

**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A  
ROBOTIKY**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND  
ROBOTICS

## **NÁVRH ZÁSOBNÍKU S POSUVEM A ORIENTACÍ ODLITKU**

SUGGESTION OF CASE FEEDER FOR ORIENTATION CAST

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**TOMÁŠ KONEČNÝ**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. MILOŠ SYNEK**

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

Akademický rok: 2012/2013

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Tomáš Konečný

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Návrh zásobníku s posuvem a orientací odlitku**

v anglickém jazyce:

### **Suggestion of case feeder for orientation cast**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Navrhněte konstrukční řešení zásobníku s posuvem a orientací odlitku.

Cíle bakalářské práce:

Konstrukční návrh zásobníku a výkresová dokumentace.

Seznam odborné literatury:

Kolíbal, Zdeněk

Průmyslové roboty I. Konstrukce průmyslových robotů a manipulátorů. PRaM Kolíbal, Zdeněk 1. vyd. Brno VUT Brno 1993 189 s. ISBN 80-214-0526-0

Kolíbal, Zdeněk

Průmyslové roboty II. Konstrukce výstupních hlavic a periférií Kolíbal, Zdeněk 1. vyd. Brno PC DIR 1993 165 s. ISBN 80-214-0533-3

Ehrenberger, Zdeněk

Průmyslové roboty III. Robotické systémy vyšších generací Ehrenberger, Zdeněk 1. vyd. Brno VUT Brno 1993 145 s.

Bělohoubek, Pavel

Průmyslové roboty IV. Projektování výrobních systémů s PRaM Bělohoubek, Pavel 1. vyd. Brno VUT Brno 1993 88 s. ISBN 80-214-0532-5

Pokorný, Karel

Stavba elektrických strojů I Pokorný, Karel Praha SNTL 1984 185 s.

internet a stránky jednotlivých výrobců

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miloš Synek

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/2013.

V Brně, dne 27.11.2012

L.S.

---

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.  
Ředitel ústavu

---

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.  
Děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Cílem této bakalářské práce, bylo navrhnout řešení zařízení k posuvu a orientaci odlitků. Vzhledem k použití olověných střel bylo nutno zvolit nejvhodnější řešení s ohledem na problémy vzniklé zvýšeným otěrem maziva a olova. K danému řešení byla zpracována výkresová dokumentace a provedeny potřebné výpočty.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Násypka, odlitek, konstrukční návrh, výkresová dokumentace, posun a orientace odlitku, motor.

## **ABSTRACT**

The aim of this bachelor work was to design solution for transfer and orientation of casts. Because of using lead bullets was necessary to choose the most impropriet solution caused by raised attrition of lubricant and lead. There was made appropriate calculations and manufacturing documentation.

## **KEY WORDS**

Hopper, bullet, constructional suggestion, drawings documentation, movement and orientation of the cast, engine.

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Návrh zásobníku s posuvem a orientací odlitku vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum

Podpis

.....  
Tomáš Konečný

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji tímto panu Ing. Miloši Synkovi, za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.


## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE PRÁCE**

KONEČNÝ, T. *Návrh zásobníku s posuvem a orientací odlitku*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 45 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Miloš Synek.

## OBSAH

ÚVOD.....	9
1 ZÁKLADNÍ POJMY .....	10
1.1 PERIFERIE .....	10
1.2 DOPRAVNÍKY .....	10
1.3 PODÁVACÍ ZAŘÍZENÍ SE ZÁSOBNÍKEM A NÁSYPKOU .....	11
1.4 NÁSYPKA .....	11
2 POPIS ZAŘÍZENÍ .....	12
3 VÝROBCI PODAVAČŮ STŘEL .....	13
3.1 RCBS .....	13
3.2 HORNADY .....	14
3.3 MR. BULLET FEEDER .....	15
3.4 GSI INTERNATIONAL .....	16
3.5 ZHODNOCENÍ EXISTUJÍCÍCH PROVEDENÍ .....	17
4 NÁVRH ŘEŠENÍ .....	18
4.1 VÝCHOZÍ STAV POLOTOVARU .....	18
4.2 TRANSPORT ODLITKU DO PODAVAČE – VSTUPNÍ ZAŘÍZENÍ .....	18
4.3 ORIENTACE ODLITKU A JEHO TRANSPORT – MEZIOPERAČNÍ ZAŘÍZENÍ .....	19
4.4 TVAROVÁ TRUBKA .....	19
4.5 PÁSOVÝ DOPRAVNÍK .....	20
4.6 NÁSYPKA S ROTAČNÍM ZÁCHYTNÝM MECHANISMEM .....	20
5 VÝPOČTOVÁ ČÁST .....	23
5.1 PARAMETRY STŘELY .....	23
5.2 VÝPOČET KAPACITY PODAVAČE .....	23
5.3 TŘENÍ MEZI TALÍŘEM A TĚLEM PODAVAČE .....	26
5.4 TŘENÍ MEZI TALÍŘEM A STŘELAMI .....	26
5.5 VÝPOČET ZATĚŽUJÍCÍ SÍLY VZNIKLÉ TLAČENÍM STŘEL .....	27
5.6 VÝPOČET MOMENTU SETRVAČNOSTI .....	27
5.7 VÝPOČET KROUTICÍHO MOMENTU NA HŘÍDELI .....	28
5.8 VÝPOČET POTŘEBNÉHO VÝKONU NA HŘÍDELI .....	29
5.9 VÝBĚR VHODNÉHO MOTORU .....	29
5.10 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ ROTAČNÍHO POHYBU .....	30
5.11 VOLBA LOŽISKA .....	31

5.12	POPIS KLUZNÉHO LOŽISKA .....	31
6	POPIS KONSTRUKCE .....	31
7	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ .....	39
8	ZÁVĚR .....	40
9	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	41
10	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	42
11	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ .....	43
12	PŘÍLOHY .....	45

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 9
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

## ÚVOD

V praxi je možné se často setkat s potřebou dopravy a orientace různých polotovarů. K této činnosti se používají různé typy dopravníků.

Úkolem této bakalářské práce je vybrat a navrhnout vhodnou konstrukci zařízení pro dopravu a orientaci střel pro kulové náboje. Orientace střel je nutná, protože zorientované střely jsou dále použity k výrobě nábojů do střelných zbraní pomocí progresivního víceoperačního lisu.

Cílem je navrhnout podavač střel, který by dokázal pracovat i s jinými střelami než pouze celoplášťovými. Protože jde o olověné odlitky mazané směsí vosku, největší problém je zajistit spolehlivou samočisticí funkci zařízení.

V současnosti komerčně vyráběné podavače střel mají velké problémy s podáváním olověných střel mazaných voskem do drážky. Toto vede při přebíjení k nutnosti používat drahé nebo jinak nevhodné celoplášťové střely. Použitím vhodné konstrukce se budeme snažit minimalizovat problémy vzniklé používáním těchto střel.

Dále je také velice důležité, aby podavač střel umožňoval použití co největší škály vyráběných střel.

Jako neméně důležitý aspekt je i poměrně vysoká cena komerčních podavačů. Proto bude snaha konstrukci optimalizovat pro nízké výrobní náklady.



# 1 ZÁKLADNÍ POJMY

## 1.1 PERIFERIE

Periferie je zařízení, které slouží k vykonání jednoduchých pohybů s daným objektem. Zprostředkovává pohyb mezi jednotlivými výrobními operacemi a vytvářejí přirozenou zásobu objektů, mohou měnit jejich orientaci, případně umožňují jejich stohování. Použití periferie vede ke zrychlení manipulačního procesu a zvyšuje jeho přesnost. [2]

Podle funkce je můžeme rozdělit na tři základní skupiny:

- Periferie přemísťují objekty tak, že mění polohu těžiště, ale orientace zůstává zachována
- Periferie mění orientaci objektu, ale poloha těžiště zůstává zachována
- Periferie mění jak polohu těžiště, tak orientaci objektu

Podle konstrukce je můžeme dělit:


- Dopravníky
- Otočné a křížové stoly
- Zvedací a podávací zařízení
- Podávací zařízení se zásobníkem a násypkou
- Palety
- Dopravní vozíky

## 1.2 DOPRAVNÍKY

Dopravníky dopravují polotovary, hotové součásti, různé nástroje a výrobní pomůcky, ale i odpad. Jsou základním členem dopravy. [2]

Dopravníky jsou různého provedení a typu:

- Pásové dopravníky
- Člákové dopravníky
- Podvěsné dopravníky
- Vibrační dopravníky
- Válečkové tratě

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 11
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

### 1.3 PODÁVACÍ ZAŘÍZENÍ SE ZÁSOBNÍKEM A NÁSYPKOU

Toto zařízení je plně automatické. Součásti se nasypou do násypky, z ní jsou odebírány a směrově orientovány. Tyto zařízení jsou vhodné především pro součásti jednoduchého tvaru a malé hmotnosti. [2]

Automatické podávání se skládá z následujících bodů:

- Zachycení předmětu v násypce a směrová orientace v prostoru
- Vytvoření zásoby předmětů, která zajistí plynulou práci
- Podávání předmětů ze zásobníku
- Doprava předmětů do pracovního prostoru

### 1.4 NÁSYPKA

Násypky jsou zařízení, kde se nahromadí předměty, které mohou mít libovolnou polohu s náhodnou směrovou orientací v prostoru. [2]

Můžeme je rozdělit:

- Násypky pro předměty nevyžadující žádnou orientaci
- Pro předměty vyžadující jednu orientaci i zachycení
- Vyžadující dvojí orientaci a zachycení



## 2 POPIS ZAŘÍZENÍ

Podavač střel je zařízení, které střelu zorientuje a podá do osazovací matrice, která je součástí přebíjecího lisu. Toto zařízení se skládá z dvou částí. Z násypky a trubicového zásobníku si osazovací matrice přímo odebírá zorientované střely. Násypka je rotační zařízení, sloužící jako zásobník střel a zároveň dokáže zorientovat střely tak, aby do trubicového zásobníku vždy padaly jedním směrem. Toto zařízení bývá obvykle na elektrický pohon. Podavač se skládá nejčastěji z podávací matrice, která je zašroubována v hlavě lisu a zásobovací trubice, která je nad maticí a slouží zároveň jako zásobník. Z matrice si připravenou střelu odebírá přímo nábojnice při zdvihu pístu lisu.

Podavač střel zvyšuje efektivitu a produktivitu přebíjení. Zároveň zvyšuje pohodlí při práci a umožňuje obsluze lisu věnovat se méně činností. Používá se jak u přebíjení nábojů které je umožněno zákonem č. 119/2002 Sb. o střelných zbraních a střelivu držitelům zbrojních průkazů B a C pro vlastní potřebu, tak i v průmyslové výrobě nábojů do ručních zbraní.

Na trhu existuje několik výrobců podavačů. Všechny jsou ale určeny pro použití celoplášťových střel FMJ (full metal jacket) nebo TFMJ (total metal jacket) což jsou střely skládající se z výhradně olověného jádra a pláště nejčastěji tvořeného kovovým plechem. Nejpoužívanější je mosaz a bimetalový plech skládající se z nekalené oceli plátované tombakem. Tyto střely se používají v komerčně vyráběných nábojích, ale i při přebíjení. Někdy jde použít i jiné druhy střel jako jsou různé expanzní provedení nebo poplastované střely, ale vždy musí být celistvý a pevný povrch-plášť. Ten je měkčí než povrch hlavně, ale zároveň je samomazný a otěruvzdorný. Tyto střely mají většinou tvar ogiválu nebo komolého kužele. Nevýhodou těchto střel je vyšší cena, složitější výroba a náročnost na suroviny a nižší přesnost dána technologií výroby.

Při výrobě nábojů pro sportovní účely se většinou používají olověné střely. Jde o odlitky ze slitiny olova legované arsenem a cínem pro vyšší tvrdost na hodnotu 15-25HRC. Tyto odlitky se lijí do kovové kokily z taveniny o teplotě 450°C. Po vychladnutí se kalibrují na přesný průměr. Střely z olověné slitiny mají nízkou otěruvzdornost, a proto se musí mazat. K mazání se používá v první řadě metoda mazání směsí vosku do jedné nebo více drážek na střele. Toto mazání se provádí na speciálním lisu většinou i s kalibrací střely. Takto namazané střely mají po ztuhnutí suchý a celistvý povrch, nicméně směs vosku i olovo jsou poměrně měkké a při omílání v násypce zanechávají části vosku a olova na jejím povrchu. Zároveň otěrem znečišťují zařízení a zastavují jeho provoz tím, že části olova a vosku vymezí vůle, nutné ke spolehlivému chodu zařízení. Druhá používaná metoda mazání střel je mazání pomocí tzv. Aloxu. Je to výrobek americké firmy LEE Precision. Jde o vosk rozpuštěný v rozpouštědle, které po nanesení vyprchá. Mazání je celoplošné a je možné používat střely s mikrodrážkami. Takto namazané střely jsou na povrchu i po vypaření rozpouštědla a zaschnutí vosku stále lepkavé a pro použití v podavači střel jsou nevhodné. Tyto střely, mazané popsanou metodou, se při kompletaci náboje podávají ručně.



## 3 VÝROBCI PODAVAČŮ STŘEL

Podavače střel (v angličtině používaný název bullet feeder) pro lisy sloužící k přebíjení nábojů pro domácí potřebu, vyrábějí výhradně čtyři firmy: RCBS, Hornady, GSIinternational a Mr.Bulletfeeder. U všech firem se podavač skládá z pevné části – rámu a rotační části – talíře. Pohon zajišťuje elektromotor. Ten je mechanicky spojený s talířem. Orientace je u každého výrobce zajištěna jiným způsobem. Stejně tak umístění otvoru, kterým vypadávají zorientované střely. Spínač, ovládající motor, bývá automatický. Funguje na principu mžikového spínače. Podavače jsou použitelné u většiny poloautomatických lisů značek Dillon Precision, RCBS, Hornady případně i LEE Precision. Podavače jsou nakloněné pod úhlem, takže k orientaci napomáhá gravitační síla. Svoji konstrukci podavače střel má i americká firma LEE Precission, která pracuje pouze na mechanickém principu. Střely se do zásobníku sypou ručně a konstrukce je značně nespolehlivá. Proto na tuto konstrukci nebude brán zřetel.

### 3.1 RCBS

RCBS je firma, zabývající se převážně konstrukcí, výrobou a prodejem lisů a příslušenství k přebíjení, sídlící v USA.

Talíř má tvar mezikruží, s podélnými drážkami, jejichž osa je shodná se směrem normály. Orientace střel je provedena právě pomocí těchto drážek. Uprostřed podavače se nachází pevný střed, v jehož horní části je otvor, kterým vypadávají zorientované střely do trychtýře a dále do trubicového zásobníku. Z tohoto zásobníku si střely odebírá přímo podávací matrice, která se nachází v hlavě lisu. Podavač je nakloněný pod úhlem a z vrchní části částečně zakryt platovým víkem.

Motor použitý v podavači je poháněn stejnosměrným proudem. Do podavače se volně nasypané střely, spustí se motor a talíř se začne otáčet. Střely, které zapadnou do vybrání v talíři, jsou vyváženy k vyhadzovacímu otvoru v horní části podavače proti směru hodinových ručiček. Nábojnice, které nejsou správně zorientovány a jsou talířem odebrány, se při pohybu díky gravitaci a tvarovým otvorům ve střední části těla podavače vrátí k volně nasypaným střelám. Pro správnou orientaci se v těle nacházejí ještě pevný a odpružený vyhadzovač. Tyto vyhadzovače jsou umístěny po obvodu. Po naplnění trubicového zásobníku je poslední střelou stisknut vypínač, který přeruší chod motoru.

Pokud by došlo u tohoto podavače k použití olovených střel, mazivo a nečistoty se po chvíli provozu dostanou mezi talíř, střední část těla a dno podavače. Pokud zařízení není ručně vyčištěno, tak se zastaví díky absenci samočisticí funkce.

#### Výhody:

- ✓ Z komerčně vyráběných podavačů je nejméně citlivý na znečištění, protože střely při pohybu leží na talíři.
- ✓ Snadná montáž na Dillon a RCBS lisu.
- ✓ Zásobník se montuje do standardního závitu pro matrice 7/8".
- ✓ Volitelné provedení 110V nebo 240V pro evropský trh.

**Nevýhody:**

- I u tohoto podavače dojde k zablokování při použití olověných strel.
- Drahá konverze na jinou ráži.
- Poměrně vysoká cena 550USD.



*Obr. 1: Podavač strel od výrobce RCBS včetně výceoperačního lisu RCBS [11]*

### 3.2 HORNADY

Další firma zabývající se výrobou podavačů je Hornady. Tato firma, stejně jako RCBS, má mnohaleté zkušenosti s výrobou zařízení pro přebíjení kulových nábojů.

Jejich podavač je založen na stejném principu jako podavač od RCBS. Orientace je zajištěna pouze gravitační silou a dvěma vyhazovači, umístěnými na vnitřní straně nádoby. Střely vypadávají trubicí v nejvyšším bodě podavače. Trubice vede napříč podavačem.

**Výhody:**

- ✓ Nejnižší cena ze všech podavačů: 350USD.
- ✓ Zásobník se montuje do standardního závitu pro matrice 7/8".
- ✓ Volitelné provedení 110V nebo 240V pro evropský trh.
- ✓ Nejjednodušší konstrukce.

**Nevýhody:**

- Není použitelný pro olověné střely.
- Obtížnější montáž na lisy jiných výrobců než Hornady.
- Kapacita pouze 200ks střel.



*Obr. 2: Násypka podavače od výrobce Hornady [10]*

### 3.3 MR. BULLET FEEDER

Jedná se o další firmu vyrábějící podavače střel ze Spojených států, která při vývoji nových modelů spolupracuje s firmou Double Alpha Academy. Konstrukce podavače je chráněna patentem.

Doprava polotovarů jejich podavače funguje na podobném principu jako konkurence. Avšak způsob orientace odlitku je jiný. Talíř je vyšší a zaujímá celou vnitřní plochu podavače. Pohon podavače zajišťuje stejnosměrný motor. Střely jsou dopravovány „nastojato“ (hlavní osa střely je kolmá k talíři). Ty zapadnou do otvorů po obvodu talíře. Zorientovány jsou pomocí šikmé plošiny v horní části těla podavače. Střely, které zapadnou do otvoru dnem vzhůru, jsou pomocí této plošiny otočeny. Díra pro přepad do zásobníku je umístěna po obvodu podavače napravo od nejvyššího bodu.

**Výhody:**

- ✓ Dodává se včetně montáže použitelné pro většinu lisů.
- ✓ Zásobník se montuje do standardního závitu používaného pro matrice 7/8".
- ✓ Spolehlivá funkce s celoplášťovými střelami.

**Nevýhody:**

- Vysoká cena podavače.
- Vysoká cena konverzních sad.
- Nemožnost používat olověné střely.



*Obr. 3: Podavač střel od výrobce Mr. Bulletfeeder včetně zásobníku [9]*

### 3.4 GSI INTERNATIONAL

Tato firma spolupracuje s jedním z nejznámějších výrobců lisů a příslušenství pro přebíjení Dillon. Pravděpodobně přišla s podavačem střel vhodným pro přebíjení v domácích podmínkách jako první.

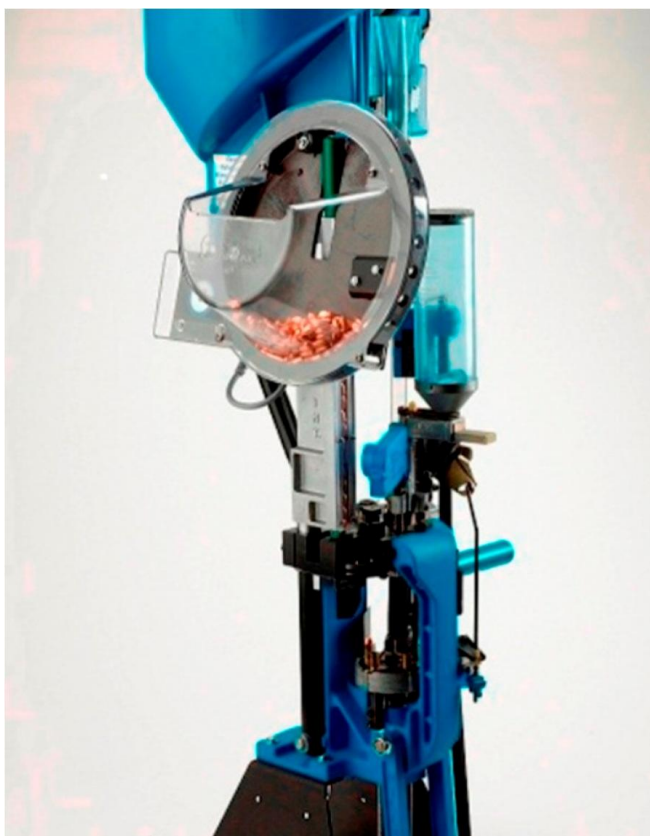
Řešení je originální. Orientace a doprava zorientovaných střel je založena opět na principu rotačního gravitačního dopravníku. Plášť a tělo podavače je statické, rotuje pouze talíř. Ten je skoro kolmý a střely jsou dopravovány po vnější straně a ve směru tečny talíře. Zorientované střely jsou vyvezeny až do nejvyšší části podavače, kde se nachází vyhazovací otvor. Tím střely propadnou do zásobníku, ze kterého jsou střely dále odebírány. Tato firma vyrábí podavače pouze pro lisu značky Dillon a to jen pro modely XL 650 a SUPER 1050. Po naplnění zásobníku je podavač zastaven mikropínačem. Cena se pohybuje v rozmezí 500 - 700USD. Použit lze pouze plášťové střely případně celoplošně poměděné.

**Výhody:**

- ✓ Spolehlivá funkce s celoplašťovými střelami i puškovými.
- ✓ Je možné zapnout i reverzní chod talíře.
- ✓ Existuje provedení pro 110V nebo 220V.
- ✓ Kompaktní rozměry.

**Nevýhody:**

- Každý talíř funguje jen pro určitý typ a váhu střely.
- Možnost použít jen na lisy značky Dillon.
- Je nutné vyměnit originální hlavu lisu za hlavu od GSI, jinak podavač nejde nainstalovat.
- Nemožnost používat olověné střely.



*Obr. 4: Podavač střel od GSI včetně víceoperačního lisu Dillon [8]*

### 3.5 ZHODNOCENÍ EXISTUJÍCÍCH PROVEDENÍ

Cílem bylo navrhnout podavač střel, který může používat i olověné střely. Podavače, které jsou na trhu, s olověnými střelami fungují po velice krátkou dobu. Kvůli postupnému znečišťování pohyblivých částí mechanismu otěrem olova, maziva nebo jejich úlomky dojde k vymezení vůlí, které jsou nutné pro chod zařízení. Proto je použití těchto střel velice problematické a výrobcem zakázané nebo alespoň silně nedoporučené.

	možnost použití olověných střel	standartní montáž	provedení 110V i 230V	univerzálnost	reverzní chod	nízká cena
RCBS	-	+	+	+	-	-
HORNADY	-	-	+	+	-	+
MR. BULLET FEEDER	-	+	+	+	-	-
GSI INTERNATIONAL	-	-	+	-	+	-

## 4 NÁVRH ŘEŠENÍ

Cílem je konstrukce, umožňující použití olověných střel. Konstrukční řešení proto musí být řešeno jako samočisticí a podavač musí jít jednoduše upravit na jinou ráži či jiný tvar střely.

Nejprve se stanoví pracovní postup.

1. Výchozí stav polotovaru
2. Způsob transportu odlitku do podavače – vstupní zařízení
  - a. Vibrační dopravník
  - b. Manuální
  - c. Pásový dopravník
  - d. Článekový dopravník
3. Způsob orientace odlitku a transportu zorientovaného odlitku do zásobníku – mezioperační zařízení
  - a. Tvarová trubka - násypka
  - b. Násypka s rotačním záchytným mechanismem
  - c. Pásový dopravník

### 4.1 VÝCHOZÍ STAV POLOTOVARU

Výroba olověných střel se provádí nejčastěji litím olova do kokil. Potom se tyto odlitky kalibrují a namažou pomocí kalibračního a mazacího lisu. Z tohoto lisu střely volně vypadávají do vhodné nádoby. Proto je předpoklad, že střely ve výchozím stavu pro následující zpracování, budou volně nasypané v nádobě - krabici a neorientované.

### 4.2 TRANSPORT ODLITKU DO PODAVAČE – VSTUPNÍ ZAŘÍZENÍ

V první fázi se musí dostat střely do podavače. V průmyslu je možné použít některý z dopravníků. Protože tento podavač bude používán hlavně při přebíjení pro osobní potřebu v domácích podmínkách, je použití dopravníků zbytečné z důvodu vysoké ceny, požadovaného nízkého množství dopravovaných odlitků a zbytečně velké plochy, kterou by dopravník zabral. Proto se střely přemístí do podavače ručně.



### 4.3 ORIENTACE ODLITKU A JEHO TRANSPORT – MEZIOPERAČNÍ ZAŘÍZENÍ

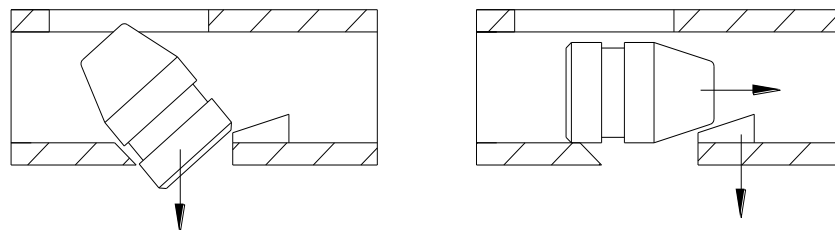
V podavači jsou volně nasypané nezorientované střely. Tyto střely potřebují zorientovat a přepravit do svislého trubicového zásobníku tak, aby všechny byly dnem dolů. Takto zorientované střely jsou dále odebírány lisem. Velice je důležitá co největší možná spolehlivost, protože obráceně zorientovaná střela způsobí výrobu zmetku.

Pro orientaci střel je možné použít několik řešení. Z různého řešení vyplývá i použití jiného vhodného způsobu transportu zorientovaných střel do zásobníku. Jako použitelné řešení je zvoleno použití tvarové trubky, zásobníku s kotoučovou orientací nebo pásového dopravníku.

### 4.4 TVAROVÁ TRUBKA

Střely jsou ručně nasypány do násypky nebo vibračního dopravníku. Odtud jsou gravitačně nebo vibračně tlačeny do speciální trubky, ve které je vyhazovací otvor. Pokud je střela správně zorientovaná, svou přední částí sníží zarážku a nepropadne otvorem. Pokud je zorientovaná špatně, to znamená dnem dopředu, zablokuje se o zarážku a propadne otvorem do násypky, která ji vrátí do zásobníku nezorientovaných střel. Správně zorientovaná střela pokračuje trubkou, odtud je vtlačena do rotačního dopravníku, který zároveň střelu otočí dnem dolů a umístí ji do trubicového zásobníku. Na podobném principu funguje například balicí stroj na náboje od firmy Camdex.

Toto řešení vyžaduje použití drahých vibračních dopravníků a při použití olovených střel by se těžko zajišťovala samočisticí funkce. Navíc pro každou ráži i typ střely by se musela vyrobit jiná trubka. Tím by neúměrně vzrostla cena a žádné výhody by toto řešení nepřineslo.



Obr. 5: Tvarová trubka



## 4.5 PÁSOVÝ DOPRAVNÍK

Střely by byly přiváděny na speciální pás pomocí vibračního dopravníku nebo pomocí násypky. Pás by měl speciální otvory nebo zuby do kterých by zapadly střely. Špatně zorientované střely by byly vyřazeny pomocí vhodného vyhazovače a správně zorientované střely by byly seřazeny do násypky. Otvory by mohly mít válcový tvar nebo by mohly být použity zuby o speciální rozteči. Do každé mezery na pásu by zapadla vždy jen jedna střela. Vyřazení špatně zorientovaných střel by proběhlo při pohybu pásu. Ten by byl nakloněný, takže všechny střely by byly ve stejné výšce. Ve spodní části pásu by mohla být opěrka, po které by střely se dnem dolů klouzaly, střely špicí dolů by se svezly po hraně opěrky a vypadly by z pásu. Toto řešení je velice komplikované, náročné a nákladné na výrobu. Použití by mohlo být pouze v průmyslu, ale i tam je preferováno použití gravitačního a rotačního podavače pro jeho vyšší spolehlivost a přijatelnější cenu.

## 4.6 NÁSYPKA S ROTAČNÍM ZÁCHYTNÝM MECHANISMEM

Střely ze zásobníku vyveze rotující deska se speciálními otvory. Deska je nakloněna pod úhlem, takže střely, které nezapadnou do otvoru, spadnou díky gravitační síle nazpět mezi nezorientované střely. Na podobném principu je založena většina podavačů plášťových střel, ale i jiných polotovarů. Tento způsob je nejvhodnější, proto byl zvolen a podrobně rozebrán.

Důvody proč vybrat toto řešení:

1. Jednoduchá konstrukce
2. Možnost použít větší provozní vůle nutné ke spolehlivému chodu
3. Osvědčené řešení
4. Nevyžaduje použití externích zařízení, jako jsou např. pásové dopravníky

Střely se mohou v podavači pohybovat:

1. S hlavní osou kolmou na plochu talíře
2. S osou ve směru tečny
3. Ve směru kolmice k tečně - normále.

První řešení vyžaduje pro každý tvar střely speciální talíř, stejně tak pro každou ráži. Při posunu střely dochází ke tření mezi střelou a dnem podavače na boku střely. Zde je umístěna mazací drážka, která je vyplněná mazivem a bude docházet k velkému otěru maziva. Střely, které přesně nezapadnou do otvorů v talíři, díky tíhové síle volně spadnou k ostatním střelám. Střely, které by byly zachyceny na stojato, vyhodí vyhazovač umístěný na boku nádoby. Vyhazovací otvor by mohl být vybaven přepadovou klapkou, která by pustila jen správně zorientované střely. Toto řešení je vhodné pro použití celoplášťových střel, protože u nich nedochází k otěru maziva a i střely od různých výrobců mají často velice podobný tvar a podobnou hmotnost. Nejvhodnější je použití pro puškové střely, protože jsou poměrně dlouhé a u jiného způsobu by mohl být problém se stabilitou. U olověných střel je toto řešení méně vhodné. Olověné střely mají velice často rozdílnou hmotnost a tvar bývá různý od ogiválů až po komolé kužely s expanzní dutinou. Toto řešení používá například firma GSI.

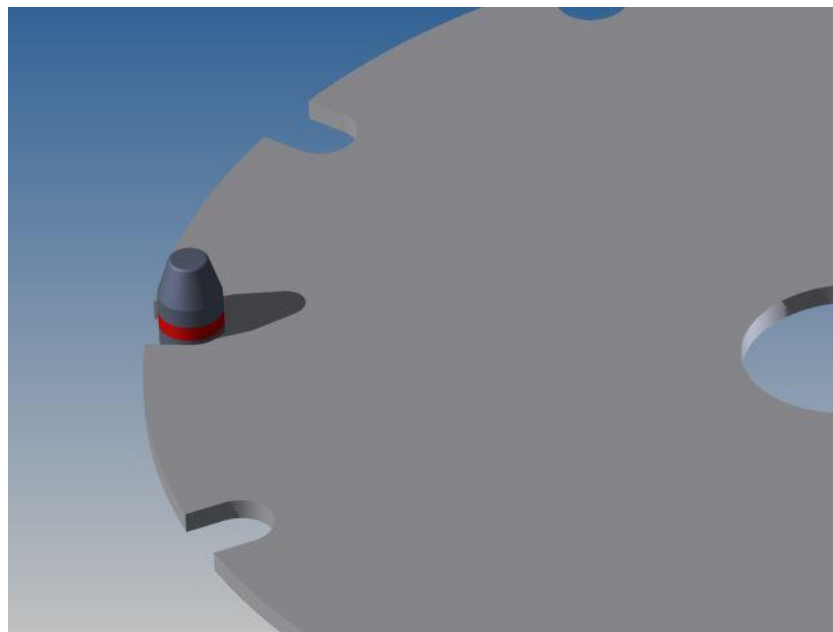


*Obr. 6: Násypka s rotačním záchytným mechanismem varianta 1.*

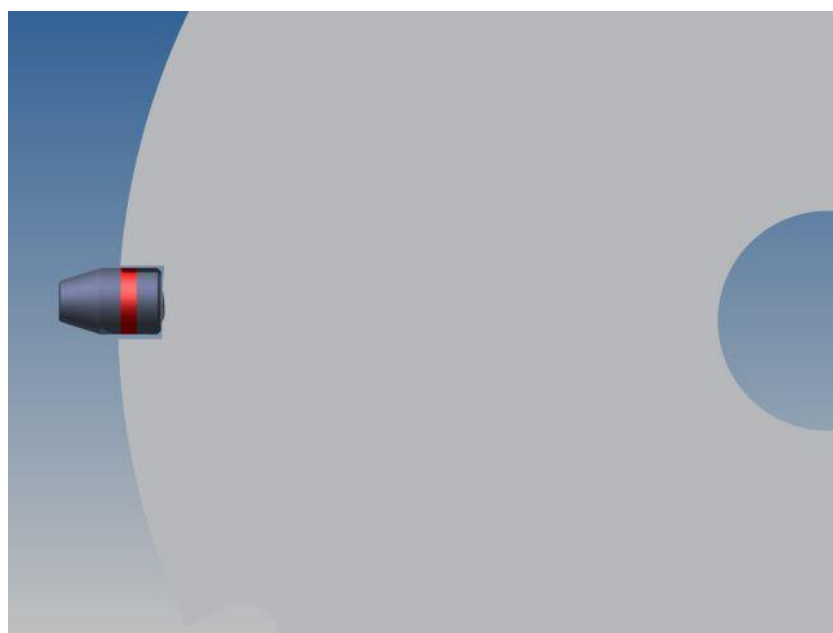
Druhé řešení je obtížnější z důvodu nalezení vhodné geometrie otvorů. Jelikož jsou střely dopravovány kolmo k podavači, dochází k otěru mezi dnem střely a podavače. Na dně není žádné mazivo, takže dochází k minimálnímu otěru. Střely, které jsou vyvezeny špicí dolů, díky tíhové síle přepadnou přes hranu talíře. Správně zorientované střely jsou vyvezeny až k vyhazovacímu otvoru, kde propadnou zorientované dnem dolů do zásobníkové trubice. Pokud by došlo k zaklínění střely v jiné pozici, z otvoru ji odstraní vyhazovač, umístěný v boční stěně podavače. Toto řešení je vhodné pro použití olověných střel, není prakticky závislé na tvaru střely ani její délce nebo hmotnosti. Z těchto důvodů bylo zvoleno pro tento návrh. Podobnou konstrukci používají například podavače nábojnic od firmy Dillon nebo průmyslové rotační podavače Homer city automation.



Třetí řešení je založeno na podobném způsobu jako první. V talíři jsou otvory pro střely. Pokud se zvolí směr špicí ven z podavače, o vytřídění se postarají vyhazovače. Pokud zvolíme směr špicí do středu podavače, špatně zorientované střely se neudrží v talíři a sklouznou k ostatním střelám. Pro docílení největší účinnosti je vyhazovací otvor umístěn až v nejvyšším bodě podavače ve směru rotace talíře. Navíc je nutné použít obraceč střel, který otočí všechny střely dnem dolů. K otěru by docházelo mezi pláštěm střely a dnem nádoby, případně by mohla střela kromě smyku vykonávat i valivý pohyb.



*Obr. 7: Násypka s rotačním záchytným mechanismem varianta 2.*

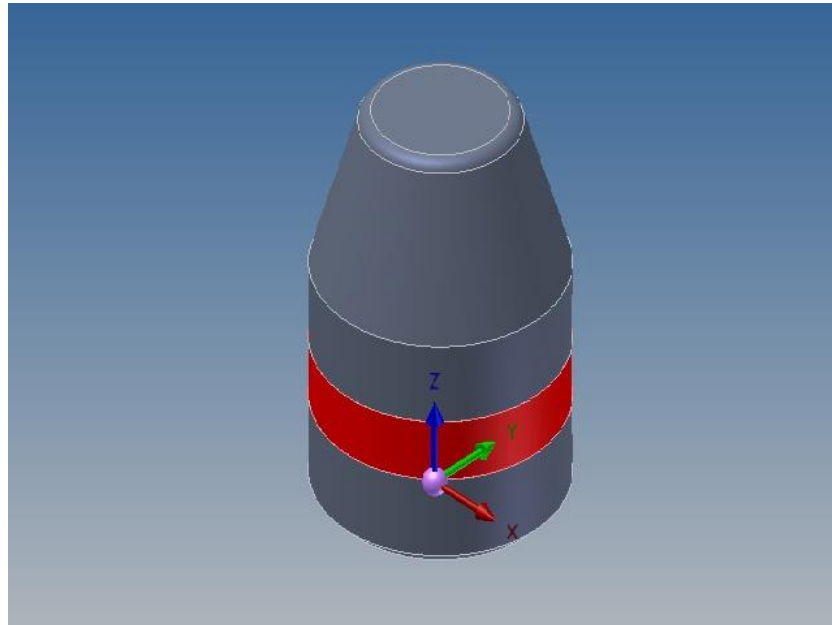


*Obr. 8: Násypka s rotačním záchytným mechanismem varianta 3.*



## 5 VÝPOČTOVÁ ČÁST

### 5.1 PARAMETRY STŘELY



*Obr. 9: Olověná střela tvaru komolého kužele mazaná do drážky*

Olověná střela tvaru komolého kužele 9mm mazaná směsí vosku do drážky.

$$m_s = 8\text{g}$$

$$V_s = 769,574\text{ mm}^3$$

$$D_s = 9,05\text{mm}$$

$$H_s = 13,95\text{mm}$$

Poloha těžiště (osa Z je hlavní osou střely, na rovině XY je dno střely)

$$X_s = 0,000\text{mm}$$

$$Y_s = 0,000\text{mm}$$

$$Z_s = 6,256\text{mm}$$

### 5.2 VÝPOČET KAPACITY PODAVAČE

Nejprve se musí stanovit kapacita podavače a tomu přizpůsobit jeho celkové rozměry. Předpoklad je nejčastější použití olověných střel o průměru 9 případně 10 milimetrů o váze v rozmezí 8 až 11 gramů. Jako nejjednodušší a nejpřesnější metodu bylo použito přímé



porovnání vnitřního objemu podavače, který mohou zaujímat nezorientované střely a objemu kvádrů případně válce, který zaujímá určitý počet střel.

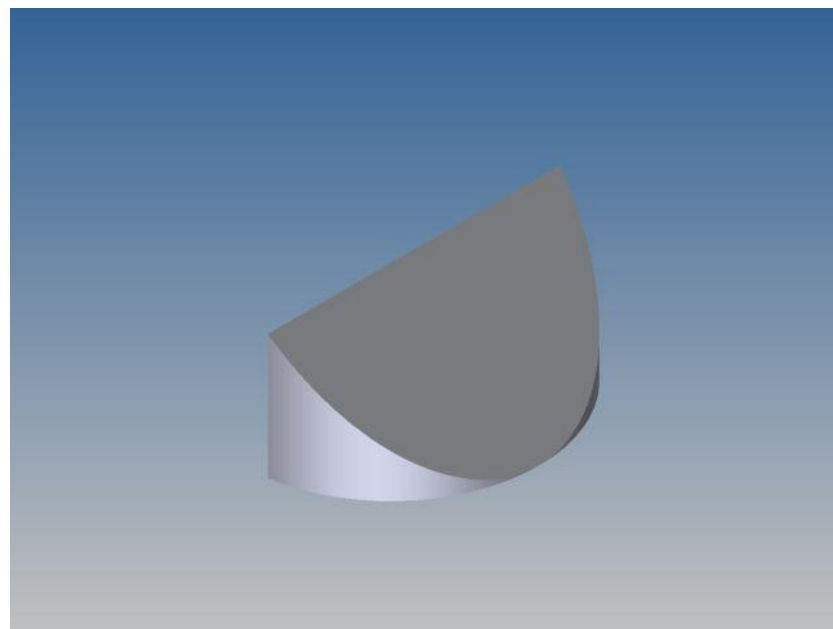
K měření byl zvolen nejpoužívanější druh olověných střel. Střela má tvar ogiválu. Její váha je 8 gramů a průměr je 9 milimetrů.

Byly vyrobeny dvě krabičky tvaru kvádrů a válce se shodným vnitřním objemem  $420000\text{mm}^3$ . Kvádr má rozměry 70mm x 100mm x 60mm. Válec má poloměr 30mm a výšku 148,54mm.

$$V_k = 70 \times 100 \times 60 = 420000\text{mm}^3 \cong V_p = \pi \times 30^2 \times 148,54$$

Experimentálně bylo zjištěno, že do kvádrů se vejde 367 kusů osmi gramových střel. Do válce se těchto střel vejde 374 kusů, což je o sedm kusů víc, než do kvádrů. Tento rozdíl je v daném množství zanedbatelný a pro následující výpočty i z důvodu válcového tvaru zásobníku byl zvolen počet odpovídající válci.

Při konstrukci podavače byla zvolena vnitřní část válcového tvaru o poloměru 100mm. Aby podavač fungoval na gravitačním principu, je nádoba nakloněna pod úhlem, jinak by se špatně zorientované střely nevracely k ostatním. Úhel byl zvolen  $45^\circ$ . Uprostřed podavače je díra pro hřídel o poloměru 15mm. Z těchto parametrů vychází prostor využitelný jako zásobník pro volně nasypané střely. Jde o válcovou výseč. Model tohoto volného prostoru byl vymodelován v programu Autodesk Inventor Professional 2010 a pomocí tohoto programu byl zjištěn i objem.



*Obr. 10: Model vnitřního prostoru násypky*

Objem podavače je  $565754,951\text{mm}^3$ . Jednoduchou trojčlenkou vypočteme maximální kapacitu podavače.



## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

$$420000\text{mm}^3 \dots\dots\dots 374\text{ks}$$

$$565754,951\text{mm}^3 \dots\dots\dots X\text{ks}$$

$$\frac{565754,951}{420000} \times 374 = X = 503,79\text{ks}$$

Maximální kapacita podavače je tedy 503ks devítimilimetrových střel. Jejich hmotnost je  $m=503 \times 8=4024\text{g}$ .

Z průřezu zatěžující oblasti je patrné, že zatěžující obrazec lze pro zjednodušený výpočet nahradit liovým zatížením trojúhelníkového tvaru. Maximální zatížení je na kraji podavače. Zatěžující síla je dána gravitační silou působící na střely, čímž vzniká třecí síla mezi talířem a dnem nádoby, případně i mezi střelami a talířem. Může vzniknout valivé a smykové tření. Vypočítáme obě varianty a volíme tu horší.

Hmotnost  $m=4,024\text{kg}$

úhel naklonění  $\varphi=45^\circ$

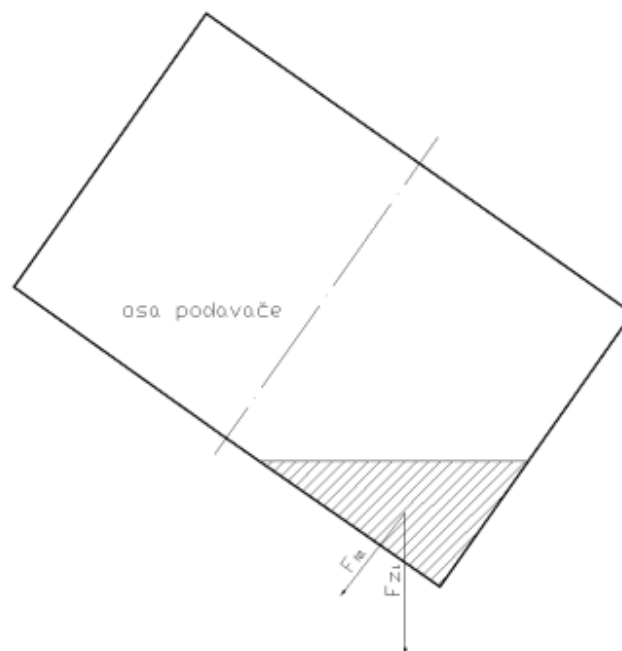
$$g=9,81\text{m/s}^2$$

$$F_{z1} = m \times g$$

$$F_{z1} = 4,024 \times 9,81 = 39,48\text{N} \quad (1)$$

$$F_{N1} = F_{z1} \times \cos \varphi$$

$$F_{N1} = 39,48 \times \cos 45^\circ = 27,91\text{N} \quad (2)$$



Obr. 11: Zatížení podavače



### 5.3 TŘENÍ MEZI TALÍŘEM A TĚLEM PODAVAČE

Vychází se z předpokladu, že se při rotaci bude talíř dotýkat podložky. Vzniklé tření mezi talířem a základnou je čepové tření, konkrétně jde o tření na axiálním čepu. Axiální čep v tomto případě představuje rotující talíř a základna představuje kluzné ložisko. Koeficient tření volíme pro neideální podmínky kvůli nečistotám pro materiály plast – hliníková slitina nebo ocel – hliníková slitina  $f \cong 0,3$ . V případě, že by se na kluzné plochy aplikoval teflonový povrch, snížil by se koeficient tření na  $f \cong 0,02$ . Do normálové síly se musí započítat i gravitační síla působící na samostatný talíř.

$$\begin{aligned}f_1 &\cong 0,3 \\m_{\text{talire}} &= 0,1\text{kg} \\R_1 &= 0,097\text{m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q &= F_{N1} + m_{\text{talire}} \times g \times \cos 45^\circ \\Q &= 27,91 + 0,1 \times 9,81 \times \cos 45^\circ = 28,60\text{N} \quad (3)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M &= \frac{2}{3} \times Q \times R_1 \times f_1 \\M_1 &= \frac{2}{3} \times 28,60 \times 0,097 \times 0,3 = 0,55\text{Nm} \quad (4)\end{aligned}$$

### 5.4 TŘENÍ MEZI TALÍŘEM A STŘELAMI

Protože se talíř pod střelami protáčí a střely se na talíři smýkají nebo převalují, může nastat buď valivé tření, nebo smykové tření. Vypočítají se obě možnosti a pro následující výpočty se počítá s horší variantou. Rameno valivého odporu se volí pro materiál olovo na hliníkové slitině  $\xi = 0,006\text{m}$ . Poloměr průřezu valeného tělesa je  $R=0,005\text{m}$ , počet střel v násypce je  $X$ , počet střel které jsou v kontaktu s talířem je  $X_1$  tato hodnota je zjištěna experimentálně.

$$\begin{aligned}\text{Valivé tření} \\ \xi &= 0,006\text{m} \\ R_2 &= 0,005\text{m} \\ X &= 503\text{ks} \\ X_1 &= 100\text{ks}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F_{t2} &= X_1 \times \frac{F_{N1} \div X}{R_2} \times \xi \\ F_{t2} &= 100 \times \frac{27,91 \div 503}{0,005} \times 0,006 = 6,66\text{N} \quad (5)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Smykové tření} \\ f_2 &\cong 0,3 \\ F_{t2} &= F_{N1} \times f_2 \\ F_{t2} &= 27,91 \times 0,3 = 8,37\text{N} \quad (6)\end{aligned}$$



Hodnota smykového tření je větší než hodnota valivého tření, proto ji použiju pro další výpočet.

$$M_2 = \frac{2}{3} \times F_{t2} \times R_1$$
$$M_2 = \frac{2}{3} \times 8,37 \times 0,097 = 0,54 \text{Nm} \quad (7)$$

## 5.5 VÝPOČET ZATĚŽUJÍCÍ SÍLY VZNIKLÉ TLAČENÍM STŘEL

Poslední síla, kterou musí motor překonat, je síla vzniklá působením gravitační síly na střely, které jsou v otvorech talíře. Ten je vyváží do zásobovací trubice. Výpočet je použit pro 50% obsazení otvorů v talíři. Jde o třecí sílu smykového tření.

$$\begin{aligned} \text{Počet otvorů v talíři } n_p &= 12 \\ \text{Hmotnost střely } m_s &= 8 \text{g} = 0,008 \text{kg} \\ f_2 &= 0,3 \end{aligned}$$

$$F_{t3} = \frac{n_p}{2} \times m_s \times g \times \cos 45^\circ \times f_2$$
$$F_{t3} = \frac{12}{2} \times 0,008 \times 9,81 \times \cos 45^\circ \times 0,3 = 0,10 \text{N} \quad (8)$$

$$M_3 = \frac{2}{3} \times F_{t3} \times \left( R_1 - \frac{2}{3} \times R_2 \right)$$
$$M_3 = \frac{2}{3} \times 0,10 \times \left( 0,097 - \frac{2}{3} \times 0,005 \right) = 6,24 \times 10^{-3} \text{Nm} \quad (9)$$

## 5.6 VÝPOČET MOMENTU SETRVAČNOSTI

Výpočet momentu setrvačnosti je počítán pouze pro hřídel a talíř. Všechny ostatní rotující součásti z důvodu nízké hmotnosti jsou zanedbány. Hřídel je zjednodušena na dutý silnostěnný válec, deska je zjednodušena na tenký válec. Čas rozběhu jsme změřili experimentálně.

$$\begin{aligned} \text{Hřídel} \\ r_1 &= 0,004 \text{m} \\ r_2 &= 0,015 \text{m} \\ m_h &= 0,188 \text{kg} \end{aligned}$$

$$I_1 = \frac{1}{2} \times m_h \times (r_1^2 + r_2^2)$$



$$I_1 = \frac{1}{2} \times 0,188 \times (0,004^2 + 0,015^2) = 2,27 \times 10^{-5} \text{kg} \times \text{m}^2 \quad (10)$$

Talíř

$$r_3 = 0,097 \text{m}$$

$$m_t = 0,2 \text{kg}$$

$$I_2 = \frac{1}{2} \times m_t \times r_3^2$$

$$I_2 = \frac{1}{2} \times 0,2 \times 0,097^2 = 9,41 \times 10^{-4} \text{kg} \times \text{m}^2 \quad (11)$$

čas rozběhu  $t_1 = 0,2 \text{s}$ max. otáčky  $n = 0,07 \text{ot} \times \text{s}^{-1}$ 

$$\omega = 2 \times \pi \times n$$

$$\omega = 2 \times \pi \times 0,07 = 0,44 \text{rad} \times \text{s}^{-1} \quad (12)$$

$$\varepsilon = \frac{\omega}{t_1}$$

$$\varepsilon = \frac{0,44}{0,2} = 2,20 \text{rad} \times \text{s}^{-1} \quad (13)$$

$$M_s = \sum_{i=1}^2 I_i \times \varepsilon$$

$$M_s = (2,27 \times 10^{-5} + 9,41 \times 10^{-4}) \times 2,2 = 2,12 \times 10^{-3} \text{Nm} \quad (14)$$

## 5.7 VÝPOČET KROUTICÍHO MOMENTU NA HŘÍDELI

Výpočet výsledného kroučícího momentu na hřídeli je dán součtem jednotlivých momentů působících třecích sil. Dále je nutné připočíst moment setrvačnosti rotujících hmot.

$$M_{kz} = M_s + \sum_{i=1}^3 M_i$$

$$M_{kz} = 2,12 \times 10^{-3} + 0,55 + 0,54 + 6,24 \times 10^{-3} = 1,10 \text{Nm} \quad (15)$$



## 5.8 VÝPOČET POTŘEBNÉHO VÝKONU NA HŘÍDELI

Pro optimální funkčnost podavače je zvolena rychlost talíře 4,2 otáček za minutu.

$$\begin{aligned}n &= 4,2 \text{ ot/min} = 0,07 \text{ ot/s} \\P &= M_{kz} \times 2 \times \pi \times n \\P &= 1,10 \times 2 \times \pi \times 0,07 = 0,48 \text{ W} \quad (16)\end{aligned}$$

## 5.9 VÝBĚR VHODNÉHO MOTORU

Z vypočítaných parametrů je zvolen motor od firmy MERKLE KORFF katalogové číslo 8223. Motor má integrovanou převodovku. Hřídele motoru a převodovky jsou umístěny paralelně. Tento motor má požadovaný počet otáček za minutu i krouticí moment je dostatečný. Motor je na střídavý proud a má tepelnou ochranu. Z technických parametrů je patrný i malý prostor nutný pro zástavbu motoru do podavače, což pro předpokládané použití vyhovuje. Tento motor je použit i v podavači střel od firmy Hornady. Motor má vysokou životnost a umožňuje přerušovaný pracovní cyklus.



*Obr. 12: Motor MERKLE KORFF*



## Technické údaje motoru

Katalogové číslo	8223	
Typ	Skříň odlitá ze zinku, AC motor, převodovka	
Napětí	115V	
Otáčky	4,2 ot/min	0,07 ot/s
Krouticí moment po spuštění	120.0 in·lbs	13.56 Nm
Krouticí moment za běhu	95.0 in·lb	10.73 Nm
Dovolené zatížení ložisek	7 lb	31.13 N
Ložiska	Naklápěcí ze slinutého bronzu s velkým olejovým zásobníkem	
Pracovní cyklus	Přerušovatelný	
Motor	4415 Series	
Tepelná ochrana (130°C)	Class B	
Ochrana	Tepelná ochrana	
Rotace	Jednosměrná	
Montáž	Možná ve všech pozicích	

### 5.10 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ ROTAČNÍHO POHYBU


Jsou dvě základní skupiny rotačních pohybových jednotek:

- Rotační pohybové jednotky s přímým náhonem, kde je točna v bezprostřední návaznosti na motor
- Rotační jednotky s nepřímým náhonem, kde točna není součástí motoru, ale je uložena zvlášť a motor je k ní připojen

Z konstrukčního hlediska je možné předpokládat, že rotační jednotky umožní otáčení točny o více než jednu otáčku. [9]

Obě skupiny mohou být poháněny motory s rotačním výstupem (identická transformace pohybu) nebo motory s přímočarým posuvným výstupem (neidentická transformace pohybu). Tento druhý případ však vzhledem k omezené délce zdvihu posuvného pohybu motoru vede na jednotky kývavé.

Je zvolena varianta s přímým náhonem. Pohon je zajištěn motorem s rotačním výstupem. Jelikož je na výstupní hřídeli osazení s ploškou, máme dvě možnosti spojení výstupní hřídele převodovky motoru s hřídelí podavače střel. Buď je v hřídeli díra, kopírující tvar výstupní

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 31
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

hřídele, nebo je hřídel podavače navrtána kruhovou dírou a zajištěna stavěcími šrouby s plochým čelem. Je zvolena druhá varianta z důvodu vysoké ceny výroby.

## 5.11 VOLBA LOŽISKA

Pokud předpokládáme, že talíř bude při rotačním pohybu v kontaktu s podkladem, na hřídel se nebudou přenášet žádné síly, které by způsobily ohyb a ložiska nebudou zatížena žádnou normálovou silou. Z tohoto důvodu je zvoleno kluzné ložisko.

Bude použito pouzdro ze spékáných materiálů typu B. Zvoleno je přírubové pouzdro pro snadnou montáž a případnou výměnu.

Označení: pouzdro typu B s vnitřním průměrem  $d_L=30\text{mm}$ , vnějším průměrem  $D_L=38\text{mm}$ , průměrem příruby  $D_{L1}=46\text{mm}$  a délkou  $L=25\text{mm}$

Pouzdro B 30/38 x 25 ČSN 02 3481

## 5.12 POPIS KLUZNÉHO LOŽISKA

Kluzné ložisko obepíná čep hřídele přímo nebo prostřednictvím pouzdra či pánve. To udržuje hřídel v určité poloze, ale nebrání mu v otáčení nebo kývání. Jelikož je výroba hřídele dražší než ložisková pánev, přenášíme opotřebení na ni. [7]

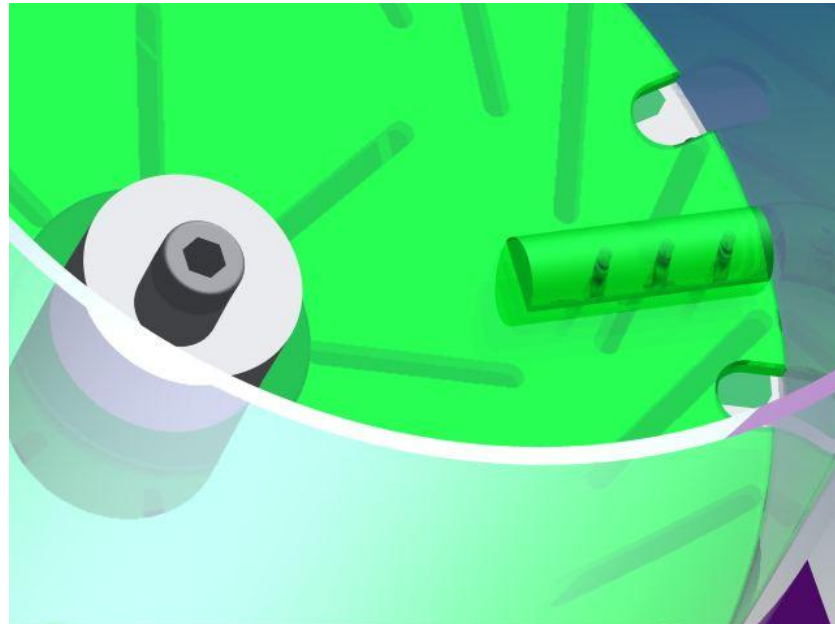
## 6 POPIS KONSTRUKCE

Při řešení konstrukce bylo nutné se nejvíce zaměřit na samočisticí funkci z důvodu použití olověných střel. Ta byla vyřešena použitím břitů, které jsou umístěny ze spodní strany talíře. Břity kloužou po perforovaném dnu. Přebytké mazivo propadá otvory do volného prostoru pod talířem. Zde je umístěn čistící otvor, zajištěný odnímatelnou krytkou.

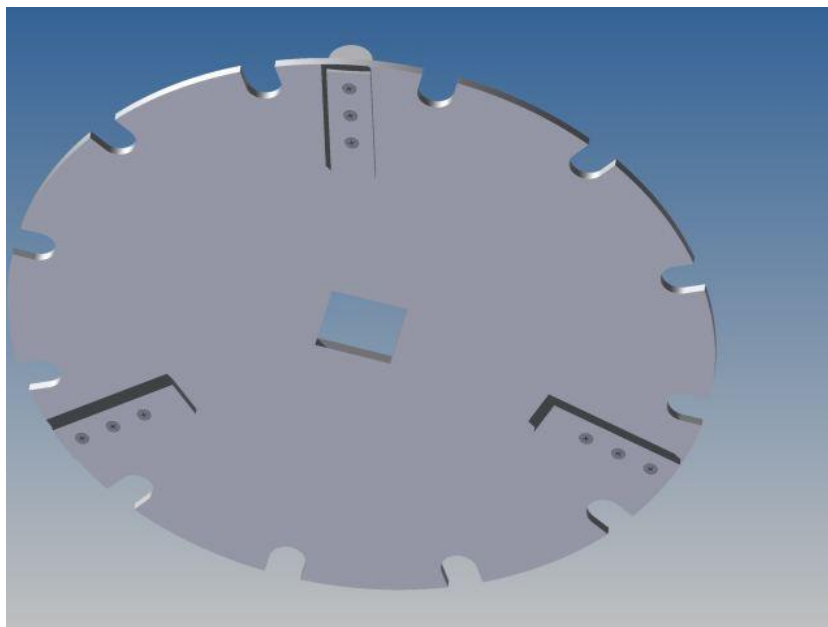
Přípevněny jsou použitím třech šroubů se zápustnou hlavou, které jsou zašroubovány do půlkulatiny na opačné straně talíře. Tato půlkulatina při rotačním pohybu talíře zároveň prohrnuje volně nasypané střely a zabraňuje jejich nevhodnému zachycení. Zároveň pomáhá ke správné orientaci střel. Za vyhazovacím otvorem je připravena montáž na umístění kartáčové lišty sloužící k odstranění maziva ze stěrek.



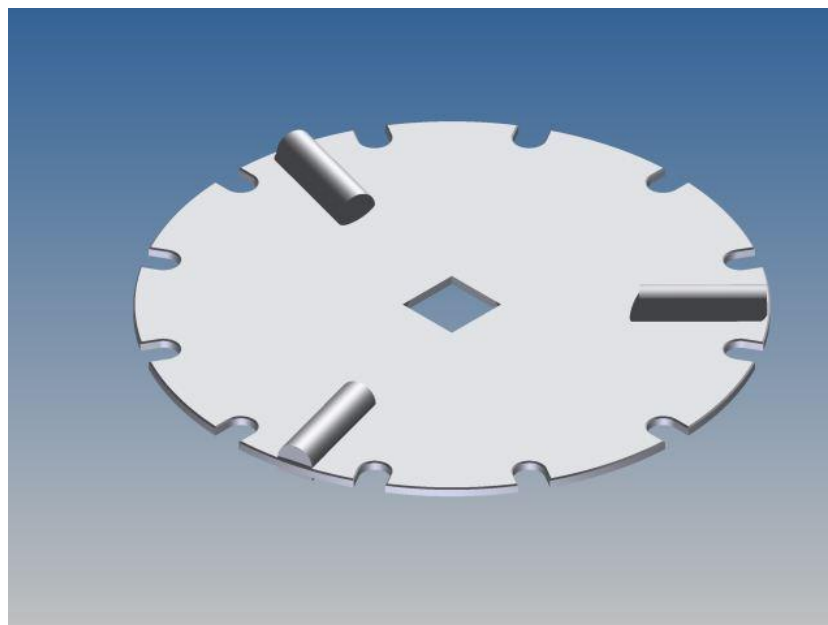
Orientaci střel zajišťuje talíř, který může být vyrobený buď z plastu, nebo z hliníkové slitiny. Je zvolena hliníková slitina. Hliníkový talíř v této tloušťce může být vypálen pomocí laseru a není nutné jeho další obrábění s výjimkou sražení hran. Pokud by byl vyroben z oceli, mohl by poškozovat střely. Talíř rotuje kolem své osy ve směru hodinových ručiček. Je nasazen na hřídeli a shora zajištěn objímkou. Objímka je přitažena šroubem a hřídel je zajištěna proti vysunutí osazením. Osazení doléhá na přírubu kluzného ložiska. Předpětím šroubu je možné regulovat přitlačnou sílu talíře k podložce. Zajištění šroubu je provedeno buď pomocí tekuté závlačky, nebo pomocí pružné podložky. Hřídel je v místě spojení s talířem ofrézována do čtvercového profilu. Talíř má uprostřed shodný čtvercový otvor, jako je tvar hřídele a je na ni nasunut. Toto řešení umožňuje snadnou a rychlou výměnu náhradních talířů. Talíř má po obvodu půlkruhové otvory, do kterých zapadávají střely dnem k podložce. Pokud je střela nevhodně zachycena v otvoru, působením gravitace z něj samovolně vypadne.



*Obr. 15: Talíř, nůž a perforované dno*



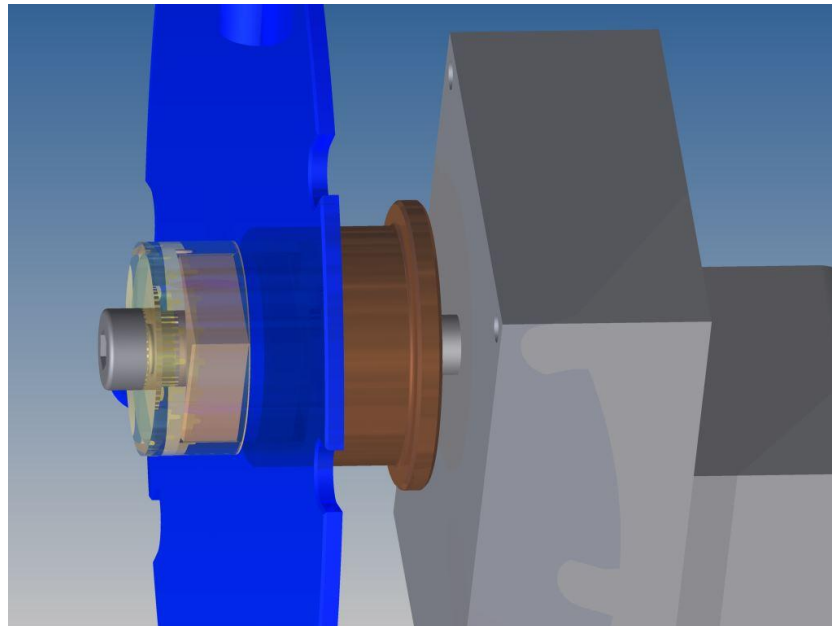
*Obr. 16: Sestava talíře a nožů pohled ze spodu*



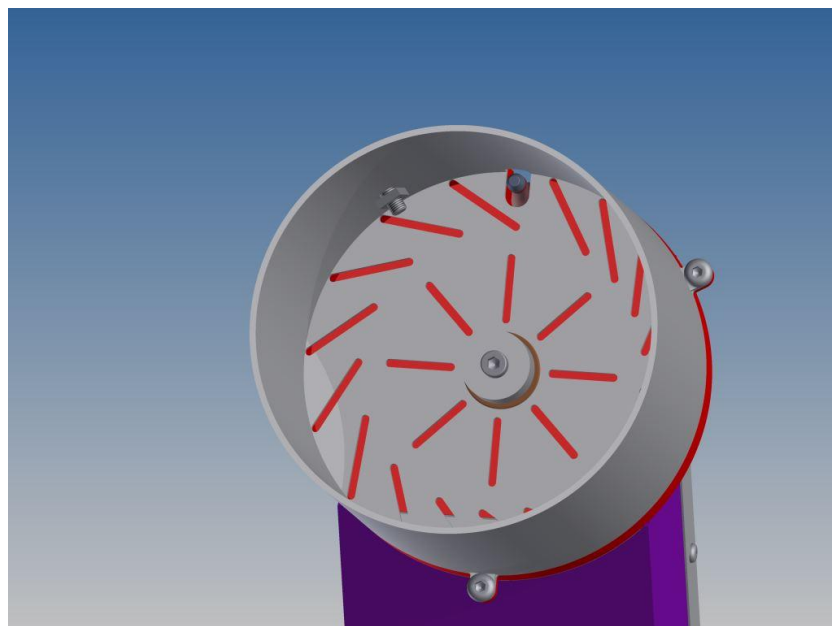
*Obr. 17: Sestava talíře a nožů pohled shora*



Perforované dno je vyrobeno z ocelového plechu z důvodu větší odolnosti proti opotřebení. Technologicky se jedná o laserový výpalek. Dno je k základně přišroubováno pomocí třech šroubů. V případě poškození, nebo při změně ráže je možné tuto část podavače snadno vyměnit. Kluzné ložisko je zalisováno do základny a prochází otvorem v perforovaném dně. Tím je dosažena maximální možná délka vedení hřídele.



*Obr. 18: Sestava hřídele objímky talíře a kluzného ložiska*

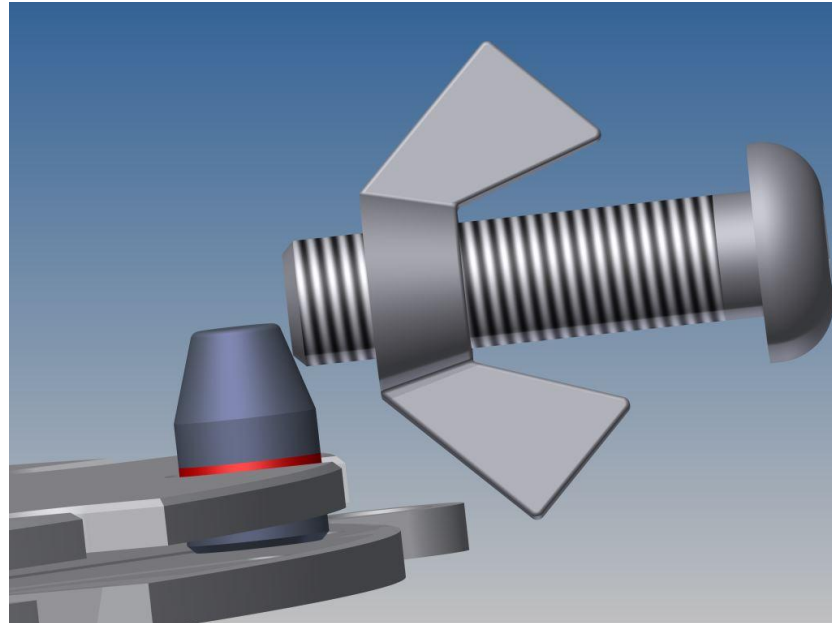


*Obr. 19: Perforované dno a krytování*

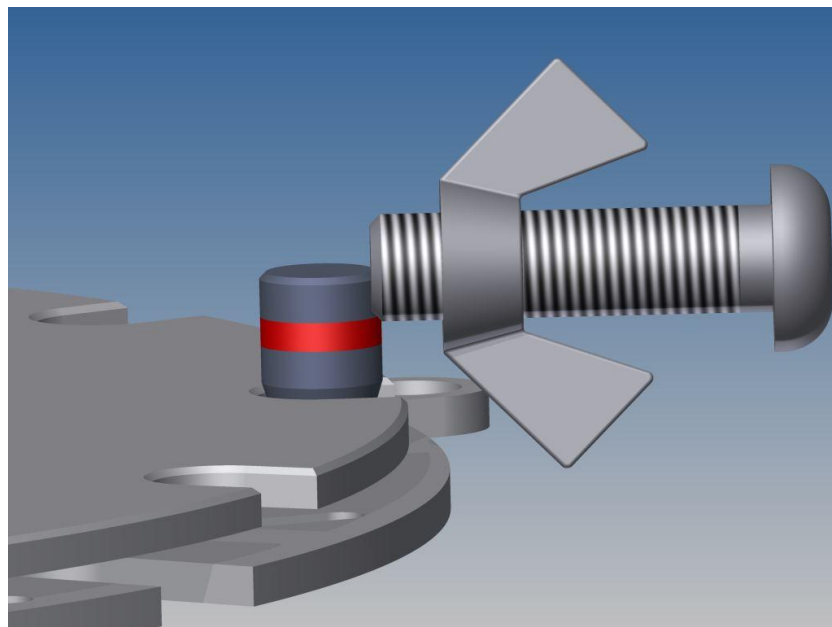
V případě, že by byla střela v otvoru nějakým způsobem zaklíněna, postará se o její extrakci vyhazovač. Vyhazovač tvoří šroub zajištěný křídlovou a čtvercovou matkou. Je umístěn v drážce na plášti podavače a může být v potřebném rozsahu seřiditelný ve všech osách. Při správném nastavení na něj špatně zorientovaná střela narazí a je extrahována z talíře.



Správně zorientovaná střela díky svému tvaru vůbec nepříjde do kontaktu s vyhazovačem a je dopravena až k vyhazovacímu otvoru.



*Obr. 20: Střela v poloze kdy mine vyhazovač*

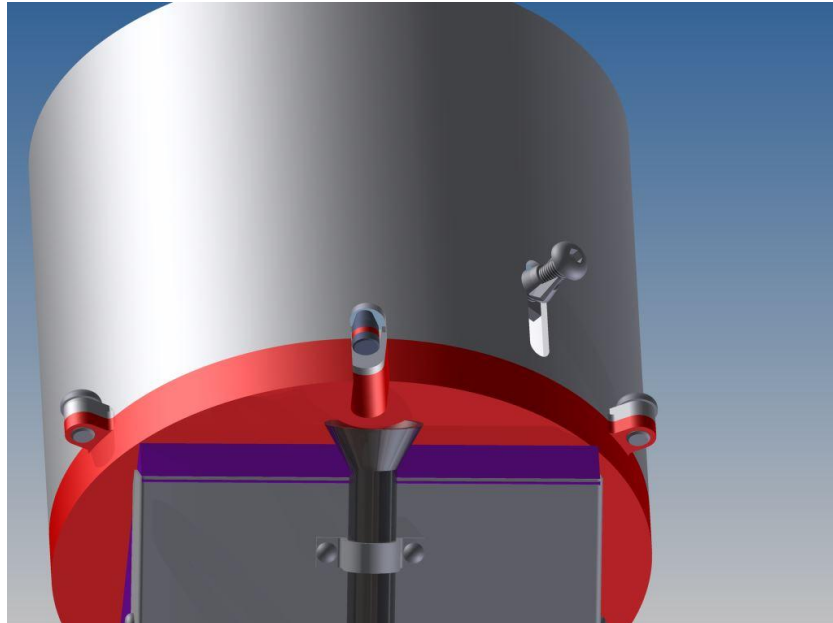


*Obr. 21: Špatně zorientovaná střela je vyhozena vyhazovačem*

Vyhazovací otvor je umístěn v nejvyšším bodě podavače z důvodu co největší možné kapacity a zajištění co nejdelší dráhy střely, sloužící pro případnou orientaci. Otvor ústí do trubice. Ta je směrem k němu postupně rozšířená, z důvodu vyšší spolehlivosti a plní funkci zásobníku zorientovaných střel. Trubka je z průhledného plastu z důvodu zajištění možné kontroly střel. Trubka je odnímatelná, pro případnou výměnu při jejím poškození



nebo pro její údržbu v případě ucpání trubky. Trubka je přichycena ke krycímu plášti pomocí čtyř plechových přichytek, které jsou připevněny čtyřmi nýty.

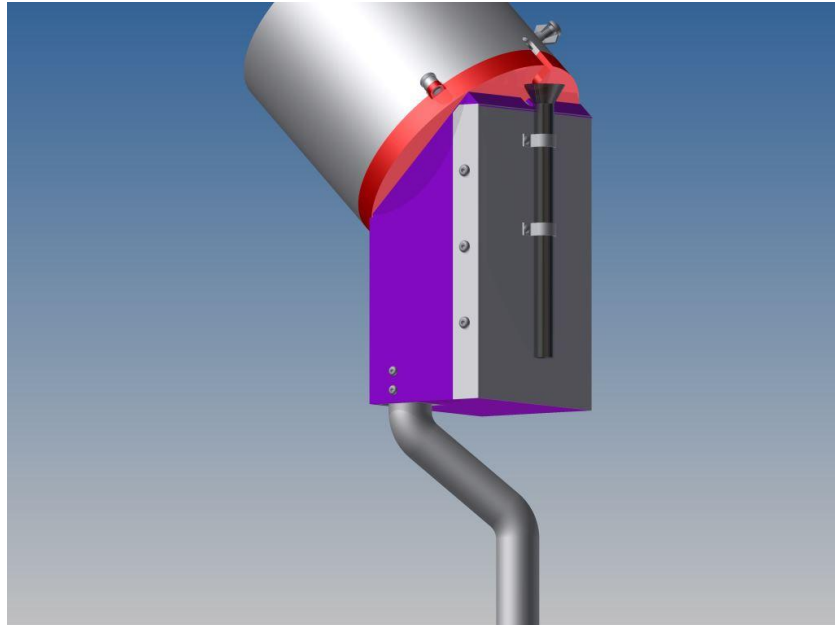


*Obr. 22: Vyhazovací otvor*

Samočinné zastavení a spuštění podavače je řízeno automatickým spínačem, umístěným v trubce. Při naplnění trubky střelami po stanovenou úroveň, je spínač spojen. Když je spínač spojen pouze na krátkou dobu, chová se jak v rozpojeném stavu. Motor je spuštěn a obvod je uzavřen. V případě, že je spínač trvale stlačen, dojde k přerušení obvodu a motor se zastaví. Toho můžeme docílit použitím vhodného elektrického obvodu nebo mikroprocesoru. Spínač může být řešen buď jako mžikový nebo jako optická závora. V případě že dojde k přetížení, je motor chráněn přepětovou ochranou.

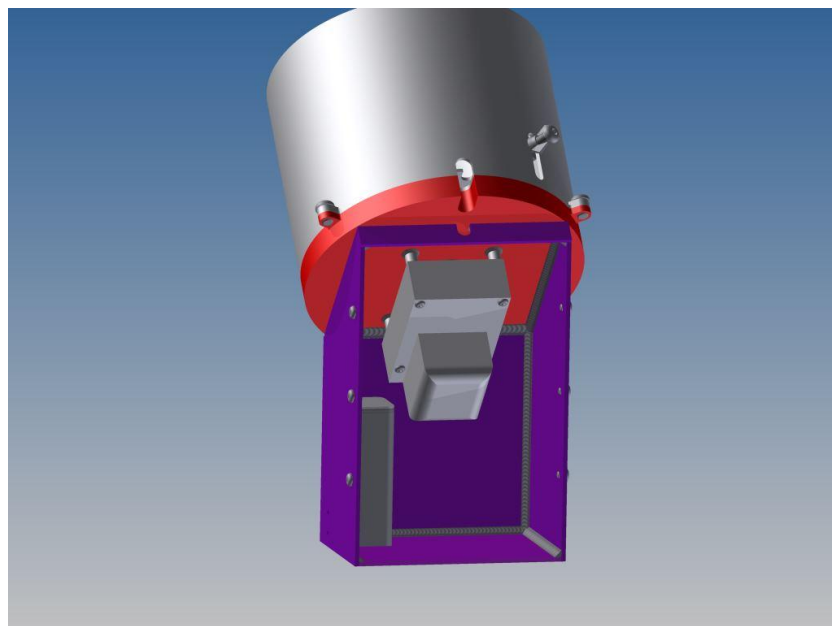


Podavač může být připevněn k lisu pomocí trubky. Ta je k podavači přivařená a nasunuje se na montážní trubku připevněnou k lisu. Spojení mezi trubkami je pomocí dvou šroubů.



*Obr. 23: Montáž k lisu*

Motor je připevněn čtyřmi šrouby M4 ke konzoli. Ta je navařená k základně podavače. Osa výstupní hřídele je shodná s osou hřídele podavače. Hřídel podavače je nasunutá na hřídel motoru a zajištěna stavěcím šroubem. Pomocí tohoto šroubu je přenášen krouticí moment motoru.

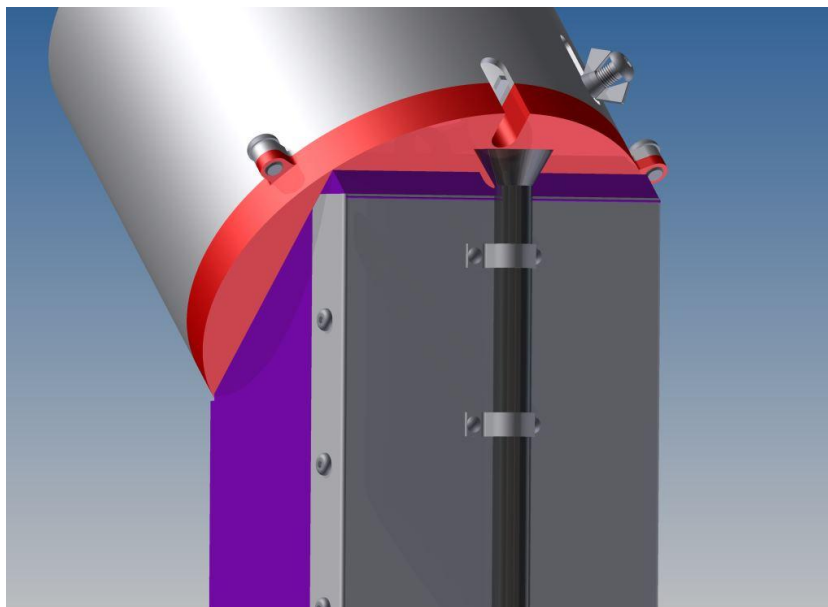


*Obr. 24: Zástavba motoru*

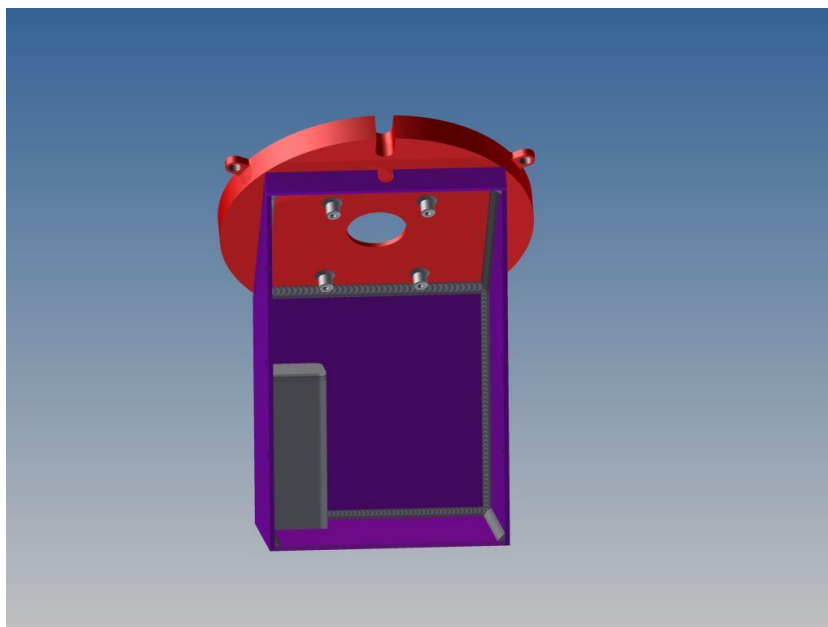
Krytování podavače se skládá ze dvou částí. První část je kryt samotné násypky. Tato část je vyrobena z ocelové trubky. Spojení je provedeno pomocí tří šroubů. V krytu je vyroben otvor, kterým prochází vyhazovač. Kryt je připevněn k šasi třemi šrouby. Druhou část



krytování tvoří rám a kryt motoru. Rám je svařen z ocelových plechů pomocí koutových svarů. Kryt motoru je odnímatelný z důvodu zachování přístupu k samotnému motoru a elektroinstalaci. Připevněn je pomocí šroubů.



*Obr. 25: Odnímatelný kryt a montáž trubky*




*Obr. 26: Rám podavače*

V případě potřeby změny tvaru nebo ráže používaných střel, je možné podavač velice jednoduše přestavět. Je nutné vyměnit talíř z důvodu jiného průměru střel, nebo perforované dno a jinak vysoké nože v případě významné změny tvaru střel. Podavač je navržen jako univerzální, tak aby pokryl většinu vyráběných druhů střel. Výkon motoru je pro použití všech střel dostatečný.



## 7 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

<b>Součást</b>	<b>Použité množství</b>	<b>Cena za jednotku [kč]</b>	<b>Cena [kč]</b>
Motor	1ks	1600	1600
Al plech	0,9kg	260kč/kg	234
Spojovací materiál	38ks	5	190
Ocelový plech	2,52kg	25kč/kg	63
Kruhová ocelová tyč	0,25m	160kč/m	40
Spínače a dráty	1ks+1m	64kč+5,7kč	69,7
Al kruhová tyč	0,2m	420kč/m	84
Práce zaměstnance	4h	500kč/hod	2000
Perforované dno	1ks	100kč	100
Spotřební materiál (svářecí dráty aj.)	0,5kg	60kč/kg	30
pálení laserem	0,1h	6250kč/h	625
<b>Výsledná orientační cena</b>			<b>5035,7</b>

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 40
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

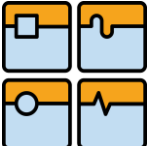
## 8 ZÁVĚR

Tato práce má za úkol vyřešit problém dopravy a orientace olověných odlitků – střel. Tento problém je vyřešen navržením vhodného dopravníku. Jako zařízení sloužící k orientaci a dopravě střel byl zvolen rotační gravitační dopravník poháněný stejnosměrným motorem.

Aby bylo možné použít olověné střely mazané do drážky, musela být konstrukce navržena s důrazem na samočistící funkci. Tato funkce je zajištěna pomocí perforovaného dna a stíracích nožů, které zajišťují spolehlivost. Konstrukce je přizpůsobena pro použití olověných střel tvaru komolého kužele v ráži 9 mm.

Další aspekt, na který je zaměřena konstrukce, je snadná konverze na jiný typ střely. Toho je docíleno použitím výměnného talíře a nastavitelného vyhazovače. Výměnou těchto dílů je možné použít i jiné ráže, váhy i typy střel než pouze 9 mm.

Při výrobě podavače se maximálně používá řezání laserem a sváření, což vede k přiměřeným výrobním nákladům. Správná funkce podavače bude ověřena výrobou funkčního vzorku.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 41
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

## 9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Konstrukční řešení rotačního pohybu. KOLÍBAL, Zdeněk. *Průmyslové roboty I. Konstrukce průmyslových robotů a manipulátorů*. PRaM. 1. vyd. Brno: VUT Brno, 1993, s. 116. ISBN 80-214-0526-0.
- [2] KOLÍBAL, Zdeněk. *Průmyslové roboty II. Konstrukce výstupních hlavic a periférií*. 1. vyd. Brno: PC DIR, 1993, s. 39-97. ISBN 80-214-0533-3.
- [3] BĚLOHOUBEK, Pavel. *Průmyslové roboty IV. Projektování výrobních systémů s PRaM*. 1. vyd. Brno: VUT Brno, 1993, 88 s. ISBN 80-214-0532-5.
- [4] JANÍČEK, Přemysl a Zdeněk FLORIAN. *Mechanika těles: úlohy z pružnosti a pevnosti I*. 5. vyd., V Akademickém nakl. CERM 2. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010, 170 s. ISBN 978-80-214-4122-4.
- [5] VÁVRA, Pavel. *Strojnické tabulky pro SPŠ strojnické*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1983, s. 262-264.
- [6] SVOBODA, Pavel. *Výběry z norem pro konstrukční cvičení*. vyd. 2. Brno: CERM, 2007, 223 s. ISBN 978-80-7204-534-1.
- [7] SVOBODA, Pavel. *Základy konstruování: Kluzná ložiska*. Vyd. 2., dopl. a přeprac. Brno: CERM, 2008, s. 155. ISBN 978-80-7204-584-6.
- [8] Výrobce podavačů střel. *GSI International* [online]. © 2010 - 2012 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://www.gsiinternational.com/>
- [9] Výrobce podavačů střel. *Mr.Bulletfeeder* [online]. [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://www.mrbulletfeeder.com/>
- [10] Výrobce přebíjecích zařízení a podavačů střel. *Hornady Manufacturing* [online]. © 2012 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://www.hornady.com/store/Lock-N-Load-Bullet-Feeder>
- [11] Výrobce přebíjecího zařízení a podavačů střel. *RCBS* [online]. ©2012 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: [https://shop.rcbs.com/WebConnect/MainServlet?storeId=webconnect&catalogId=webconnect&langId=en\\_US&action=ProductDisplay&screenlabel=index&productId=6100](https://shop.rcbs.com/WebConnect/MainServlet?storeId=webconnect&catalogId=webconnect&langId=en_US&action=ProductDisplay&screenlabel=index&productId=6100)
- [12] Výrobce motorů: katalogový list střídavého motoru. *Merkle-Korff Industries* [online]. © 2010 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://merklekorff.thomasnet.com/item/ac-gearmotors/t-ac-sub-fractional-gearmotors-thermally-protected/8223?plpver=10&catid=1014&prodid=1020&origin=keyword>



## 10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Číslo obrázku	Popis obrázku	strana
Obr. 1	Podavač střel od výrobce RCBS včetně výceoperačního lisu RCBS	13
Obr.2	Násypka podavače od výrobce Hornady	14
Obr.3	Podavač střel od výrobce Mr.Bulletfeerer včetně zásobníku	15
Obr.4	Podavač střel od GSI včetně víceoperačního lisu Dillon	16
Obr.5	Tvarová trubka	18
Obr.6	Násypka s rotačním záchytným mechanismem varianta 1.	20
Obr.7	Násypka s rotačním záchytným mechanismem varianta 2.	21
Obr.8	Násypka s rotačním záchytným mechanismem varianta 3.	21
Obr.9	Olověná střela tvaru komolého kužele mazaná do drážky	22
Obr.10	Model vnitřního prostoru násypky	23
Obr.11	Zatížení podavače	24
Obr.12	Motor MERKLE KORFF	28
Obr.13	Průřez hřídelí	30
Obr. 14	Zatížení nosníku	31
Obr.15	Talíř, nůž a perforované dno	33
Obr.16	Sestava talíře a nožů pohled ze spodu	34
Obr.17	Sestava talíře a nožů pohled z hora	34
Obr. 18	Sestava hřídele, objímky, talíře a kluzného ložiska	35
Obr. 19	Perforované dno a krytování	35
Obr. 20	Střela v poloze, kdy mine vyhazovač	36
Obr. 21	Špatně zorientovaná střela je vyhozena vyhazovačem	36
Obr. 22	Vyhazovací otvor	37
Obr. 23	Montáž k lisu	38
Obr. 24	Zástavba motoru	38
Obr. 25	Odnímatelný kryt a montáž trubky	39
Obr. 26	Rám podavače	39



## 11 SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

Značka	Název	jednotka
$m_s$	Hmotnost střely	g
$V_s$	Objem střely	$\text{mm}^3$
$D_s$	Poloměr střely	mm
$H_s$	Výška střely	mm
$X_s$	Souřadnice těžiště střely v ose x	mm
$Y_s$	Souřadnice těžiště střely v ose y	mm
$Z_s$	Souřadnice těžiště střely v ose z	mm
$V_k$	Objem kontrolního kvádra	$\text{mm}^3$
$V_p$	Objem kontrolního válce	$\text{mm}^3$
$X$	Počet střel, které se vejdou do podavače	-
$m$	Hmotnost střel	g
$\varphi$	Úhel naklonění	°
$g$	Tíhové zrychlení	$\text{m/s}^2$
$F_{z1}$	Zatěžující síla působící kolmo na talíř	N
$F_{N1}$	Normálová síla	N
$f_1$	Koeficient smykového tření	-
$m_{\text{talíře}}$	Hmotnost talíře	Kg
$R_1$	Poloměr talíře	M
$Q$	Třecí síla mezi talířem a tělem podavače	N
$M_1$	Kroučící moment způsobený silou $Q$	Nm
$X_1$	Počet střel, které jsou v kontaktu s talířem	-
$E$	Rameno valivého odporu	-
$R_2$	Poloměr průřezu valivého tělesa	m
$F_{12}$	Třecí síla mezi talířem a střelami	N
$M_2$	Kroučící moment způsobený silou $F_{12}$	Nm
$F_{13}$	Zatěžující síla vzniklá tlačáním střel	N
$n_p$	Počet otvorů v talíři	-
$f_2$	Koeficient smykového tření	-
$M_3$	Kroučící moment způsobený silou $F_{13}$	Nm
$r_1$	Poloměr otvoru v hřídeli	m
$r_2$	Poloměr hřídele	m
$m_h$	Hmotnost hřídele	kg
$I_1$	Moment setrvačnosti hřídele	$\text{kg} \times \text{m}^2$
$I_2$	Moment setrvačnosti talíře	$\text{kg} \times \text{m}^2$
$t_1$	Čas rozběhu	s
$n$	Maximální počet otáček	$\text{ot} \times \text{s}^{-1}$
$\omega$	Úhlová rychlost	$\text{rad} \times \text{s}^{-1}$
$\varepsilon$	Úhlové zrychlení	$\text{rad} \times \text{s}^{-2}$
$M_s$	Moment setrvačnosti rotujících součástí	Nm
$M_{kz}$	Výsledný kroučící moment na hřídeli	Nm
$P$	Potřebný výkon na hřídeli	W
$R_e$	Mez kluzu	MPa
$R_3$	Poloměr otvoru v hřídeli	m



## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

$R_4$	Poloměr hřídele	m
a	Přesah stavěcího šroubu	m
$M_{km}$	Krouticí moment na motoru	Nm
$M_{kcm}$	Zatěžující moment stavěcího šroubu	Nm
$F_m$	Zatěžující síla stavěcího šroubu	N
$F_B$	Síla v podpěře	N
$M_o$	Krouticí moment v bodě A	Nm
N	Návrhový součinitel	-
$W_o$	Modul průřezu	$m^3$
d	Průměr stavěcího šroubu	m
$\sigma_o$	Mez pevnosti	MPa
k	Bezpečnostní součinitel	-

## 12 PŘÍLOHY

VÝKRES SESTAVY	ZSB001.00.9001
VÝKRES MOTORU	ZSB001.00.8001
VÝKRES HŘÍDELE	ZSB001.00.1001
VÝKRES TALÍŘE	ZSB001.00.1006
CD S KOMPLETNÍ DOKUMENTACÍ	CD1