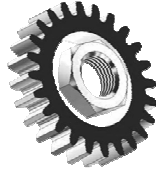


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  

---

**FAKULTA STROJNÍ**



**Ústav konstruování a částí strojů**

**Návrh zahradního drtiče ovoce pro domácí použití**

**Design of fruit garden shredder for domestic use**

Bakalářská práce

Studijní program: B2342 TEORETICKÝ ZÁKLAD STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
Studijní obor: 2301R000 Studijní program je bezoborový

Vedoucí práce: Ing. Karel Petr, Ph.D.

**Jan Pól**

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Pól Jméno: Jan Osobní číslo: 420508  
Fakulta/ústav: Fakulta strojní  
Zadávající katedra/ústav: Ústav konstruování a částí strojů  
Studijní program: Teoretický základ strojního inženýrství  
Studijní obor: bez oboru

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Návrh zahradního drtiče ovoce pro domácí použití**

Název bakalářské práce anglicky:

**Design of Fruit Garden Shredder for Domestic Use**

Pokyny pro vypracování:

Cílem bakalářské práce je návrh drtiče ovoce (hrušek, jablek). Vstupními parametry bude motor o výkonu vycházejícím z rešerše konstrukcí drtičů různých surovin (ovoce, větvi, atd.). Dále bude práce obsahovat rešerši pohonů použitelných pro drtiče, kompletní 3D model, pevnostní výpočty vybraných částí drtiče, kompletní výkresovou dokumentaci, jednoduchou cenovou bilanci.

Seznam doporučené literatury:

[1] ŠVEC, V.: Části a mechanismy strojů. Spoje a části spojovací. Praha: ČVUT, 2008. [2] ŠVEC, V.: Části a mechanismy strojů. Mechanické převody. Praha: ČVUT, 2003. [3] Katalogy výrobců.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

**Ing. Karel Petr Ph.D.**

Jméno a pracoviště konzultanta(ky) bakalářské práce:


Datum zadání bakalářské práce: **04.04.2016**

Termín odevzdání bakalářské práce: 10.6.2016

Platnost zadání bakalářské práce: \_\_\_\_\_



Podpis vedoucí(ho) práce



Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry



Podpis děkana(ky)

*Neodevzdá-li student bakalářskou práci v určeném termínu (tuto skutečnost písemně zdůvodní a omluva byla děkanem uznána), stanoví děkan studentovi náhradní termín odevzdání bakalářské práce. Pokud se však student řádně neomluví nebo omluva nebyla děkanem uznána, může si student zapsat bakalářskou práci podruhé.*

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

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

22.4.2016

Datum převzetí zadání



Podpis studenta(ky)

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem: „Návrh zahradního drtiče pro domácí použití“ vypracoval(a) samostatně pod vedením Ing. Karla Petra, Ph.D., s použitím literatury, uvedené na konci mé bakalářské práce v seznamu použité literatury.

V Praze .....

.....

Jméno Příjmení (a podpis)

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat vedoucímu této práce Ing. Karlu Petrovi, Ph.D. za dobré rady a náměty na zlepšení. Mé díky patří i celé mé rodině za podporu nejen při vytváření této práce, ale hlavně za podporu během celého studia. Také bych rád poděkoval své přítelkyni za nesmírnou trpělivost, kterou se mnou měla.

## Anotační list

Jméno autora: **Jan PÓL**  
Název BP: **Návrh zahradního drtiče ovoce pro domácí použití**  
Anglický název: Design of fruit garden shredder for domestic use  
Rok: 2016  
Studijní program: B2342 Teoretický základ strojního inženýrství  
Obor studia: 2301R000 Studijní program je bezoborový  
Ústav: *Ústav konstruování a částí strojů*  
Vedoucí BP: Ing. Karel Petr, Ph.D.  
Konzultant:  
Bibliografické údaje: počet stran: 34  
počet obrázků: 33  
počet tabulek: 5  
počet příloh: 1 – Výkresová dokumentace

Klíčová slova: návrh drtiče na ovoce, elektromotor  
Keywords: design of fruit shredder, electric motor

Anotace: Tato bakalářská práce referuje o dosavadních drtičích na českém trhu. Dále se věnuje návrhu drtiče na tvrdé ovoce a pevnostním výpočtům s tím spojených. V závěru je uvedena i přibližná cenová bilance.

Abstract: This bachelor thesis is about existing shredders on czech market. It is also about design of fruit shredder for tough fruit and strength calculation included. At the end is approximate pricing balance.

## Obsah

1	Úvod .....	1
2	Hlavní komponenty drtiče a jejich typy - řešerše .....	2
2.1	Možnosti pohonu drtiče .....	3
2.2	Typy převodů používaných u drtičů .....	5
2.3	Typy používaných drtících nástrojů .....	6
2.4	Násypka .....	8
2.5	Zásobník .....	9
2.6	Rám .....	9
2.7	Kryt .....	10
3	Vlastní návrh drtiče – volba komponent .....	11
3.1	Motor .....	11
3.2	Řemenový převod .....	13
3.3	Drtící nástroj .....	17
3.3.1	Váleček .....	17
3.3.2	Hřídél .....	18
3.3.3	Návrh těsných per .....	22
3.4	Ložiska .....	23
3.5	Násypka .....	24
3.6	Zásobník .....	25
3.7	Rám .....	25
3.8	Kryt .....	26
4	Cenová bilance – určení přibližných cen .....	27
5	Výsledný produkt .....	28
6	Závěr .....	29

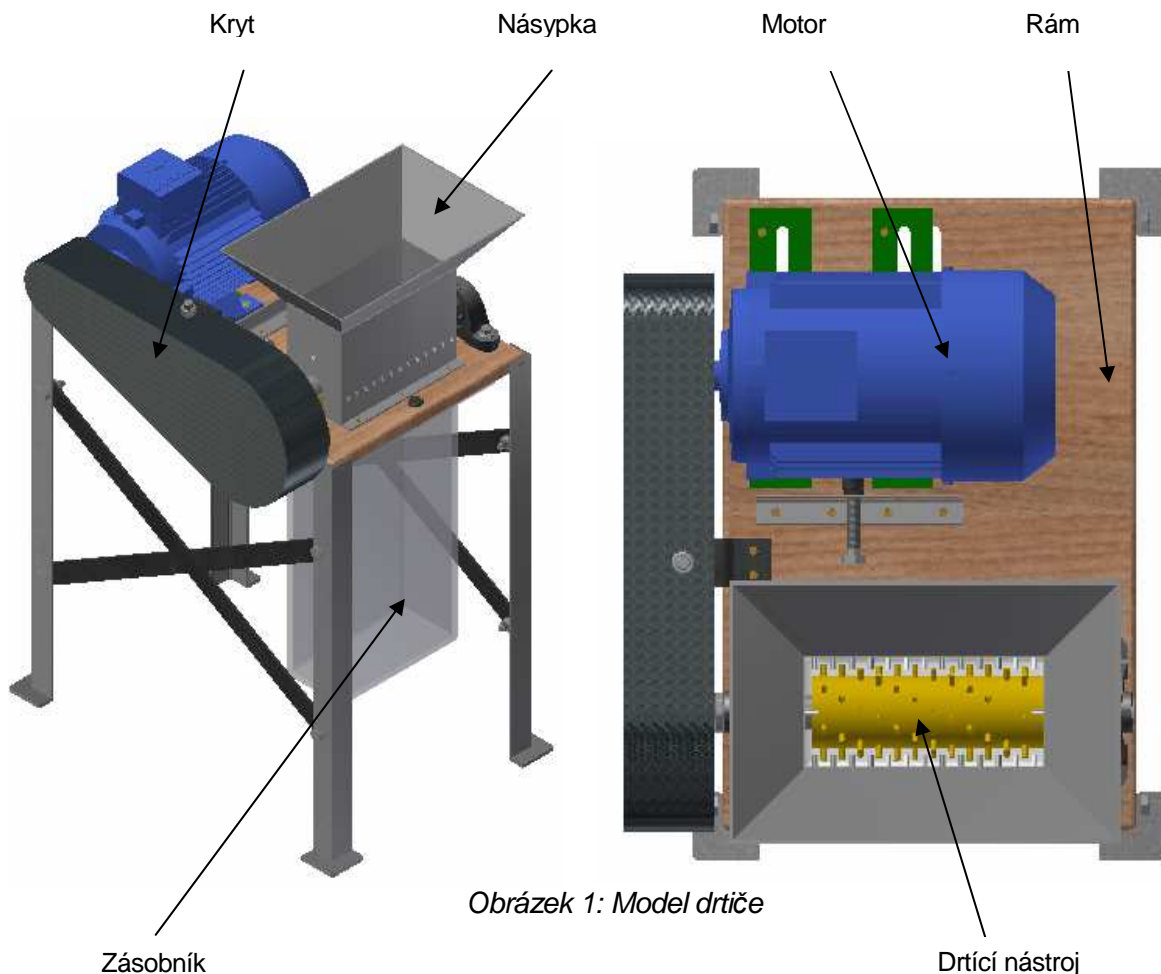
# 1 Úvod

Drtiče slouží k úpravě vstupní suroviny, čímž je v tomto případě tvrdé ovoce. Ovoce se upravuje na menší části pomocí drcení, krájení atd. dle typu použité technologie. Výsledný produkt může být i meziprodukt a je dále zpracován, čímž se vytváří možnost kombinace drtiče a dalšího stroje. Takto sloučený kompaktní stroj produkuje rovnou výsledný produkt. Drtiče se však zejména dělají jako samostatné stroje se zásobníkem, lze jimi tedy drtit vše možné a nehledět na navazující procesy. Příkladem meziproduktu může být drcení tvrdého ovoce na malé kousky, které lze poté lépe lisovat. Příkladem produktu může být drcení větví, po kterém vzniká mulč jako finální produkt. [9]



## 2 Hlavní komponenty drtiče a jejich typy - rešerše

Zde uvádím hlavní součásti drtiče a dosavadní přehled na trhu. V podkapitolách jsou popsány různé typy drtičů dle daného kritéria. Na obrázku č. 1 je model drtiče s popisem hlavních komponent. Hnací jednotkou je elektromotor. Výkon elektromotoru je přenášen řemenovým převodem, který je chráněn krytem. Přenos zajišťují těsná pera. Hnaná řemenice je nasazena na hřídeli a axiálně zajištěna o ložiskovou jednotku pomocí pojistné desky, která je přišroubovaná šroubem ve středícím důlku se závitem. Kroutící moment je opět pomocí pera přenášen na váleček s nerezovými hroty, který zajišťuje samotné drcení ovoce. Axiálně je pojištěn mezi osazení hřídele a ložiskovou jednotku pomocí distanční trubky. Násypka přivádí ovoce k drticímu nástroji. Jelikož je v kontaktu s produktem, musí být vhodně zvolený materiál. Zde jsem zvolil nerez. Rám je složen z dřevěné desky, L-profilů a vyztužen pásovou ocelí. Zásobník je vhodný plastový a průhledný.



Obrázek 1: Model drtiče



## 2.1 Možnosti pohonu drtiče

Pohon lze v podstatě rozdělit na čtyři základní druhy.

Prvním z nich je elektromotor (obr. 4). Ten může být jednofázový či vícefázový. Otáčky motoru závisí na frekvenci sítě a počtu pól párů, lze tedy koupit motor s již požadovanými otáčkami a přes přímé napojení pohánět drtící nástroje. V opačném případě se na požadované otáčky lze dostat přes nějaký druh převodu, což má za následek více částí stroje, tedy i jeho hmotnost a velikost.

Druhý způsob je vlastní pohon (obr. 2). Drtič je upraven tak, aby se na hnací hřídel drtícího nástroje mohla připojit například vrtačka či jiný přístroj, který zajistí pohon drtiče. Zde však není znám pohon a jeho výkon, tudíž drtič je dimenzován na maximální hodnotu výkonu a otáček a výrobce musí zákazníka informovat, v jakém rozmezí otáček a výkonů se může pohybovat, aby stroj nezničil.

Další pohony jsou spalovací motory (obr. 5) nebo ruční pohon (obr. 3). U spalovacích motorů jsou problémem spaliny, které kdyby se dostaly například do nadrcených jablek, způsobí znehodnocení produktu, a proto se používají jen v drtičích větví. Ruční pohony se provádějí pomocí kliky a převodu například ozubenými koly. Dosahují však malých výkonů a snižují pohodlí zákazníka. Drtiče s ručním pohonem se využívají na drcení malých měkkých plodů – rybíz.



Obrázek 2: Ukázka vlastního pohonu na vrtačku [6]



Obrázek 3: Ukázka ručního pohonu [6]



Obrázek 4: Ukázka pohonu elektromotorem [6]



Obrázek 5: Benzínový pohon [12]

## 2.2 Typy převodů používaných u drtičů

Pokud otáčky pohonu nebo kroutící moment nevyhovují požadavkům pro pohon, lze je upravit pomocí převodu. Nejběžnější převody jsou řemenový převod (obr. 6) a ozubená kola (obr. 7). Nejčastěji se převod používá kvůli zvýšení kroutícího momentu a snížení otáček, jelikož běžný pohon je elektromotor, který dosahuje až 3000 ot/min. Takto vysoké otáčky nejsou vyžadovány, proto je převod běžnou součástí drtiče. Dalším řešením je volba motoru. Vícepólové elektromotory dosahují nižších, pro nás přijatelnějších, otáček. Zde lze převod vynechat.



Obrázek 6: Řemenový převod [20]



Obrázek 7: Ozubená kola [11]

## 2.3 Typy používaných drtících nástrojů

Nejdůležitější část drtiče vůbec jsou samotné drtící nástroje. S jejich pomocí dochází právě k potřebné přeměně vstupního produktu na výstupní. Většinou je požadováno, aby výstupní produkt nebyl rozmělněn na kašovitou hmotu, ale aby byl rozdrčen či rozkrájen na malé kousky. To se týká zejména případu drtičů na ovoce, kdy jsou malé kousky dále zpracovány lisem ovoce. Níže jsou uvedeny nejčastější typy nožů používaných v dosavadních drtičích. Je zřejmé, že některé nože se využívají více v drtičích na dřevo, jiné v drtičích na tvrdé ovoce jako například jablko a další na měkké ovoce jako například hrozny. Nože musí odpovídat potravinářským předpisům, tudíž běžným materiálem je potravinářská nerezová ocel. Lze však užít i dřeva s nerezovými hroty či jiný vhodný materiál. Na obrázku č. 8 je silonový válec s nerezovými hroty, který je vhodný pro zpracování tvrdých druhů ovoce. Na obrázku č. 9 jsou tvarované silonové válce vhodné pro mačkání měkkého ovoce. Na obrázku č. 10 je klasický rotující kotouč s ostřím. Kotouč je vyroben z nerezové oceli. Ostří je kalená nástrojová ocel. Používá se jak v drtičích ovoce, tak v drtičích větví. Obrázek č. 11 zobrazuje frézovací válec pro pomaloběžné drtiče. Umožňuje vtahovat větve do drtiče a používá se pro drcení větví většího průměru. Obrázek č. 12 znázorňuje kónický válec pro pomaloběžné drtiče. Tento válec je díky svému tvaru vhodný pro drcení čerstvých větví a listoví. [9]



Obrázek 8: Válečky s hroty[6]



Obrázek 9: Mačkácí válečky[6]



Obrázek 10: Nůž s ostrým břitem [7]



Obrázek 11: Fréza na větve [9]



Obrázek 12: Kónický válec s břity [9]

## 2.4 Násypka

Do násypky se vkládá vstupní produkt. Umožňuje postupný chod ovoce k nástroji. Nástroj tak není přetížen a jeho chod je plynulý. Dle typu násypky je možné vkládat určitou maximální velikost ovoce. Násypky jsou převážně nerezové (obr. 13), protože přichází do kontaktu s produktem. Další vhodný materiál může být dřevo nebo plast vhodný do potravinářského průmyslu, tedy odolný vůči kyselinám.



Obrázek 13: Násypka [10]

## 2.5 Zásobník

Zásobník slouží k zachycení výstupního produktu, není však nutnou součástí přístroje. Kvůli prosazení se na trhu bych jej velmi doporučil jako součást stroje. Zásobníky se dělají převážně z plastů (obr. 14) nebo nerezového kovu či slitiny. Vhodné jsou celé nebo aspoň z části průhledné zásobníky, aby zákazník mohl kontrolovat obsah či výstupní otvor drtiče. Je to kvůli zpětné vazbě, jestli drtič správně funguje a je dobře seřízen, tudíž rozdrčené kousky odpovídají požadované velikosti a jejich objem je srovnatelný se vstupním materiálem. Takto lze kontrolovat, jestli nějaká část není zaseklá uvnitř drtiče a mohla by způsobit porouchání stroje.



Obrázek 14: Zásobník [10]

## 2.6 Rám

Rám slouží jako kostra stroje. Jsou na něj upevněny ostatní komponenty – motor, násypka, zásobník. Jedná se převážně o normalizované profily, které jsou spojeny šrouby, kolíky nebo jsou svařeny do jednoho celku. Normalizované profily se používají kvůli snazší dostupnosti, rám nemusí být vyráběn, je pouze pospojován, a to se odrazí do výsledné ceny stroje. Nejčastější jsou kulatiny a duté čtvercové profily. U rámu se vyplatí mít některé části odnímatelné kvůli skladnosti stroje. Příkladem mohou být různé podpěry nebo nohy stroje, pokud jsou jeho částí. Zde také platí, že materiál, který je v kontaktu s produktem, musí odpovídat předpisům pro potravinářský průmysl. Protože nerezové

profily jsou drahé, používají se různé nátěry a jiné prostředky na ochranu rámu, které jsou v souladu s předpisy. Alternativou mohou být nekovové materiály jako například dřevo. Pro lepší manipulaci se strojem mohou být rámy opatřeny kolečky, což je znázorněno na obrázku č. 15.



Obrázek 15: Pojízdny rám [9]

## 2.7 Kryt

Kryt slouží jako ochranný a designový prvek. Chrání uživatele před nebezpečnými místy jako jsou drtící nástroje, převody, elektrické vedení. Zároveň působí i esteticky, což má marketingový význam. Většinou jsou vyráběny z plastů. Dalšími materiály může být dřevo nebo ocelové plechy (obr. 16).



Obrázek 16: Kryt převodu [21]

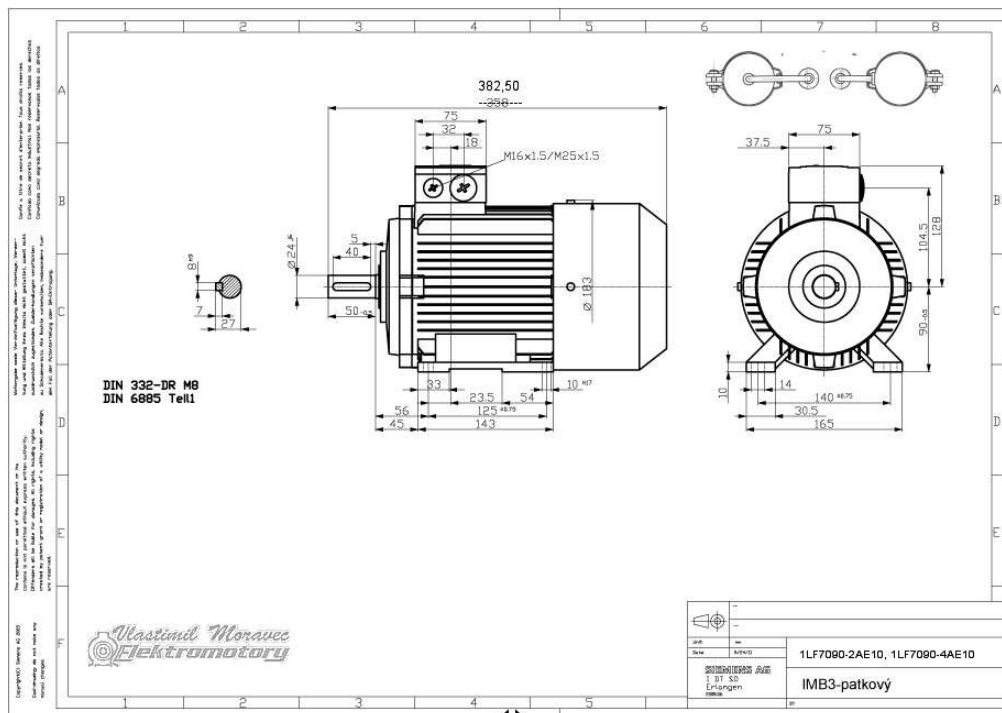


### 3 Vlastní návrh drtiče – volba komponent

U jednotlivých komponent jsem se snažil, aby byly zhotoveny z normalizovaných produktů, což se pozitivně projeví na ceně drtiče. U rámu jsem jako primární kritérium volil rozebíratelnost. To umožní snadné skladování stroje, ale navýší to počet spojovacího materiálu. U motoru je na výběr ze dvou variant dle dostupnosti třífázové sítě. Řemenový převod jsem vybral kvůli nízké ceně a snadné montáži. Axiální pojištění a přenos kroutícího momentu je řešen v kap. 3.3.3. Násypka je svařena z plechů stejně tak i kryt na řemenový převod. Zásobník je jednoduchý plastový výlisek z průhledného plastu odolnému vůči kyselinám i zásadám. Drtící nástroj je silonový váleček s nerezovými hroty. Zde je možnost nahradit silon dřevem.

#### 3.1 Motor

Při výběru motoru jsem zvážil dostupnost třífázové sítě i cenu motoru, proto jsem se rozhodl pro dvě adekvátní varianty. První variantou je jednofázový motor SIEMENS 1LF7090-4AE (obr. 17). Jelikož je drahý, je dobré počítat i s alternativou levnějšího třífázového motoru, protože třífázová síť je poměrně dostupná. Parametry jednofázového motoru 1LF7090-4AE jsou v tabulce č. 1. [13]

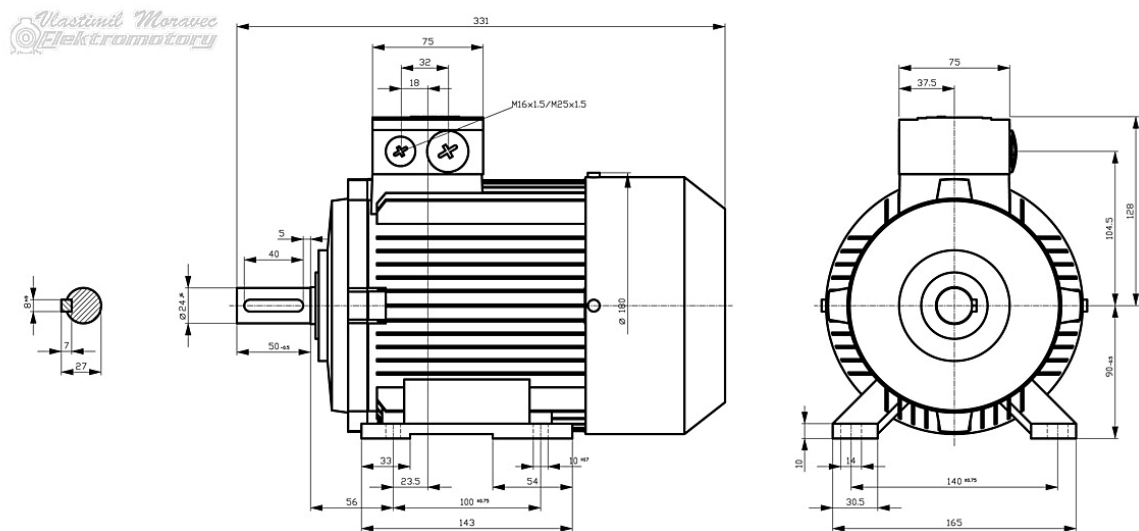


Obrázek 17: Motor 1LF7090-4AE [13]

Tabulka 1: Parametry motoru 1LF7090-4AE [13]

Typová řada:	1LF7
Velikost (osová výška):	90 mm
Výkon:	1,10 kW
Otáčky:	1 420 min <sup>-1</sup>
Počet pólů:	Čtyřpólový
Napětí:	230V 50Hz
Krytí:	IP 55
Kostra:	Hliníková
Pro teplotu okolí:	od -20°C do + 40°C
Třída izolace:	F
Pro nadmořskou výšku:	do 1000 m
Pro trvalé zatížení:	S1
Standardní nátěr:	Odstín RAL 7030

Druhou variantou je třífázový motor 1LA7090-4AA (obr.18). Tento motor je kratší a má o 5 otáček za minutu pomalejší chod, což ve výpočtech neudělá velkou chybu. Třífázový motor lze použít i na jednofázové síti, jeho výkon však klesá na 1/3 maximálního. Parametry motoru se nachází v tabulce č. 2. [13]



1LA7090-4AA, 1,1kW, 1415ot., patkový, IM B3

Obrázek 18: Motor 1LA7090-4AA [13]



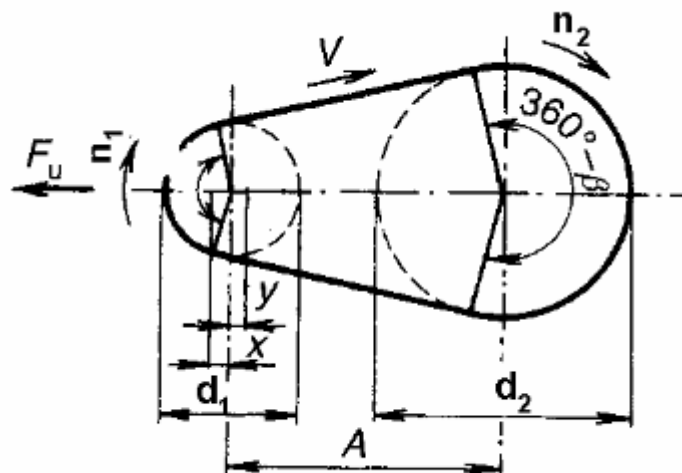
Tabulka 2: Parametry motoru 1LA7090-4AA [13]

Typová řada:	1LA7
Velikost (osová výška):	90 mm
Výkon:	1,10 kW
Otáčky:	1 415 min <sup>-1</sup>
Počet pólů:	Čtyřpólový
Napětí:	230 / 400V 50Hz
Krytí:	IP 55
Kostra:	Hliníková
Pro teplotu okolí:	od -20°C do + 40°C
Třída izolace:	F
Pro nadmořskou výšku:	do 1000 m
Pro trvalé zatížení:	S1
Standardní nátěr:	Odstín RAL 7030

Oba motory mají stejný výkon a přibližně stejné otáčky. Lze tedy navrhnout další komponenty vhodné pro oba motory, zákazník tedy bude mít na výběr ze dvou variant. Krytí motorů je IP 55. Jsou tedy částečně chráněny před prachem a zároveň chráněny před tryskající vodou. Není tedy nutné je jinak chránit či zakrývat.

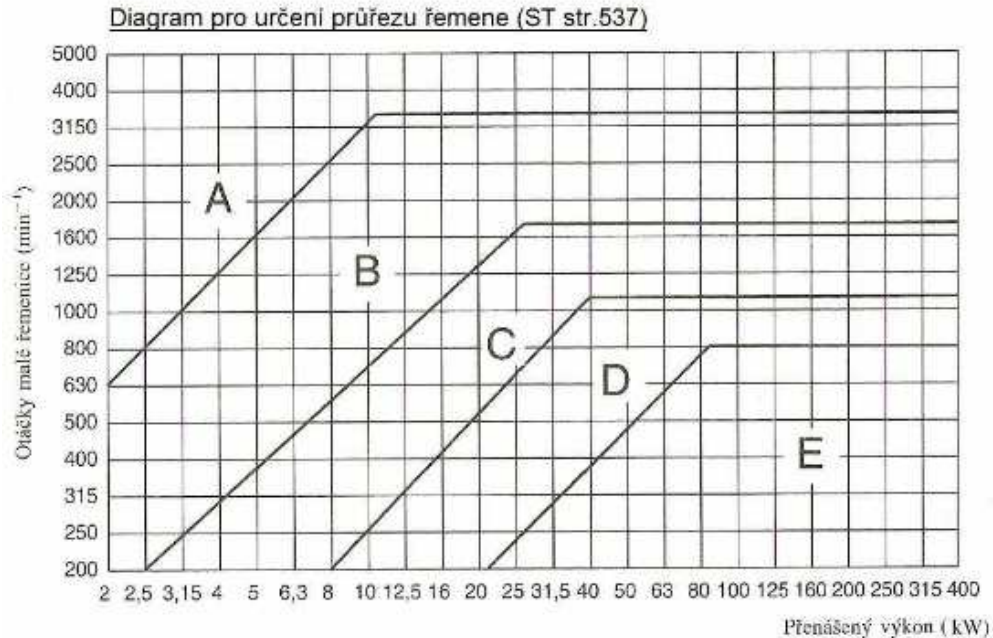
### 3.2 Řemenový převod

Pro převod výkonu motoru na hřídel drtiče jsem použil řemenový převod (obr. 19). U řemenového převodu je nutné řešit i napínání řemenů. Řemenový převod je navržen dle norem ve strojnických tabulkách viz literatura [1].



Obrázek 19: Schéma řemenového převodu [1]

Typ řemenů se volí dle obrázku č. 20. Daný výkon motoru se však nenachází v obrázku č. 20. V poznámkách ve strojnických tabulkách však stojí, že pro výkony do 2 kW se volí řemeny průřezu Z. Volím tedy typ průřezu Z.



Obrázek 20: Diagram pro určení průřezu řemene [1]

Tabulka 3: Rozmezí průměrů hnací řemenice [1]

Velikost řemene klasického	Úhel boků drážky řemene			
	34°	36°	38°	40°
	Rozmezí průměrů hnací řemenice ( $d_1$ )			
Z	50...71	80...100	112...160	$\geq 180$
A	75...112	125...160	180...400	$\geq 450$
B	125...160	180...224	250...500	$\geq 560$
C	-	200...315	355...630	$\geq 710$
D	-	355...450	500...900	$\geq 1000$
E	-	500...560	630...1120	$\geq 1250$

Otáčky třífázového motoru jsou  $n_1 = 1415$  ot/min a jednofázového  $n_2 = 1420$  ot/min. Požadované otáčky drtícího nástroje jsou 500 ot/min. Volím průměr malé řemenice dle tabulky č. 3.  $d_1 = 50$  mm pro 34° úhlu boků drážky řemenice.

$$i_1 = n_1 / n_{\text{drtících nástrojů}} = 1415 / 500 = 2,83 \quad (1)$$

$$i_2 = n_2 / n_{\text{drtících nástrojů}} = 1420 / 500 = 2,84$$

Dle rovnice (1) určíme potřebný převod  $i_j$  pro obě varianty motorů. Známe průměr hnací řemenice a převod. Dopočítám  $d_{2j}$  – průměr hnané řemenice dle rovnice (2) opět pro oba možné motory.

$$d_{21} = i_1 \cdot d_1 \cdot \psi = 2,83 \cdot 50 \cdot 0,98 = 138,67 \text{ mm} \quad (2)$$

$$d_{22} = i_2 \cdot d_1 \cdot \psi = 2,84 \cdot 50 \cdot 0,98 = 139,16 \text{ mm}$$

$\psi$ ...součinitel skluzu (0,99-0,98)

Volím průměr hnané řemenice  $d_2 = 140$  mm pro obě varianty stejný. Jelikož jsem změnil velikost řemenic, je nutné přepočítat zpětně skutečný převod a skutečné otáčky hřídele drtiče podle rovnice (3) a rovnice (4).

$$i_{sk} = d_2 / (d_1 \cdot \psi) = 140 / (50 \cdot 0,98) = 2,857 \quad (3)$$

$$n_{sk1} = n_1 / i_{sk} = 1415 / 2,857 = 495,3 \text{ ot/min} \quad (4)$$

$$n_{sk2} = n_2 / i_{sk} = 1420 / 2,857 = 497,0 \text{ ot/min}$$

Dále provedu kontrolu rychlosti řemene. Maximální dovolená rychlost řemene  $v_{max}$  je dána výrobcem. Obvyklá hodnota je  $v_{max} = 40$  m/s. Rychlost řemene musí být nižší než tato hodnota. Rychlost vypočítám dle rovnice (5). [22]

$$v_1 = \pi \cdot d_1 \cdot n_1 = 3,14 \cdot 0,050 \cdot 1415 / 60 = 3,70 \text{ m/s} \quad (5)$$

$$v_2 = \pi \cdot d_1 \cdot n_2 = 3,14 \cdot 0,050 \cdot 1420 / 60 = 3,72 \text{ m/s}$$

Maximální rychlost řemenice vyhovuje podmínce a můžu tedy pokračovat v dalších výpočtech. Nyní vypočítám rozmezí osových vzdáleností řemenic dle rovnice (6).

$$0,7 \cdot (d_1 + d_2) < A < 2 \cdot (d_1 + d_2) \quad (6)$$

$$0,7 \cdot (50 + 140) < A < 2 \cdot (50 + 140)$$

$$133 < A < 380$$

Osová vzdálenost  $A$  by se měla volit co nejbližší k miminu, aby byl součinitel prokluzu co nejmenší. Já však z prostorových důvodů, kdy je potřeba místo na napínání řemenů, volím vyšší hodnotu a to  $A = 300$  mm.



$$L_p = 2.A.\sin \frac{\alpha}{2} + \frac{\pi(d_1 + d_2)}{2} + \frac{\pi.\gamma.(d_2 - d_1)}{180}$$

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{d_2 - d_1}{2.A} \Rightarrow \alpha = 2.\arccos \frac{d_2 - d_1}{2.A} = 2.\arccos \frac{140 - 50}{2.300} = 162,8^\circ \quad (7)$$

$$\gamma = 90^\circ - \frac{\alpha}{2} = 90^\circ - \frac{162,8^\circ}{2} = 8,6^\circ$$

$$L_p = 2.300.\sin \frac{162,8}{2} + \frac{\pi(50 + 140)}{2} + \frac{\pi.8,6.(140 - 50)}{180} = 905,2mm$$

Dle soustavy rovnic (7) vypočítám potřebnou délku řemene. Řemen se vyrábí v normalizovaných délkách, proto řemen volím z tabulky normalizovaných délek, tj. tabulka č.4. Vyberu nejbližší hodnotu délky řemene.

Tabulka 4: Normalizované délky řemenů [22]

Výběr normalizovaných výpočtových délek řemenů

Typ	Normalizované výpočtové délky řemene Lp
Z	400,450,500,560,630,710,800,900,1000,1120,1250,1400,1600,1800,2000,2240
A	od 560, viz předchozí, 2500,2800,3150,3550,4000,
B	od 800, viz předchozí, 4000,4500,5000,5600,6300,
C	od 1800, viz předchozí, 7100,8000,9000,10000,
D	od 3150, viz předchozí, 11200,12500,14000,
E	od 4500, viz předchozí, 16000,18000,

Nejbližší hodnotou je řemen délky 900 mm. Výsledný řemen má označení:

**ŘEMEN Z – 900 ČSN 02 31 10**

Změna délky řemene na normalizovanou změní i osovou vzdálenost řemenic, kterou přepočítám dle rovnice (8).

$$A_{sk} = \frac{L_p - \frac{\pi.(d_1 + d_2)}{2} - \frac{\pi.\gamma.(d_2 - d_1)}{180}}{2.\sin \frac{\alpha}{2}} =$$

$$= \frac{900 - \frac{\pi.(50 + 140)}{2} - \frac{\pi.8,6.(140 - 50)}{180}}{2.\sin \frac{162,8}{2}} = 297,4mm \quad (8)$$

Kvůli montáži a napínání řemenů je nutno umožnit změnu osové vzdálenosti řemenic a určit rozpětí. Maximální hodnotu osové vzdálenosti vypočítám z rovnice (9).

Minimální hodnotu, při které se nasazují řemeny vypočítám z rovnice (10). Obě hodnoty zaokrouhlím dolů na celé číslo.

$$A_{max} = A + 0,03 L_p = 297,4 + 0,03 \cdot 900 = 324 \text{ mm} \quad (9)$$

$$A_{min} = A - 0,015 L_p = 297,4 - 0,015 \cdot 900 = 283 \text{ mm} \quad (10)$$

Jako poslední bod návrhu převodu provedu výpočet počtu potřebných řemenů a to dle rovnice (11) a (12) Hodnoty součinitelů viz literatura [1].

$$z' = (P \cdot C_L) / (N_o \cdot C_\alpha \cdot C_p) = (1,1 \cdot 1,05) / (0,29 \cdot 0,9 \cdot 1,3) = \quad (11)$$

$$= 3,4$$

$$z = z' / C_k = 3,4 / 0,9 = 3,78 \quad (12)$$

Volím 4 řemeny.

$P$ ... výkon motoru  $P=1,1$  kW

$N_o$ ... jmenovitý výkon převodu s jedním řemenem (kW)

$C_L$ ... součinitel vlivu délky řemene

$C_\alpha$ ... součinitel úhlu opásání řemenem

$C_p$ ... součinitel dynamičnosti zatížení a pracovního režimu

$C_k$ ... součinitel počtu řemenů v převodu

Během výpočtů jde vidět, že rozdíl mezi motory je nepatrný a oba lze použít pro jeden navržený řemenový převod. Axiální zajištění řemenice na hřídeli je pomocí pojistné desky a šroubu dle literatury [3].

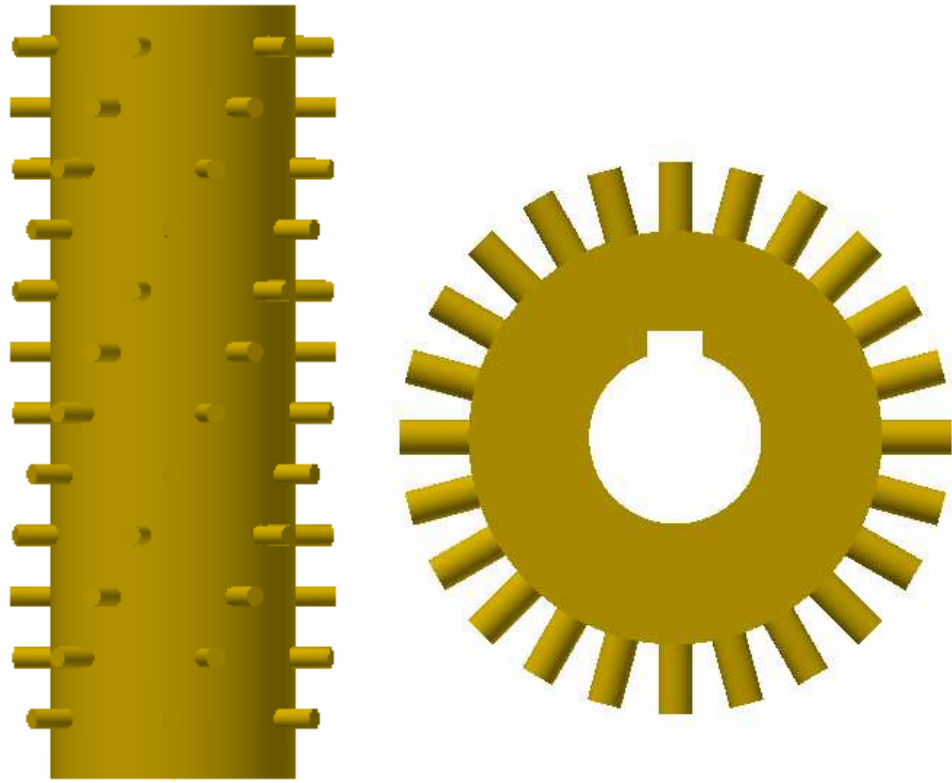
### 3.3 Drtící nástroj

Drtící nástroj se skládá z hřídele a silonového válečku s nerezovými hroty. Hroty jsou nalisovány do otvorů v silonovém válci. Válec je na hřídel nasazen a axiálně pojištěn distanční trubkou. Přenos momentu mezi řemenicí a hřídelí je zajištěn těsným perem stejně tak přenos momentu z hřídele na váleček.

#### 3.3.1 Váleček

Součástí drtícího ústrojí je silonový váleček s nerezovými hroty. Ten je nasazen na hřídel a axiálně zajištěn distanční trubkou mezi osazením hřídele a ložiskovou jednotkou.

Vnitřní průměr válečku je 25 mm, vnější průměr bez hrotů je 60 mm a vnější průměr včetně hrotů je 80 mm. Na obrázku č. 21 je zjednodušený model.



Obrázek 21: Model válečku

### 3.3.2 Hřídel

Předběžný návrh hřídele je z pevnostní podmínky v krutu dle rovnice (14). Dovolené napětí ve smyku volím  $25 \text{ N/mm}^2$  a účinnost řemenového převodu 0,92. Nejdříve vypočítám hodnotu kroutícího momentu z rovnice (13). Po úpravě a dosazení dostanu rovnici (15), která udává minimální průměr hřídele.

$$M_k = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60}} \cdot i_{sk} \cdot \eta = \frac{1100}{2 \cdot \pi \cdot \frac{1415}{60}} \cdot 2,857 \cdot 0,92 = 19,33 \text{ Nm} \quad (13)$$

$$\tau_D = \frac{M_k}{\frac{\pi \cdot d^3}{16}} \quad (14)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_k \cdot 1000}{\pi \cdot \tau_D}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 19,33 \cdot 1000}{\pi \cdot 25}} = 15,8 \text{ mm} \quad (15)$$

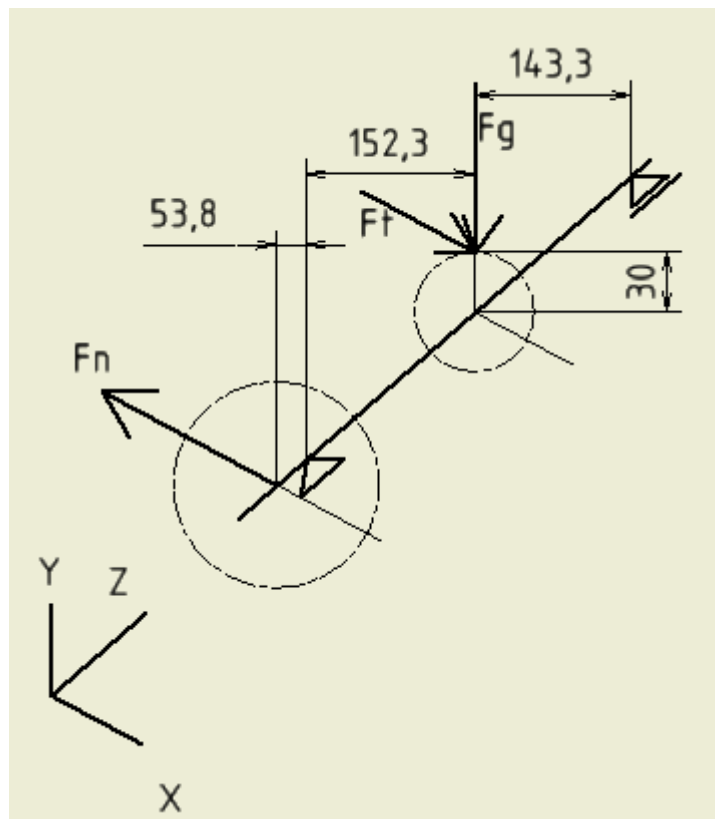


Jelikož předpokládám další zatížení od napínání řemenic, hmotnost ovoce působící na hřídel a oslabení v drážce pro pero, volím průměr hřídele pod řemenicí 24 mm. Dále je hřídel osazena na průměr 25 mm, kvůli použité řadě ložiskových jednotek. První ložisková jednotka je opřena o další osazení průměru 30 mm, které je dělicím článkem mezi ložiskovou jednotkou a válečkem. Váleček a druhá ložisková jednotka jsou nasazeni opět na průměr 25 mm. Mezi nimi je distanční trubka, která zajišťuje axiální pojištění válečku (obrázek č. 27). Zatížení hřídele je od napínací síly dle rovnice (16). Dále od tíhy ovoce, kde jsem zvolil 15 kg (viz rovnice (17)) jako maximální dovolenou zátěž a od tečné síly vyplývající z kroutícího momentu dle rovnice (18), kde  $d_{vv}$  je vnější průměr válečku bez hrotů. Síly zaokrouhlím nahoru. Na obrázku č. 22 je schéma zatížení a rozměry.

$$F_N = 1,5 \cdot \frac{2 \cdot \frac{P}{n}}{d_1} = 1,5 \cdot \frac{2 \cdot \frac{1100}{1415}}{0,05} = 297 \text{ N} \quad (16)$$

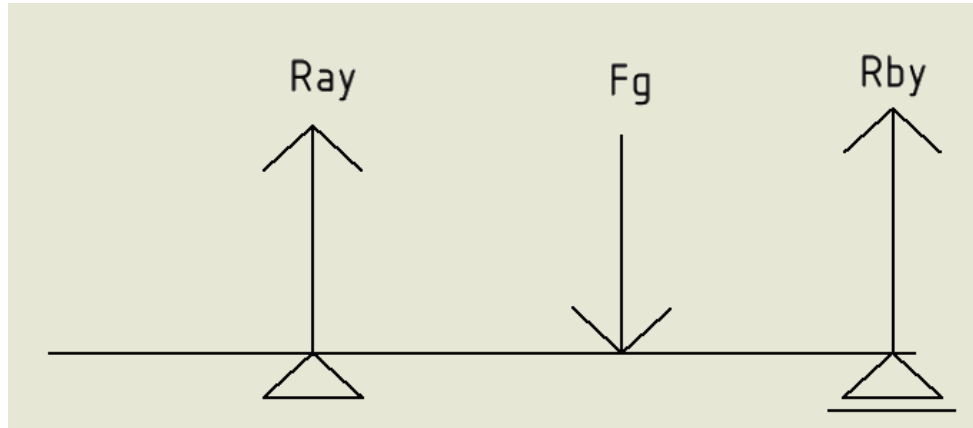
$$F_g = m_g \cdot g = 15 \cdot 10 = 150 \text{ N} \quad (17)$$

$$F_t = \frac{2 \cdot M_k \cdot 1000}{d_{vv}} = \frac{2 \cdot 19,33 \cdot 1000}{60} = 645 \text{ N} \quad (18)$$

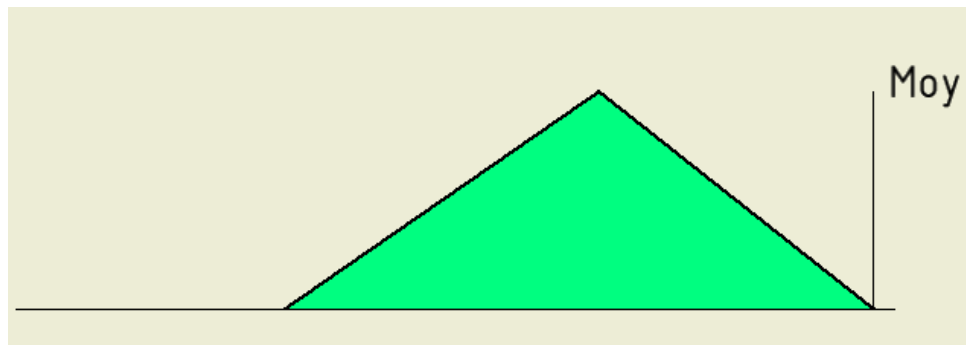


Obrázek 22: Schéma zatížení hřídele

Nyní vypočítám reakce ložisek do jednotlivých rovin. Reakce v rovině YZ počítám dle obrázku č. 23 za použití soustavy rovnic (19). Výpočet reakcí v rovině XZ proběhne dle obrázku č. 25 za použití soustavy rovnic (20). Zobrazení ohybového momentu v rovině YZ je na obrázku č. 24 a v rovině XZ na obrázku č. 26.



Obrázek 23: Rovina YZ



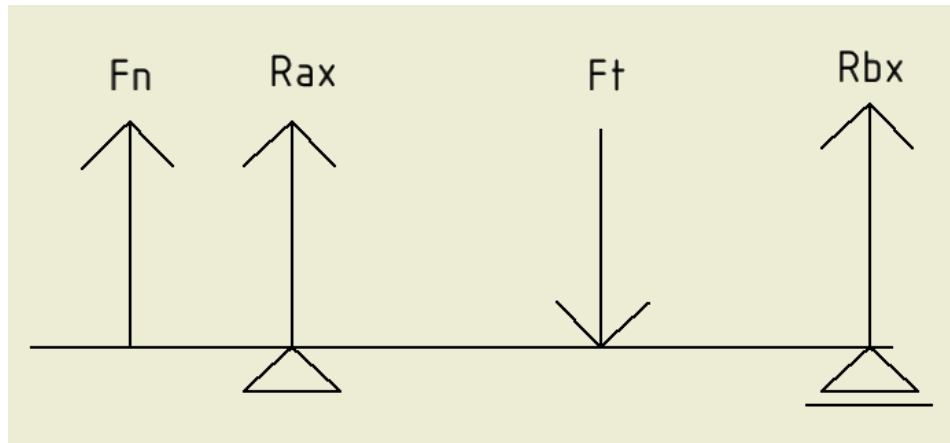
Obrázek 24: Průběh momentů v rovině YZ

$$R_{ay} \cdot (152,3 + 143,3) - F_g \cdot 143,3 = 0 \Rightarrow R_{ay} = F_g \cdot \frac{143,3}{(152,3 + 143,3)}$$

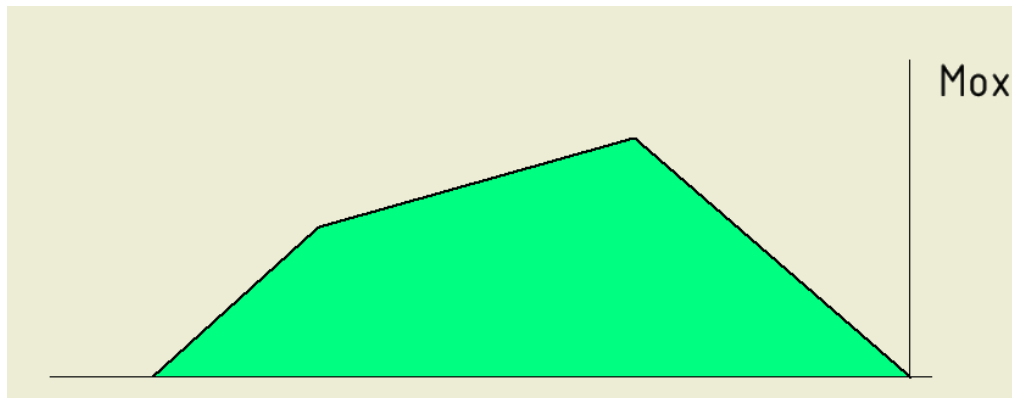
$$R_{ay} = 150 \cdot \frac{143,3}{(152,3 + 143,3)} = 72,7N \quad (19)$$

$$R_{ay} - F_g + R_{by} = 0 \Rightarrow R_{by} = F_g - R_{ay}$$

$$R_{by} = 150 - 72,7 = 77,3N$$



Obrázek 25: Rovina XZ



Obrázek 26: Průběh momentů v rovině XZ

$$F_N \cdot (53,8 + 152,3 + 143,3) + R_{ax} \cdot (152,3 + 143,3) - F_t \cdot 143,3 = 0$$

$$R_{ax} = \frac{F_t \cdot 143,3 - F_N \cdot (53,8 + 152,3 + 143,3)}{152,3 + 143,3}$$

$$R_{ax} = \frac{645 \cdot 143,3 - 297 \cdot 349,4}{295,6} = -38,4 \text{ N} \quad (20)$$

$$F_N + R_{ax} - F_t + R_{bx} = 0$$

$$R_{bx} = F_t - R_{ax} - F_N = 645 - (-38,4) - 150 = 533,4 \text{ N}$$

Výsledné reakce v jednotlivých rovinách pro danou podporu vektorově sečteme dle rovnice (21), čímž vznikne výsledná radiální reakce v ložisku.

$$F_r = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} \quad (21)$$

$$F_{rA} = \sqrt{R_{ax}^2 + R_{ay}^2} = \sqrt{(-38,4)^2 + 72,7^2} = 82,2 \text{ N}$$

$$F_{rB} = \sqrt{R_{bx}^2 + R_{by}^2} = \sqrt{533,4^2 + 77,3^2} = 539 \text{ N}$$

Určení maximálního ohybového momentu vypočtu dle rovnice (22), kdy postupuji zprava. Vektorovým součtem obou rovin určím celkový maximální ohybový moment (23).

$$\begin{aligned}
 M_{o \max}(x) &= R_b \cdot x \\
 M_{o \max YZ} &= R_{by} \cdot 0,1433 = 77,3 \cdot 0,1433 = 11,08 \text{ Nm} \\
 M_{o \max XZ} &= R_{bx} \cdot 0,1433 = 533,4 \cdot 0,1433 = 76,44 \text{ Nm}
 \end{aligned} \tag{22}$$

$$M_{o \max} = \sqrt{M_{o \max YZ}^2 + M_{o \max XZ}^2} = \sqrt{11,08^2 + 76,44^2} = 77,24 \text{ Nm} \tag{23}$$

Dovolené redukované napětí je  $60 \text{ N/mm}^2$ . Dle rovnice (24) vypočítám redukované napětí a porovná s dovoleným redukovaným napětím. Volím  $\alpha = 2$  dle hypotézy Tresca.

$$\begin{aligned}
 \sigma_{red} &= \sqrt{\sigma_o^2 + (\alpha \cdot \tau_K)^2} = \sqrt{\left(\frac{M_{o \max}}{\pi \cdot d^3}\right)^2 + \left(2 \cdot \frac{M_K}{\pi \cdot d^3}\right)^2} = \\
 &= \sqrt{\left(\frac{77,24}{\pi \cdot 0,025^3}\right)^2 + \left(2 \cdot \frac{19,33}{\pi \cdot 0,025^3}\right)^2} = 14 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned} \tag{24}$$

Hřídel vyhovuje požadavkům, jelikož maximální redukované napětí je  $14 \text{ N/mm}^2$ .

### 3.3.3 Návrh těsných per

Návrh funkční délky pera<sub>1</sub> zajišťující přenos momentu mezi řemenicí a hřídelí pro známý průměr hřídele  $d_H = 24 \text{ mm}$  vypočítám dle rovnice (25). Pro nepohyblivý spoj s netvrzeným povrchem zatížený rázem volím dovolený tlak na bocích  $p_{D1,3} = 35 \text{ MPa}$ . Návrh funkční délky pera<sub>2</sub> zajišťující přenos momentu mezi válečkem a hřídelí pro známý průměr hřídele  $d_H' = 25 \text{ mm}$  vypočítám z rovnice (26). Dovolený tlak na bocích silonového válce volím  $p_{D2} = 8 \text{ MPa}$ .

$$l_a = \frac{4 \cdot M_k}{d_H \cdot h \cdot p_{D1}} = \frac{4 \cdot 19330}{24 \cdot 7 \cdot 35} = 13,2 \text{ mm} \tag{25}$$

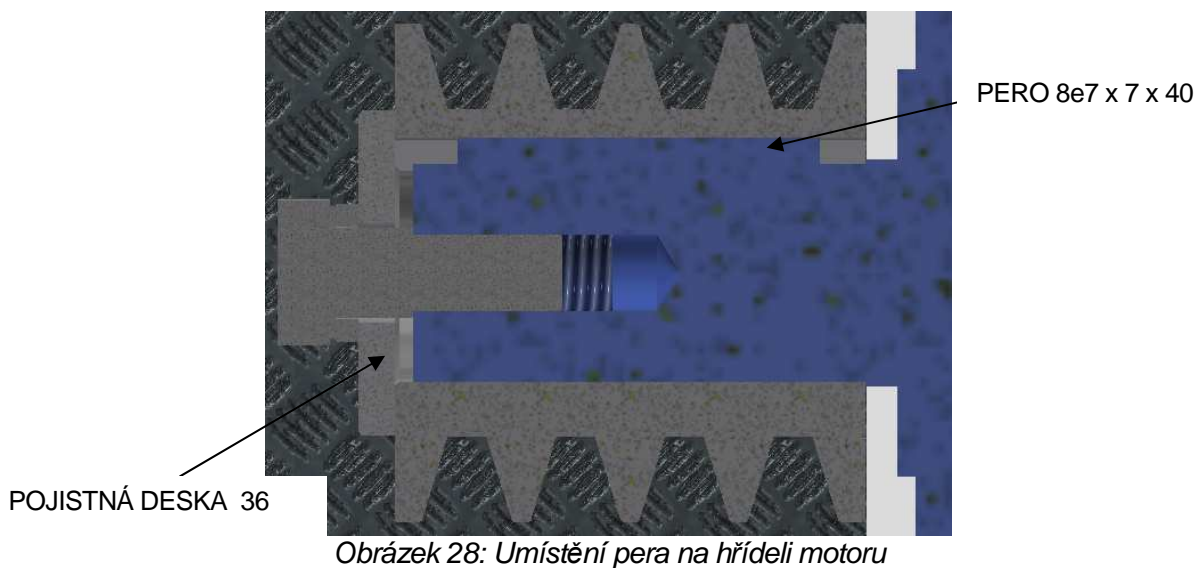
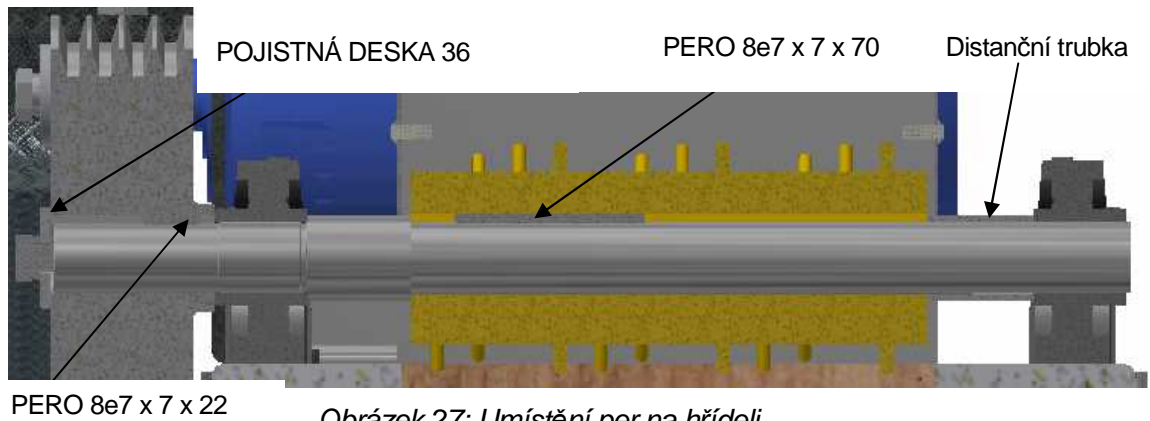
$$l_a' = \frac{4 \cdot M_k}{d_H^l \cdot h \cdot p_{D2}} = \frac{4 \cdot 19330}{25 \cdot 7 \cdot 8} = 55,3 \text{ mm} \tag{26}$$

K výsledné funkční délce je nutno přičíst hodnotu zaoblení na obou stranách pera, která činí 8 mm pro hřídel o průměru 24 mm i 25 mm. Celková délka pera mezi řemenicemi a hřídelí tedy musí být větší než 21,2 mm. Nejbližší vyšší normalizovaná délka pera je 22 mm. Pro pero mezi válečkem a hřídelí musí být délka větší než 63,3 mm. Volím tedy nejbližší vyšší normalizovanou a to 70 mm. Pro zvolená pera ještě provedu kontrolu na otláčení dle rovnice (27) a kontrolu na stříh dle rovnice (28). Dovolené napětí pro stříh volím  $60 \text{ N/mm}^2$ . Pero<sub>3</sub> mezi malou řemenicí a motorem je dáno velikostí drážky na hřídeli motoru, která je dána výrobcem. Na obou motorech je pero 8e7 x 7 x 40. Provedu tedy stejnou kontrolu jako na předchozí pera.

$$\begin{aligned}
 p_1 &= \frac{4.M_k}{d_H . h.l_a} = \frac{4.19330}{24.7.14} = 32,87 \text{ MPa} \leq p_D \\
 p_2 &= \frac{4.M_k}{d_H^l . h.l_a'} = \frac{4.19330}{25.7.62} = 7,13 \text{ MPa} \leq p_D \\
 p_3 &= \frac{4. \frac{P}{2.\pi. \frac{n}{60}} . 1000}{d_H . h.l_a} = \frac{4. \frac{1100}{2.\pi. \frac{1415}{60}} . 1000}{24.7.32} = 5,5 \text{ MPa} \leq p_D
 \end{aligned} \tag{27}$$

$$\begin{aligned}
 \tau_1 &= \frac{2.M_k}{d_H . b.l_a} = \frac{2.19330}{24.8.14} = 14,4 \leq \tau_D \\
 \tau_2 &= \frac{2.M_k}{d_H^l . b.l_a'} = \frac{2.19330}{25.8.62} = 3,12 \leq \tau_D \\
 \tau_3 &= \frac{2. \frac{P}{2.\pi. \frac{n}{60}} . 1000}{d_H . b.l_a} = \frac{2. \frac{1100}{2.\pi. \frac{1415}{60}} . 1000}{24.8.32} = 2,4 \leq \tau_D
 \end{aligned} \tag{28}$$

Obě podmínky jsou splněny pro všechna pera. Průměr hřídele pod hnanou řemenicí je  $d_H = 24 \text{ mm}$ . Průměr hřídele pod válečkem je  $d_H^l = 25 \text{ mm}$ . Šířka pera je ve všech případech 8 mm. Výška pera je opět ve všech případech 7 mm. Funkční délka pera mezi řemenicemi a hřídelí je  $l_a = 14 \text{ mm}$  a pera mezi válečkem a hřídelí je  $l_a' = 62 \text{ mm}$ . Umístění per na hřídeli zobrazuje obrázek č. 27. Umístění pera na hřídeli motoru je na obrázku č. 28. Značení per je popsáno na obrázcích. Axiální pojištění dle ČSN 02 2703 pomocí pojistné desky pro hřídele.[3]



### 3.4 Ložiska

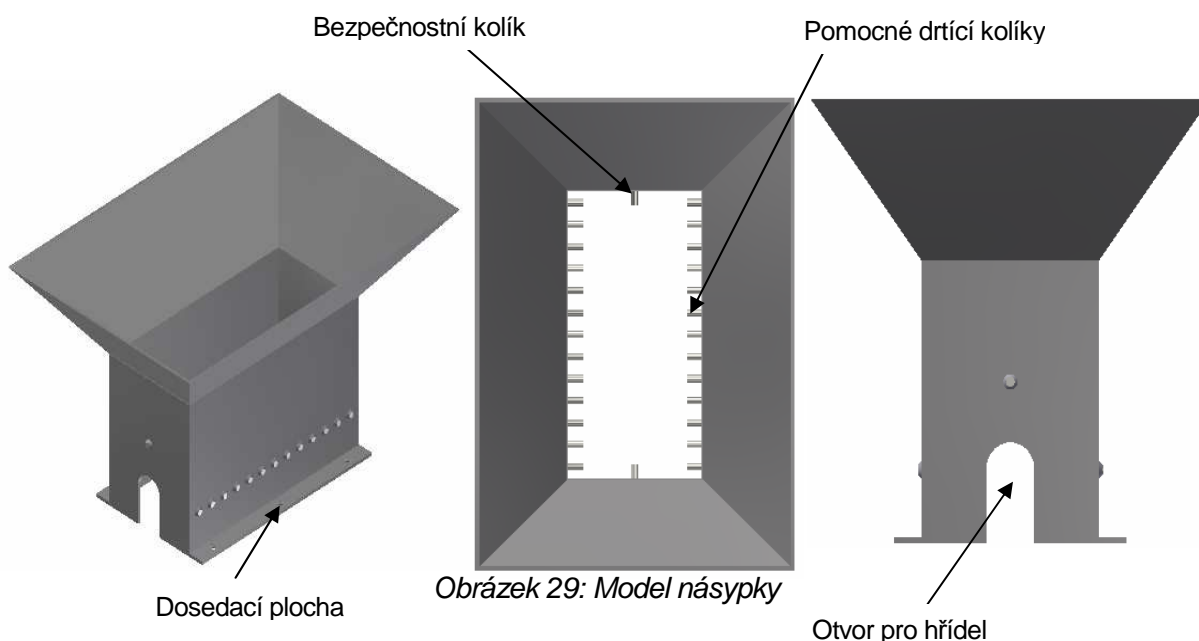
Kontrola ložisek spočívá v porovnání potřebné dynamické únosnosti  $C_{sk}$  vůči tabulkové hodnotě  $C_{tab}$ . Potřebná hodnota musí být menší než tabulková. Součinitel styku pro kuličková ložiska je  $m = 3$ . Následující postup kontrolního výpočtu je převzat z katalogu ZKL viz literatura [2]. Jelikož ložisko není zatíženo axiální silou je ekvivalentní zatížení rovno radiální síle. Výsledné radiální síly získám z kap. 3.3.2. Skutečnou dynamickou únosnost dostanu z rovnice (29), kde volím základní trvanlivost 20 000 hod. Počítám pouze více zatížené ložisko. Tabulková hodnota únosnosti ložiskových jednotek SYK 25 TR je  $C_{tab} = 14\ 000\ N$ . Ložiska tedy vyhovují.

$$F_{rA} = 82,2\ N; \quad F_{rB} = 539\ N;$$

$$C_{sk} = Pr \cdot \sqrt[m]{\frac{L_h \cdot 60 \cdot n}{10^6}} = 539 \cdot \sqrt[3]{\frac{20000 \cdot 60 \cdot 1415}{10^6}} = 6438\ N \quad (29)$$

### 3.5 Násypka

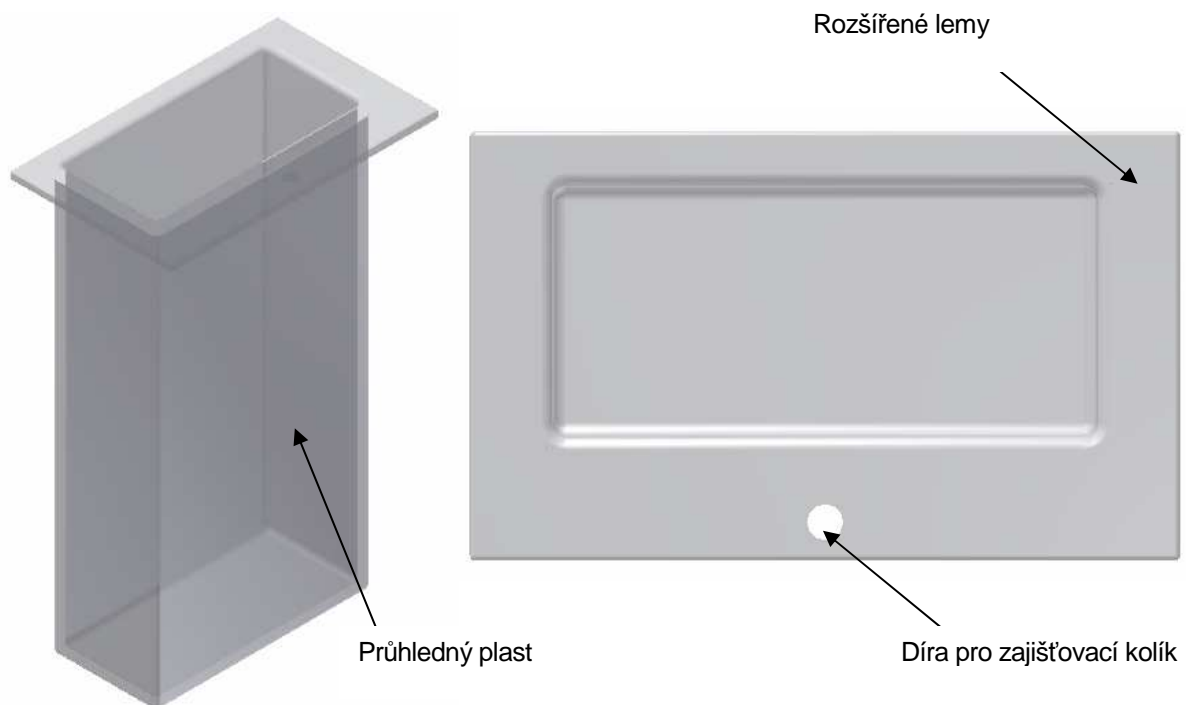
Násypka (obr. 29) je nerezový svařenec, plechů tloušťky 1,5mm, což je běžně dostupný nerezový plech. Pomocné kolíky slouží jako protikus k válečku. Právě o tyto kolíky je ovoce drceno. Bezpečnostní kolíky jsou určeny jako zarážka pro ruční nářadí, kterým se ovoce tlačí na váleček. Všechny kolíky jsou průměru 5 mm, vyrobeny z nerezové oceli a přivařeny na vnější stranu násypky. Otvor pro hřídel je nepatrně větší než hřídel samotná, aby během otáčení hřídele nedocházelo ke tření. Dosedací plocha má 3 otvory na každé straně, skrze které se pomocí vrutů připevní násypka na dřevěnou desku. Otvory jsou rovnoměrně rozmístěny, použité vruty jsou průměru 3,5 mm a délky 16 mm se zápusnou hlavou. Rozšíření násypky napomáhá rovnoměrnějšímu přívodu ovoce k drtícímu nástroji.



### 3.6 Zásobník

Zásobník (obr. 30) je tvořen z průhledného plastu, díky čemuž obsluha snáze pozná míru naplnění zásobníku. Použitý plast musí být odolný vůči kyselinám a zásadám. Vhodný materiál je PE-HD tj. polyethylen s vysokou hustotou, který je odolný i vůči chemikáliím a rozpouštědlům. Maximální teplota však nesmí přesáhnout 80 °C, což při drcení nepředpokládám. Problém by mohl nastat během čistění stroje – nesmí být použita vroucí voda. Rozšířené lemy slouží k zachycení zásobníku ve vedení rámu. Tento způsob zachycení umožňuje snadné zasouvání a vysouvání zásobníku, jelikož se

předpokládá jeho rychlé naplnění. Zásobník je zajištěn kolíkem proti vyklouznutí z vedení. Kolík může být ještě pojištěn zástrčkou.

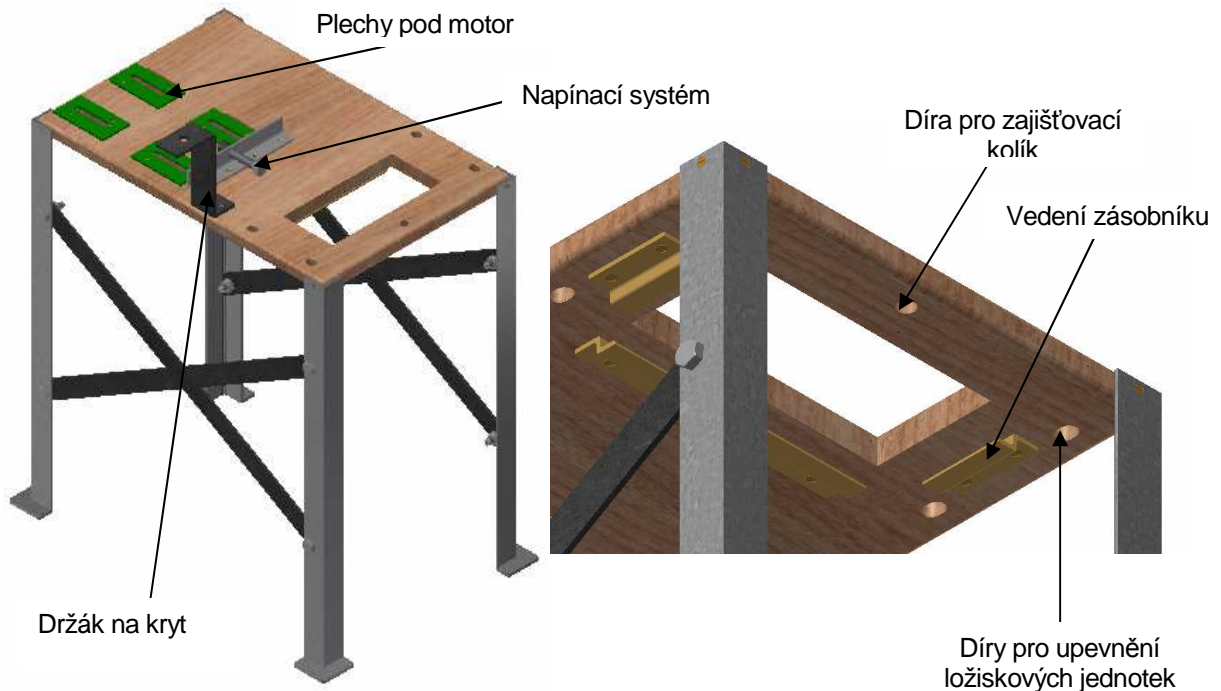


Obrázek 30: Model zásobníku – 3D pohled a pohled shora

### 3.7 Rám

Základ rámu je tvořen dřevěnou deskou. Napínání řemenic zajišťuje šroub, který se utahuje v matici. Matice M12 ISO 7041 je přivařena na L-profil L 25x25x3 a ten přišroubován k desce. Pro dostatečný prostor k napínání jsem volil potřebnou osovou vzdálenost viz. kap. 3.2. Vedení rámu umožňuje snadné odnímání zásobníku. Vedení má dostatečnou vůli, aby se zásobník snadno zasouval. Pásová ocel tloušťky 3 mm umístěna pod motorem chrání dřevěnou desku před otlačením a porušením během napínání řemenic. Šrouby upevňující motor a ložiskové jednotky jsou utahovány maticemi, které dosedají na podložky pod dřevo DIN 440. Ty jsou širší oproti obyčejným podložkám používaných na ocel, aby zabránili otlačení dřeva. Nohy se skládají z L-profilů L 35x35x4 a jsou zpevněny příčnými výztuhami z pásové oceli tloušťky 3 mm, které jsou k nohám přišroubovány pomocí lícovaných šroubů DIN 609. Patky slouží k lepší stabilitě. Držák na kryt nesmí překážek řemenům. Na dřevěné desce jsou již připraveny drážky pro připojení jednofázového motoru. Sestava rámu je znázorněna na obrázku č. 31.





Obrázek 31: Model rámu

### 3.8 Kryt

Kryt (obr.32) je svařen s plechů tloušťky 1,5 mm a navržen tak, aby chránil řemenice i při maximálním napnutí, které je určeno v kapitole 3.2. Je složen z 5 jednoduchých plechů. Na držák je připojen maticí a šroubem M12x25. Šroub je krátký, aby se mohl vytáhnout přes napnuté řemeny. Kryt se sundává pouze při zastaveném a odpojeném stroji od elektrické energie. Mezi krytem a řemeny je dostatečný prostor pro vložení klíče či ruky a přidržení si šroubu, aby se mohla povolovat matice, která se nachází na vrchní straně krytu.



Obrázek 32: Model krytu

## 4 Cenová bilance – určení přibližných cen

V tabulce č. 5 je uvedena přibližná cena jednotlivých částí drtiče. Celková hodnota 8 050 Kč je uvedena bez motoru. Protože motor je podstatnou částí drtiče a zároveň velmi ovlivní celkovou nákupní cenu stroje, bude mít zákazník možnost dvou variant.

První variantou je jednofázový motor. Jeho nespornou výhodou je použití na běžné domácí síti. Zákazník si však bude muset připlatit. Cena motoru je 5 300 Kč.

Druhou variantou je běžný třífázový motor. Je cenově přijatelnější. Problém mohou mít zákazníci na místech, kde není připojení na třífázovou síť. Motor však funguje i na jednofázové síti po nezbytných úpravách. Cena motoru je 2 700 Kč.

*Tabulka 5: Cena jednotlivých položek*

Dřevěná deska	400 Kč
L-profily	150 Kč
Spojovací prvky	50 Kč
Nerezové plechy	2500 Kč
Váleček a hřídel	1500 Kč
Ložiska 2x	1460 Kč
Řemen 4x	180 Kč
Plochá ocel	160 Kč
Plech na kryt	900 Kč
Řemenice	500 Kč
Zásobník	250 Kč
<b>Celkem</b>	<b>8050 Kč</b>

Pro vytváření modelu jsem si vybral třífázový motor a drtič bych právě v tomto provedení vybral jako základní dostupný produkt na trhu.

## 5 Výsledný produkt

Výsledný produkt je složen z elektromotoru, ze kterého se přenáší výkon pomocí řemenového převodu. Motor stojí na pásové oceli, která chrání dřevěnou desku před otlačením, a je přišroubován 4 šroubovými spoji. Každá řemenice je pojištěna pojistnou deskou a šroubem dle ČSN 02 2703 [3]. Řemenice chrání plechový kryt, který je přišroubován na držák krytu. Držák upevňují vruty na dřevěnou desku. Přenos kroutícího momentu je prováděn pomocí těsných per. Hřídel je uložena mezi ložiskové jednotky, které jsou přišroubovány k dřevěné desce. Na hřídeli je nasazen váleček s nerezovými hroty. Axiální pojištění válečku je provedeno z jedné strany o osazení hřídele, z druhé strany je distanční trubka, která se opírá o ložiskovou jednotku. Přenos kroutícího momentu je opět zajištěn těsným perem. Drtící prostor je vymezen nerezovou násypkou, která je připevněna vruty k dřevěné desce. Ovoce po rozdrčení propadá dřevěnou deskou do průhledného zásobníku. Zásobníku je umožněna snadná montáž a demontáž pomocí vedení na rámu, které je opět připojeno vruty na dřevěnou desku. Deska stojí na ocelových nohou z L-profilů. Nohy jsou vyztuženy pásovou ocelí, která je snadno demontovatelná. Dalšími snadno demontovatelnými součástmi jsou elektromotor, ložiskové jednotky a řemenice. Držák na kryt, vedení pro zásobník a nohy jsou připevněny pomocí vrutů, u nichž se s každou montáží snižuje kvalita dřeva v místě spoje. Kromě vedení pro zásobník však vrutové spoje nenesou žádnou zátěž, lze tedy brát tyto spoje za opakovatelně rozebíratelné. Stroj je skladný a díky rozebíratelnosti je možné poškozené součástky snadno vyměnit.



Obrázek 33: Výsledný produkt

## 6 Závěr

V této bakalářské práci jsem navrhoval drtič na ovoce. Během rešerší jsem se snažil najít jednotlivá rozmanitá řešení tohoto problému. Ze všech možností pro dané části stroje jsem vybíral cenově dostupné a jednoduché provedení vybrané části.

U motoru jsem zvažoval dostupnost třífázové a jednofázové sítě. Elektromotory jsou ekologické a dostatečně výkonné. Elektrická síť je lehce dostupná. V práci uvádím dvě varianty. Osobně bych se přiklonil k třífázovému motoru. Je levnější a lze jej použít i na jednofázové síť.

Řemenový přenos je cenově příznivou variantou pro poměr převodů 1:2,8. Snadno se montuje a demontuje. Jedinou nevýhodou zůstává nutnost napínání řemenů, kvůli které jsem celý stroj musel zvětšit, abych umožnil dostupnost utahovacího systému.

U násypky byla nerezová ocel jasnou volbou díky možnosti použití v přímém kontaktu s ovocem, mechanickým vlastnostem a dnes již běžné dostupnosti.

Zásobník jsem volil z plastů, jelikož na něj působí minimální zatížení. Plasty jsou odolné vůči kyselinám a již rozdrčené ovoce jich obsahuje velké množství, které přichází do kontaktu se zásobníkem. Zde bylo důležité vyřešit problém snadné montáže a demontáže, protože zásobník není nikterak velký a musí se často vyprazdňovat.

U rámu jsem zvolil dřevěnou desku, na kterou jsou ostatní komponenty připevněny. Deska přichází do kontaktu s ovocem, ale jakožto přírodní materiál to nijak neovlivňuje produkt. Navíc může sloužit jako pracovní stůl. Volná místa mohou sloužit na odkládání různých předmětů nebo součástí při montáži či demontáži. Nohy jsou z kupovaných profilů a výztuhy jsou rozebíratelné.

Stroj je skladný a dobře plní funkci drtiče. Jednotlivé vyráběné součástky jsou jednoduché a velké množství součástí je kupováno, což se odráží v ceně stroje.

## Seznam zkratk a symbolů

$i$ .....	převodový poměr	$l_a$ .....	délka pera
$n$ .....	otáčky motoru	$d_H$ .....	průměr hřídele v místě pera
$n_{drtícíchstrojů}$ .....	otáčky drtících nástrojů	$h$ .....	výška pera
$d_1$ .....	průměr hnací řemenice	$p_D$ .....	dovolený tlak na bocích drážky a pera
$d_2$ .....	průměr hnané řemenice	$b$ .....	šířka pera
$\psi$ .....	součinitel skluzu	$\tau$ .....	smykové napětí
$n_{sk}$ .....	skutečné otáčky nástrojů	$F_r$ .....	výsledná radiální síla
$i_{sk}$ .....	skutečný převodový poměr	$F_x$ .....	radiální síla ve směru x
$v$ .....	rychlost řemenů	$F_y$ .....	radiální síla ve směru y
$A$ .....	osová vzdálenost	$C_{tab}$ .....	tabulková únosnost ložisek
$L_p$ .....	délka řemenů	$C_{sk}$ .....	potřebná únosnost ložisek
$\alpha$ .....	úhel opásání	Pr .....	ekvivalentní radiální zatížení
$\gamma$ .....	pomocný úhel	$m$ .....	součinitel styku kuličkových ložisek
$A_{sk}$ .....	skutečná osová vzdálenost	$L_h$ .....	základní trvanlivost ložisek
$A_{max}$ .....	maximální osová vzdálenost	$C_k$ .....	součinitel počtu řemenů v převodu
$A_{min}$ .....	minimální osová vzdálenost	$R$ .....	reakční síla
$z'$ .....	vypočtený počet řemenů	$M_o$ .....	ohybový moment
$z$ .....	skutečný počet řemenů	$\sigma_{red}$ .....	redukované napětí
$P$ .....	výkon motoru	$l_v$ .....	vzdálenost mezi ložisky
$C_L$ .....	součinitel vlivu délky řemene	$p$ .....	skutečný tlak na bocích drážky a pera
$C_\alpha$ .....	součinitel úhlu opásání řemenem		
$C_p$ .....	součinitel dynamičnosti zatížení a pracovního režimu		
$No$ .....	jmenovitý výkon převodu s jedním řemenem		
$M_k$ .....	krouťící moment		
$\eta$ .....	účinnost převodu		
$\tau_D$ .....	dovolené smykové napětí		
$d$ .....	průměr hřídele		
$F_N$ .....	napínací síla		
$F_g$ .....	tíhová síla		
$g$ .....	tíhové zrychlení		
$m_g$ .....	předpokládaná maximální hmotnost ovoce		
$F_t$ .....	tečná síla		
$d_{vv}$ .....	vnější průměr válečku bez hrotů		
$y_{Dmax}$ .....	maximální dovolený průhyb mezi ložisky		
$y_{max}$ .....	maximální skutečný průhyb mezi ložisky		

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Model drtiče .....	2
Obrázek 2: Ukázka vlastního pohonu na vrtačku [6] .....	3
Obrázek 3: Ukázka ručního pohonu [6] .....	4
Obrázek 4: Ukázka pohonu elektromotorem [6] .....	4
Obrázek 5: Benzínový pohon [12] .....	4
Obrázek 6: Řemenový převod [20] .....	5
Obrázek 7: Ozubená kola [11] .....	5
Obrázek 8: Válečky s hroty[6] .....	6
Obrázek 9: Mačkáci válečky[6] .....	7
Obrázek 10: Nůž s ostrým břitem [7] .....	7
Obrázek 11: Fréza na větve [9] .....	7
Obrázek 12: Kónický válec s břity [9] .....	8
Obrázek 13: Násypka [10] .....	8
Obrázek 14: Zásobník [10] .....	9
Obrázek 15: Pojízdný rám [9] .....	10
Obrázek 16: Kryt převodu [21] .....	10
Obrázek 17: Motor 1LF7090-4AE [13] .....	11
Obrázek 18: Motor 1LA7090-4AA [13] .....	12
Obrázek 19: Schéma řemenového převodu [1] .....	13
Obrázek 20: Diagram pro určení průřezu řemenice [1] .....	14
Obrázek 21: Model válečku .....	18
Obrázek 22: Schéma zatížení hřídele .....	19
Obrázek 23: Rovina YZ .....	20
Obrázek 24: Průběh momentů v rovině YZ .....	20
Obrázek 25: Rovina XZ .....	21
Obrázek 26: Průběh momentů v rovině XZ .....	21
Obrázek 27: Umístění per na hřídeli .....	24
Obrázek 28: Umístění pera na hřídeli motoru .....	24
Obrázek 29: Model násypky .....	25
Obrázek 30: Model zásobníku – 3D pohled a pohled shora .....	26
Obrázek 31: Model rámu .....	27
Obrázek 32: Model krytu .....	27
Obrázek 33: Výsledný produkt .....	29

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Parametry motoru 1LF7090-4AE [13] .....	12
Tabulka 2: Parametry motoru 1LA7090-4AA [13] .....	13
Tabulka 3: Rozmezí průměrů hnací řemenice [1] .....	14
Tabulka 4: Normalizované délky řemenů [22] .....	16
Tabulka 5: Cena jednotlivých položek .....	28

## Použitá literatura

- [1] LEINVEBER, Jan; VÁVRA, Pavel. Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření. 2. doplněné vydání. Úvaly: Albra, 2005. ISBN 80-7361-011-6.
- [2] ZKL. Katalog. Ložiska [on-line] 2016 [cit.19.6.2016] Dostupné na Internetu  
<http://www.zkl.cz/cs/katalog/loziska>
- [3] DRASTÍK, František a kolektiv. Strojnické tabulky pro konstrukci i dílnu. 2. doplněné vydání. Ostrava: MONTANEX a.s., 1999.
- [4] KUGL, Otmar; HOUKAL, Jiří; TOMEK, Pavel; ZÝMA, Jiří. PROJEKT – III. ročník. Praha 6: Vydavatelství ČVUT, 2000.
- [5] GARTEKO ZAHRADNÍ TECHNIKA. Drtiče zahradního odpadu. [on-line] 2016 [cit.4.4.2016] Dostupné na Internetu  
<http://www.garteko.cz/drtice-zahradniho-odpadu/>
- [6] M+S, Zemědělské potřeby. Zpracování ovoce [on-line] 2016 [cit.20.3.2016] Dostupné na Internetu  
<http://www.eshop-zemedelske-potreby.cz/zpracovani-ovoce/c-2236/>
- [7] MALICH, Jaromír: Jak vybrat drtič ovoce. Abeceda zahrady a bydlení. [on-line] 2016 [cit.20.3.2016] Dostupné na Internetu  
<http://abecedazahrady.dama.cz/clanek/jak-vybrat-drtic-ovoce>
- [8] BURZA, Marek: Při testu drtičů zahradního odpadu bodovaly hlavně drtiče s válcem. Hobby. [on-line] 2011 [cit.20.3.2016] Dostupné na Internetu  
[http://hobby.idnes.cz/pri-testu-drticu-zahradniho-odpadu-bodovaly-hlavne-drtice-s-valcem-1dw-/hobby-zahrada.aspx?c=A110829\\_114936\\_hobby-zahrada\\_bma](http://hobby.idnes.cz/pri-testu-drticu-zahradniho-odpadu-bodovaly-hlavne-drtice-s-valcem-1dw-/hobby-zahrada.aspx?c=A110829_114936_hobby-zahrada_bma)
- [9] BURZA, Marek: Drtiče a štěpkovače: kdo při koupi chce ušetřit, brzy hořce zapláče. Hobby. [on-line] 2009 [cit.20.3.2016] Dostupné na Internetu  
[http://hobby.idnes.cz/drtice-a-stepkovace-kdo-pri-koupi-chce-usetrit-brzy-horce-zaplace-pyp-/hobby-zahrada.aspx?c=A091103\\_151404\\_hobby-zahrada\\_bma](http://hobby.idnes.cz/drtice-a-stepkovace-kdo-pri-koupi-chce-usetrit-brzy-horce-zaplace-pyp-/hobby-zahrada.aspx?c=A091103_151404_hobby-zahrada_bma)
- [10] VARES, Zahradní technika. Drtiče ovoce [on-line] 2016 [cit.20.3.2016] Dostupné na Internetu  
<http://www.vares.cz/vares-mnichovice-as/vares-novinky-doporucujeme/drtice-vetvi-ovoce-lisy/drtice-ovoce/>
- [11] AGRO-CENTRUM. Zahrádkářské potřeby. Drtiče ovoce [on-line] 2016 [cit.21.3.2016] Dostupné na Internetu  
<http://www.agro-centrum.cz/Zahradkarske-potreby/Drtime-ovoce/>
- [12] ELVAPROFI. Zahradní technika. Drtiče [on-line] 2016 [cit.19.6.2016] Dostupné na Internetu  
<http://www.elvaprofi.cz/zahradni-technika/drtice/>

- [13] MORAVEC, Vlastimil. Elektromotory. Nabídka elektromotory Siemens [on-line] 2016 [cit.19.6.2016] Dostupné na Internetu  
<http://www.elektromotory.net/>
- [14] KONDOR. Pásová a plochá ocel [on-line] 2016 [cit.19.6.2016] Dostupné na Internetu  
<http://www.kondor.cz/pasova-a-plocha-ocel/c-1445/>
- [15] Enprag. Pracovní desky [on-line] 2016 [cit.19.6.2016] Dostupné na Internetu  
<http://www.kovovynabytek.cz/pracovni-desky/c-187/>
- [16] ARKOV. Prvky pro přenos výkonu. Řemenice [on-line] 2016 [cit.19.6.2016] Dostupné na Internetu  
<http://zbozi.arkov.cz/c/215-prvky-pro-prenos-vykonu-remenice-klinove.html#!&category=215&manufacturers=&list=itemRowPicture&page=1>
- [17] KOVIAN. Nerezové polotovary [on-line] 2016 [cit.19.6.2016] Dostupné na Internetu  
<http://www.kovian.cz/cz/Nerezove-polotovary-1/?cur=1>
- [18] KOVOPOLOTOVARY. Hutní materiál [on-line] 2016 [cit.19.6.2016] Dostupné na Internetu  
<http://www.kovopolotovary.cz/hutni-material/c1055/>
- [19] WIKIPEDIA. Polyethylen [on-line] 2016 [cit.21.6.2016] Dostupné na Internetu  
<https://cs.wikipedia.org/wiki/Polyethylen>
- [20] TIP. Drtiče a mlýnky na ovoce [on-line] 2016 [cit.21.6.2016] Dostupné na Internetu  
<http://www.tip-pv.cz/drtic-na-ovoce.php>
- [21] GARDENTECHNIK. Drtiče ovoce [on-line] 2016 [cit.21.6.2016] Dostupné na Internetu  
<http://www.garden-technik.cz/drtice-ovoce>
- [21] HLOŽANKA, Dušan. SPS-VÍTKOVICE. Řemenové převody [on-line] 2016 [cit.21.6.2016] Dostupné na Internetu  
<http://www.sps-vitkovice.cz/texty/texty/SPS/SPS%203%20%20%C5%98emenov%C3%A9%20p%C5%99evody-UT.pdf>