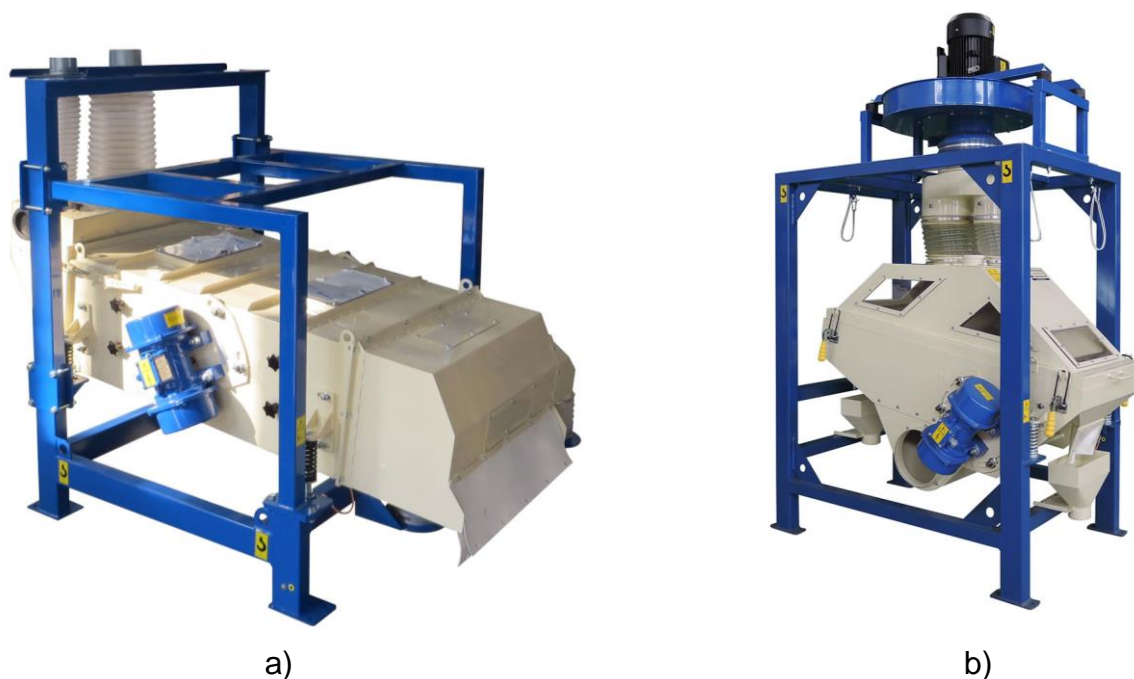
Pokud je cílem extrakce oleje, základními metodami jsou lisování osiva buď hydraulicky, nebo lisovacím šroubem. Oba tyto postupy však zanechávají až 20% dostupného oleje ve výlisku. Pokročilejší metodou je předlisovací rozpouštěcí proces extrakce. Jedná se o kombinaci mechanického tlaku a extrakce rozpouštěním výlisku tak, že ve výsledku je tato metoda schopna vyextrahovat více než 97% oleje z celkového množství obsaženého v semeni. V současné době závisí používaný způsob na technologické vyspělosti a vybavenosti jednotlivých lisoven (nejčastěji se odvíjející od geografické polohy).

#### 3.1 Třídění

Obecně nejrozšířenější jsou univerzální vibrační třídíče, viz Obr. 12. a), které jsou schopny odseparovat různé vstupní složky do několika tříd podle velikosti. Děje se tak na vibrujících nad sebou pod úhlem naskládaných síťových polích, na které je rovnoměrně dopravován materiál. Semena projdou prvním sítem a zastavují se na druhém, přičemž další jejich pohyb je realizován na zadní straně síta, odkud vstupují k dalšímu zpracování přes vertikální aspirační kanál. Nečistoty menší a větší než



semena zůstávají na prvním a třetím sítu, odkud se odvádějí pryč. Obdobným typem je horizontální rotační síto využívající rotační a vibrační pohyb k oddělení velkých i malých nečistot (kameny, hlíny, slámy, písky, drobná semena atd.). Děje se tak v utěsněné skříni na třívrstevném třídíči a za pomoci aspiračního systému. Za další typ třídíče lze považovat i odkameňovač Obr. 12. b), jenž pomocí kombinace vibrací, prosévání přes dvouvrstvá síta a vzdušných proudů odstraňuje kameny (těžké) od lehkých složek vstupních entit. Odkameňovač bývá spárován s nízkotlakým odstředivým ventilátorem, který využívá pneumatického principu oddělení materiálu. Třídění na základě různých hmotností složek lze provést i nízkotlakým odstředivým ventilátorem pomocí vzduchového proudu, kdy lehčí částice vylétávají vzhůru a těžší jsou jímána ve spodní části zařízení.



Obr. 12. JK Machinery a) vibrační třídíč PVT 800 b) odkaménkovávač KVR 500

### 3.2 Předúprava nevyzloupaných semen

Snahy o celkové zvýšení výtěžnosti jader, snížení energetických nároků na loupání a získání co nejméně porušených jader ústí v experimenty spočívající v předúpravách nevyzloupaných semen. V publikaci [18] jsou pro bavlníková semena zbavená linters zkoumány tyto předúpravy:

- a) dynamický ohřev semen majících různou vlhkost parou a následné sušení nepřímým teplem

- b) dynamický ohřev semen majících různou vlhkost parou a následné prudké ochlazení vzduchem
- c) dynamický ohřev semen majících různou vlhkost přehřátou parou a následné sušení nepřímým teplem
- d) dynamický ohřev semen majících různou vlhkost přehřátou parou a následné prudké ochlazení vzduchem

V důsledku takovýchto úprav je jádro při loupání více rezistentní proti rozlomení. Výsledkem zkoumání tedy bylo zjištění, že dané procesy významně v pozitivním smyslu ovlivňují celkovou výtěžnost jader, nicméně ekonomická stránka celého procesu není zohledněna.

### 3.3 Loupání

Jedná se o jednu z velmi důležitých technologií v oblasti zpracování semen, ať už je výsledný produkt dále zpracováván, nebo jde ve formě celých jader přímo na trh. Loupání je důležité např. u slunečnice i z důvodu použitelnosti výlisků jako krmiva pro hospodářská zvířata, kde by byl vyšší obsah nestravitelné vlákniny obsažené ve slupkách nežádoucí. Pokud má být zaručen určitý standard kvality a ekonomická účinnost, je zapotřebí efektivně vyloupat dané osivo a zvýšit tím následnou výtěžnost při lisování.

Proces loupání je vícefázovou záležitostí, kde obecná snaha je nepoškodit či minimalizovat poškození jádra. Díky časté neidentičnosti a složité geometrii jednotlivých semen však nelze unifikovat podmínky pro dokonalou separaci jádra a slupky po prvním loupacím cyklu. Nedílnou součástí loupacích systémů jsou proto následné třídičky, ze kterých jsou navracena nevylopaná či pouze částečně vylopaná semena zpět do loupacího zařízení.

Jak vyplývá z předchozích kapitol, je esenciální podstatou procesu najít optimální kombinaci síly, která působí na semeno s efektivitou a energetickou náročností loupání. Bude-li síla příliš velká, dojde sice k vyloupení, nicméně za cenu zničení jádra a ztrátě určitého procenta oleje. Naopak, bude-li síla příliš nízká, nedojde k porušení a osivo bude stále vráceno do loupacího procesu. Pro každý druh osiva je tedy zapotřebí různých parametrů, ať už z hlediska nutné síly k rozlomení slupky, či konstrukce stroje jako takového.

Problematika loupání je rozepsána v dalších kapitolách.

### 3.4 Separace

Po vyloupání semen je nutné odvést slupky od jádra a navrátit nevyhloupaná semena zpět do loupacího procesu. K tomuto účelu slouží bubnové – Obr. 13. a) nebo úrovňové – Obr. 13. b) separátory a třídíče, kde je samotná separace realizovatelná díky rozdílným hmotnostem částí semen. Avšak ve výsledku žádný proces není dokonalý, tedy nedochází k naprosté separaci: podíl slupky obsažené mezi jádry může být až 16% a jádro odseparováno s odpadem pryč je zastoupeno do 0,5%.

Slupky, jakožto odpadní produkt, jsou dále peletovány, tj. tepelně a pod tlakem stlačeny do předem definovaného geometrického útvaru (např. granule) a následně využity jako palivo (spáleny například v kotlích na pelety). Určité procento slupek však může být zpětně navraceno k jádrům, aby v případě lisování ve šnekových lisech byl zaručen výtok oleje odtokovými mezerami.



a)



b)

**Obr. 13.** Separátor firmy KMEC engineering a) dvouvrstvý b) jednobubnový

### 3.5 Lisování

Nejrozšířenější metodou je lisování za pomoci lisovacího šroubu, kdy je použit robustní hřídel s různě nastavenými boky přítlačné šnekovnice, která vtlačuje přes mřížku materiál do komory. Tyto lisy jsou viditelné na Obr. 14. a Obr. 15. Aby nedocházelo k zablokování šneku v komoře kvůli přehlcení materiálem, je lisovací šroub přibližně v polovině své délky modifikován a vybaven míchací tyčinkou. Používá se jak u lisování za tepla, tak u lisování za studena. Za tepla dochází k významnému zvýšení teploty v důsledku otáčení šneku, což urychluje extrakci

oleje, a tím šetří energetickou náročnost, nicméně výsledkem je méně kvalitní olej než při lisování za studena. Výhodou těchto zařízení je relativní jednoduchost, a kromě lisování je možná i filtrace díky možnosti instalace přídavného vakuového zařízení. To celkově snižuje náklady a zjednodušuje lisovací proces.

Další možností je použití hydraulického lisu. Ten většinou bývá designován jako kompaktní stroj pro použití v maloprodukcí pro nejrůznější olejnatá semena. Lisovací čas zabere 5-7 minut, kdy je v komoře postupně zvyšován tlak, až do extrakce oleje a výsledkem je velmi kvalitní čistý olej.



**Obr. 14.** Lisovací zařízení firmy Farnet a.s., typ Farmer 20



**Obr. 15.** Šroubový lis Everychina, typ ZX 18

## 4 Rešerše loupacích zařízení

Drtivá většina nabízených loupacích strojů je založena na konvenčním – mechanickém způsobu dělení – Obr. 16. b) až Obr. 23., avšak lze nalézt i nekonvenční metody, jakými jsou například třecí – Obr. 24., ultrazvukové a loupání v lázni s tekutým dusíkem. Patentová rešerše je k dispozici v příloze 1.

### 4.1 Čeští výrobci

Mezi přední české výrobce zaměřující se na výrobu strojů pro zpracování olejnin patří firma Farmet a.s. a JK Machinery. Obě firmy jsou schopny dodávek zařízení a technologií pro malé i velké podniky, od čehož se odvíjí výkonové řady daných strojů.

#### JK Machinery

Varianta KLS 500 na Obr. 16. a) je vhodná pro loupání osiva s tvrdou slupkou. V horizontální ose je umístěn rotor, který vymrští osivo na plášť – dopadovou plochu. Materiál po vyloupnutí na nárazovém kotouči pak vlastní tíhou padá k ústí ve spodní části zařízení.

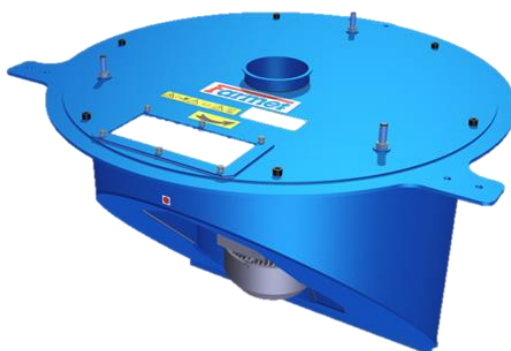
Varianta KDL 600 na Obr. 16. b) je vhodná k loupání méně soudržných slupek. Osivo padá na disk, jehož osa otáčení je vertikální, nerotační protikus může měnit velikost loupací mezery. Na zařízení je dále viditelné připojení aspirační skříně, které odsává slupky.



**Obr. 16.** Loupačka firmy JK Machinery, typ a) KDL 600 b) KLS 500

## Farmet a.s.

Loupačka FH 2000 Obr. 17. je určena pro loupání semen slunečnice a sóji. Na centrální rotor ve vertikální ose je přivedeno semeno, které je odstředivou silou urychleno a nárazem se tříští o stator. Rychlost otáčení pro různé druhy semen je možné regulovat frekvenčním měničem.



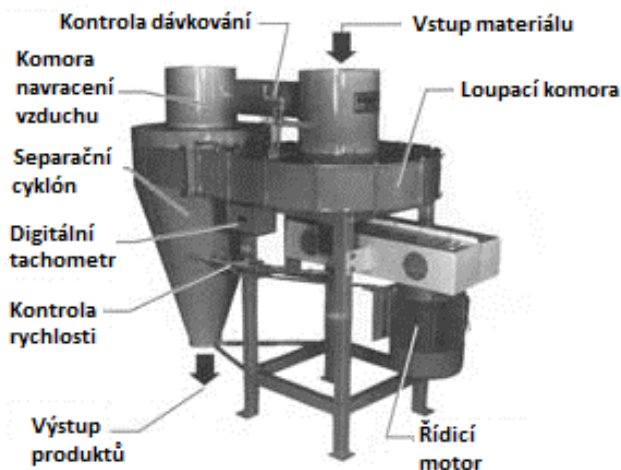
Obr. 17. Loupačka firmy Farmet a.s., typ FH 2000 se spodním pohonem

## 4.2 Zahraniční výrobci

Mezi špičky zahraniční výroby patří švýcarská firma Bühler. Dalšími zmiňovanými výrobci jsou: CPM a Forsberg inc. (USA), Schule (Německo), Akyurek (Turecko), Cottor Plants (India) Pvt. Ltd. (Indie) a KMEC engineering (Čína).

## Forsbergs inc.

Loupačka na Obr. 18. je určená primárně k loupání slunečnice a ovsa. Funguje na odstředivém principu. Po vyloupání vstupuje materiál do cyklonu, odkud je nasměrován do míst dalšího zpracování.



Obr. 18. Loupačka firmy Forsbergs inc, typ 15D, přeloženo z angličtiny



## Schule

Univerzální loupačka slunečnice a ovesa FKS 500, viz Obr. 19., fungující na odstředivém principu je osazena centrálním kontinuálně regulovatelným motorem pro dosažení optimálního nastavení otáček pro daný vstupní materiál.



**Obr. 19.** Loupačka firmy Schule, typ FKS 500

## Akyurek

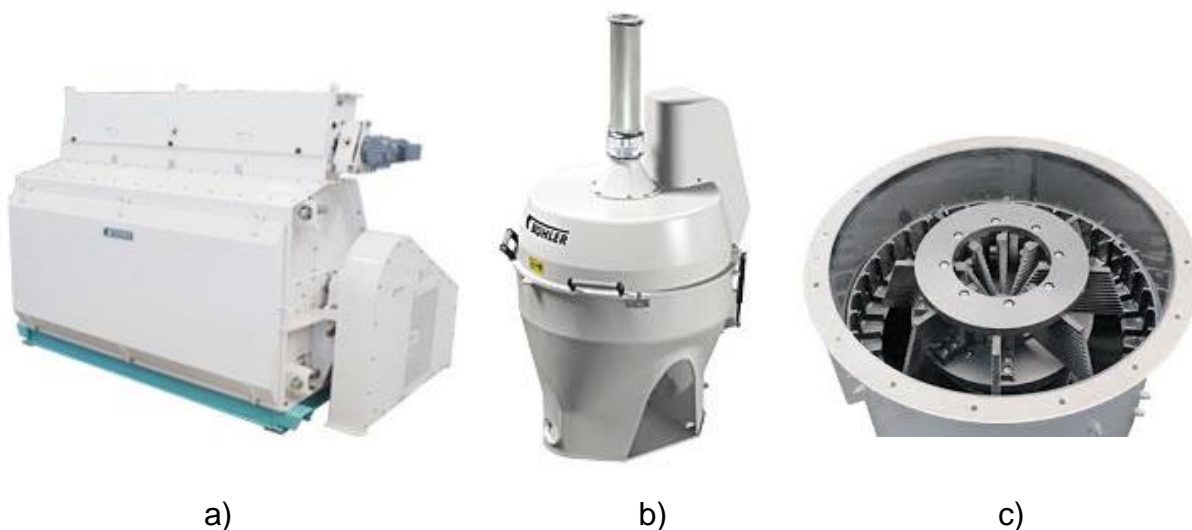
Firma nabízí řadu loupacích zařízení, vybraná univerzální nárazová loupačka na Obr. 20. má pohon umístěný mimo osu rotoru (princiálně se však neliší od ostatních nárazových loupaček) a je schopna zpracovávat oves, sóju, pohanku, konopná, slunečnicová a další semena.



**Obr. 20.** Loupačka firmy Akyurek, typ ID-900

## Bühler

Loupačka výhradně slunečnice na Obr. 21. a) má rotor, který vrhá semena proti nárazové ploše, umístěný horizontálně. Regulace loupání je prováděna změnou rychlosti podavače a úpravou vzdáleností rotoru od bubnu. Další typy Obr. 21. b) a c) fungují na odstředivém principu s osou rotoru umístěnou vertikálně. Typ MHSA je určen pro loupání slunečnice, sóji, pšenice a ovsa. Typ DOSB je používán pro loupání slunečnice a bavlny a obsahuje v rotoru drážky, které usměrní semeno tak, aby v podélném směru dopadlo na bubnu.



Obr. 21. Loupačky firmy Bühler, typ a) DGBA b) MHSA c) DOSB

## CPM

V zařízení typu SP 3200, viz Obr. 22., dochází k vyloupaní v mezeře mezi dvěma protichůdně rotujícími válci, jejichž osy jsou horizontální a ve stejné stavební výšce. Stroj je využíván pro různé druhy olejin díky stavitelné vzdálenosti válců pomocí hydrauliky. Zařízení je schopno zpracovávat velké množství osiva.



Obr. 22. Loupačka firmy CPM, typ SP 3200



### Cottor Plants (India) Pvt. Ltd.

Zařízení konstrukčně i principiálně podobné stroji firmy CPM je vysoko objemová loupačka firmy Cottor Plants, viz Obr. 23. a) b).



a)



b)

Obr. 23. Loupačka firmy Cottor Plants a), b) 36" Twin Roll Huller

### KMEC engineering

Diskový loupač na Obr. 24. je používán na loupání semen podzemnice olejné, bavlníku a sóji. Osa rotujícího disku je horizontální a k vyloupenutí semen dochází v mezeře mezi rotujícím a statickým diskem.



a)



b)

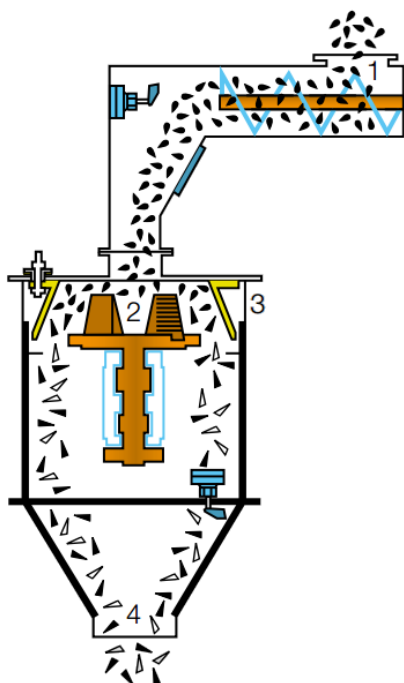
Obr. 24. Diskový loupač firmy KMEC engineering a), b)

## 5 Analýza zařízení

V této kapitole jsou blíže zkoumána zařízení fungující na různých principech loupání ať už konvenčního či nekonvenčního.

### 5.1 Odstředivé loupací zařízení

Jedná se o jednu z nejčastěji využívaných mechanických metod oddělování slupky od jádra. Na Obr. 25. je vidět kontinuálně dopravované osivo (při větším objemu) nejčastěji šnekovým dopravníkem do rotoru, kde je urychleno a vrženo proti pevnému předmětu, přičemž po dopadu je slupka roztržena reakční silou iniciovanou nárazem. Části slupky jsou odsáty a zbylý materiál je odeslán k několikastupňovému třídění, přičemž nevylopaná či částečně vylopanutá semena jsou znovu zahrnuta do loupacího cyklu. Nevýhoda této metody spočívá v relativně velkém opotřebením dopadových ploch v důsledku velkých rychlostí dopadajících semen a vysoké abrazivnosti např. slunečnicové slupky. Další z negativních důsledků mechanického dělení nárazem je rozrušování vylopanutého jádra slupkou s následným kontaktem oleje se vzdušným kyslíkem a mírná ztráta oleje zapříčiněná absorpcí pórovitou vrstvou slupky při vysokorychlostním střetu s jádrem.



- 1 ..... přívod produktu
- 2 ..... rotor k urychlení osiva
- 3 ..... dopadová plocha
- 4 ..... odvod vylopaných semen  
a slupek

**Obr. 25.** Rozbor loupacího zařízení DOSB firmy Bühler

Kontrolovatelné a regulovatelné kontinuální dávkování osiva je umožněno šnekovým dopravníkem (1), jenž nabírá osivo v násypce a posouvá ho směrem

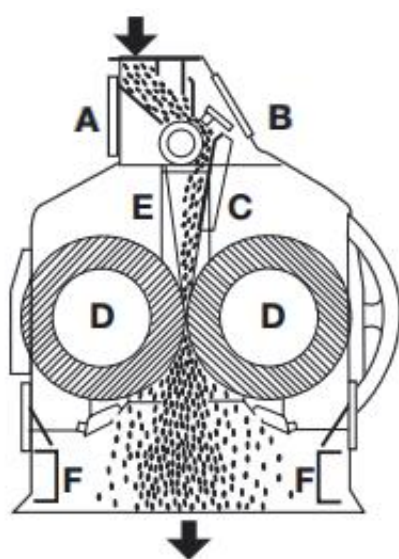
k vpádu do rotoru. Vpád je přírubově spojen s víkem bubnu tak, aby osa vstupní trubky byla souosá s rotorem. V rozvodovém rotoru (2) jsou semena rotací usměrněna do drážek, ze kterých vzápětí po urychlení odstředivou silou vyletují. Dopadová plocha (3) je uzpůsobena tak, aby nárazová energie semínka byla co nejlépe roz distribuována do slupky, a tím aby se slupka efektivně a úplně oddělila od jádra (různé provedení – naklopení, vydutí, zdrsnění povrchu rýhami aj.). Z dopadové plochy již vyloupaná semena i se slupkami padají samospádem přes ústí (4), jenž je součástí vnějšího zakrytí loupáčky, do části pro další zpracování – do třídičky.

Zásadními částmi celého zařízení jsou usměrňovače v rotoru a dopadová plocha. Právě dopadové plochy jsou nejvíce namáhány na otěr vysoce abrazivními slupkami a je nutná jejich častá výměna.

## 5.2 Válcové loupací zařízení

V tomto zařízení probíhá vysoce produktivní metoda loupání semen, jejímž principem je rozrušení slupky mezi dvěma proti sobě rotujícími válci, viz Obr. 26. Díky různým provedením povrchů válců a jejich průměrů je možné vybrat pro daný typ osiva vhodnou loupací soustavu. Nespornou výhodou je velkokapacitní loupání a pro takové objemy relativně nízká energetická náročnost, což se vyplatí ve větších podnicích, kde vyšší cena stroje a jeho provozu je kompenzována jeho výkoností a efektivitou.

Nevýhodou je pak mírné drcení, v mezních případech i lisování jádra v mezeře mezi válci, což ve výsledku znamená menší výtěžnost oleje.



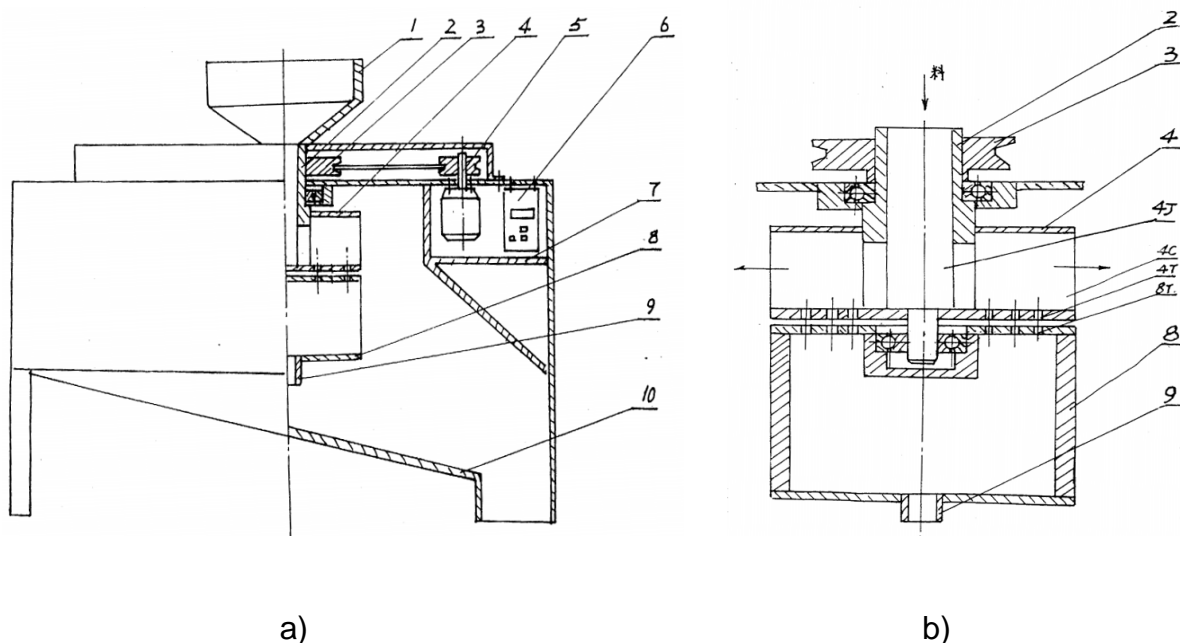
- A ..... dávkovací zařízení
- B ..... magnet
- C ..... usměrňovací zařízení
- D ..... válce
- E ..... usměrňovací zařízení
- F ..... škrabky

Obr. 26. Rozbor loupacího zařízení Bühler DOZC

Dávkovací zařízení (A) je navrženo tak, aby osivo bylo po celé délce rotačních bubnů podáváno rovnoměrně. Z násypky postupuje semeno na rotační tyč (poháněnou vlastním elektromotorem) s odíracími kolíky (jedna z variant, záleží na modifikaci zařízení), odkud jsou následně hnána skrze mřížku (zároveň je v blízkosti přítomný magnet (B) na odstranění kovových nečistot, které by mohly mít za následek fatální poškození hlavních válců) a přes rotační drážkovaný buben poháněný vlastním elektromotorem na usměrňovací desku (C). Vylétnutí materiálu do boku je zamezeno bočním usměrňovačem (E). Po usměrnění je osivo hnáno samospádem přímo mezi dva, směrem k sobě se otáčející, válce (D), přičemž směr otáčení válců je definován tak, aby v mezeře mezi válci směřovaly vektory rychlost shodně s gravitačním polem. Pohon těchto válců je zajištěn systémem řemenových převodů vycházející z hlavního elektromotoru. Mezi válci dojde k vyloupnutí semena, které společně se slupkou je v případě ulpění na válcích odstraněno plechy – škrabkami (F) a dále pak usměrněno k dalšímu zpracování (E).

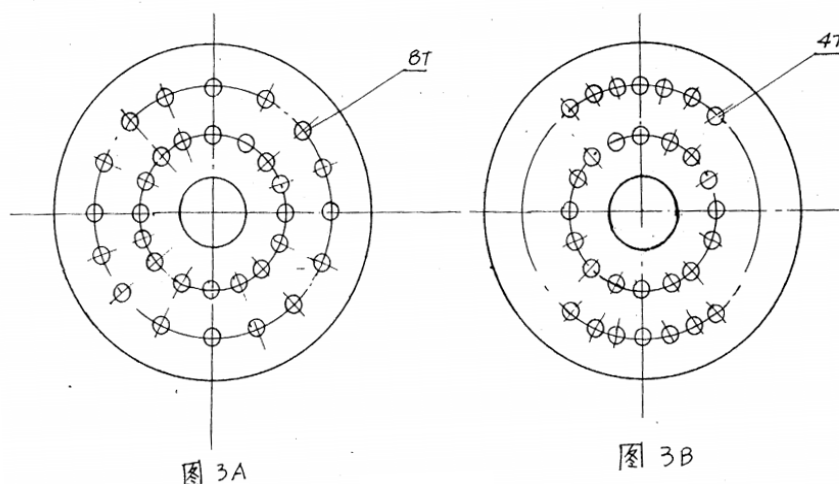
### 5.3 Ultrazvukové loupací zařízení

Jedná se o nekonvenční metodu loupacího zařízení Obr. 27. definovanou čínským patentem CN1084370 (A) [5] s již ukončenou platností. Ultrazvuk je mechanické vlnění, pro člověka neslyšitelné, jehož frekvence přesahuje 20 kHz (horní hranice slyšitelnosti). Mechanické účinky ultrazvukové vlny při průchodu prostředím se projevují jako lokální změna tlaku.



**Obr. 27.** Schematický pohled na ultrazvukové loupací zařízení a) celek b) rotor [5]

1	násypka	8	plynová komora
2	dutý hřídel	9	externí kompresor
3	řemenice rotoru	10	kolektor
4	rotor	4J	oblast dělení
5	elektromotor s řemenicí	4C	vypouštěcí otvory
6	frekvenční měnič	4T	větrací otvory v rotoru
7	zakrytování motoru	8T	větrací otvory v komoře



**Obr. 28.** použitý vzor UZ generátoru v 3A) plynové komoře 3B) rotoru [5]

Externím kompresorem (9) je do plynové komory (8) přiváděn stlačený vzduch (0,5 – 5) MPa. Otáčky motoru (5) řízeny frekvenčním měničem (6) jsou řemenem přeneseny na rotor (4). Násypkou (1) je skrze dutý hřídel (2) – součást rotoru (4) dopravováno semeno do míst ultrazvukového loupání (4J), které vzniká díky přítomnosti plynu v mezeře mezi (4T) a (8T), viz Obr. 28. respektive mezi plynovou komorou (8) a rotorem (4) a jeho vysokým otáčkám (3500 do 10 000) ot/min. Po vyloupnutí je odstředivou silou osivo vyhozeno na stěnu kolektoru (10) obklopující celé zařízení.

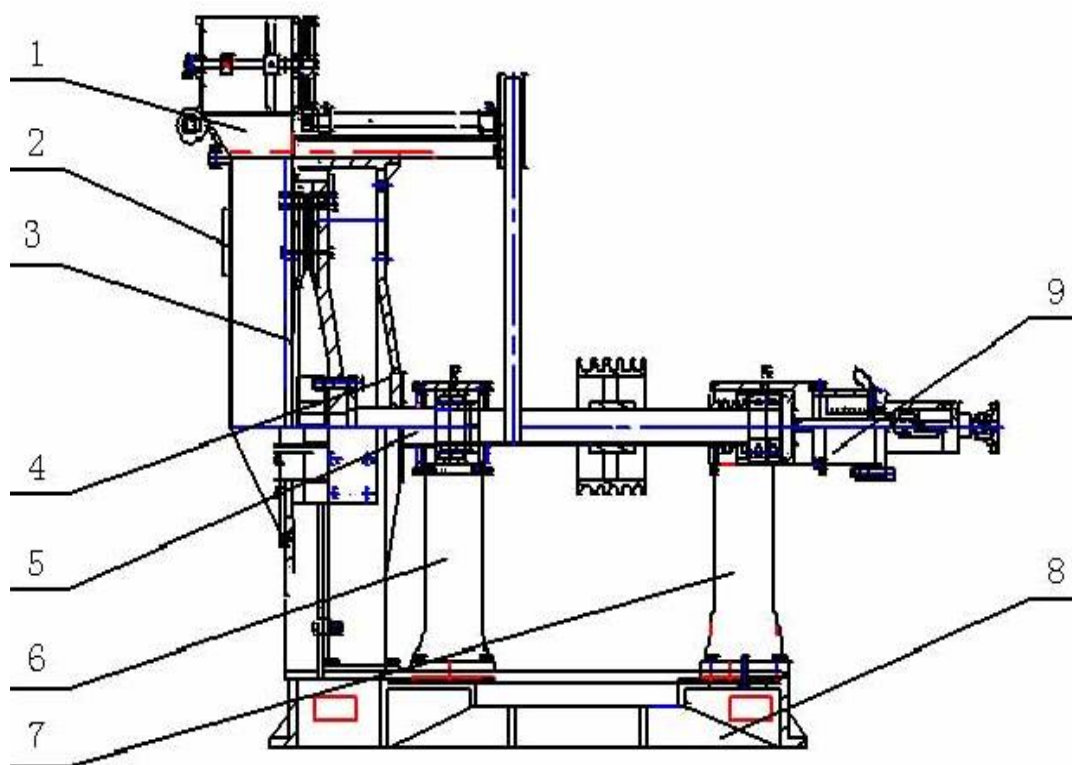
Výhodou této metody je udávaná vysoká účinnost loupání, možnost loupání i geometricky složitých semen a v závislosti na velikosti generátoru UZ vln i množství, které je zařízení schopno zpracovat za hodinu (1 – 6) tun.

Díky ukončení placení poplatku vedení patentu se lze domnívat, že výzkumná činnost zabývající se UZ loupáním nebyla účinně dovršena fungujícím zařízením a celý projekt byt tak ukončen.

## 5.4 Třecí loupací zařízení

Vyloupání semen v takovémto zařízení, viz Obr. 29., je realizováno pomocí kontaktní rotační plochy se statickým protikusem. Principiálně by semínko bylo smýkáno po povrchu od místa vpuštění směrem k volnému okraji kotouče a při tendenci o přetočení sebe samotného by nastalo porušení slupky. Takto pohybující se semínko by postupně ztrácelo části slupky a jádro by při vhodné zvolené vzdálenosti kotoučů vyšlo ideálně neporušené, odděleně se slupkou z kotoučové mezery na třídící mechanismus.

Pro zařízení fungující na tomto principu jsou zásadní plochy určené k loupání, potažmo jejich materiál, průměr a mezera mezi těmito plochami. Mezera musí být schopna pojmout a roz distribuovat objemový tok semen, zároveň však nesmí být příliš velká – menší semena by vypadla nevylopaná nebo malá – došlo by k nadrcení semen či zahlcení stroje. Zařízení, resp. jeho návrh bude blíže popsán v kapitole 6.1.



Obr. 29. Diskový loupač firmy KMEC engineering detail

- |                          |                           |                          |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1. Základní přívod osiva | 4. Zadní zakrytování      | 7. Zadní ložiskový nosič |
| 2. Usměrňovač            | 5. Hlavní hřídel          | 8. Základna              |
| 3. Disk                  | 6. Přední ložiskový nosič | 9. Mechanismus seřízení  |



## 6 Metoda návrhu zařízení

Zařízení, respektive typ a konstrukce, je obecně navrhováno v závislosti na duhu semen a stanoveném výstupu, tedy na potřebném vyloupaném objemu, na požadované kvalitě vyloupaných jader, na vymezujících okrajových podmínkách (energetická náročnost, cena, možnosti zástavby, hluk aj.) a na dalších procesech po loupání následujících. Největší důraz bývá kladen na plochy, které jsou v přímém kontaktu se semeny, tj. na plochy usměrňovací, které řídí orientaci semen a na plochy dopadové / třecí, na kterých probíhá samotné vyloupaní. Zařízení jsou často uzpůsobena tak, aby bylo možno loupat různé druhy olejnin, různých velikostí a tvarů, aby se maximalizovala využitelnost stroje. Velkou snahou je navrhnout takové zařízení, ve kterém dojde pouze k vyloupaní a nenastane následné drcení jádra.

### 6.1 Návrh třecího loupacího zařízení

Návrh experimentálního zařízení vychází myšlenkově z kapitoly 5.4. Cílem je realizace takového stroje, který by na principech tření a mechanického rozrušování byl schopen loupat olejnatá, primárně slunečnicová semena, nicméně návrh také počítá s experimenty s jinými druhy.

#### 6.1.1 Parametry a koncepce zařízení

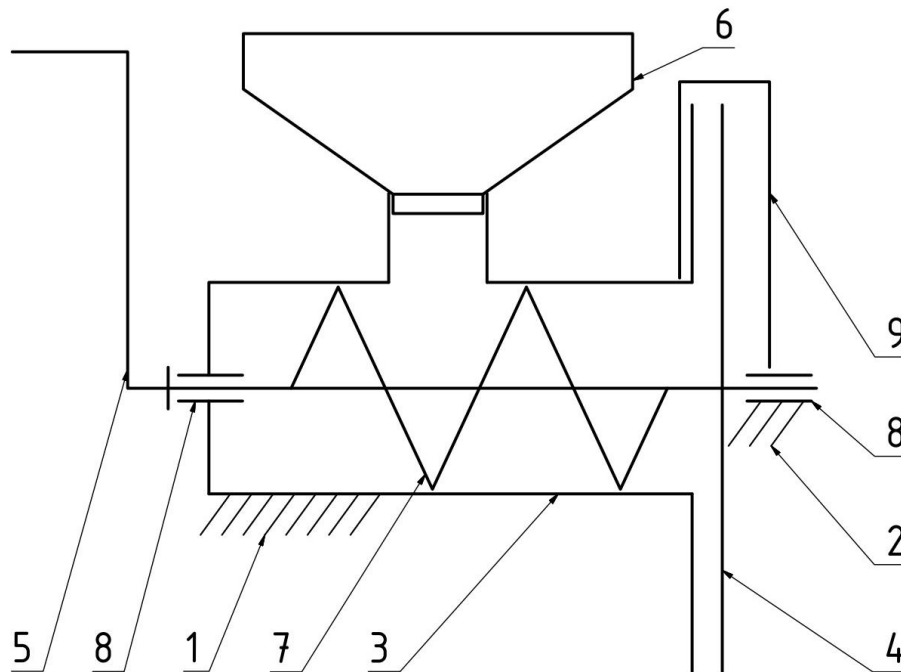
Vpuštění semen do loupacího prostoru je realizováno šnekovým dopravníkem, čímž je zajištěn kontinuální přívod osiva. Plochy kotoučů určené k loupání by měly být vhodně zdrsňené a otěruvzdorné tak, aby odolávaly abrazivním a jiným mechanickým účinkům slupek. Vzhledem k existenci velikostních tříd semen by měla být možnost nastavovat vzdálenost stykových ploch kotoučů dle potřeby.

Omezující parametry:

- malé rozměry (prototyp)
- minimalizace nákladů na výrobu (ruční pohon, konstrukce)
- implementace již vyrobené násypky

Na základě těchto podkladů bylo rozvrženo schéma, viz Obr. 30.

Výsledné schéma:



Obr. 30. Schéma loupacího zařízení

Prvky stanovené pro realizaci celé soustavy v souvislosti s Obr. 30.:

1. rám (dostatečně tuhý)
2. vodící kostky
3. dopravník se statickou loupací plochou – zdrsňný kotouč
4. rotační loupací plocha – brusný kotouč (protikus statického elementu)
5. pohon soustavy (odnímatelná klika)
6. násypka
7. šnek
8. uložení hřídele (šneku)
9. zakrytí kotoučů a svod výstupního produktu

### 6.1.2 Rozměry zařízení

Základní rozměry soustavy byly stanoveny s ohledem na distribuci semínek po rotačním kotouči a vyvarování se ucpání šneku. Spočítat maximální objemový tok tak, aby semínka nezahltila prostor mezi kotouči, je prakticky nemožné bez znalosti výsledné trajektorie semínka a doby, kterou na kotoučích setrvá. Proto byly nejdříve zkusmo stanoveny parametry průměru šneku a disků společně se stoupáním

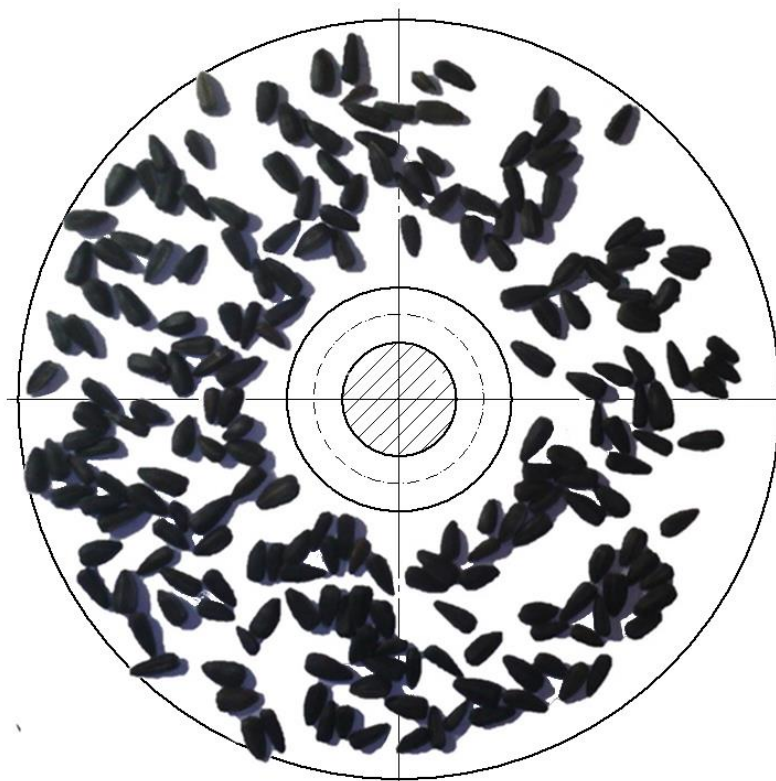


a profilem šneku, které se dále upravovaly (i z hlediska technologické výroby), a následně bylo zkontrolováno výsledné rozvržení osiva mezi disky, viz Obr. 32., vycházející ze znalosti rozměrů šneku a vodicí trubky, viz Obr. 31.



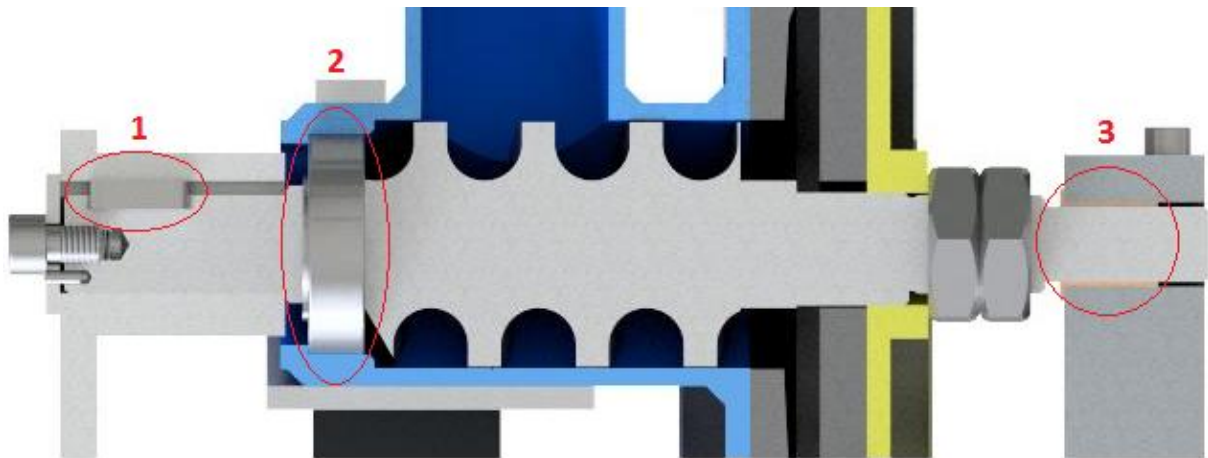
**Obr. 31.** Distribuce semen v průřezu šneku

Na Obr. 32. je roz distribuováno přibližně 215 semínek třídy velkých, což odpovídá množství, které by mělo být přítomno mezi kotouči právě po jedné otáčce (nedojde-li k vylétnutí, nebo propadnutí semena). Budeme-li vycházet z údajů z Obr. 3 pro průměrnou hmotnost semena třídy velkých, tj. semínko vážící 0,065 g, projde šnekem za otáčku přibližně 14 g osiva, což za hodinu činí (pokud rychlost otáčení bude konstantní a to 1 ot/s) cca 50 kg osiva.



**Obr. 32.** Distribuce semen po jedné otáčce šneku

V řezu části zařízení na Obr. 33. jsou vyznačeny tři dimenzované (kontrolované) prvky – pero (1), kuličkové ložisko (2) a kluzné pouzdro (3).



Obr. 33. Vyznačení dimenzovaných prvků zařízení

### Dimenzování pera (1)

Pero, které přenáší krouticí moment ze šneku na kliku, bylo dimenzováno, resp. kontrolováno s ohledem na možnost zahlcení loupací mezery, a tím zvýšení celkového momentu. Volený mezní krouticí moment  $M_k = 52,5 \text{ N} \cdot \text{m}$  (na klice, jejíž rameno má poloměr  $r = 150 \text{ mm}$ , bude tedy maximální přípustná síla  $F = 350 \text{ N}$ ), dovolený tlak  $p_D = 120 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$  a průměr hřídele  $d_H = 21 \text{ mm}$ . Činná délka pera  $l_a$  je získána z rovnice (1), dovolený tlak zkontrolován rovnicí (2).

volba: **PERO 6 x 6 x 22 DIN 6885**

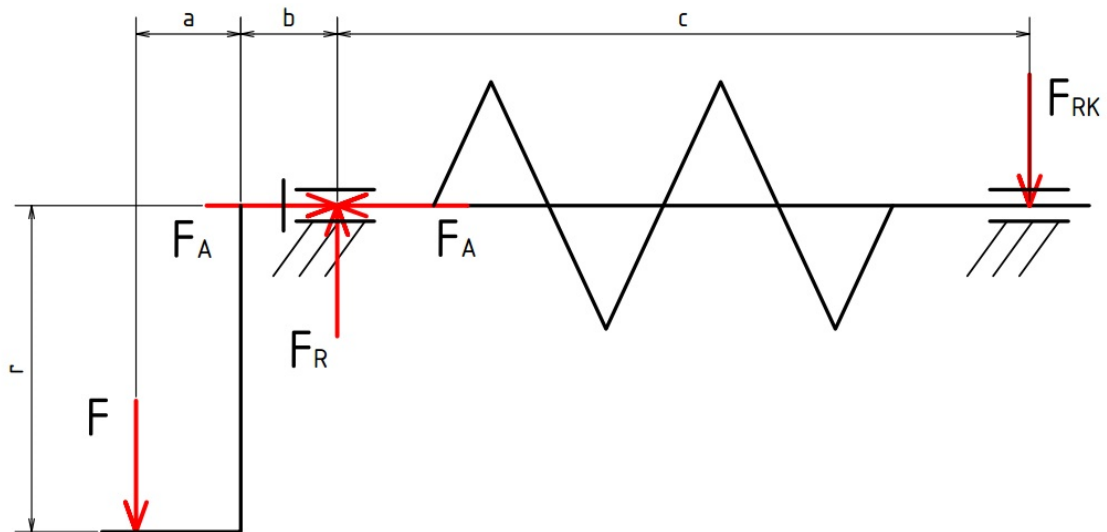
$$l_a = l - b_p = 22 - 6 = 16 \text{ [mm]} \quad (1)$$

$$p = \frac{4 \cdot M_k}{d_H \cdot h \cdot l_a} = \frac{4 \cdot 52\,500}{21 \cdot 6 \cdot 16} \doteq 104,2 \text{ [N} \cdot \text{mm}^{-2}] < p_D \quad (2)$$

### Dimenzování kuličkového ložiska (2)

Návrh ložiska pro laboratorní zařízení, u kterého je počítáno s minimální životností 2000 hodin. Silové poměry jsou znázorněny na Obr. 34. Je

uvažován stav, kdy na kliku ve spodní poloze je působeno maximální přípustnou silou  $F = 350 \text{ N}$ . Předpokládá se působení axiální síly v ose šneku.



Obr. 34. Výpočtové schéma

Reakce v podporách se získají z rovnic momentové (3) a silové (4) rovnováhy.

$$F_R = F \cdot \frac{a + b + c}{c} = 350 \cdot \frac{80 + 59 + 163}{163} \doteq 650 \text{ [N]} \quad (3)$$

$$F_{RK} = F_R - F = 650 - 350 = 300 \text{ [N]} \quad (4)$$

Účinný poloměr šnekovnice je stanoven podle rovnice (5). Výpočet úhlu stoupání šnekovnice (6) a třecího úhlu mezi šnekem a materiálem (7). Hmotnost šneku a materiálu není pro výpočet uvažována. Axiální síla se získá z rovnice (8).

$$R_S = (0,5 \div 0,7) \cdot \frac{D}{2} = 0,6 \cdot 0,026 = 0,0156 \text{ [m]} \quad (5)$$

$$\alpha = \operatorname{tg}^{-1} \left( \frac{S}{2 \cdot \pi \cdot \frac{D}{2}} \right) = \operatorname{tg}^{-1} \left( \frac{0,023}{2 \cdot \pi \cdot 0,026} \right) \doteq 8,014^\circ \quad (6)$$

$$\varphi = \operatorname{tg}^{-1}(f) = \operatorname{tg}^{-1}(0,5) \doteq 26,57^\circ \quad (7)$$

$$F_A = \frac{M_K}{R_S \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} = \frac{52,5}{0,0156 \cdot \operatorname{tg}(8,014 + 26,57)} \doteq 4\,881 \text{ [N]} \quad (8)$$

volba: ložisko jednořadé radiální **SKF 6005-Z**

$C = 11,9 \text{ kN}$ ;  $C_0 = 6,55 \text{ kN}$ ;  $f_0 = 14$ , výpočtové konstanty viz (9) a (10),  $e_{\text{ložisko}} = 0,56$ .

Ekvivalentní zatížení ložiska viz (11) a výsledná trvanlivost ložiska viz rovnice (12).

$$\frac{f_0 \cdot F_A}{C_0} = \frac{14 \cdot 5\,579}{6\,550} \doteq 11,92 \quad (9)$$

$$e_{\text{vlastní}} = \frac{F_A}{F_R} = \frac{5\,579}{650} \doteq 8,58 \geq e_{\text{ložisko}} \quad (10)$$

$$\Rightarrow X = 0,56; Y = 1$$

$$P = X \cdot F_R + Y \cdot F_A = 0,56 \cdot 650 + 1 \cdot 5\,579 = 5\,943 \text{ [N]} \quad (11)$$

$$L_h = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{P}\right)^3 = \frac{10^6}{60 \cdot 60} \cdot \left(\frac{11\,900}{5\,943}\right)^3 \doteq 2\,230 \text{ [h]} > 2\,000 \text{ [h]} \quad (12)$$

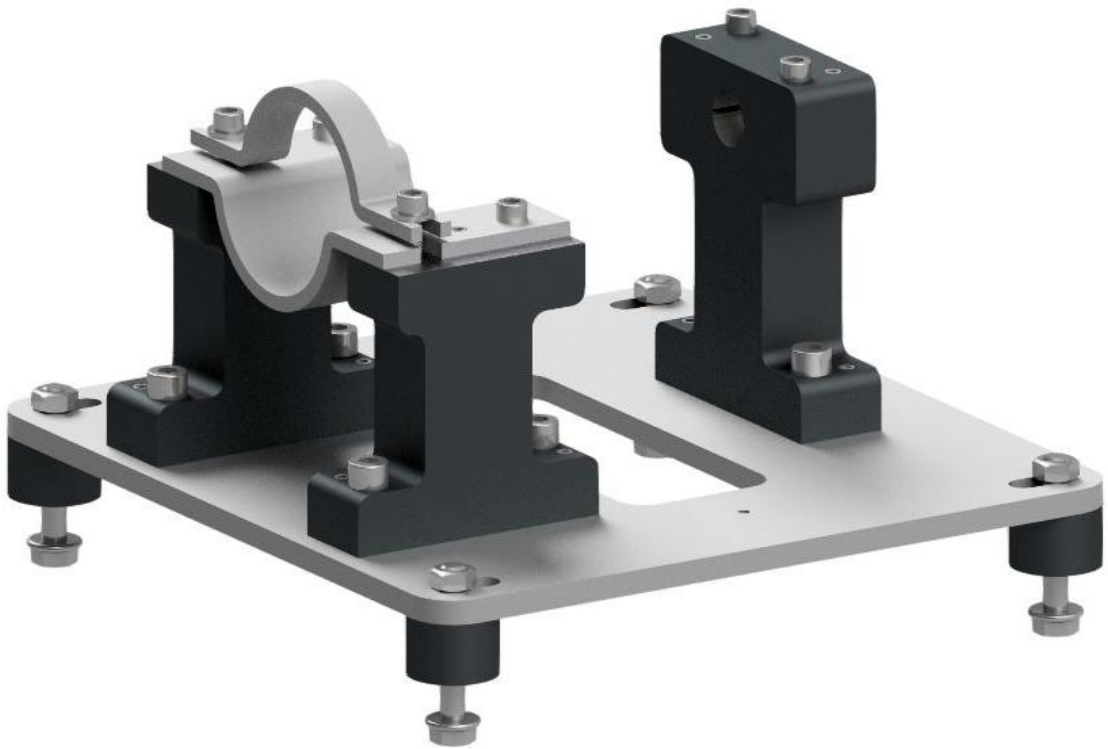
### Dimenzování kluzného pouzdra (3)

Kontrola kluzného pouzdra Iglidur GFM-1618-21, které přenáší pouze radiální sílu, na otlacení viz (13). Dovolенý maximální tlak při 20°C  $p_{KD} = 80 \text{ [N} \cdot \text{mm}^{-2}]$  [19].

$$p_K = \frac{F_{RK}}{l_k \cdot d_k} = \frac{300}{21 \cdot 16} \doteq 0,9 \text{ [N} \cdot \text{mm}^{-2}] < p_{KD} \quad (13)$$

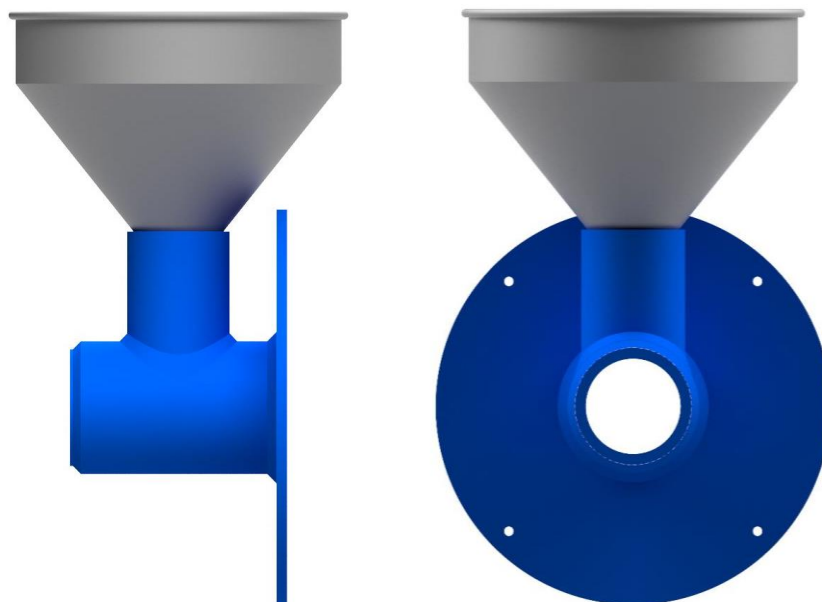
### 6.1.3 Realizace prvků zařízení

Následná optimalizace proběhla v souvislosti se zakrytím šneku tak, aby krycí trubka byla normalizovaných rozměrů s menší vůlí mezi vnějším průměrem šneku a vnitřním průměrem trubky. Dopravník je uložen v objímce, která je přišroubována ke kostkám smontovaným k základní desce, viz Obr. 35.



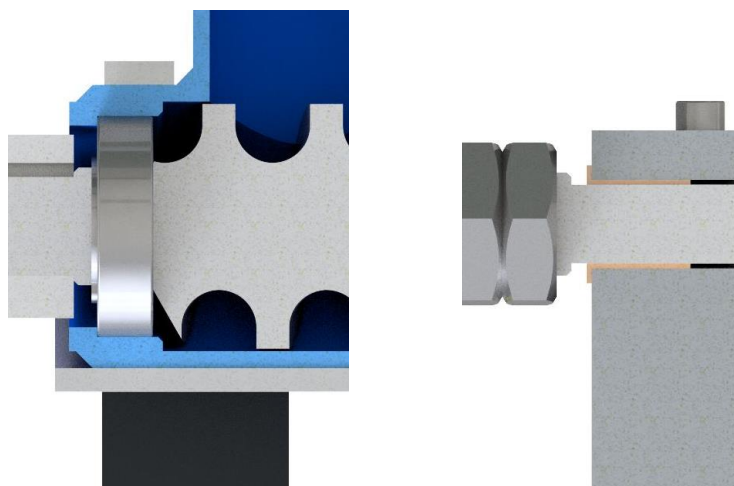
**Obr. 35.** Základní rám s vodicími kostkami a objímkami

Úprava délky dopravníku vycházela z požadavku celkově malých rozměrů. Pokud by však délka byla příliš malá, nebyla by zadaná násypka výhodná – připojovací trubka by musela sahat relativně vysoko tak, aby násypka nekolidovala se statickým kotoučem. Byla tedy zvolena varianta s optimálním poměrem mezi výškou připojovací trubky a délkou zakrytí dopravníku, viz Obr. 36.



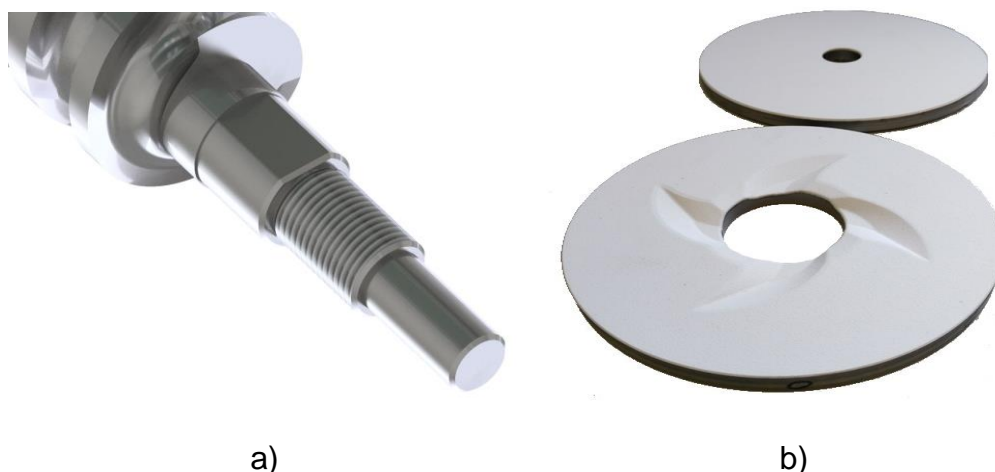
**Obr. 36.** Trubka dopravníku s nerotačním kotoučem s připojovací trubkou a násypkou

Šnek je uložen ve (k dopravníku navařeném a následně odfrézovaném) vnitřním kroužku, který zároveň zamezuje axiálnímu pohybu vlevo (směr působící síly od šneku). Pravá strana šneku je uložena v kluzném pouzdře ve vodící kostce (s odnímatelnou vrchní částí) která je smontovaná se základní deskou, viz Obr. 37.



**Obr. 37.** Levé (kuličkové ložisko) a pravé (kluzné ložisko) uložení šneku

Stavitelná vzdálenost kotoučové mezery je řešena odfrézovanou částí hřídele šneku, viz Obr. 38. a), po které se může kotouč pohybovat v axiálním směru až do maximální polohy, jež je definována polohou kontramatek. Odfrézování též umožňuje přenos krouticího momentu ze šneku na kotouč. Šnek s pravotočivým stoupáním šroubovice je vyroben z nástrojové oceli 1.2379 (SV21/TH) zušlechťené na 56 až 58 HRC, která zaručuje vysokou míru odolnosti proti opotřebení, což je v případě dopravy (např. vysoce abrazivních slunečnicových slupek) zásadní.

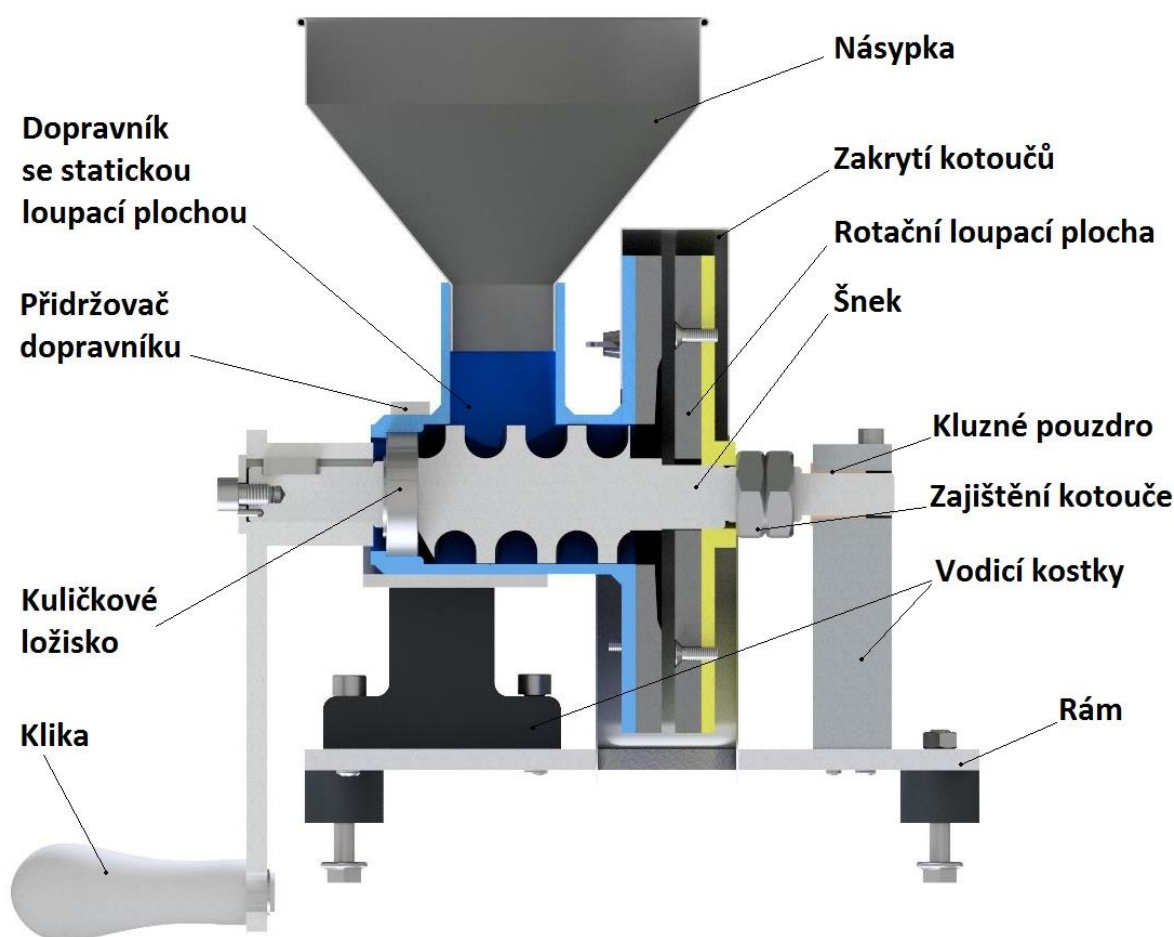


**Obr. 38.** Detail a) odfrézování šneku b) povlakované disky



Výsledné povrchy zvolené firmou Farnet pro experimentální zařízení byly ocelové disky s keramickým povlakem, který je dostatečně tvrdý, odolný proti abrazi i zdravotně nezávadný, viz Obr. 38. b). V discích jsou čtyři vyváděcí drážky pro snazší distribuci semen ze šneku na loupací plochy.

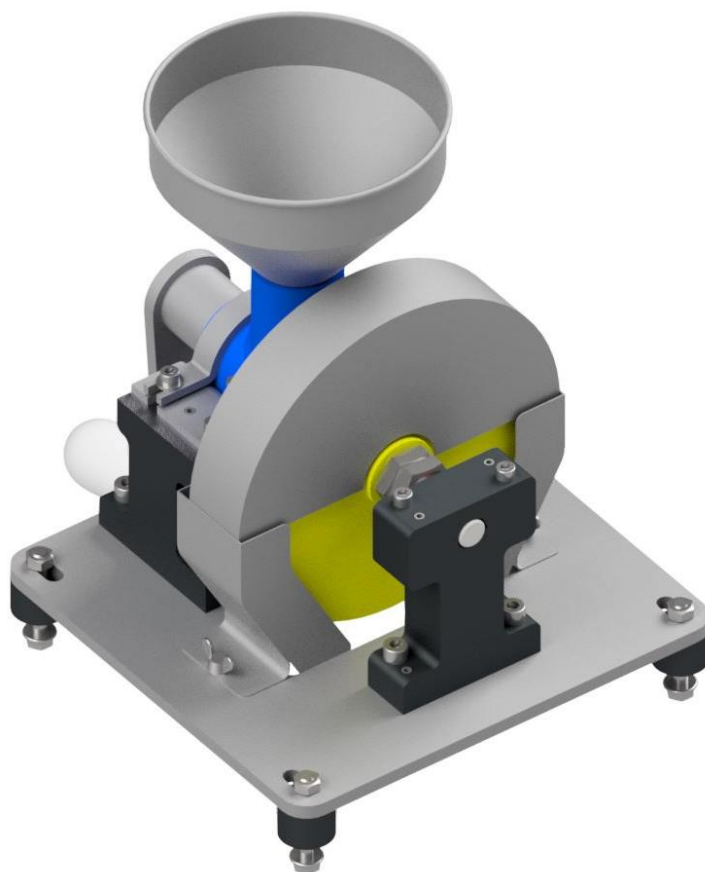
Zakrytí viditelné na Obr. 40. se skládá ze tří kusů. Hlavní půlkruhový kus, který je nasazován přes kotouče a upevněn dvěma křídlatými maticemi na pevný kotouč, a dvou stejných zahýbaných plechů připevněných k základní desce. Sestava je nejprve zobrazena v řezu pro lepší představu celkového vnitřního uspořádání komponent, viz Obr. 39.



**Obr. 39.** Celkový řez sestavy

## 6.2 Výsledná vizualizace

Celkový render je viditelný na Obr. 40. a Obr. 41. Návrh zařízení byl následně firmou Farnet a.s. přizpůsoben, vyroben a dodán pro experimentální měření.



**Obr. 40.** Celkový pohled na sestavu a)



**Obr. 41.** Celkový pohled na sestavu b)



## 7 Experimentální část

Praktická část byla provedena v různých oblastech zabývajících se loupáním semen. Experiment zabývající se povrchy loupacích disků je popsán v kapitole 7.1 a byl proveden již během navrhování zařízení, aby byla ověřena možnost loupání třecí metodou.

Další testování proběhlo na slunečnicových semenech, která byla vystavována různým předúpravám za cílem změkčení slupky, viz kapitola 7.2.

Na závěr byl proveden experiment na vyhotoveném zařízení, který zkoumal funkci stroje, resp. množství vyloupaných a nevylopaných semen v závislosti na použitém druhu osiva, viz kapitola 7.3.

### 7.1 Povrch loupacích ploch

Pro určení vhodných povrchů a obecně funkčnosti zařízení pracujícího na principu mechanického sdírání slupky za pomoci tření bylo sestaveno jednoduché zařízení testující použitelnost brusného rotačního kotouče ve vzdálenosti 3,5 mm od statického protikusu, na straně k rotačnímu elementu bylo aplikováno pletivo s 1 mm oky kvůli zdrsnění povrchu. Přívod semen slunečnice byl zajištěn trubicí, na jejíž ústí navazovala nerotační plocha s pletivem; vše bylo připevněno k základnímu rámu. Pohon rotačního kotouče (testovány brusné kotouče různých hrubostí) byl realizován vrtačkou, jejíž pozice byla možná přizpůsobit vůči statickému protikusu – ploše s pletivem.

Výsledkem pokusu bylo zjištění, že při kombinaci vhodných brusných povrchů (jako dobrý se jevil hrubozrnný brusný kotouč s příměsí granátů, na jehož povrchu docházelo k zapadnutí švu slupky do vrubů, vzpříčení a následnému rozlomení) a vhodně nastavenou mezerou mezi třecími plochami dojde u většiny semen k jejich vyloupení a následnému rychlému vymrštění z mezery ven na kryt, odkud je dále svedeno do jímky. Zbylá semena byla kvůli nízké tuhosti celé soustavy a nesouosému nastavení rotačního protikusu, případně volbě loupacích ploch buďto jen částečně vyloupana, nebo nevylopana vůbec.

### 7.2 Předúpravy semen

Na základě poznatků z předchozích kapitol byl uskutečněn experiment zkoumající různé způsoby vhodné předúpravy semen za cílem zmenšení pevnosti a tvrdosti slupky a tím snížení nutných sil, potažmo tlaků potřebných k porušení

slupky v místě spoje – švu. Jako zkušební vzorek byla použita slunečnice Farnet, vlhčená směs, vlhkost 10,6%. Příprava a proces jako takový spočíval vesměs v působení určitého média při dané teplotě a času, viz Tab. 3. Samotné loupání bylo provedeno zatěžováním semen uchycených v přípravku silou 20 N ve vertikální poloze dle kapitoly 2.1.

**Tab. 3.** Testování loupací schopnosti slunečnicových semen

č.	příprava	proces	výsledek
1	–	mikrovlnný ohřev 750W (3 min)	Bez výrazného zlepšení odsednutí slupky od jádra u 75 % vzorků
2	–	přelití vroucí vodou a následné louhování (2 min)	mírné zlepšení odlupovací schopnosti u 50 % vzorků
3	–	přelití vroucí vodou a následné louhování (10 min)	dobrá loupací schopnost, slupky na 2 – 3 části u všech vzorků
4	namočení semínek do vody na 2 hod, $t_0 = 20^\circ\text{C}$	mikrovlnný ohřev 750W (3 min)	pružná slupka, výborné oddělení na 2 poloviny, částečné vyluhování slupky u všech vzorků
5	namočení semínek do vody, $t_0 = 20^\circ\text{C}$	mikrovlnný ohřev 750W (2 min)	nerovnoměrně pružná slupka, výborné oddělení, bez vyluhování u všech vzorků
6	namočení semínek do vody, $t_0 = 20^\circ\text{C}$	mikrovlnný ohřev 750W (1 min)	nepružná slupka, obtížnější oddělení, bez vyluhování u 75 % vzorků
7	–	namočení semínek do vody na 12 min, $t_0 = 70^\circ\text{C}$	dobrá loupací schopnost u všech vzorků, ale horší než u č. 3
8	–	namočení semínek do vody na 5 min, $t_0 = 70^\circ\text{C}$	u všech vzorků pouze mírné zlepšení loupací schopnosti
9	–	hluboké zmražení, $t_0 = -17^\circ\text{C}$	Zkřehnutí slupky u 50 % vzorků
10	–	působení kyseliny mravenčí, 7 min	změkčení slupky, loupání obtížné u 75 % vzorků
11	–	působení kyseliny octové, 7 min	beze změn u 75 % vzorků

Lze usuzovat, že nejlepšími přípravnými procesy pro slunečnicová semena před následným loupáním je (č. 5) dvou minutový ohřev ve vodní lázni v mikrovlnné troubě nebo (č. 3) přelití vroucí vodou s následným deseti minutovým louhováním.

### 7.3 Loupání na zařízení

Data následujících měření byla získána jako součet tří opakování pro dané nastavení (vzdálenost mezi kotouči byla měřena vždy na vrchní části – před násypkou s klikou v dolní poloze) a úpravu, přičemž pro každé opakování byla

stanovena dávka o hmotnosti 10 g a před výslednou sumarizací tím byla zkontrolována opakovatelnost procesu.

Při experimentech na zařízení, viz Obr. 42., byly použity předúpravy č. 3 a č. 9 z kapitoly 7.2 (vykazující nejvyšší úroveň potenciálu změny vlastností slupky) pro všechny druhy použitých olejnin (loupána byla semena sóji, konopí, bavlníku a slunečnice bílé a černé) kromě semen sóji, ta vykazovala téměř stoprocentní vyloupání již v neupraveném stavu. Další fotodokumentace je dostupná v příloze 3.

Ztráty byly způsobeny manipulací a prašným rozptylem následkem obroušení.



Obr. 42. Experimentální zařízení

### 7.3.1 Sója

Počáteční mezera (5,8 mm) byla zvolena jako aritmetický průměr nejmenšího rozměru (rozmezí 4,8 mm až 6,6 mm) několika vybraných semen. Jak je z Tab. 4. a Obr. 44. patrné, byla nejvyšší míra vyloupání při použití mezery 6 mm, kdy byla téměř veškerá semena vyloupána, viz Obr. 43. Další zvětšování mezery bylo již kontraproduktivní, semena pak v drtivé většině propadávala. Při zmenšování mezery se velká semena nebyla schopna dostat mezi kotouče.



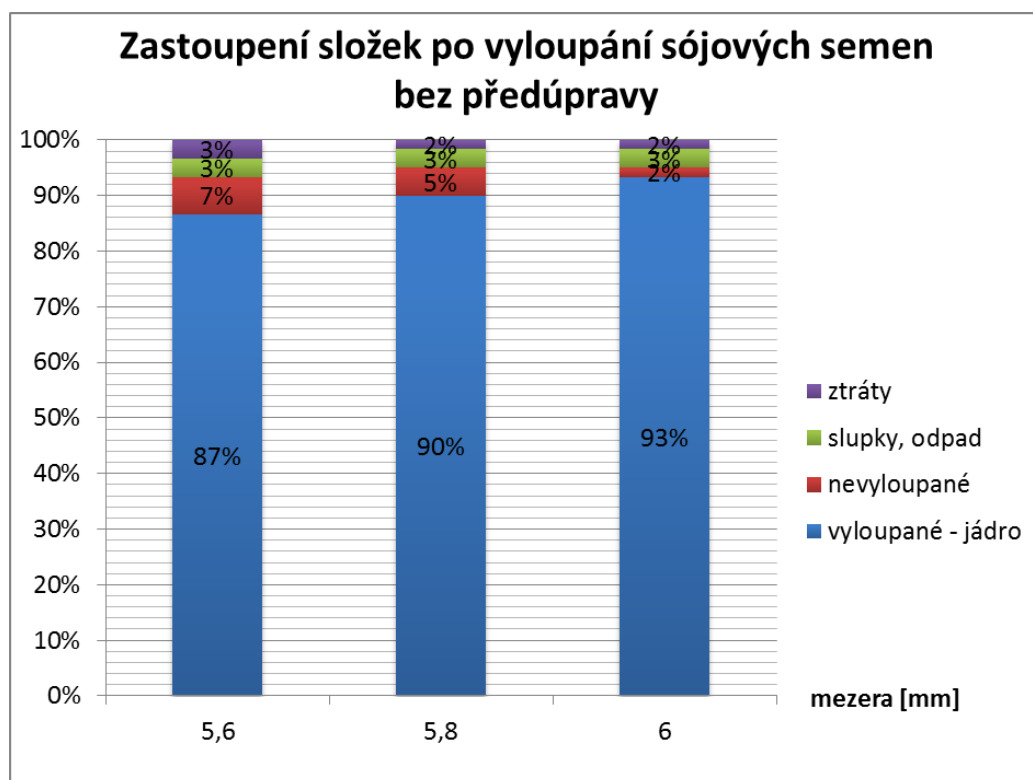
a)

b)

**Obr. 43.** Sójové semeno po vyloupání a) slupky b) jádro

**Tab. 4.** Zastoupení složek po vyloupání sójových semen bez předúpravy

mezera [mm]	vyloupané – jádro [g]	nevyloupané [g]	slupky, odpad [g]	ztráty [g]
5,6	26	2	1	1
5,8	27	1,5	1	0,5
6	28	0,5	1	0,5



**Obr. 44.** Graf zastoupení složek po vyloupání sójových semen bez předúpravy

### 7.3.2 Slunečnice

Pro bílá slunečnicová semena byla efektivní mezera pouze 4,8 mm, pro černá pak 4,7 mm. Toto nastavení vychází z geometrických proporcí příslušných semen. Jelikož byly k dispozici semena převážně třídy střední a jeden z předpokládaných pohybů osiva po kotouči mělo být přetočení kolem své osy, se na základě Obr. 3. (šířky semena) nastavila daná vzdálenost. Při jiných nastaveních docházelo k nadměrnému propadu či velmi rychlému zahlcení. U obou odrůd zůstala většina semen nevyloupnuta, viz Obr. 45., Obr. 47 a data Tab. 5., Obr. 46., Tab. 6. a Obr. 48., což bylo způsobeno zásekem materiálu mezi disky, kde nedošlo ke vzpříčení a rozlomení, nýbrž jen k broušení povrchu a stroj se tak zahltl.

#### Slunečnice bílá:



a)



b)



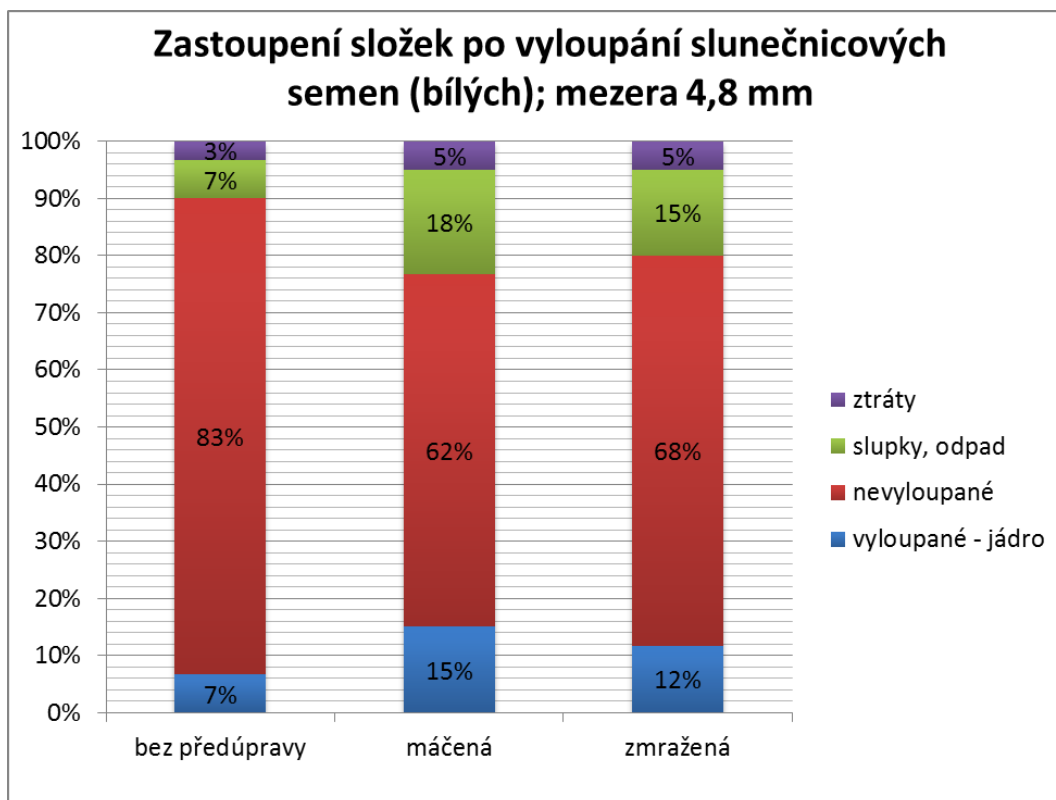
c)

**Obr. 45.** Slunečnice bílá po vyloupání a) bez předúpravy b) máčená c) zmražená



**Tab. 5.** Zastoupení složek po vyloupaní slunečnicových semen (bílých); mezera 4,8 mm

mezera 4,8 mm	vyloupané – jádro [g]	nevyloupané [g]	slupky, odpad [g]	ztráty [g]
bez předúpravy	2	25	2	1
máčená	4,5	18,5	5,5	1,5
zmražená	3,5	20,5	4,5	1,5



**Obr. 46.** Graf zastoupení složek po vyloupaní slunečnicových semen (bílých); mezera 4,8 mm

**Slunečnice černá:**



a)



b)



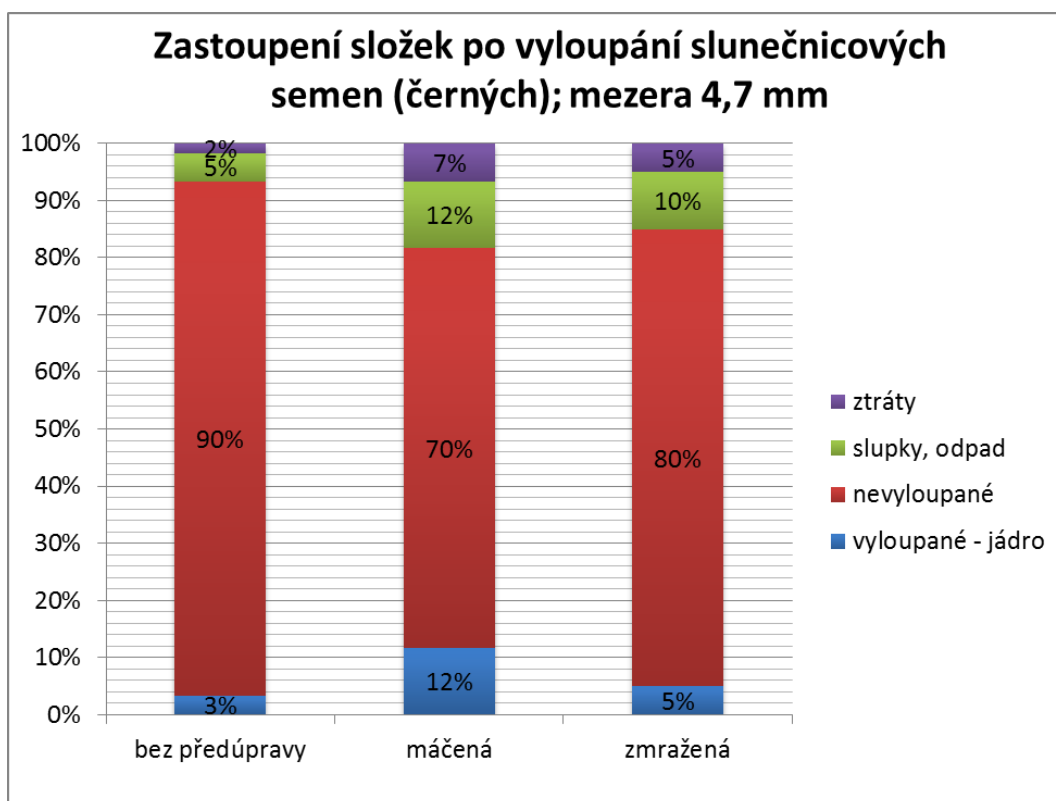


c)

**Obr. 47.** Slunečnice černá po vyloupaní a) zmražená b) máčená c) bez předúpravy

**Tab. 6.** Zastoupení složek po vyloupaní slunečnicových semen (černých); mezera 4,7 mm

mezera 4,7 mm	vyloupané - jádro [g]	nevyloupané [g]	slupky, odpad [g]	ztráty [g]
bez předúpravy	1	27	1,5	0,5
máčená	3,5	21	3,5	2
zmražená	1,5	24	3	1,5



**Obr. 48.** Graf zastoupení složek po vyloupaní slunečnicových semen (černých); mezera 4,7 mm

Zmražená semena měla větší schopnost rozlomit se než neupravená – u semen bílé slunečnice se jednalo o snížení nevyloupaných semen o 15 % a u semen černých o 10 %. Předúpravou máčením v horké vodní lázni se dosáhlo lepších výsledků – oproti neupravenému osivu došlo u bílých semen ke snížení nevyloupaných semen o 21% a u černých o 20 %, jelikož slupka již nebyla tolik soudržná a kotouče ji byly schopny strhnout, ztráty byly zvýšeny v důsledku odplavení nečistot. Bílá semena díky odlišné geometrii v porovnání s černými vykazují lepší výsledky – např. s předúpravou máčením vykazuje bílé semeno o 9 % vyšší míru vyloupání než černé. Celkově vzato se však experimentální stroj kvůli vysokému procentu nevyloupaných semen nejeví jako příliš vhodný k loupání slunečnice.

### 7.3.3 Bavlíník

Nastavení počáteční loupací mezery na 6,2 mm vycházelo z velikosti průměru semen a přídavku o velikosti 1 mm, ve kterém bylo zohledněno velké množství reziduálního vlákna a množství nečistot v něm ulpívajících. Nejúčinnější nastavení mezery však bylo 5,9 mm. Při nastavení ještě menší mezery semeno nebylo schopné opustit vybíhací drážku a dostat se tak na loupací kotouče. Při nastavení větším než 6,4 mm ulpíval vstupní materiál kvůli linters mezi disky bez vyloupání. Velké množství reziduálních vláken výrazně snižovalo prašnost, tedy eliminovalo ztráty, na druhou stranu však zhoršovalo vyloupání a pohyb ve šneku byl taktéž ztížen.



a)



b)



c)

**Obr. 49.** Bavlníková semena po vyloupaní a) bez předúpravy b) máčená c) zmražená

Na Obr. 49. pro nastavení mezery na 5,9 mm jsou viditelná a) vyloupaná, částečně porušená jádra a shluk ostatního materiálu, b) pouze malé procento vyloupaných jader, protože většina z nich byla vpletena do linters c) předúpravou zmražením se docílilo zkrěhnutí slupky i jádra, které bylo velmi rozdrobeno.

**Tab. 7.** Zastoupení složek po vyloupaní bavlníkových semen bez předúpravy

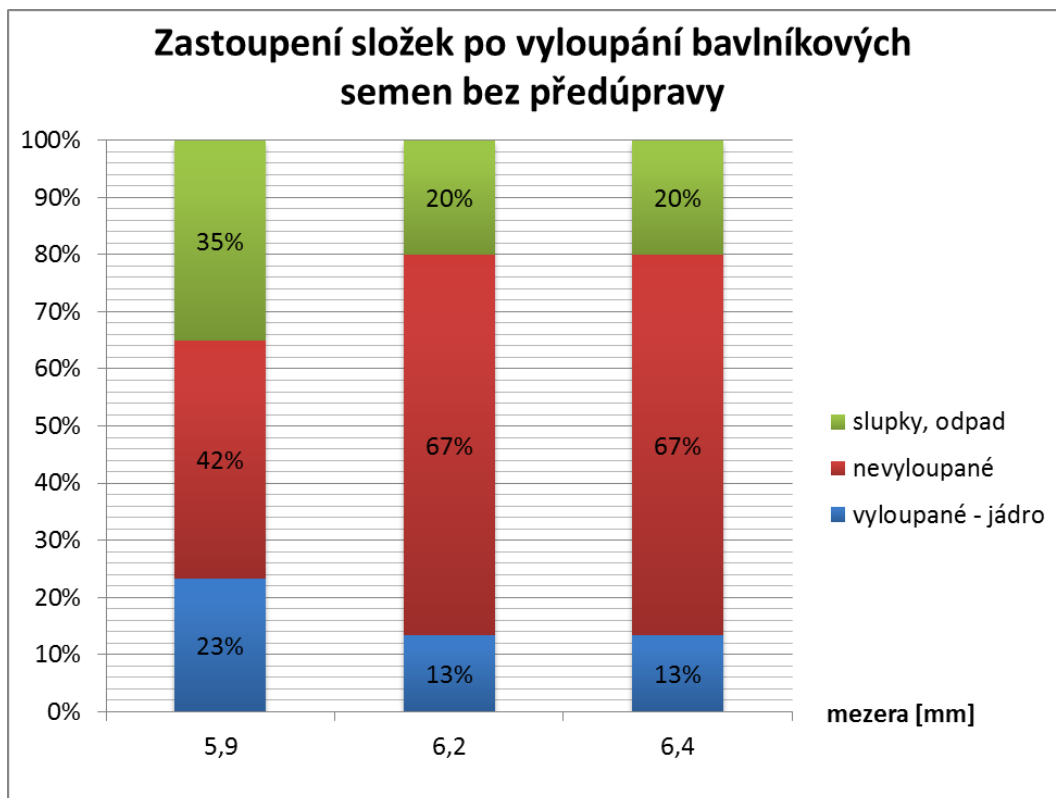
mezera [mm]	vyloupané - jádro [g]	nevyloupané [g]	slupky, odpad [g]	ztráty [g]
5,9	7	12,5	10,5	0
6,2	4	20	6	0
6,4	4	20	6	0

**Tab. 8.** Zastoupení složek po vyloupaní bavlníkových semen máčených v horké vodní lázni

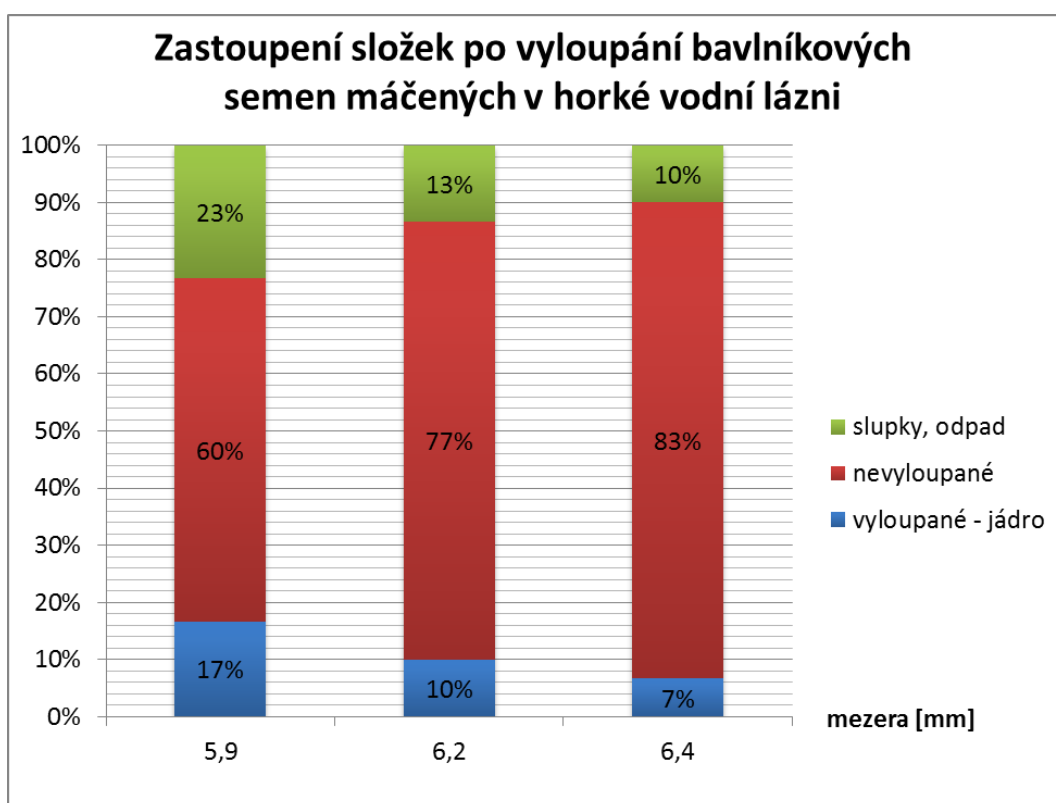
mezera [mm]	vyloupané - jádro [g]	nevyloupané [g]	slupky, odpad [g]	ztráty [g]
5,9	5	18	7	0
6,2	3	23	4	0
6,4	2	25	3	0

**Tab. 9.** Zastoupení složek po vyloupaní bavlníkových semen zmražených

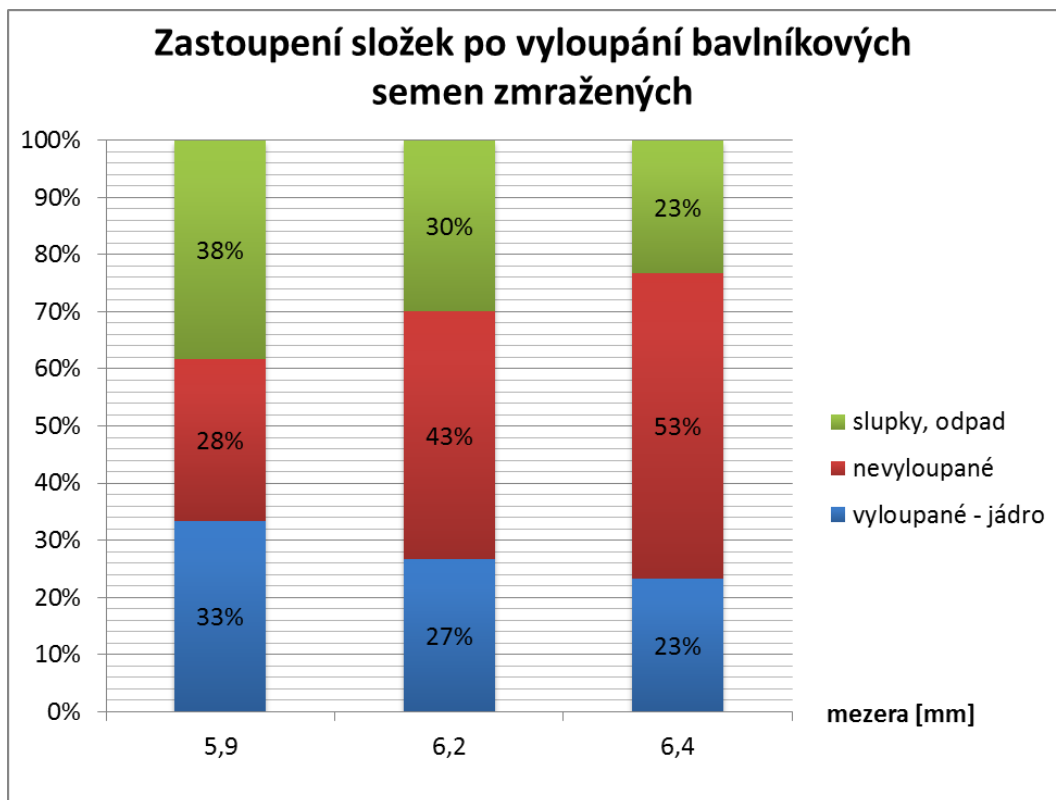
mezera [mm]	vyloupané - jádro [g]	nevyloupané [g]	slupky, odpad [g]	ztráty [g]
5,9	10	8,5	11,5	0
6,2	8	13	9	0
6,4	7	16	7	0



**Obr. 50.** Graf zastoupení složek po vyloupaní bavlníkových semen bez předúpravy



**Obr. 51.** Graf zastoupení složek po vyloupaní bavlníkových semen máčených v horké vodní lázni



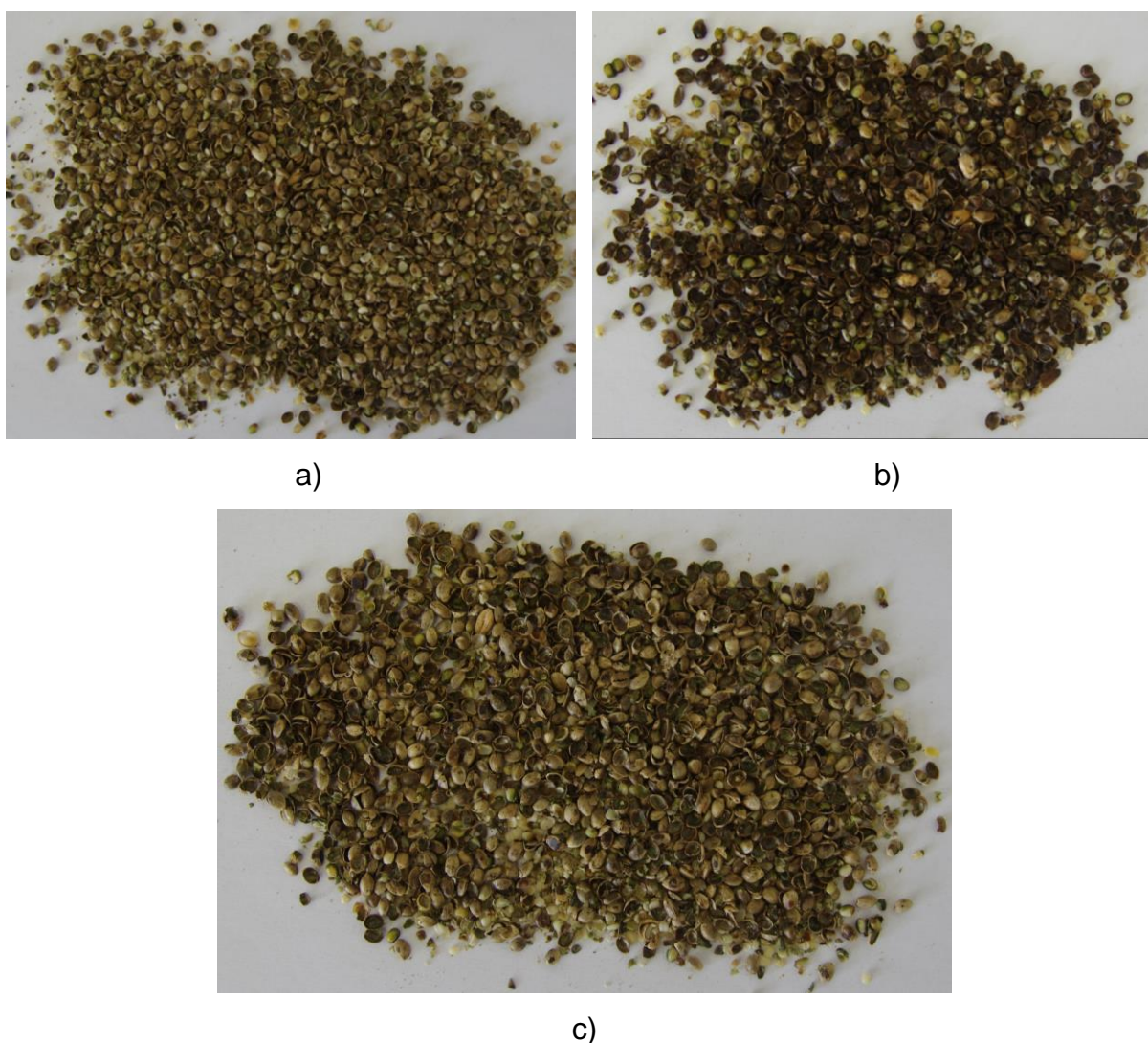
**Obr. 52.** Graf zastoupení složek po vyloupání bavlníkových semen zmražených

Pro nejlepší výsledky se jeví nastavení mezery na 5,9 mm, při kterém dosáhla nejvyššího procenta vyloupání semena, která byla zmražena – pouze 28 % zůstalo nevyloupnutých nebo jen částečně vyloupnutých, viz Obr. 52. a Tab. 9. Po úpravě máčením v horké vodní lázni, Obr. 51. a Tab. 8., byla jádra celistvější, nicméně účinnost loupání byla nižší o 32 % než po zmražení a o 14 % nižší než bez předúpravy Tab. 7. a Obr. 50.

### 7.3.4 Konopí

Počáteční nastavení loupací mezery na 3,5 mm bylo bráno s ohledem na reálné rozměry semen, které byly v průměru o 0,5 mm vyšší, než jak je popisováno v kapitole 2.3. Výška reálných semen byla cca 3 mm a šířka 3,5 mm – určuje odstup kotoučů. Je evidentní, že se zmenšující se loupací mezerou dochází kromě zvýšení účinnosti loupání také k drcení křehkého jádra, což není žádoucí, proto se jako optimální jeví mezera 3 mm, další její snížení už je kontraproduktivní. Předúpravou zmražením Obr. 53. c) byly zjištěny stejné hodnoty, viz Obr. 54. a Tab. 10., jako pro neupravený stav, viz Obr. 53. a), proto zde již nejsou uváděny.





Obr. 53. Konopná semena po vyloupaní a) bez předúpravy b) máčená c) zmražená

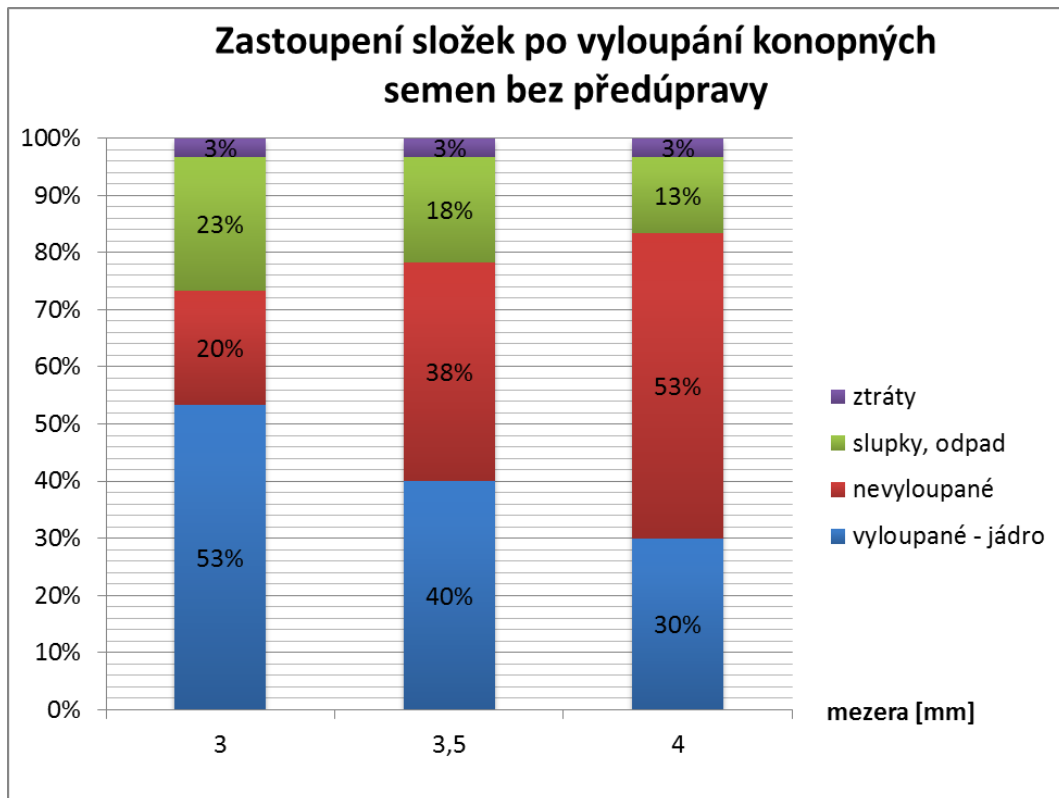
Tab. 10. Zastoupení složek po vyloupaní konopných semen bez předúpravy

mezera [mm]	vyloupané - jádro [g]	nevyloupané [g]	slupky, odpad [g]	ztráty [g]
3	16	6	7	1
3,5	12	11,5	5,5	1
4	9	16	4	1

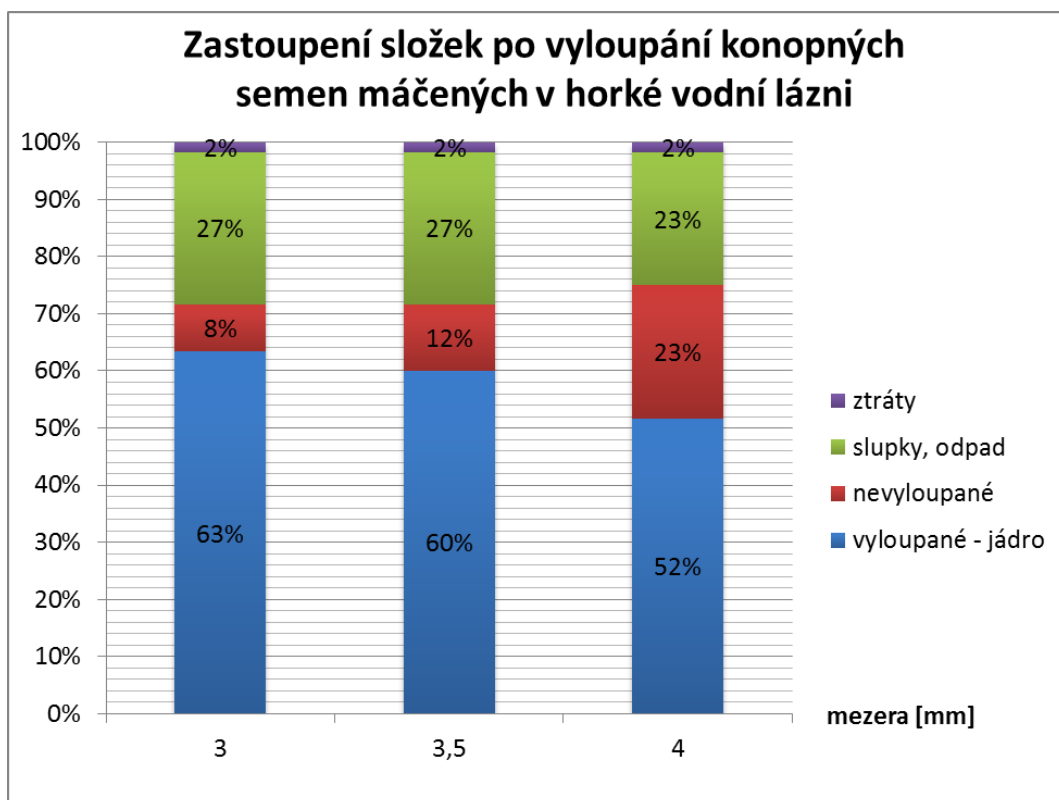
Tab. 11. Zastoupení složek po vyloupaní konopných semen máčených v horké vodní lázni

mezera [mm]	vyloupané - jádro [g]	nevyloupané [g]	slupky, odpad [g]	ztráty [g]
3	19	2,5	8	0,5
3,5	18	3,5	8	0,5
4	15,5	7	7	0,5





**Obr. 54.** Graf zastoupení složek po vyloupaní konopných semen bez předúpravy



**Obr. 55.** Graf zastoupení složek po vyloupaní konopných semen máčených v horké vodní lázni

Máčení v horké vodní lázni, viz Obr. 53. b), Obr. 55. a Tab. 11., velice kladně ovlivnilo loupateľnost i celistvost jádra, to zůstalo většinou celé, neporušené. Pro nejlepší nastavení mezery na 3 mm se jedná se o 14% navýšení vyloupání oproti neupravenému či zmraženému semenu a snížení ztrát o 1 % díky zmenšení fragmentace a prašnosti.

#### 7.4 Sumarizace

V Tab. 12. je procentuálně vyjádřeno vyloupané množství příslušného druhu osiva při dané předúpravě, a to při nejlepším možném nastavení loupací mezery.

Semena sóji díky velmi málo soudržné slupce byla velmi účinně vyloupána bez jakékoliv předúpravy, úprava zmražením či máčením tedy nebyla zapotřebí. Většina jader byla rozpůlena.

Slunečnicová semena byla velmi obtížně loupateľná, nedocházelo ke vzpříčení a následnému rozlomení slupky. Po předúpravách sice došlo k mírnému zlepšení, avšak ve srovnání s ostatními druhy byla účinnost stále velmi nízká. Předúprava máčením v horké vodní lázni způsobila změkčení slupky a nejvyšší procento vyloupání, dále změnu barvy a zvýšení celistvosti jader.

Semena bavlníku dosáhla po předúpravě zmražením solidních výsledků vyloupání díky křehčí slupce, naopak loupání po máčení v horké vodní lázni výrazně zhoršilo loupateľnost i následnou práci se semeny.

Konopné semeno bylo zařízením dobře vyloupáno, účinnost byla ještě výrazně zvýšena po předúpravě máčením v horké vodní lázni, což přineslo další pozitivní efekt – jádra zůstávala celistvá.

**Tab. 12.** Sumarizace výsledků vyloupání pro jednotlivé druhy semen a jejich úpravu

	bez předúprav	máčení v horké lázni	zmražení
sója	96%		
slunečnice (č)	8%	24%	15%
slunečnice (b)	14%	33%	27%
bavlník	57%	40%	71%
konopí	76%	90%	76%

## Závěr

Po důkladné rešerši problematiky loupání olejnatých semen je naprosto zřejmá složitost celého procesu, stejně tak nároky na loupací zařízení. Je patrné, že napříč světem jsou nejrozšířenější konvenční metody, tedy válcové a odstředivé loupání.

V návaznosti na poznatky z části rešeršní, na specifikace a na vymežující parametry byl navržen prototyp ručního loupacího stroje fungujícího na principech nekonvenční třecí metody, jehož výstupní hmotnostní tok by měl být cca 50 kg/h.

Experimentální část práce se zabývala ověřením předpokladu, že způsob loupání semen smýkavým pohybem po zdrsněných plochách je realizovatelný. Tato domněnka byla potvrzena.

Další část experimentu se netýkala přímo zařízení, ale semen, respektive zmenšení potřebných sil k porušení slupky semene. Závěrem bylo zjištění, že působením horké vody je slupka nasycena a změkčena, a to má za následek zmenšení sil potřebných k rozrušení slupky. Otázkou však zůstává, jak ovlivňují teploty zapouzdřené jádro, respektive jaký vliv mají vyšší teploty na nutriční hodnoty a obecně kvalitu oleje, pokud by následným procesem zpracování jader mělo být lisování za studena. V případě negativního ovlivnění by alternativou mohlo být napařování osiva vodními parami tak, aby došlo pouze k nasycení slupky a neprohřátí jádra.

Samotné loupání na stroji přineslo následující zjištění: přívod osiva na kotouče – distribuční výběhové drážky – nejsou ideální, kotouče se zanášejí a přestávají být drsné. Povrch loupacích ploch se nejeví jako vhodný pro loupání slunečnice ani po předúpravě semena máčením, které zvyšuje loupací schopnost. Pro snazší obsluhu by byla vhodnější klika s delším ramenem. V případě bavlníkového semena zvyšuje loupateľnost zmrazení, naopak snižující faktor jsou reziduální vlákna. Semena se slupkou menších tlouštěk či nižší integrity jsou dobře zařízením oddělitelná (sója, konopí). Dojde-li navíc u konopí k jeho předúpravě máčením, jsou jádra po vyloupání z velké části neporušená.

## Seznam použité literatury

- [1] SKF CZ, a.s.. [online]. Copyright © Autorská práva [cit. 29. 04. 2017]. Dostupné z: <http://www.skf.com/cz/index.html>
- [2] LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 5., upr. vyd. Úvaly: Albra, 2011, xiv, 927 s. ISBN 978-80-7361-081-4.
- [3] DRASTÍK, František. *Strojnické tabulky pro konstrukci i dílnu*. 2. dopl. vyd. Ostrava: Montanex, 1999, 722 s. ISBN 80-857-8095-X.
- [4] BILANSKI, W. K. "Damage resistance of seed grains." *Transactions of the ASAE*, 9.3 (1966): 360-363.
- [5] [online]. Dostupné z: <https://worldwide.espacenet.com/>
- [6] *ScienceDirect.com | Science, health and medical journals, full text articles and books*. [online]. Copyright © 2000 Elsevier Science Ltd. All rights reserved. [cit. 29. 04. 2017]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877400000613>
- [7] Physical Properties of Sunflower Seeds - ScienceDirect. *ScienceDirect.com | Science, health and medical journals, full text articles and books*. [online]. Copyright © 1997 Silsoe Research Institute. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved. [cit. 29. 04. 2017]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021863496901110>
- [8] HOIDEKR, Jan. *Analýza loupání slunečnicových semen*. Praha, 2014. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní
- [9] Edible Oil Refining | Oil Extraction Machine | Oil Mill Plant. *Edible Oil Refining | Oil Extraction Machine | Oil Mill Plant* [online]. Copyright © [cit. 29. 04. 2017]. Dostupné z: <http://www.oilmillplant.com>
- [10] Google. *Google* [online]. Copyright © 2017 [cit. 29. 04. 2017]. Dostupné z: <https://www.google.cz/patents>
- [11] The Permaculture Design Course – To Do or Not To Do? On the 2nd Day of the PDC | The Soil Hugger's Journey. *The Soil Hugger's Journey* [online]. Dostupné z: <https://thesoilhuggersjourney.wordpress.com/2015/06/15/the-permaculture-design-course-to-do-or-not-to-do-on-the-2nd-day-of-the-pdc/>

- [12] World Production Data. *FEDIOL* [online]. Copyright © [cit. 29. 04. 2017].  
Dostupné z:  
<http://www.fediol.be/web/world%20production%20data/1011306087/list1187970075/f1.html>
- [13] <http://GeneLife.Net> · *VirusDecoder* · *CytoThesis* · *BrainNeuroSignals* · *VasoHeart* · *NeuroHormone* [online]. Copyright © [cit. 29. 04. 2017].  
Dostupné z: [http://health120years.com/cn/pdf/hd\\_Vegetable.Oils.pdf](http://health120years.com/cn/pdf/hd_Vegetable.Oils.pdf)
- [14] [online]. Dostupné z:  
[http://80.onlinelibrary.wiley.com/dialog.cvut.cz/doi/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199610\)72:2%3C263::AID-JSFA653%3E3.0.CO;2-1/epdf](http://80.onlinelibrary.wiley.com/dialog.cvut.cz/doi/10.1002/(SICI)1097-0010(199610)72:2%3C263::AID-JSFA653%3E3.0.CO;2-1/epdf)
- [15] [online]. Dostupné z:  
<http://s443.link.springer.com/dialog.cvut.cz/article/10.1007/BF02639724>
- [16] [online]. Dostupné z:  
<http://s443.link.springer.com/dialog.cvut.cz/article/10.1007/BF02641491>
- [17] *ScienceDirect.com | Science, health and medical journals, full text articles and books.* [online]. Copyright © 2003 Silsoe Research Institute. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved. [cit. 29. 04. 2017]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1537511003001302>
- [18] [online]. Dostupné z:  
<http://s443.link.springer.com/dialog.cvut.cz/article/10.1007/BF02612947>
- [19] *igus® energy chains®, flexible cables, polymer bearings.* *igus® energy chains®, flexible cables, polymer bearings* [online]. Dostupné z:  
<http://www.igus.cz/>
- [20] *Farmet . Farmet* [online]. Copyright © 2014 dmpCMS [cit. 29.04.2017].  
Dostupné z: <http://www.farmet.cz/>

## Seznam obrázků

<b>Obr. 1.</b> Slunečnicové semeno a) celé b) slupka c) jádro .....	2
<b>Obr. 2.</b> Rozměry semena promítnuty v systému souřadnic XYZ [7].....	3
<b>Obr. 3.</b> Tabulka kategorií a příslušných rozměrů [7] .....	3
<b>Obr. 4.</b> Kvazistatické zatěžování osiva a) horizontální b) vertikální poloha, přeloženo z angličtiny [6].....	4
<b>Obr. 5.</b> Závislost deformace celého semínka na síle jako funkce vlhkosti při zatěžování a) vertikálním b) horizontálním, přeloženo z angličtiny [6].....	4
<b>Obr. 6.</b> Závislost deformace jádra na síle jako funkce vlhkosti při zatěžování a) vertikálním b) horizontálním, přeloženo z angličtiny [6] .....	5
<b>Obr. 7.</b> Vliv obsahu vlhkosti a) na síle potřebné k rozlomení b) na deformaci; (___) horizontální zatížení, (- -) vertikální zatížení, přeloženo z angličtiny [6] .....	5
<b>Obr. 8.</b> Dekompozice plodové části bavlníku [11] .....	6
<b>Obr. 9.</b> Detail bavlníkových semen a) s linters b) bez linters c) jádro.....	6
<b>Obr. 10.</b> Výtěžnost bavlníkových produktů [12].....	7
<b>Obr. 11.</b> Detail konopného semena a) celé b) jádro.....	8
<b>Obr. 12.</b> JK Machinery a) vibrační třídač PVT 800 b) odkaménkovávač KVR 500.....	10
<b>Obr. 13.</b> Separátor firmy KMEC engineering a) dvouvrstvý b) jednobubnový .....	12
<b>Obr. 14.</b> Lisovací zařízení firmy Farnet a.s., typ Farmer 20 .....	13
<b>Obr. 15.</b> Šroubový lis Everychina, typ ZX 18.....	13
<b>Obr. 16.</b> Loupačka firmy JK Machinery, typ a) KDL 600 b) KLS 500 .....	14
<b>Obr. 17.</b> Loupačka firmy Farnet a.s., typ FH 2000 se spodním pohonem.....	15
<b>Obr. 18.</b> Loupačka firmy Forsbergs inc, typ 15D, přeloženo z angličtiny .....	15
<b>Obr. 19.</b> Loupačka firmy Schule, typ FKS 500 .....	16
<b>Obr. 20.</b> Loupačka firmy Akyure, typ ID-900 .....	16
<b>Obr. 21.</b> Loupačky firmy Bühler, typ a) DGBA b) MHSA c) DOSB .....	17
<b>Obr. 22.</b> Loupačka firmy CPM, typ SP 3200 .....	17
<b>Obr. 23.</b> Loupačka firmy Cottor Plants a), b) 36“ Twin Roll Huller.....	18
<b>Obr. 24.</b> Diskový loupáč firmy KMEC engineering a), b).....	18
<b>Obr. 25.</b> Rozbor loupacího zařízení DOSB firmy Bühler .....	19
<b>Obr. 26.</b> Rozbor loupacího zařízení Bühler DOZC.....	20
<b>Obr. 27.</b> Schematický pohled na ultrazvukové loupací zařízení a) celek b) rotor [5].	21



<b>Obr. 28.</b> použitý vzor UZ generátoru v 3A) plynové komoře 3B) rotoru [5] .....	22
<b>Obr. 29.</b> Diskový loupáč firmy KMEC engineering detail.....	23
<b>Obr. 30.</b> Schéma loupacího zařízení.....	25
<b>Obr. 31.</b> Distribuce semen v průřezu šneku.....	26
<b>Obr. 32.</b> Distribuce semen po jedné otáčce šneku.....	26
<b>Obr. 33.</b> Vyznačení dimenzovaných prvků zařízení .....	27
<b>Obr. 34.</b> Výpočtové schéma.....	28
<b>Obr. 35.</b> Základní rám s vodicími kostkami a objímkami.....	30
<b>Obr. 36.</b> Trubka dopravníku s nerotačním kotoučem s přípojovací trubkou a násypkou .....	30
<b>Obr. 37.</b> Levé (kuličkové ložisko) a pravé (kluzné ložisko) uložení šneku.....	31
<b>Obr. 38.</b> Detail a) odfrézování šneku b) povlakované disky .....	31
<b>Obr. 39.</b> Celkový řez sestavy .....	32
<b>Obr. 40.</b> Celkový pohled na sestavu a).....	33
<b>Obr. 41.</b> Celkový pohled na sestavu b).....	33
<b>Obr. 42.</b> Experimentální zařízení .....	36
<b>Obr. 43.</b> Sójové semeno po vyloupání a) slupky b) jádro.....	37
<b>Obr. 44.</b> Graf zastoupení složek po vyloupání sójových semen bez předúpravy .....	37
<b>Obr. 45.</b> Slunečnice bílá po vyloupání a) bez předúpravy b) máčená c) zmražená ..	38
<b>Obr. 46.</b> Graf zastoupení složek po vyloupání slunečnicových semen (bílých); mezera 4,8 mm .....	39
<b>Obr. 47.</b> Slunečnice černá po vyloupání a) zmražená b) máčená c) bez předúpravy .....	40
<b>Obr. 48.</b> Graf zastoupení složek po vyloupání slunečnicových semen (černých); mezera 4,7 mm .....	40
<b>Obr. 49.</b> Bavlníková semena po vyloupání a) bez předúpravy b) máčená c) zmražená.....	42
<b>Obr. 50.</b> Graf zastoupení složek po vyloupání bavlníkových semen bez předúpravy .....	43
<b>Obr. 51.</b> Graf zastoupení složek po vyloupání bavlníkových semen máčených v horké vodní lázni .....	43
<b>Obr. 52.</b> Graf zastoupení složek po vyloupání bavlníkových semen zmražených.....	44
<b>Obr. 53.</b> Konopná semena po vyloupání a) bez předúpravy b) máčená c) zmražená .....	45

<b>Obr. 54.</b> Graf zastoupení složek po vyloupání konopných semen bez předúpravy...	46
<b>Obr. 55.</b> Graf zastoupení složek po vyloupání konopných semen máčených v horké vodní lázni .....	46

## Seznam tabulek

<b>Tab. 1.</b> Průměrná světová výtěžnost oleje z olejnatých plodů [13].....	2
<b>Tab. 2.</b> Závislost síly na vlhkosti a poloze dopadu osiva [6].....	6
<b>Tab. 3.</b> Testování loupací schopnosti slunečnicových semen.....	35
<b>Tab. 4.</b> Zastoupení složek po vyloupání sójových semen bez předúpravy .....	37
<b>Tab. 5.</b> Zastoupení složek po vyloupání slunečnicových semen (bílých); mezera 4,8 mm .....	39
<b>Tab. 6.</b> Zastoupení složek po vyloupání slunečnicových semen (černých); mezera 4,7 mm .....	40
<b>Tab. 7.</b> Zastoupení složek po vyloupání bavlníkových semen bez předúpravy .....	42
<b>Tab. 8.</b> Zastoupení složek po vyloupání bavlníkových semen máčených v horké vodní lázni .....	42
<b>Tab. 9.</b> Zastoupení složek po vyloupání bavlníkových semen zmražených .....	42
<b>Tab. 10.</b> Zastoupení složek po vyloupání konopných semen bez předúpravy .....	45
<b>Tab. 11.</b> Zastoupení složek po vyloupání konopných semen máčených v horké vodní lázni.....	45
<b>Tab. 12.</b> Sumarizace výsledků vyloupání pro jednotlivé druhy semen a jejich úpravu .....	47

## Seznam příloh

### 1 Patentová rešerše

- rozsah 18 stran A4

### 2 Výkresová dokumentace

- Sestavný výkres loupacího zařízení DP-00-00

### 3 CD s dodatečnými materiály

## Seznam použitých zkratk a symbolů

Zkratka	Popis
aj.	a jiné
THC	D9tetrahydrocannabinol
atd.	a tak dále
resp.	respektive
UZ	ultrazvuk
ISO	International Organization for Standardization
DIN	Deutsches Institut für Normung

Symbol	Jednotky	Popis
$M_k$	$[N \cdot m]$	mezní krouticí moment
$d_H$	$[mm]$	průměr hřídele
$l_a$	$[mm]$	činná délka pera
$l$	$[mm]$	délka pera
$b_p$	$[mm]$	šířka pera
$a$	$[mm]$	výpočtová délka působíště síly na klice
$b$	$[mm]$	výpočtová délka ložisko – rameno kliky
$c$	$[mm]$	výpočtová délka uložení
$r$	$[mm]$	výpočtová délka ramena kliky
$l_K$	$[mm]$	délka kluzného pouzdra
$d_K$	$[mm]$	vnitřní průměr kluzného pouzdra
$R_S$	$[m]$	efektivní poloměr šnekovnice
$D$	$[m]$	vnější průměr šneku
$S$	$[m]$	stoupání šneku
$p$	$[N \cdot mm^{-2}]$	tlak na pero
$p_D$	$[N \cdot mm^{-2}]$	dovolený tlak
$p_K$	$[N \cdot mm^{-2}]$	tlak na pouzdro
$p_{KD}$	$[N \cdot mm^{-2}]$	dovolený tlak na pouzdro

$F$	$[N]$	maximální zátěžná statická síla na kliku
$F_R$	$[N]$	radiální síla v kuličkovém ložisku
$F_{RK}$	$[N]$	radiální síla v kluzném pouzdře
$F_A$	$[N]$	axiální síla
$P$	$[N]$	Ekvivalentní zatížení
$C$	$[kN]$	dynamická únosnost ložiska
$C_0$	$[kN]$	statická únosnost ložiska na hřídeli
$\alpha$	$[\circ]$	úhel stoupání šnekovnice
$\varphi$	$[\circ]$	třecí úhel mezi šnekem a materiálem
$f_0$	$[-]$	výpočtový součinitel pro ložisko
$e_{vlastní}$	$[-]$	výpočtový porovnávací součinitel pro ložisko
$e_{ložisko}$	$[-]$	výpočtový porovnávací součinitel ložiska
$X$	$[-]$	korekční součinitel radiálního zatížení ložiska
$Y$	$[-]$	korekční součinitel axiálního zatížení ložiska
$L_n$	$[h]$	výsledná teoretická trvanlivost ložiska

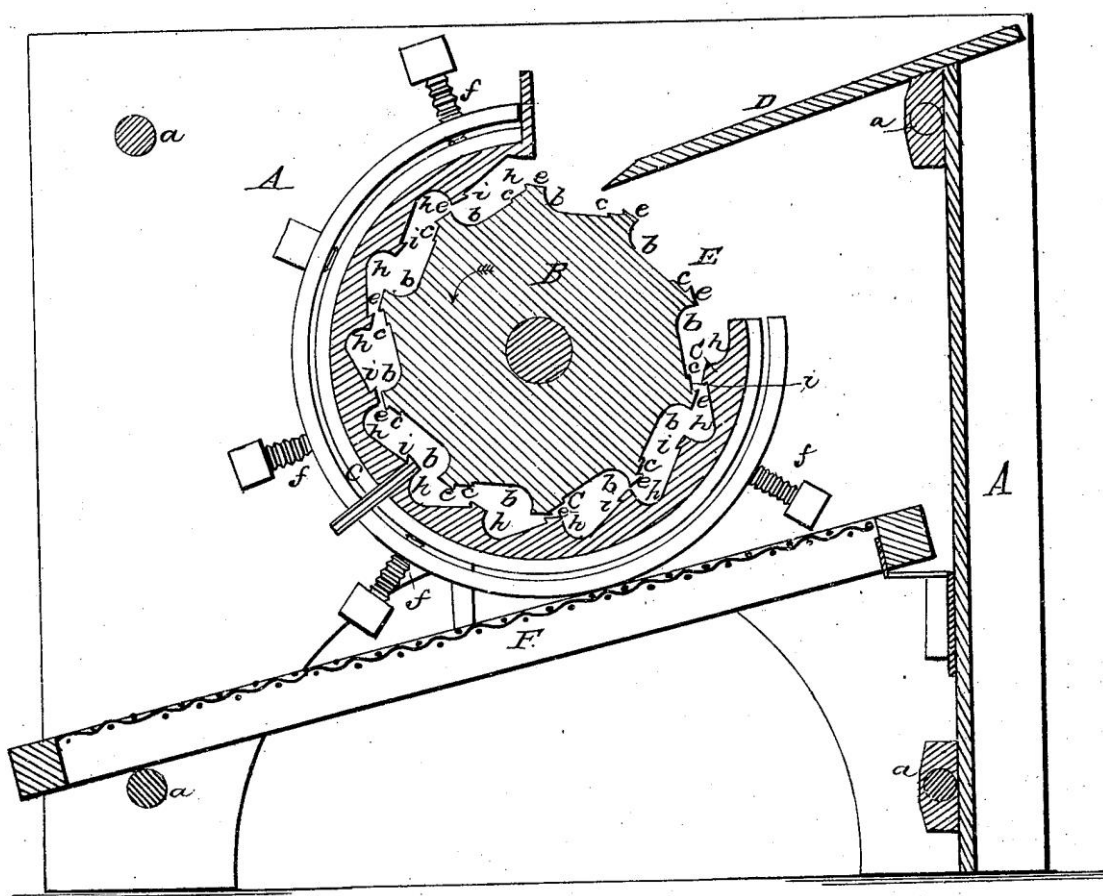


## Příloha 1

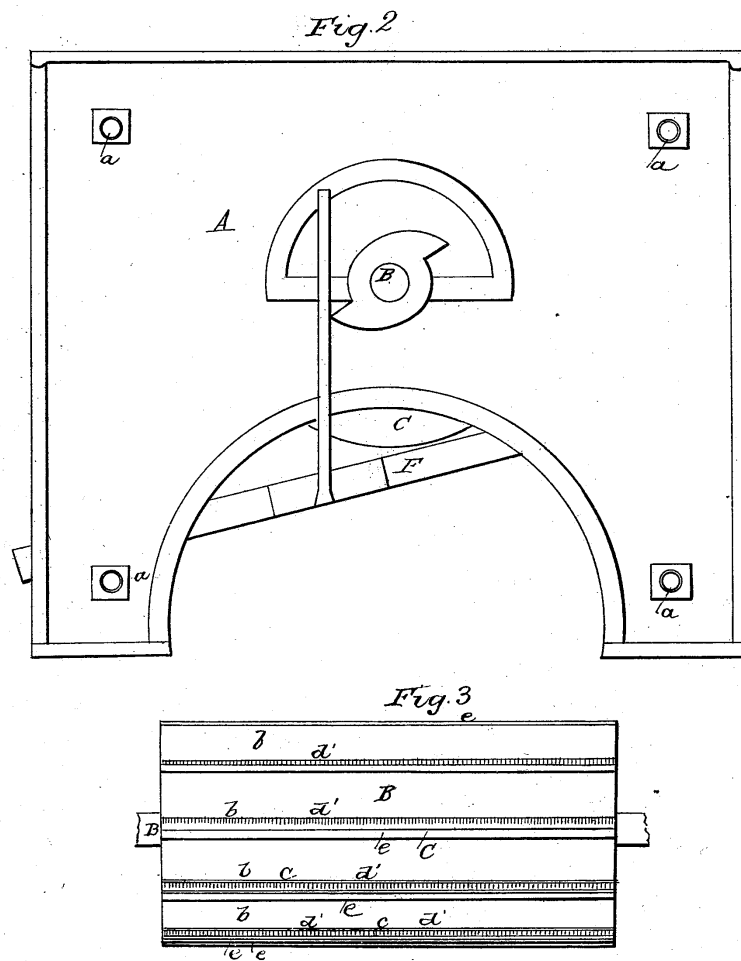
### Patentová rešerše strojů na loupání bavlníkového semena

Tab. 1. Bibliografické údaje patentu č. US17961 A [10]

Patent	Improvement in machines for hulling cotton-seed Vylepšení strojů na loupání bavlníkového semena
Vynálezci	William B. Fee
Datum publikace	11. 08. 1857
Abstrakt	Série břitů s hluboko zasahujícími brázdami s účelem loupání bavlníku řezáním. To způsobuje jak vyloupání, tak i částečné vytlačování oleje. Válec B je vybaven řadou rezných hran <i>e</i> , mezi každými dvěma hranami je hluboká rýha <i>b</i> . Přítlačný koš C je stejným způsobem vybaven sérií břitů <i>i</i> a rýh <i>h</i> . Řezné hrany na válci B jsou orientovány v opačném směru, než hrany na koši E. Hluboké brázdby <i>b</i> jsou na jedné straně velmi strmé, zatímco druhá strana je mírně nakloněná rovina.



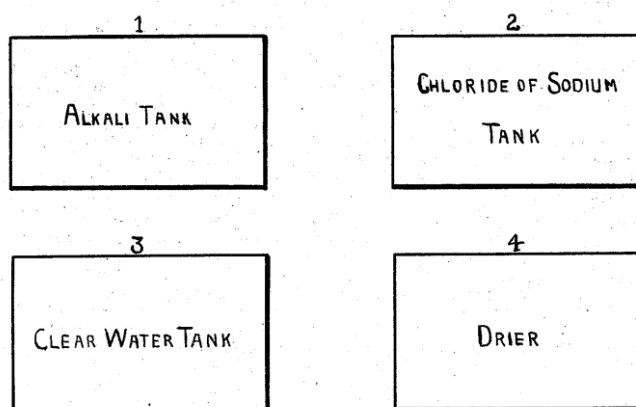
Obr. 1. Patent US17961 A – schéma zařízení v řezu [10]



Obr. 2. Patent US17961 A – boční schéma zařízení a detail bubnu [10]

Tab. 2. Bibliografické údaje patentu č.US695476 A [10]

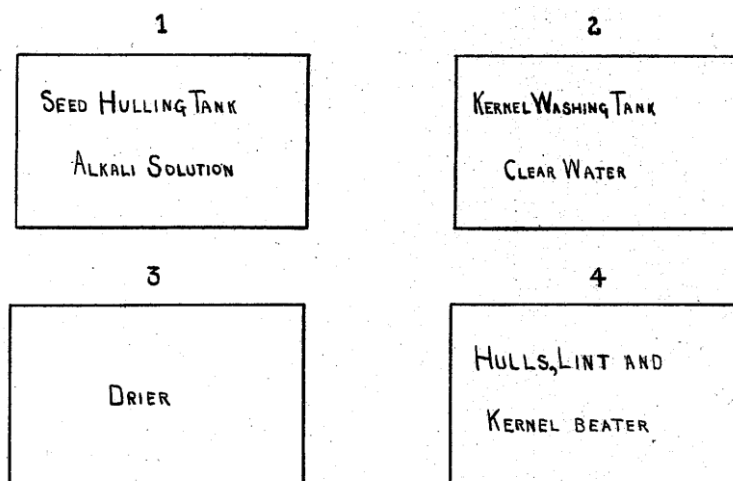
Patent	Process of hulling cotton-seed
	Proces loupání bavlníkového semena
Vynálezci	John McFarlane
Datum publikace	18. 03. 1902
Abstrakt	Rychlé a dokonalé odstranění slupek bavlníkových semen bez poškození jádra. Semena se ponoří do roztoku alkálie (uhličitan draselný (potaš), hydroxid sodný nebo zhuštěný louh). Semena zůstanou naložena v roztoku o zvýšené teplotě 38 - 66 °C až do otevření slupky a oddělení jádra. Po oddělení vyplavou jádra na hladinu, odkud jsou sbírána a následně vhozena do nádrže s roztokem chloridu sodného (běžná sůl) s cílem odstranit ulpěné alkálie. Poté následuje mytí vodou a sušení.



Obr. 3. Patent US695476 A – loupání alkáliemi bavlníkového semena [10]

Tab. 3. Bibliografické údaje patentu č. US 695475 A [10]

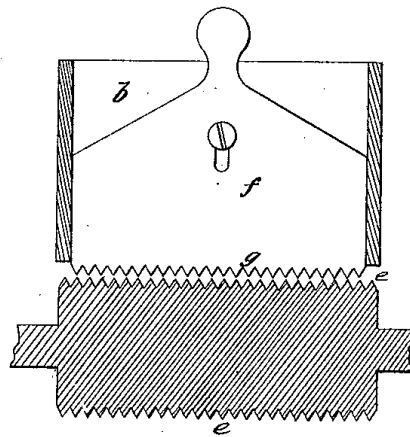
Patent	Process of hulling cotton-seed Proces loupání bavlnkových semen
Vynálezci	John McFarlane, David C Reinohl
Datum publikace	29. 08. 1902
Abstrakt	Rychlé a dokonalé odstranění slupek bavlníkových semen bez poškození jádra nebo slupek. Semena se ponoří do roztoku alkálie (uhličitan draselný (potaš), hydroxid sodný nebo zhuštěný louh) a černé melasy. Semena zůstanou naložena v roztoku o zvýšené teplotě 38 - 66 °C až do otevření slupky a oddělení jádra. Po oddělení vyplavou jádra na hladinu, odkud jsou sbírána a následně vhozena do nádrže s čistou vodou na oplach. Následuje sušení a další zpracování.



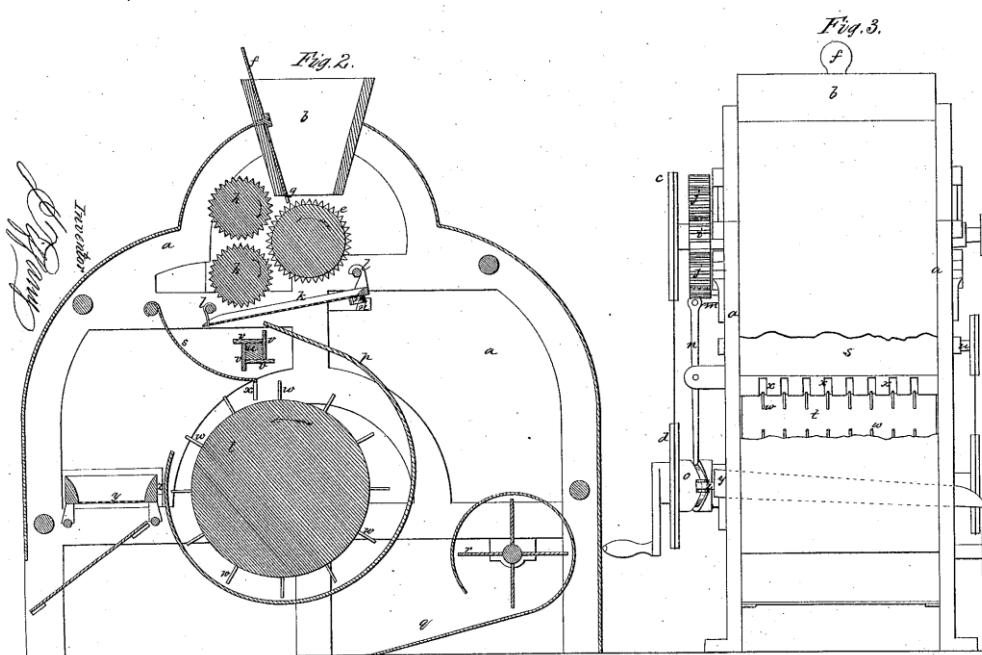
Obr. 4. Patent US 695475 A – loupání alkáliemi bavlníkového semena [10]

Tab. 4. Bibliografické údaje patentu č.US30096 A [10]

Patent	Machine for hulling cotton-seed Stroj na loupání bavlníkového semena
Vynálezci	Joel Tiffany
Datum publikace	18. 09. 1860
Abstrakt	Hlavní rotační válec s pyramidálními zuby podél podélných obvodových drážek pracuje v kombinaci s jedním, či více pracovními válci, které mají stejně tvarované zuby a jsou uspořádány tak, že periferie pracovního válce musí mít větší rychlost než hlavní válec. Nejprve semena praskají tlakem, následně jsou slupky odstraněny pomocí dalších válců.



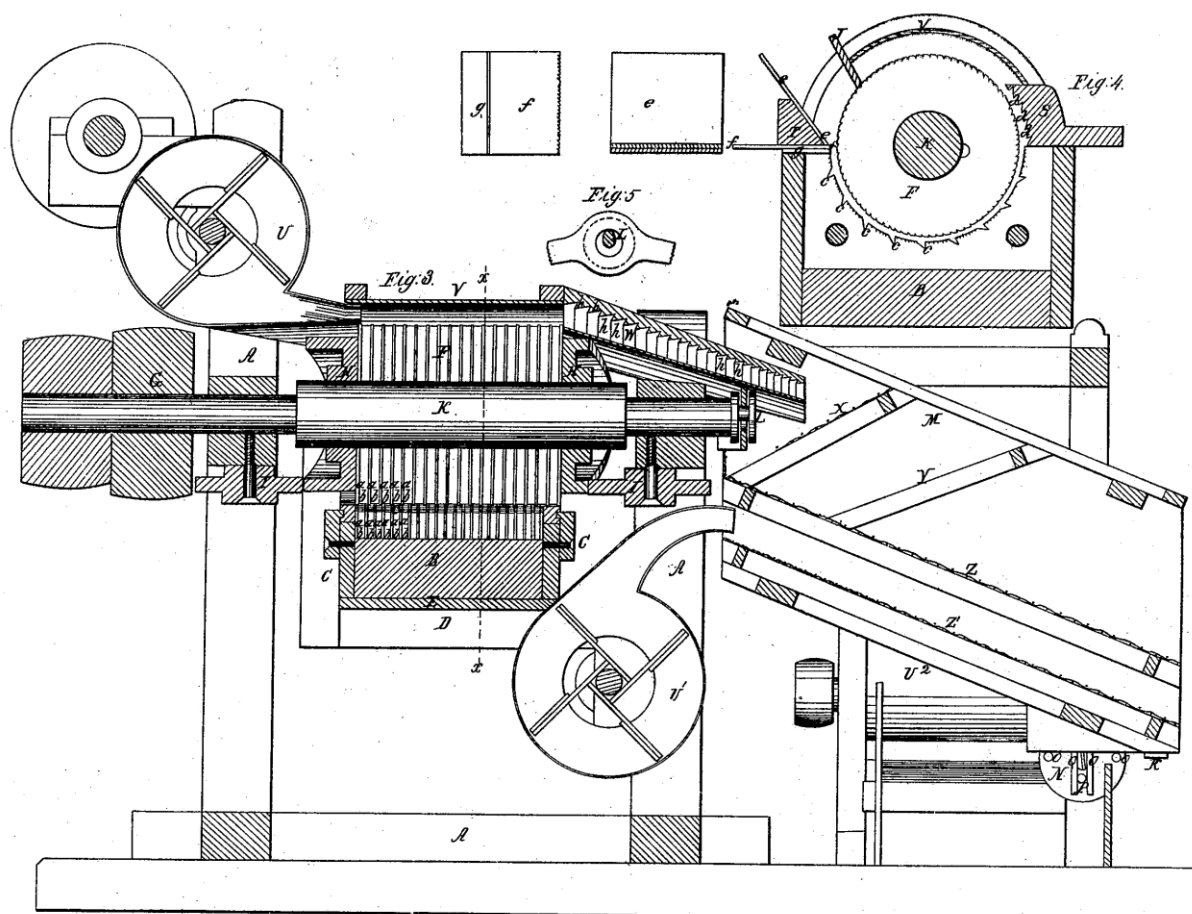
Obr. 5. Patent US30096 A – detail válců [10]



Obr. 6. Patent US30096 A – loupací zařízení v řezu [10]

Tab. 5. Bibliografické údaje patentu č.US16509 A [10]

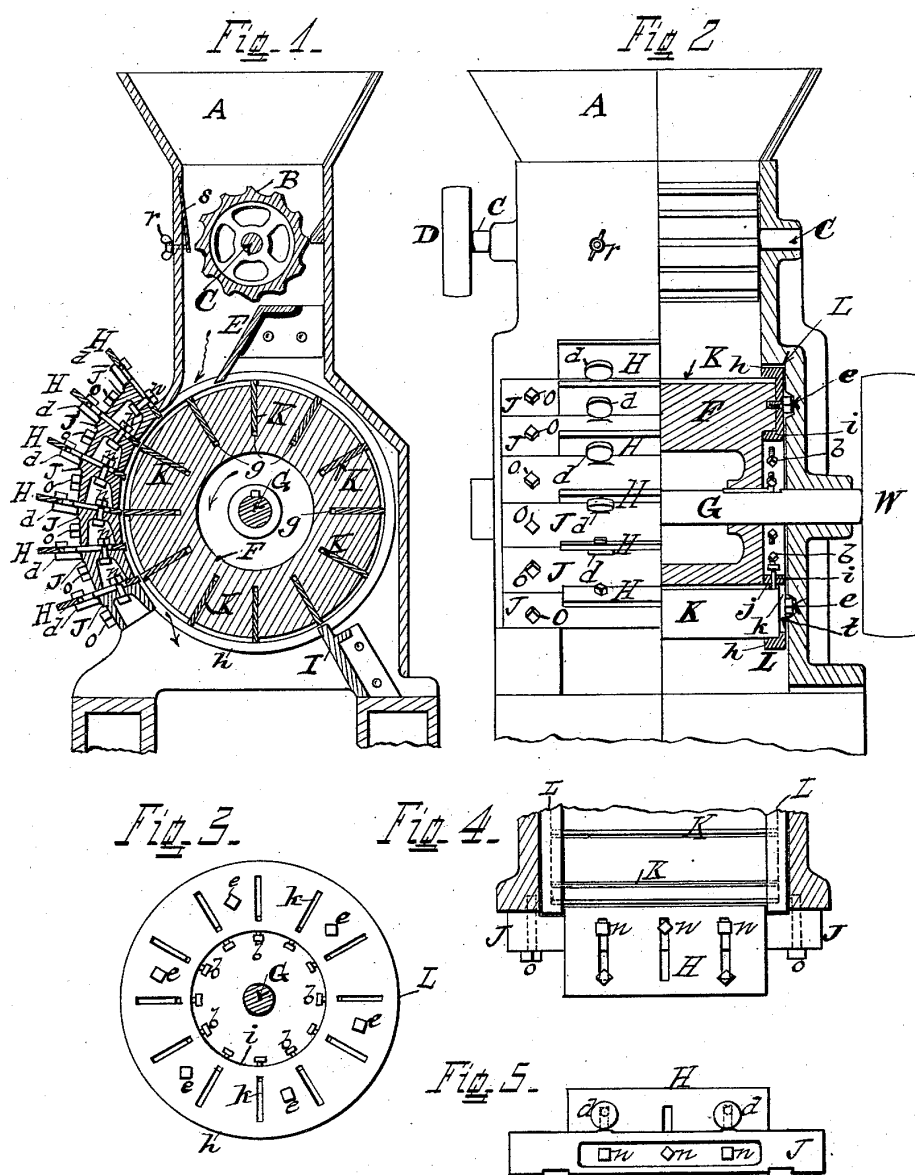
Patent	Improvement in machines for hulling and separating cotton-seed Vylepšení strojů na loupání a separaci bavlníkových semen
Vynálezci	William Wilber
Datum publikace	27. 01. 1857
Abstrakt	Kombinace oběžného kola a konkávního statického protikusu má za cíl vyloupat pomocí speciální zubové a drážkové úpravy semena a vynést materiál do horní úrovně, kde je poté proudem vzduchu přehánán do žlabu a odveden tak mimo loupací komoru. Vyústění žlabu se nachází nad separátorem, který třídí výstupní produkt z hlediska velikosti i rozdílných hmotností slupky a jádra (různě velkými oky v sítích a pomocí přidavného fukaru).



Obr. 7. Patent US16509 A – schéma stroje v řezu [10]

Tab. 6. Bibliografické údaje patentu č. US 299931 A [10]

Patent	Machine for hulling cotton-seed Stroj na loupání bavlníkového semena
Vynálezci	Theodore J. Mogowan
Datum publikace	03. 06. 1884
Abstrakt	Loupačí válec se skládá z dlouhého rýhovaného těla F a hlavy L opatřené přčnivajícými prstencovými přírubami h a čepelemi K zasunutými v drážkách válce a vyčnívající pod přírubami. Konkávní statický protikus obsahuje nože ve štěrbinách H procházejícími mřížemi, přičemž lze nastavovat jejich přesah skrze mříže.

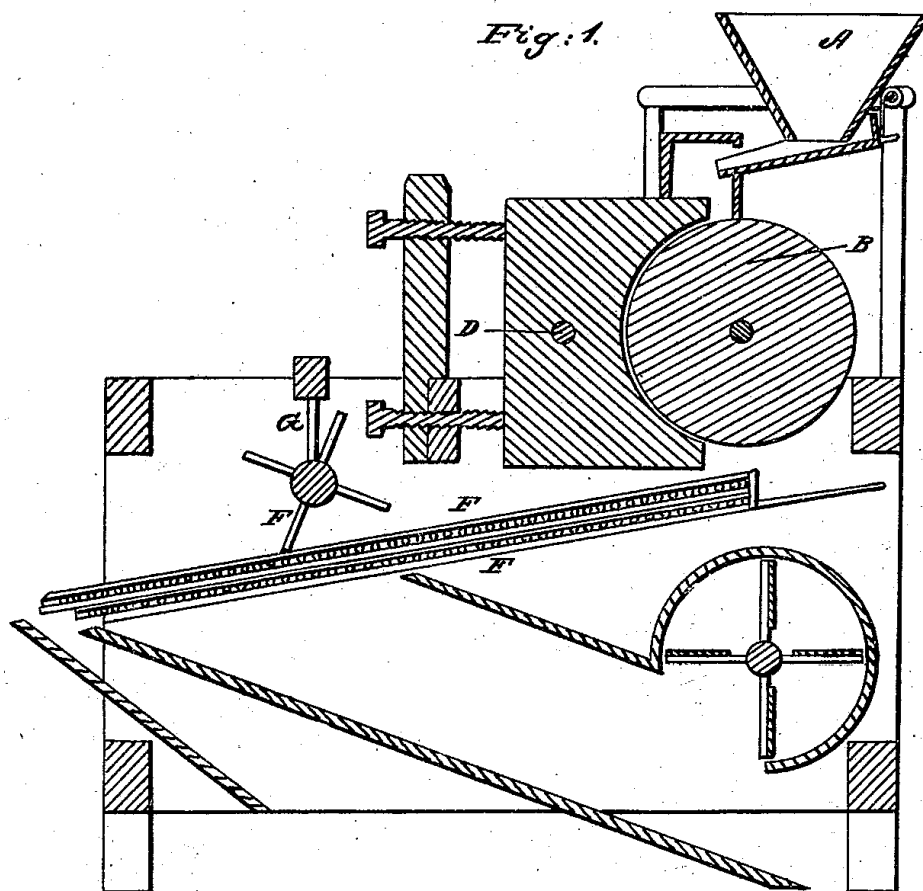


Obr. 8. Patent US 299931 A – schéma stroje [10]

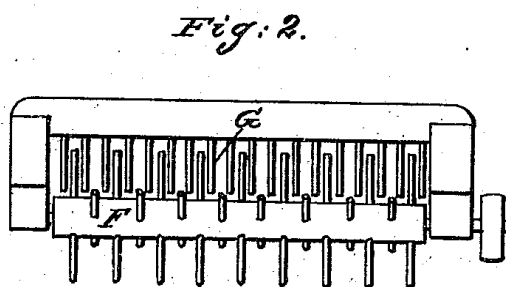


Tab. 7. Bibliografické údaje patentu č.US3951 A [10]

Patent	Improvement in machines for hulling cotton-seed Vylepšení strojů na loupání bavlníkových semen
Vynálezci	Jabez Smith
Datum publikace	15. 03. 1845
Abstrakt	Kombinace loupacího válce B a konkávního statického protikusů D jako hlavní loupací část doplněná o dvojitý mlátič F ve skříni G, jehož zuby procházejí zubovými mezerami skříně.



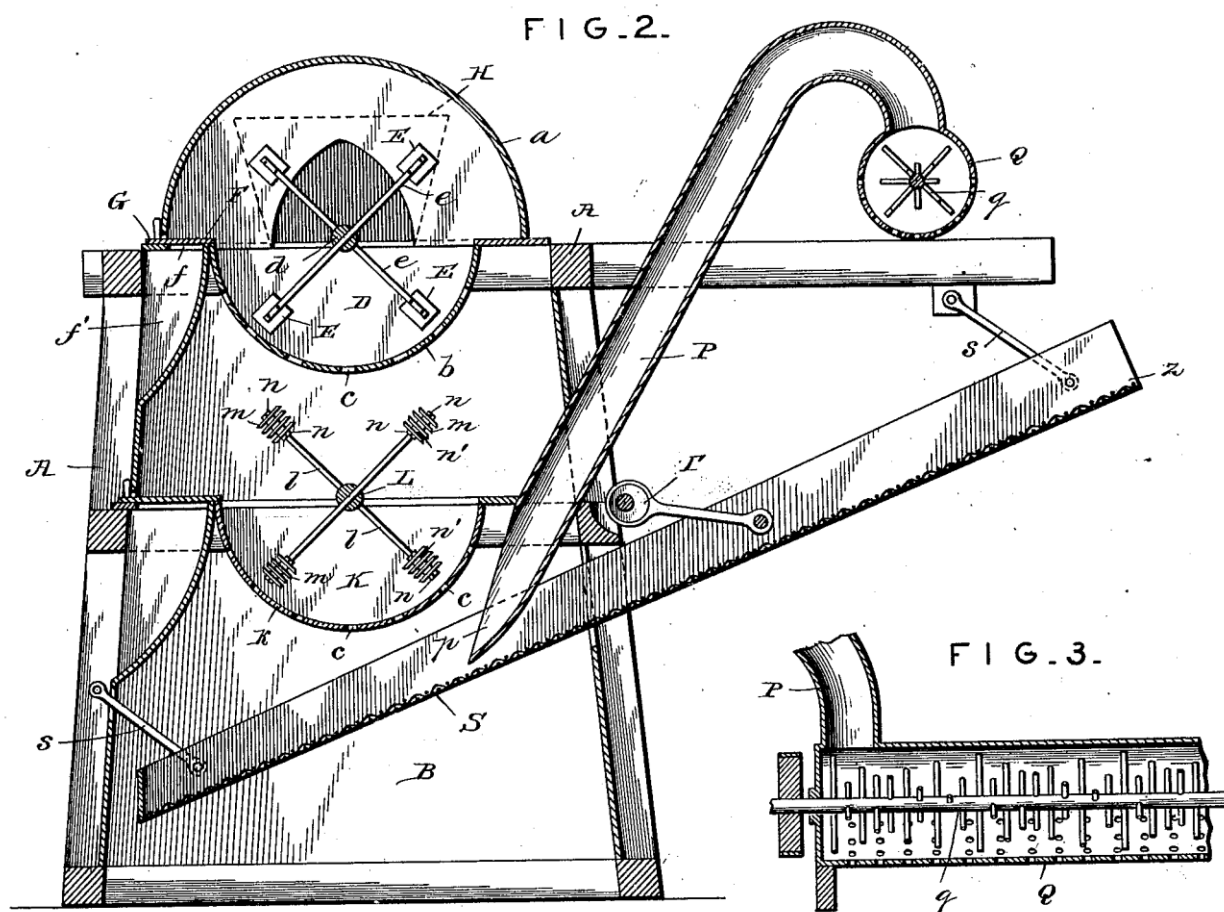
Obr. 9. Patent US3951 A – schéma stroje v řezu [10]



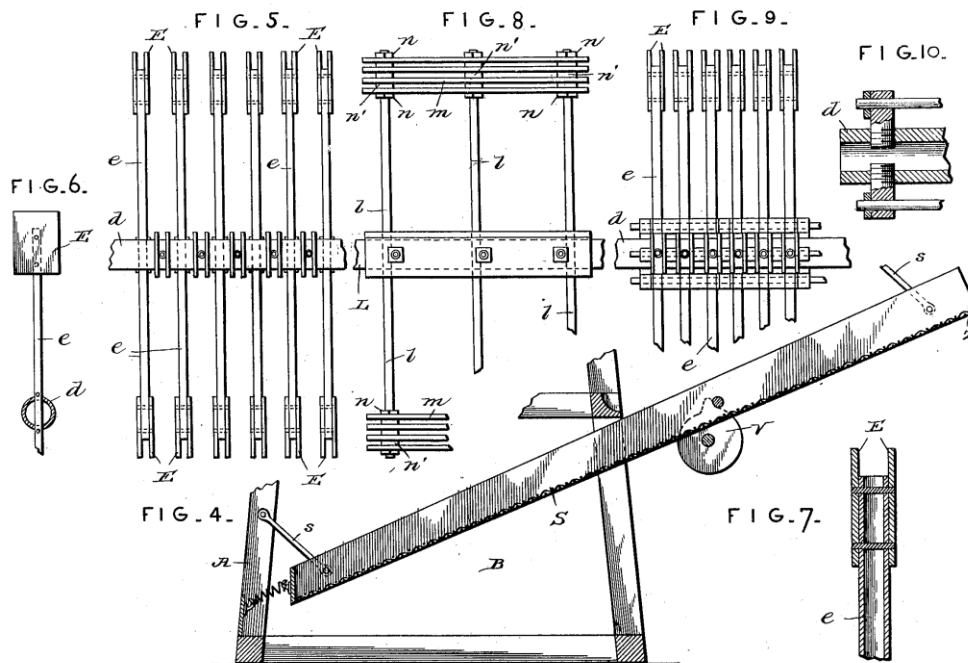
Obr. 10. Patent US3951 A – detail dvojitého mlátiče [10]

Tab. 8. Bibliografické údaje patentu č. US677303 A [10]

Patent	Cotton-seed hulling, reducing, and separating machine. Loupač reduktor a separátor bavlníkových semen
Vynálezci	Cornelius Young
Datum publikace	19. 07. 1900
Abstrakt	Kombinace rotačního redukčního mechanismu s děrovaným dnem. V prvním mlátiči je semeno rozbito do velikosti takové, aby všechny části prošly otvory ve dně na druhý mlátič, kde se opakuje celý proces. Díry ve spodní části bubnu druhého mlátiče jsou však menší. Po vypadnutí na síto jsou přítomná krátká vlákna, která jsou odseparována v Q. Sítem propadávají jádra (spodní část) a slupky jsou posunovány k hornímu okraji, kde přepadávají v místě z.



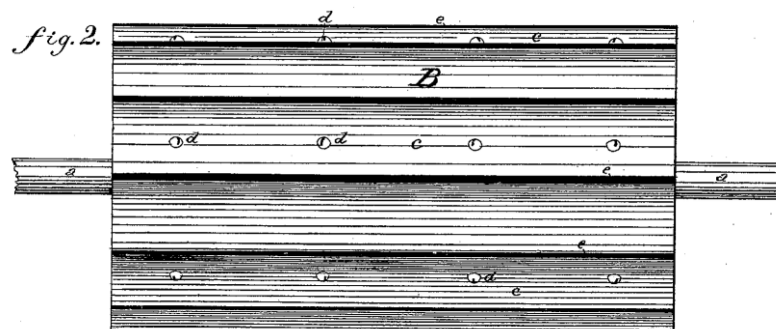
Obr. 11. Patent US677303 A – schéma stroje v řezu [10]



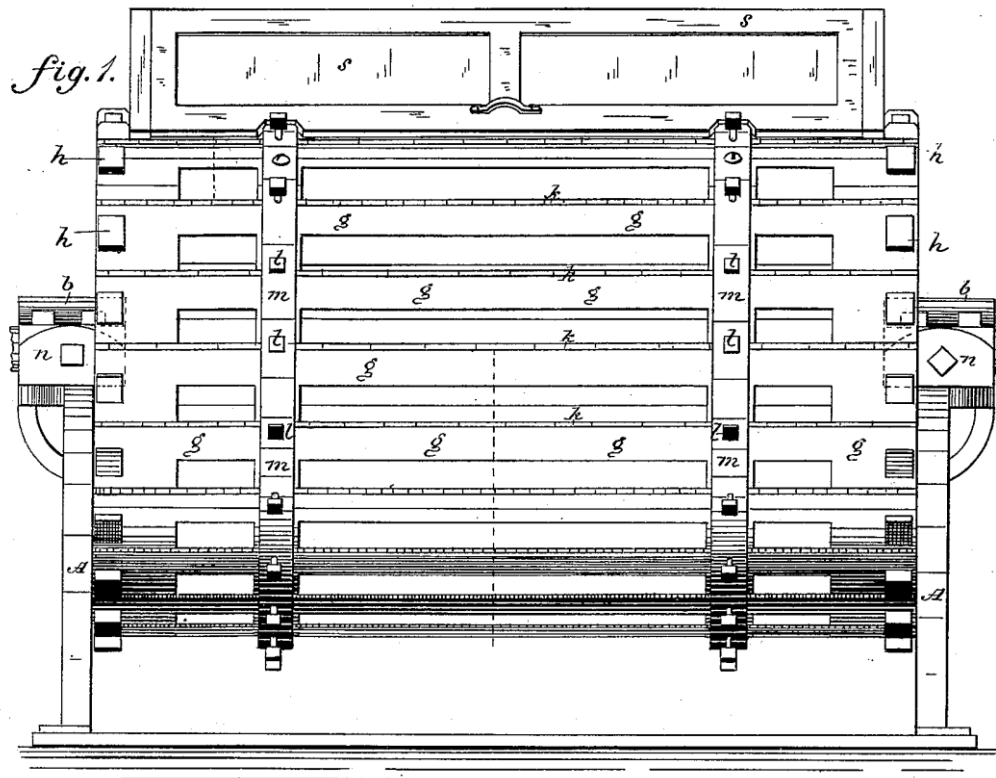
Obr. 12. Patent US677303 A – detaily stroje [10]

Tab. 9. Bibliografické údaje patentu č. US263262 A [10]

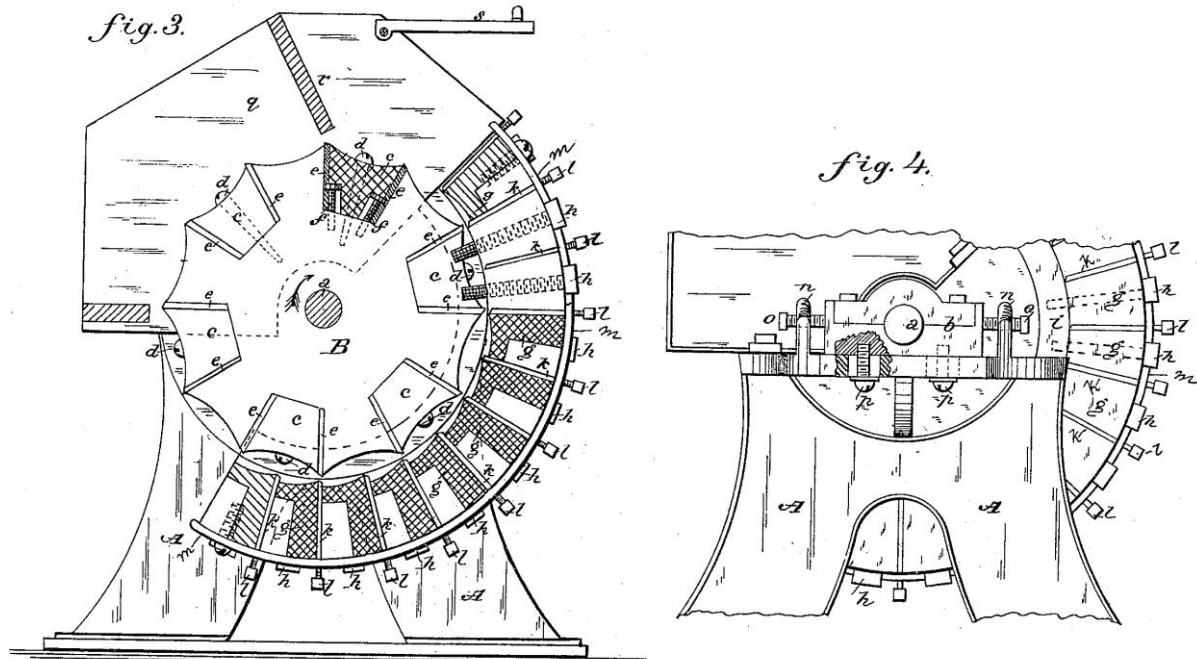
Patent	Machine for hulling cotton-seed
	Stroj na loupání bavlníkového semena
Vynálezci	Hugh S. Walsh
Datum publikace	22. 08. 1882
Abstrakt	Válec B je fixován na hřídel. Válec je drážkován podélně, přičemž v každé drážce je vyjímatelný element c připevněný pomocí šroubu d a dva břity, které element drží ve stabilní poloze. V obklopující konkávní skříni jsou podélně vyvedeny břity k, jejichž výsuv je říditelný šroubem l.



Obr. 13. Patent US263262 A – detail loupacího válce [10]



Obr. 14. Patent US263262 A – detail bubnu [10]

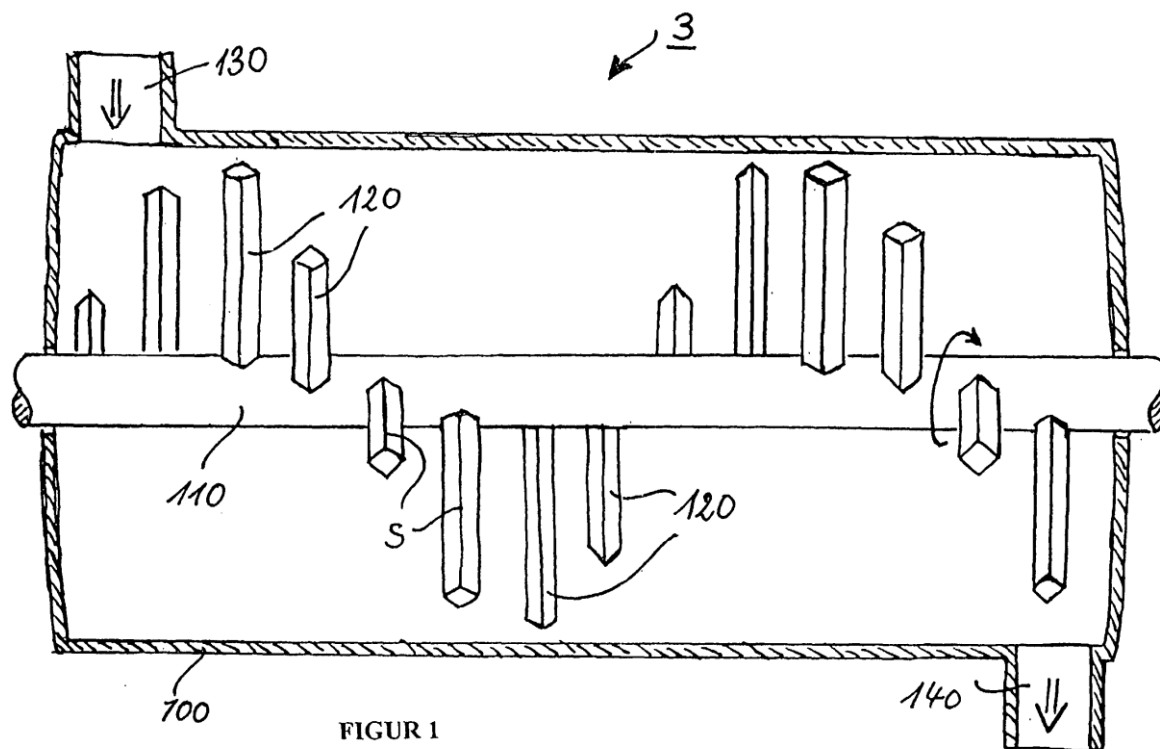


Obr. 15. Patent US263262 A – schéma stroje [10]

## Patentová rešerše strojů na loupání slunečnicového semena

Tab. 10. Bibliografické údaje patentu č. EP1078580 B1 [5]

Patent	Verfahren und Vorrichtung zum Schälen von Ölsaatsamen, insbesondere Sonnenblumensamen
	Způsob a zařízení k loupání olejnatých semen, zejména semen slunečnicových
Vynálezci	Freiherr Friedrich-Wilhelm von Rotenhan
Datum publikace	22. 06. 2005
Abstrakt	Během procesu je osivo, jakožto sypký materiál, mícháno pod rostoucím mechanickým tlakem v omezeném prostoru. Slupka je oddělena od jádra semena za pomoci tlaku a tření. Semena je vhodné před samotným procesem sušit, protože dojde k uvolnění vlhkosti z jádra, které díky odparu zmenší svůj objem a odlehne tak od slupky.



Obr. 16. Nákres zařízení patentu EP1078580 B1 [5]



Tab. 11. Bibliografické údaje patentu č. US3703200 A [5]

Patent	Treating cereal grains and seeds
	Zacházení se zrný a semeny
Vynálezci	Larsen Helge, Palyi Leslie
Datum publikace	21. 11. 1972
Abstrakt	Semena a zrna jsou loupána v zařízení obsahujícím zapouzdřený rotační buben. Semena jsou nejprve zpracována v radiální mezeře mezi čelní plochou bubnu a pouzdrem, poté mezi obvodovou plochou bubnu a obklopující částí zapouzdření.

PATENTED NOV 21 1972

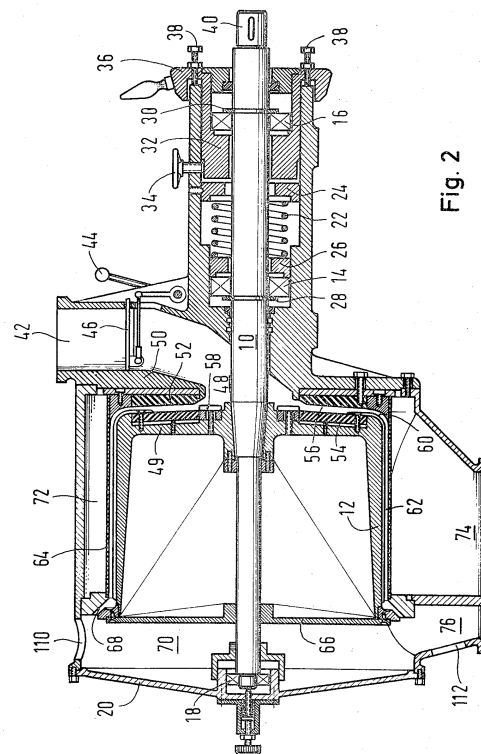
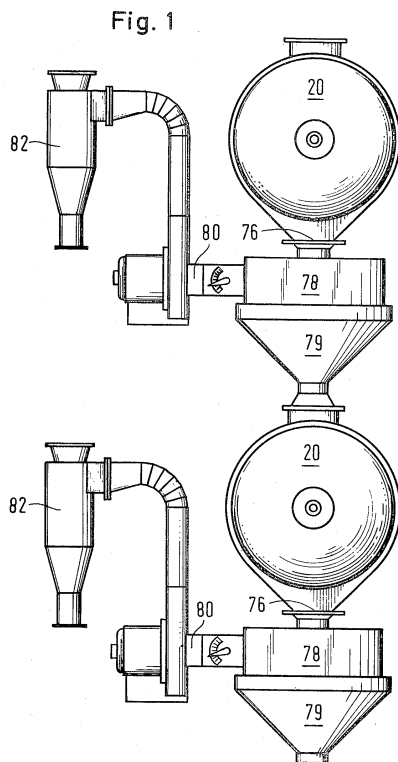
3,703,200

PATENTED NOV 21 1972

3,703,200

SHEET 1 OF 5

SHEET 2 OF 5



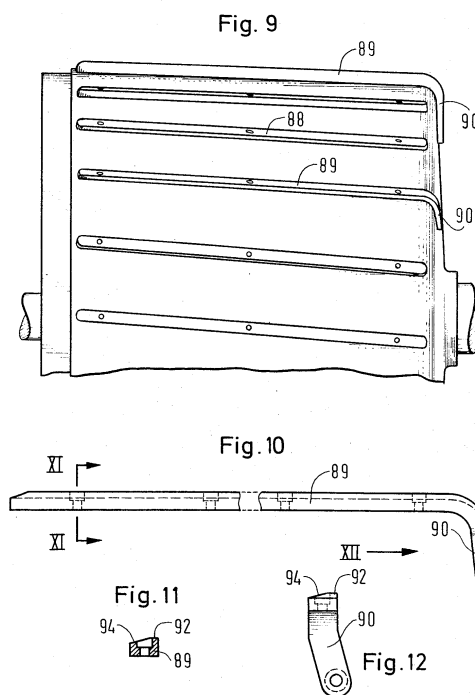
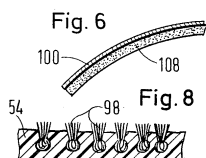
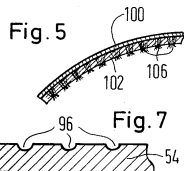
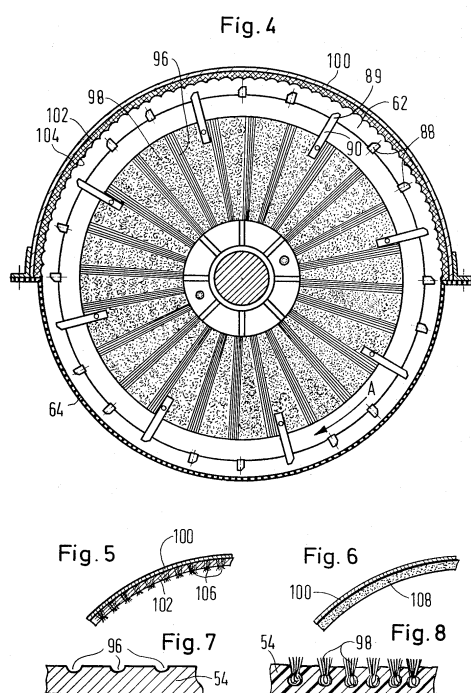
Inventors  
LESLIE PALYI  
HELGE LARSEN  
by Ostrolenk, Faber, Gerb & Soffen  
ATTORNEYS

Inventors  
LESLIE PALYI  
HELGE LARSEN  
by Ostrolenk, Faber, Gerb & Soffen  
ATTORNEYS

a)

b)





c)

d)

**Obr. 17.** a), b), c), d) Nákresy zařízení patentu US3703200 A [5]

**Tab. 12.** Bibliografické údaje patentu č. US2511357 A [5]

Patent	Cutter or disintegrator for seeds, grains, or the like
	Sekač nebo rozmělnovač na semena, obilí, či podobné
Vynálezci	Marty John M
Datum publikace	13. 06. 1950
Abstrakt	Předmětem vynálezu je vytvoření stroje relativně jednoduché konstrukce a vysoké efektivity se schopností zvládnout různé druhy zrna a semen v široké škále velikostí, stejně tak jako i jiné potraviny a variabilní zpracování a zacházení s nimi, přičemž důležitým úkolem je též efektivní loupání slunečnicových semen a výstup jader oddělených od plev, a to buď celých, nebo v granulích o různém stupni hrubosti. Dosažení požadovaných výsledků je závislé na užití perforovaných elementů, respektive na velikosti ok, nebo clony, přes které je produkt vypouštěn.

June 13, 1950

J. M. MARTY  
CUTTER OR DISINTEGRATOR FOR  
SEEDS, GRAINS, OR THE LIKE

2,511,357

2 Sheets-Sheet 1

Filed Aug. 4, 1948

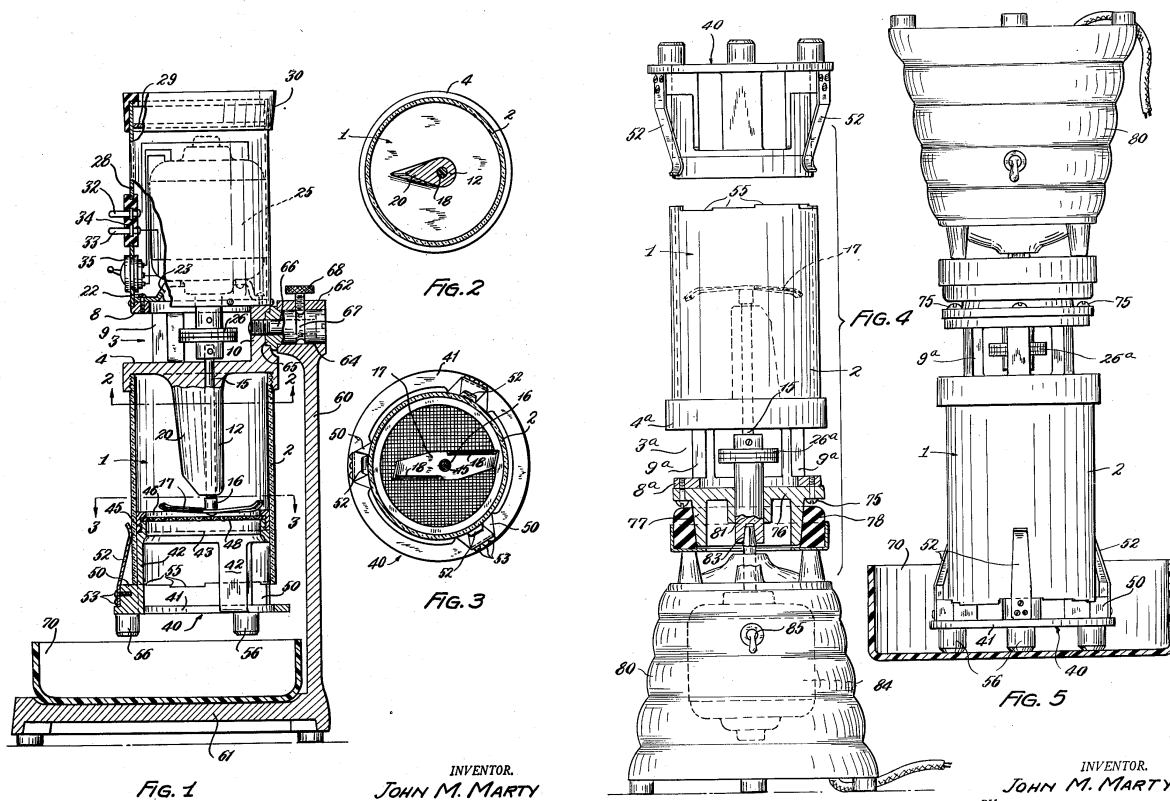
June 13, 1950

J. M. MARTY  
CUTTER OR DISINTEGRATOR FOR  
SEEDS, GRAINS, OR THE LIKE

2,511,357

2 Sheets-Sheet 2

Filed Aug. 4, 1948



Obr. 18. Nákrsky zařízení patentu US2511357 A [5]

Tab. 13. Bibliografické údaje patentu č. US3734752 A [5]

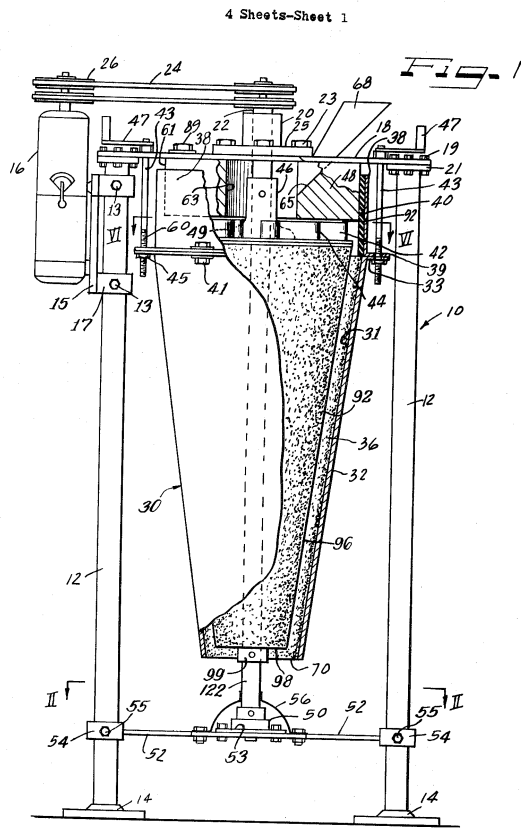
Patent	Processing cereal grains and seeds by a semi-dry milling method
	Zpracování obilných zrn a semen polosuchou mlecí metodou
Vynálezci	Verl E. Headley
Datum publikace	22. 05. 1973
Abstrakt	Zařízení určené k loupání zrn obilovin a semen. Ve výhodném provedení je rám, na kterém je namontováno pouzdro zařízení. Rotační sestava pro otáčení je namontována uvnitř komory pouzdra. Rotační sestava se skládá z lopatkového oběžného kola, které je umístěno tak, aby čelilo obecnému válcovému povrchu v pouzdře a rotoru, který je upevněn pod oběžným kolem a má povrch umístěný odsazením od dopadového povrchu pouzdra. Tyto dopadové povrchy definují mezikruží.

Patented May 22, 1973

3,734,752

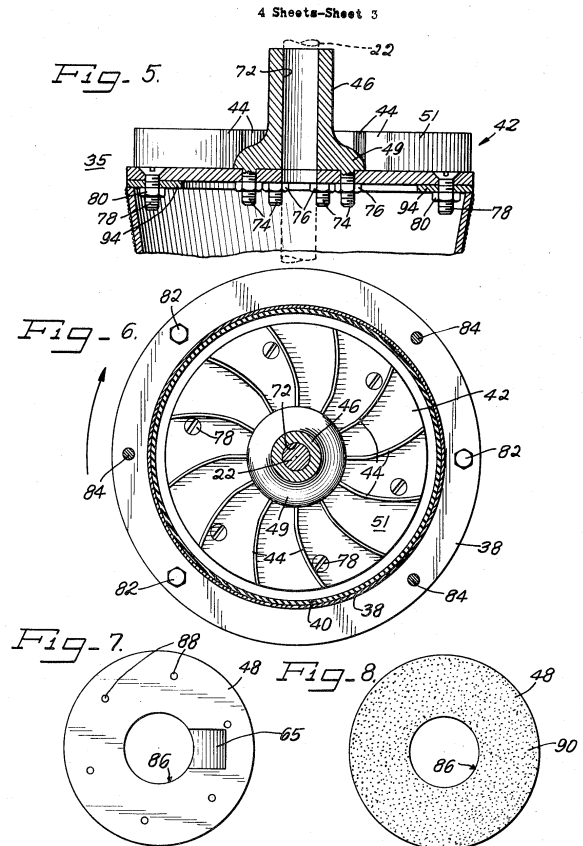
Patented May 22, 1973

3,734,752



INVENTOR.  
VERL E. HEADLEY  
BY *Frank E. Robbins*  
ATTORNEY

a)



INVENTOR.  
VERL E. HEADLEY  
BY *Frank E. Robbins*  
ATTORNEY

b)

Obr. 19. Náčresy zařízení patentu US3734752 A [5]

Tab. 14. Bibliografické údaje patentu č. US5218899 A [5]

Patent	High efficiency centrifugal decorticator of oil grains
	Vysoce účinný odstředivý dekortikátor olejnatých obilovin
Vynálezci	Wilson E. Jacobs
Datum publikace	15. 06. 1993
Abstrakt	Odstředivý stroj pro dekortikaci zrn je opatřen rozdělovacím rotorem a dopadovým pásmem. Dopadový pás dále zahrnuje nárazové plochy uspořádané v kruhu šikmo vzhledem k rotoru, nacházejí se za prstencovým sledem prvních desek. Prstencová plocha je natočena na vnější poloměr rotoru. Vstup je vymezen mezi každým párem sousedních prvních desek. Takto vytvořené otvory poskytují tunely pro průchod vzduchu, který je vhnán od

rotoru, a také pro loupání materiálu. Rotor má střechu a podlahu, které definují prstencovou korunu. Koruna je uvnitř rozdělena množstvím radiálních příček, přičemž každá sousední dvojice příček definuje segment radiální koruny, který směřuje ven směrem k nárazovému pásmu. Každý z radiálních segmentů má alespoň jednu vnitřní desku, která určuje alespoň jeden radiální kanál. Výška kanálu je menší než minimální výška zrna, měřeno ve svislé poloze na spojovacích hranách skořepiny, a větší než výška zrna, pokud jsou spojovací hrany uspořádány horizontálně

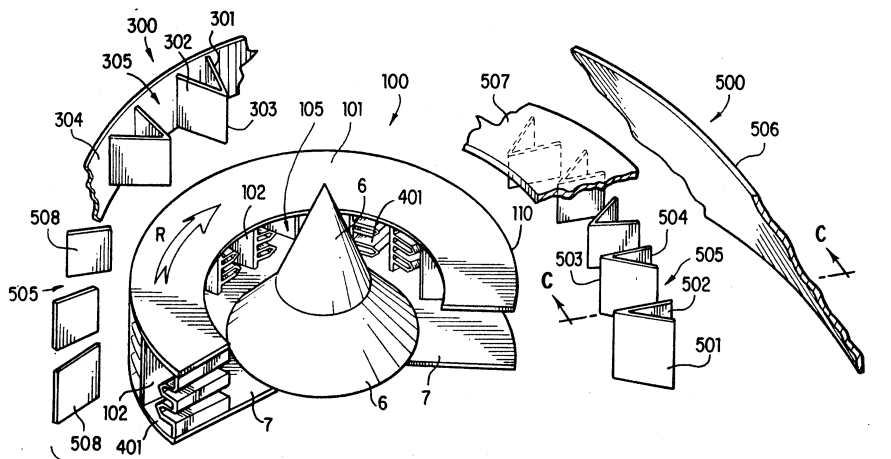


FIG. 1

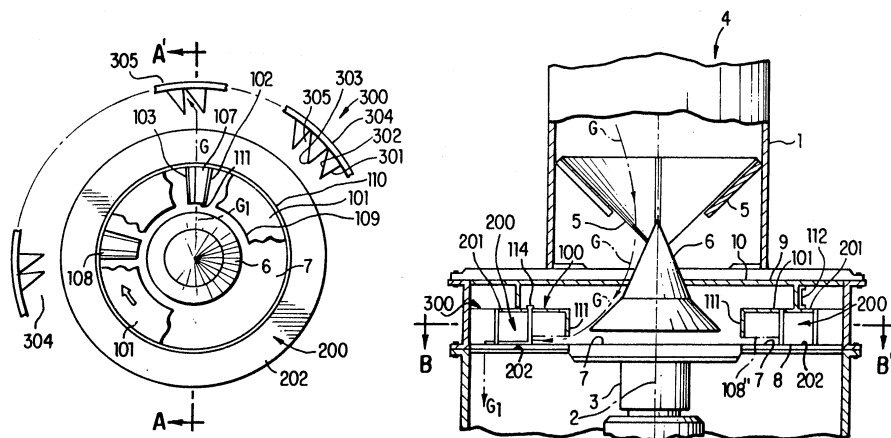


FIG. 3

FIG. 2

Obr. 20. Nákresy zařízení patentu US5218899 A [5]

U.S. Patent

June 15, 1993

Sheet 1 of 4

5,218,899

U.S. Patent

June 15, 1993

Sheet 2 of 4

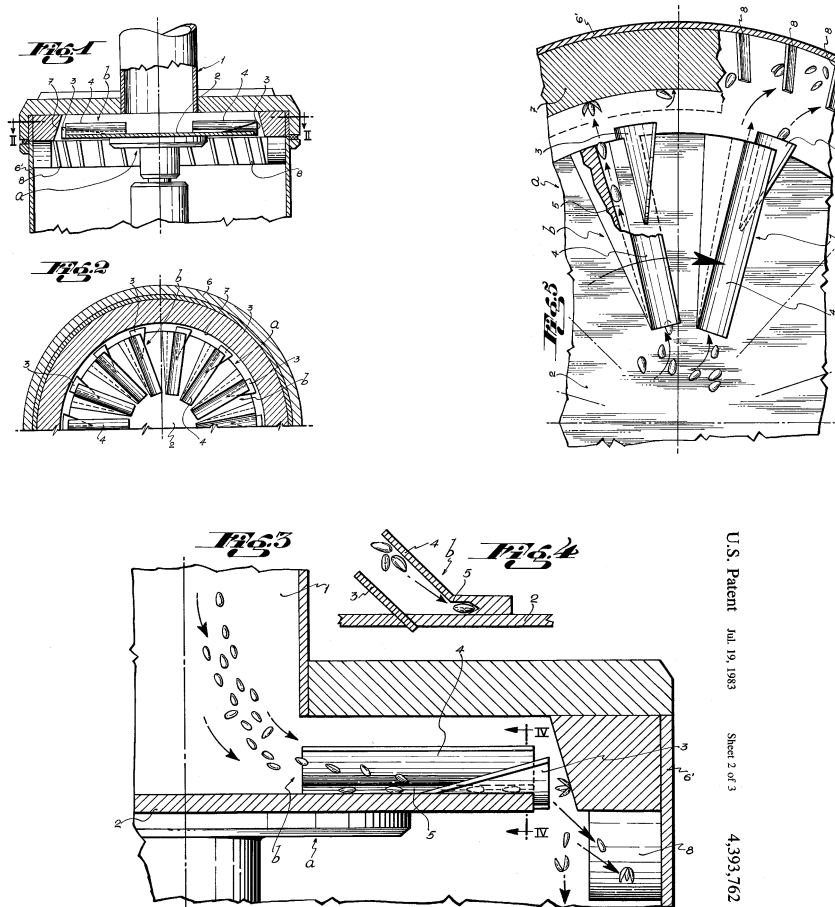
5,218,899

Tab. 15. Bibliografické údaje patentu č. US4393762 A [5]

Patent	Sunflower seed dehulling machine Zařízení na loupání slunečnicových semen
Vynálezci	Wilson E. Jacobs
Datum publikace	19. 07. 1983
Abstrakt	Stroj na loupání plochých, diskovitých semen s relativně těžkými jádry uvnitř slupky, obsahující rotor vyvozující odstředivou sílu k vrhání semen proti prstencové vnější ploše za účelem rozlomení slupky. Rotor se skládá z kotouče s radiálními lopatkami na svém povrchu, které vytváří kanály pro orientaci semen tak, po vyhození se chová jako rotující talíř a zasáhne dopadový prstenec svou zlomovou linií. Radiální lopatky mohou také obsahovat shrnovací list k očištění od kusů semen, které by mohly překážet v trajektorii narážejícím semenům.

U.S. Patent Jul. 19, 1983 Sheet 1 of 3 4,393,762

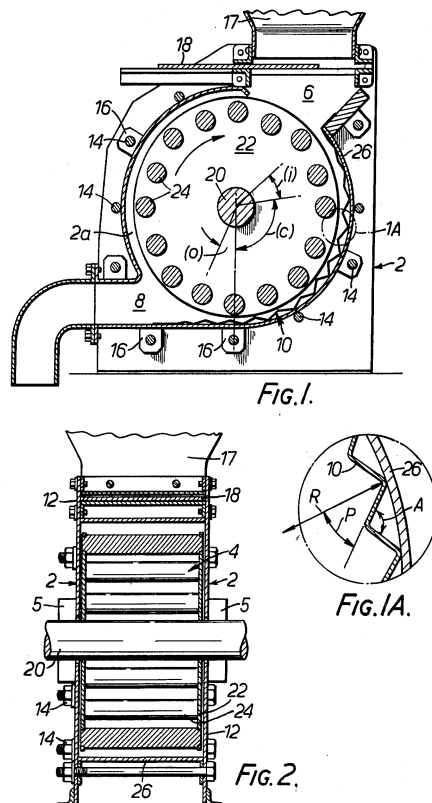
U.S. Patent Jul. 19, 1983 Sheet 3 of 3 4,393,762



Obr. 21. Nákrešy zařízení patentu US4393762 A [5]

Tab. 16. Bibliografické údaje patentu č. US4231529 A [5]

Patent	Impact decorticator Nárazový dekortikátor
Vynálezci	Norman J. Peck, Thomas J. Rowland, John R. Ashes
Datum publikace	04. 12. 1980
Abstrakt	<p>Nárazový dekortikátor se sestává z rotoru, nejlépe z rotoru na krátko, namontovaným se smyslem otáčení hřídele kolem horizontální osy v obecně soustředném pouzdře. Pouzdro je opatřeno v horní části vstupním otvorem a ve spodní části výstupním otvorem pro další zpracování a třídění materiálu.</p> <p>V podstatě vodorovně prodloužené vlnky jsou vytvořeny na vnitřním povrchu pouzdra mezi vstupním a výstupním otvorem (ve směru otáčení rotoru), vlnky jsou odstupňovány tak, že jsou postupně od sebe vzdáleny blíže k sobě, postupně se zostřují, postupně jsou hlubší a / nebo se blíží více od vstupu směrem k centrální zóně mezi vstupním a výstupním otvorem.</p>



Obr. 22. Nákrasy zařízení patentu US4231529 A [5]