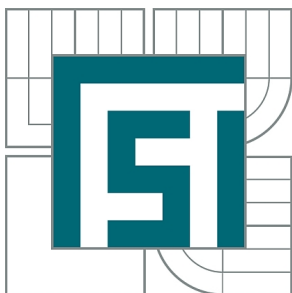


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

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 POLOTOVARU

SUGGESTION OF CASE FEEDER FOR ORIENTATION INTERMEDIATE PRODUCT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JÁN HANUSKA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MILOŠ SYNEK

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Ján Hanuska

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 polotovaru

v anglickém jazyce:

Suggestion of case feeder for orientation intermediate product

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Navrhněte konstrukční řešení zásobníku s posuvem a orientací polotovaru.

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 2011/2012.

V Brně, dne 9.11.2011

L.S.

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

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 5
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Abstrakt

Cieľom tejto bakalárskej práce je konštrukčný návrh zásobníku s posuvom a orientáciou polotovaru - nábojnice. Prvá časť pojednáva o súčasných možnostiach posuvu a orientácie rôznych druhov polotovarov. V druhej časti sa práca zameriava na konštrukčné varianty pre daný problém, ich analýzu a výber optimálneho riešenia. V tretej časti je vypracovaný konštrukčný návrh zvoleného riešenia a v poslednej časti je ekonomický rozbor celého návrhu.

Abstract

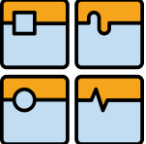
The main subject of this bachelor's thesis is to design case feeder for orientation of intermediate product. The first part deals with actual possibilities for feeding and orientation of different intermediate products. The second part focuses on various construction variants of case feeder, their analysis and choice of optimal solution. Construction design of chosen solution is elaborated in the third part and in the last part there is an economical analysis of chosen solution.

Klíčové slová

Zásobník s posuvom, orientácia polotovaru, nábojnica

Key words

Case feeder, orientation of intermediate product, case

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 6
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 7
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Bibliografická citácia:

HANUSKA, J. *Návrh zásobníku s posuvem a orientací polotovaru*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 45 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Miloš Synek.

		Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 8
		BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

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

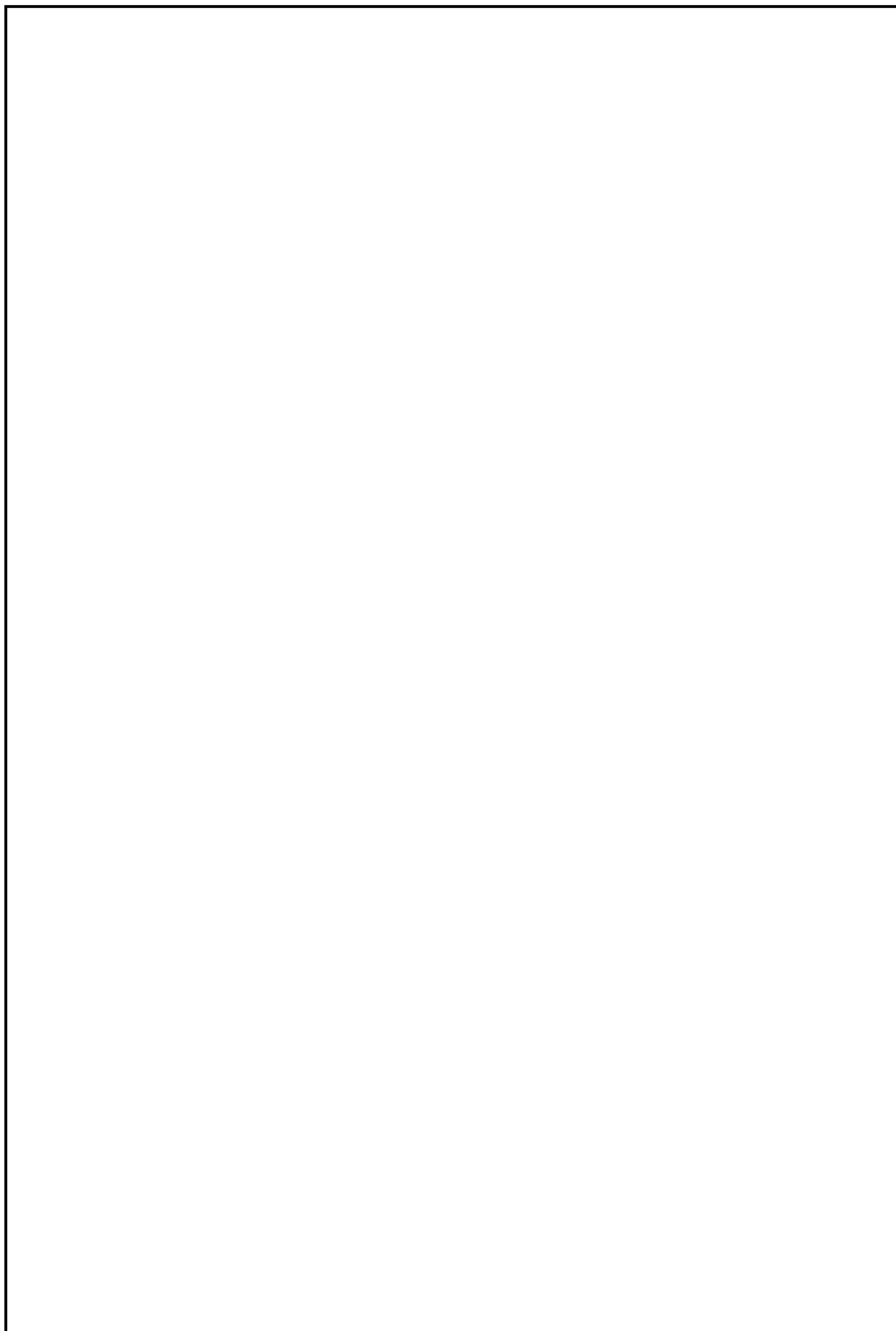
Prehlásenie

„Prehlasujem, že svoju bakalársku prácu na tému Návrh zásobníku s posuvom a orientáciou polotovaru som vypracoval samostatne pod vedením vedúceho bakalárskej práce a s použitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, uvedených v zozname literatúry na konci práce.“

V Brne dňa 20.5.2012

Podpis:

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 10
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

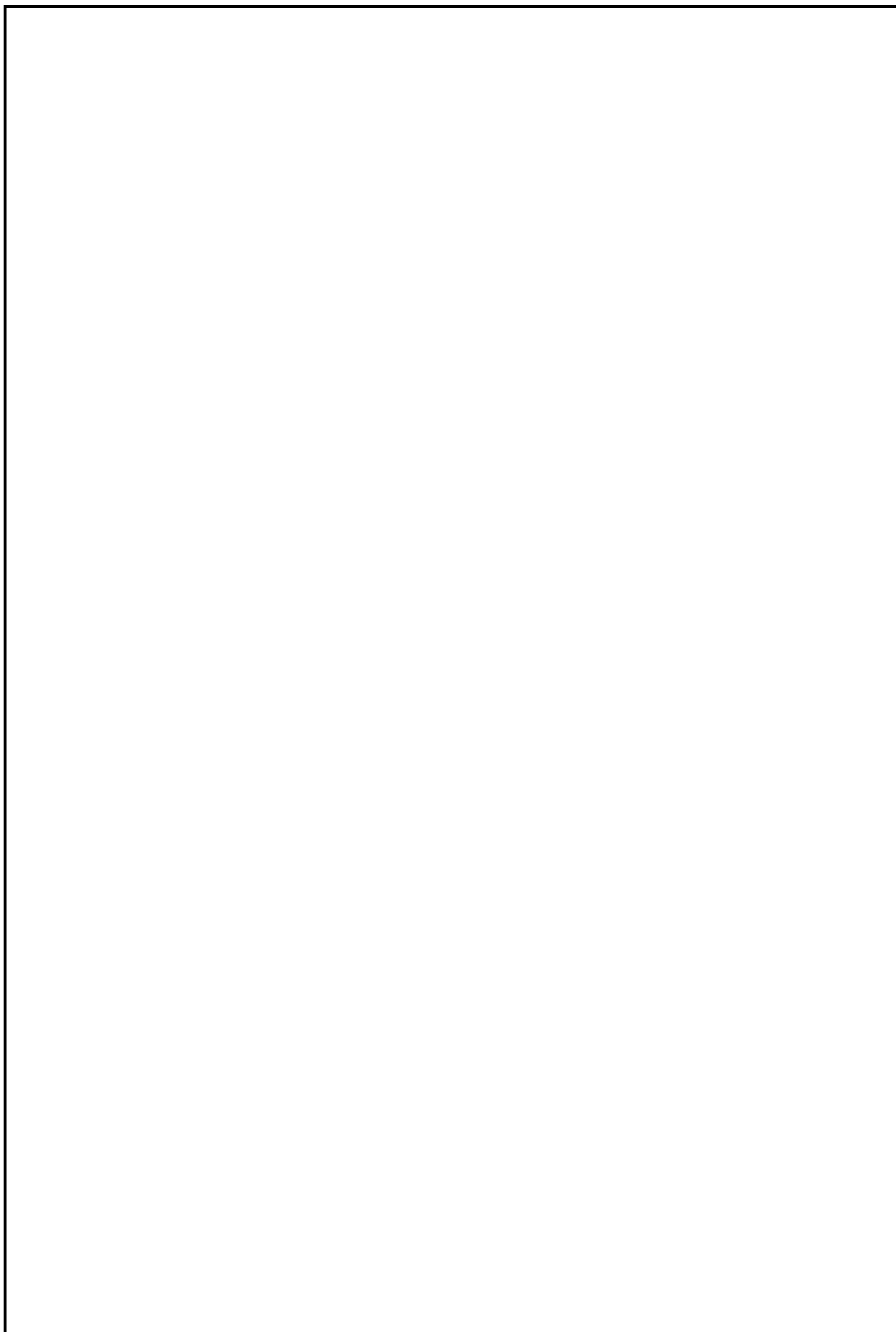


	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 11
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

PodĎakovanie

Ďakujem Ing. Milošovi Synkovi za cenné rady a odbornú pomoc pri vypracovaní bakalárskej práce.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 12
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	



Obsah

Abstrakt	5
Abstract.....	5
Kľúčové slová	5
Key words	5
Bibliografická citácia:.....	7
Prehlásenie.....	9
Pod'akovanie.....	11
Úvod	15
1 Manipulácia s polotovarmi	16
1.1 Rozdelenie manipulačných metód [3]	16
1.2 Rozdelenie manipulačných zariadení [1].....	16
1.2.1 Jednoúčelové manipulátory	17
1.2.2 Univerzálne manipulátory.....	17
1.3. Základné časti manipulačných zariadení	18
2 Formulácia problému a návrh možných riešení	19
2.1 Požiadavky na zariadenie.....	19
2.2 Polotovar.....	19
2.3 Návrh riešení.....	19
2.3.1 Podávacie zariadenie s násypkou a zásobníkom.....	20
2.3.2 Vibračný zásobník	22
2.3.3 Rotačný zachytý mechanizmus.....	24
2.4 Výber optimálneho riešenia	25
3 Konštrukčný návrh zvoleného riešenia.....	26
3.1 Určenie naklonenia a rozmerov násypky.....	26
3.1.1 Počet nábojníc, ktoré sa zmestia do násypky	27
3.2 Výpočet potrebného točivého momentu elektromotora.....	27
3.3 Výpočet výkonu elektromotora	28
3.4 Výber elektromotora	29
3.5 Výber prevodovky	29
3.5.1 Kontrola voľby prevodiek.....	30
3.5.2 Parametre zvolených prevodoviek.....	30
3.6 Rotačná doska	31
3.6.1 Upevnenie rotačnej dosky.....	31
3.6.2 Kontrola zaťaženia prevodovky.....	31
3.6.3 Kontrola perového spoja.....	32
3.7 Zostava.....	33
3.8 Elektronika a ovládanie	34
4. Ekonomický rozbor návrhu	36
Záver	38
Zoznam použitých zdrojov.....	39
Zoznam použitých symbolov.....	41
Zoznam použitých skratiek.....	42
Zoznam obrázkov	43
Zoznam tabuliek	43
Zoznam príloh	43
Príloha č.1	44

		Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 14
		BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 15
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

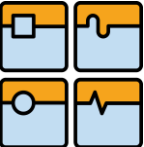
Úvod

Automatické výrobné linky sú dôležité pre rýchlu a efektívnu výrobu bez priameho zásahu človeka, ktorý len kontroluje a udržiava stroj v prevádzke, prípadne vykonáva potrebné nastavenia. Pre zvýšenie produktivity výrobné linky je však dôležitá nielen automatizácia výrobných procesov, ale aj automatizácia manipulácie s materiálmi medzi jednotlivými výrobnými procesmi. Manipulácia s materiálom sú všetky netechnologické operácie ako doprava, orientácia, skladovanie, meranie a váženie, pri ktorých sa nemenia vlastnosti a rozmery materiálu.

Pojem materiál zahŕňa napríklad polotovary, rozpracované a hotové výrobky, odpad, náradie potrebné pri výrobe a iné [4]. Na manipuláciu a transport materiálov sa používajú rôzne priemyselné roboty, manipulátory, žeriavy, koľajové dopravné prostriedky a linky v rôznych stupňoch riadenia a zložitosti prevedenia. Druh použitého transportného zariadenia závisí od veľkosti, hmotnosti a charakteru prepravovaného materiálu.

Okrem vyššie spomenutých dôvodov sa výroba a manipulácia automatizuje aj kvôli sociálnym aspektom, ako je napríklad odstránenie príliš namáhavej, prípadne monotónnej práce a odstránenie vysokých pracovných rizík. Nespornou výhodou automatizovanej výroby je aj redukcia ľudského faktoru.

Táto práca sa zameriava na návrh jednéhoúčelového zariadenia pre posuv a orientáciu nábojníc určených pre ručné palné zbrane. Tento problém má viacero možných riešení, pričom ideálne riešenie by malo mať čo najjednoduchšiu konštrukciu, nízke výrobné náklady, vysokú spoľahlivosť, jednoduchú manipulovateľnosť a vysokú výkonnosť, pri čo najmenších vonkajších rozmeroch. Ďalším dôležitým faktorom je univerzálnosť použitia daného riešenia pre rôzne druhy nábojníc. Pri samotnom návrhu je dôležité dbať aj na bezpečnostné predpisy, ktoré musia takéto zariadenia spĺňať, aby nedošlo k poraneniu obsluhy.

	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 16
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

1 Manipulácia s polotovarmi

Návrh vhodného manipulačného zariadenia závisí od veľkosti, tvaru, hmotnosti a charakteru prepravovaného polotovaru. Dôležitý je aj materiálový tok, ktorý musí zariadenie presúvať alebo privádzať do výrobného systému. Úlohami manipulačného zariadenia sú orientácia, posuv a skladovanie polotovarov medzi jednotlivými výrobnými fázami prípadne po nich.

1.1 Rozdelenie manipulačných metód [3]

Manipulačné metódy sa delia na 4 základné skupiny.

1. Zásobovanie:

- Násypky – predmety sú v zariadení neusporiadané.
- Zásobníky – predmety sú v zariadení priestorovo orientované.
- Stohovanie – predmety sú uložené na paletách.

2. Doprava

- Orientácia – predmet sa orientuje v priestore do určitej polohy a smeru.
- Triedenie – vylučujú sa chybné, prípadne chybne orientované predmety.
- Oddelovanie – oddeľuje sa žiadaný počet súčastí.
- Otáčanie – rotácia predmetu okolo určitej osy.
- Predávanie – označuje tok pracovných súčastí.
- Rozdeľovanie – mení sa smer prúdu predmetov.
- Nakladanie – pohyb predmetu do pracovného priestoru
- Vykladanie – pohyb predmetu von z pracovného priestoru.
- Polohovanie – zabezpečuje správnu polohu predmetu pred a po nakladaní.

3. Bez pohybu

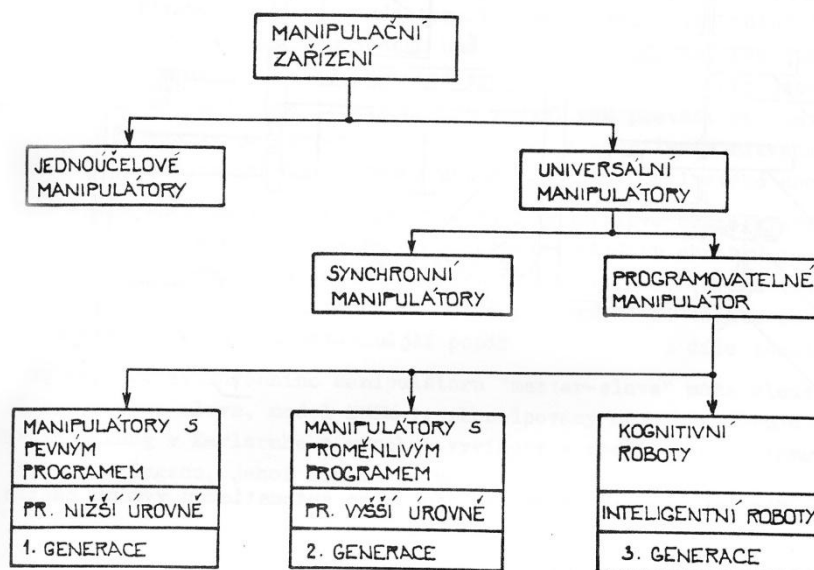
- Preberanie – prebratie súčastí upínacím prípravkom.
- Upínanie – upnutie predmetu pre zachytenie síl vznikajúcich pri práci.
- Uvoľňovanie – uvoľnenie obrobku pre ďalšiu manipuláciu.

4. Skúšanie

- Kontrola stavu – zisťuje sa prítomnosť predmetu v požadovanom mieste.
- Kontrola polohy – zisťuje sa poloha súčastí.

1.2 Rozdelenie manipulačných zariadení [1]

Manipulačné zariadenia sa delia podľa funkčného určenia, stupňa riadenia a zložitosti prevedenia. Rozdelenie je zobrazené na obr. 1.1.



Obr. 1.1 Rozdelenie manipulačných zariadení [1]

1.2.1 Jednoúčelové manipulátory

Jednoúčelové manipulátory si našli uplatnenie najmä vo veľkosériovej výrobe a automatických linkách. Väčšinou bývajú súčasťou obsluhovaného stroja, ktorým sú aj riadené. Ich funkcia je obmedzená na manipuláciu s určitými druhmi predmetov, ktoré majú podobnú geometriu a rozdiely ich rozmerov sú v malom rozsahu.

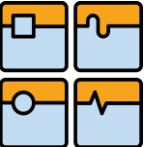
1.2.2 Univerzálne manipulátory

Univerzálne manipulátory majú na rozdiel od jednoúčelových vlastné riadenie a na obsluhovanom stroji sú nezávislé.

Synchrónne manipulátory sú jednou z podskupín univerzálnych. Ich riadenie vykonáva obsluhujúci pracovník. Riadiaci pracovník dáva manipulátoru popudy a manipulátor ich interpretuje, prípadne aj zosilňuje. Tento druh manipulátorov sa využíva najmä v prostrediach, kde človek nemôže existovať. V priemysle sa synchrónne manipulátory používajú ako pomocné zdvíhacie a premiestňovacie zariadenia. Uplatnenie si našli aj v biomechanike.

V dnešnej dobe sa do popredia dostávajú aj tzv. exoskelety – mobilné stroje, resp. rámy, ktoré človek nosí na sebe. Exoskelety taktiež interpretujú a zosilňujú pohyby podobne ako synchrónne manipulátory a dajú sa využiť v rôznych oblastiach. Vývoj smeruje najmä na pomoc ľuďom s mŕtvicou, prípadne čiastočne poškodenou miechou [7]. V priemysle by bolo možné využiť exoskelety aby pracovník dokázal zodvihnúť, prípadne preniesť aj ťažšie predmety, ktoré by bez pomoci exoskeletu neunesol. Podobné využitie zariadenia sa skúša aj pre vojenské účely, aby mohli vojaci nosiť so sebou viac vybavenia.

Programovateľné manipulátory sú ďalšou podskupinou univerzálnych manipulátorov. Tieto manipulátory sú riadené programom, ktorý môže byť pevný alebo premenlivý. Manipulátory s pevným programom majú stálu činnosť, avšak zmena programu je jednoduchá. Tento druh manipulátorov sa v praxi využíva najčastejšie.

	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 18
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Manipulátory s premenlivým programom si môžu prepínať programy podľa situácie, v ktorej sa nachádzajú. Riadenie je riešené adaptívnymi elektronickými riadiacimi systémami.

Kognitívne roboty sú zložitejšie mechatronické systémy, ktoré majú možnosť vnímania a racionálneho rozhodovania.

1.3. Základné časti manipulačných zariadení

Manipulačné zariadenia sa skladajú z časti - periférií, z ktorých každá zabezpečuje jednu alebo viacero manipulačných metód. Periférie sa najčastejšie delia podľa ich funkcie a podľa charakteristickej konštrukcie [2].

1. Rozdelenie periférií podľa funkcie:

- pre zmenu polohy ťažiska objektu,
- pre zmenu orientácie objektu,
- pre zmenu polohy ťažiska a orientácie objektu.

2. Rozdelenie podľa charakteristickej konštrukcie:

- dopravníky (pásové, článkové, podvesené, vibračné, dopravníky v automatických výrobných a montážnych linkách, valčekové trate)
- otočné a krížové stoly,
- zdvíhacie a podávacie zariadenia (mechanické ručné manipulátory, elektrické ručné manipulátory),
- podávacie zariadenie so zásobníkom a násypkou.

	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 19
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

2 Formulácia problému a návrh možných riešení

Úlohou práce je návrh zásobníku s posuvom a orientáciou polotovaru. V tejto kapitole sú rozpísané tri možnosti riešenia daného problému a v závere je zvolené najvhodnejšie.

2.1 Požiadavky na zariadenie

Stroj má fungovať ako manipulačné zariadenie, ktoré zorientuje nábojnice do správneho smeru a posunie ich do trubky, ktorá bude fungovať ako zásobník pre plniaci stroj. Požiadavky na manipulačné zariadenie:

- materiálový tok $Q = 1000 \text{ ks.hod}^{-1}$,
- trubkový zásobník schopný uložiť 15 až 20 kusov nábojníc,
- vhodnosť pre nábojnice typu .45 ACP a rozmerovo a tvarovo podobné,
- výška zariadenia približne 600 mm, aby bolo možné postaviť ho na stôl,
- čo najnižšia hmotnosť pre jednoduchú manipuláciu.

2.2 Polotovár

Polotovarom pre manipuláciu je nábojnica kalibru .45 ACP. Základné rozmery, hmotnosť a objem nábojnice sú:

- maximálny priemer $D_N = 12,19 \text{ mm}$,
- dĺžka nábojnice $L_N = 22,81 \text{ mm}$,
- hmotnosť nábojnice $m_N = 5,5 \text{ g}$,
- objem materiálu nábojnice $V_N = 656 \text{ mm}^3$,
- materiál: mosadz CuZn₁₀ resp. CuZn₃₀.

V skutočnosti má nábojnica kužeľovitý tvar a v hornej časti má priemer o približne 0,2 mm menší. Táto skutočnosť môže byť pre budúce výpočty zanedbaná, preto bude vo výpočtoch braný do úvahy len jej maximálny priemer. Výkres nábojnice so všetkými rozmermi je v prílohe č. 4. Súčasťou nábojnice je aj zápalka.

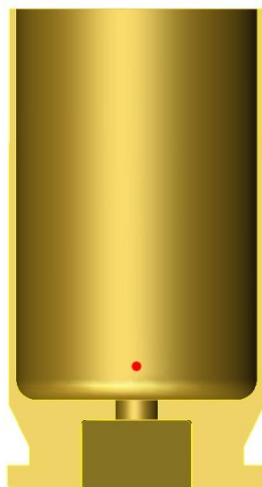
Ťažisko nábojnice sa nachádza na jej ose vo vzdialenosti približne 5,9 mm od spodnej plochy nábojnice, takže jedna strana nábojnice je ťažšia než druhá. Ťažisko je zaznačené na obr. 2.1 červenou bodkou. Poloha ťažiska, hmotnosť a objem boli získané z programu ProEngineer Wildfire 5.0.

2.3 Návrh riešení

Na základe zhodnotenia tvaru, rozmerov, hmotnosti polotovaru a požiadaviek na zariadenie boli ako možné riešenia zvolené nasledujúce tri:

1. podávacie zariadenie s násypkou a zásobníkom,
2. vibračný zásobník,
3. rotačný záchytný mechanizmus.

V nasledujúcich podkapitolách budú rozpísané princípy, výhody a nevýhody jednotlivých návrhov a na ich základe z nich bude vybrané riešenie.

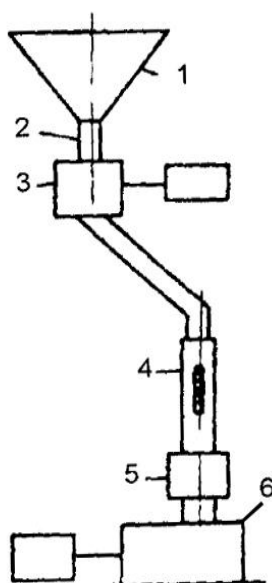


Obr. 2.1 Rez nábojnicou .45 ACP a zaznačení polohy ťažiska

2.3.1 Podávacie zariadenie s násypkou a zásobníkom

Prvou možnosťou riešenia manipulačného zariadenia pre daný polotovar je podávacie zariadenie s násypkou a zásobníkom. Takéto zariadenie sa zvyčajne skladá zo 6 základných častí [2] (obr. 2.2):

- násypka (1),
- zariadenie pre zachytenie súčasti (2),
- zariadenie pre orientáciu súčasti (3),
- zásobník (4),
- odmeriavacie zariadenie a kontrolný mechanizmus (5),
- podávací mechanizmus (6).



Obr. 2.2 Schéma podávacieho zariadenia s násypkou a zásobníkom [2]

	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 21
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

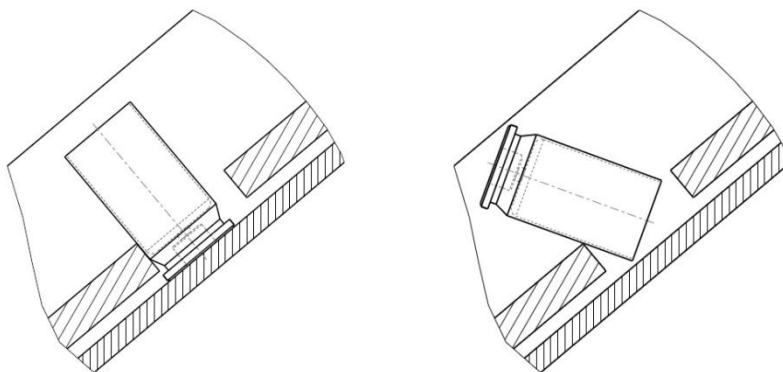
Do násypky sa privedú súčasti, ktoré sú v danej chvíli v priestore rôzne orientované. Záchytný mechanizmus súčasti postupne zachytáva a privádza ich do zariadenia pre orientáciu. Tu sa súčasti priestorovo správne zorientujú a postupujú ďalej do zásobníka. Súčasťou zásobníka môže byť odmeriavacie a kontrolné zariadenie, ktoré vykonávajú kontrolu správnej priestorovej orientácie súčasti, prípadne jej rozmerov a nevyhovujúce súčasti vylúči zo zásobníka. Podávací mechanizmus zaisťuje posun súčasti do pracovného priestoru výrobného stroja. Takéto zariadenie môže byť plne automatizované a obsluha je potrebná mimo výnimočných situácií len na pridávanie súčasti do násypky. [2]

V praxi sú podávacie zariadenia s násypkou a zásobníkom často využívané najmä pre predmety malých rozmerov a hmotnosti. Bežne sa používa aj pri plnení nábojníc na zaistenie ich správnej orientácie pred samotným plnením (obr. 2.3).



Obr. 2.3 Podávacie zariadenie s násypkou a zásobníkom Hornady Lock-N-Load Case Feeder [8]

Systém má výhodu v svojej jednoduchosti a kompaktnosti. Pre orientáciu sa využíva gravitácia a poloha ťažiska nábojnice. Na dne násypky je rotujúca doska, ktorá má na obvode otvory, do ktorých sa zachytávajú nábojnice. Celá násypka je natočená pod určitým uhlom. Keď nábojnica zapadne do diery dnom dole, udrží sa v nej (obr. 2.4 vľavo), je vynesená do hornej časti násypky odkiaľ prepadá otvorom do zásobníka. Ak nábojnica zapadne do diery dnom hore, vďaka nakloneniu násypky sa v otvore neudrží a vypadne (obr. 2.4 vpravo). Ďalšou výhodou daného systému je univerzálnosť pre rôzne druhy nábojníc. Maximálne, prípadne minimálne rozmery nábojnice, pre ktoré bude zariadenie fungovať, závisia od vnútorného priemeru a zahnutia trubkového zásobníka. Pri zmene typu nábojnice stačí vymeniť rotačnú dosku na dne násypky (obr. 2.5).



Obr. 2.4 Princíp orientácie nábojnice v násypke



Obr. 2.5 Typy rotačných dosiek pre rôzne druhy nábojníc pre zariadenie Dillon XL650 [9]

2.3.2 Vibračný zásobník

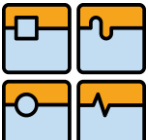
Veľmi často sa v oblasti orientácie súčasti využívajú vibračné zariadenia a zásobníky. Najčastejšie sa používajú miskové vibračné zásobníky, prípadne pre ďalší posun súčasti za miskovým zásobníkom sa môžu použiť lineárne vibračné zásobníky. Kombinácia týchto dvoch zásobníkov je na obr. 2.6. Vibračný pohyb je vytváraný najčastejšie elektromagnetom napájaným striedavým napätím, no môže byť vytváraný aj mechanicky rotujúcou nevyváženou hmotou.

Pre správne dimenzovanie zásobníka je dôležitý materiálový tok, veľkosť a materiál súčasti.



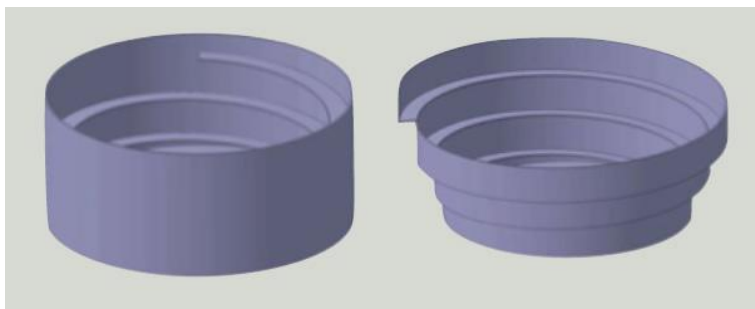
Obr. 2.6 Miskový a lineárny vibračný zásobník od firmy Vondra a Vondra s.r.o. [10]

Vibračné zásobníky v dnešnej dobe ponúka množstvo výrobcov, takže nie je problém nájsť vhodný typ pre konkrétnu súčiastku. Kombinácií spracovania, tvarov, rozmerov a výkonov je nespočetné množstvo, robia sa zásobníky pravé a ľavé (zmysel posuvu súčasti po dráhe v smere alebo proti smeru hodinových ručičiek), podľa tvaru nádoby môžu byť

	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 23
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

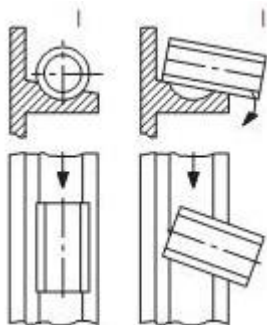
valcové prípadne kaskádové (obr. 2.7). Vyústenie toku súčiastok môže byť dotýčné alebo kolmé k smeru pohybu. Taktiež je možné rôzne opracovanie prípadne nástrek vnútra nádoby, či už pre zníženie hlučnosti alebo zvýšenie trenia medzi nádobou a súčiastkou.

Výhodou vibračných zásobníkov je široká možnosť úpravy dráhy, po ktorej sa pohybujú súčiastky. Pre správne zorientovanie súčiastky je nutné zvoliť, prípadne navrhnuť vhodný tvar dráhy, sklzov a vodiacich prvkov.

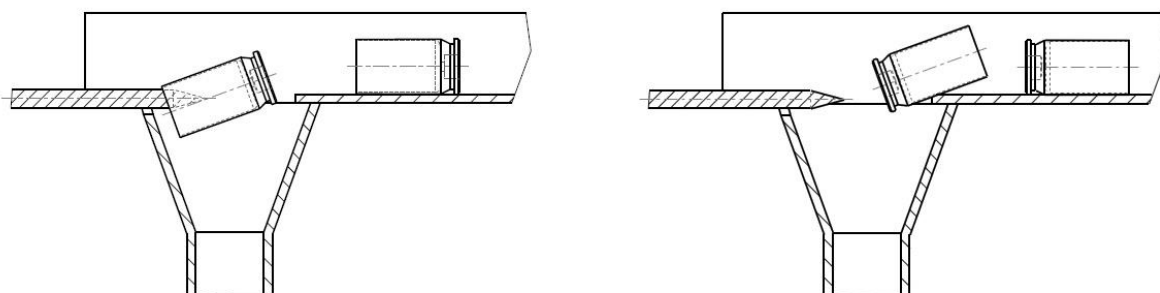


Obr. 2.7 Tvary nádob miskových vibračných zásobníkov: vľavo valcový, vpravo kaskádový [11]

Pre orientáciu nábojnice je vhodný výber profilu dráhy s kruhovým výsekom (obr. 2.8), v ktorom sa nábojnica zachytí v správnom smere a nesprávne orientované nábojnice prepadnú naspäť na dno nádoby. Profil dráhy však zaisťuje len orientáciu nábojnice do smeru pohybu v smere jej osy. Konečné zorientovanie nábojnice do trubkového zásobníka sa vykoná za vibračnou miskou v presne navrhnutej dráhe. Tu sa opäť využíva poloha ťažiska nábojnice a gravitácia (obr. 2.9). Nábojnica postupujúca dnom dopredu prepadne správne orientovaná priamo do zásobníka, nábojnica postupujúca otvorom dopredu sa zachytí na hrote a ťažký spodok nábojnice ju následne stiahne správne orientovanú do zásobníka. Posuv nábojnice za vibračnou miskou je zabezpečený lineárnym vibračným zariadením. Vibrácie pomôžu aj proti zaseknutiu nábojníc na hrote nad zásobníkom.



Obr. 2.8 Profil dráhy miskového vibračného zásobníka [12]



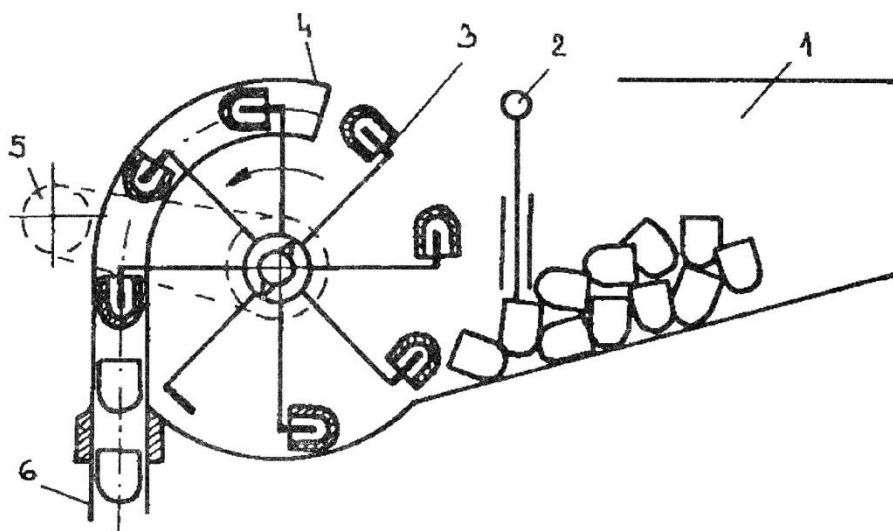
Obr. 2.9 Orientácia nábojnice do trubkového zásobníka

Výhodou je rovnako ako pri podávacom zariadení s násypkou a zásobníkom univerzálnosť pre rôzne druhy nábojníc. Rozmery nábojnice, pre ktoré bude zariadenie fungovať, závisia rovnako ako v predchádzajúcom prípade od vnútorného priemeru a tvaru trubkového zásobníka. Hlavnou nevýhodou konštrukčného riešenia formou vibračného zásobníka je jeho vysoká obstarávacía cena, ktorá sa pohybuje okolo niekoľko desiatok tisíc Kč za lineárny vibračný zásobník a až sto tisíc Kč za miskový vibračný zásobník a relatívne veľká a ťažká konštrukcia.

2.3.3 Rotačný záchytný mechanizmus

Pre nábojnice je možné využiť aj rotačný záchytný mechanizmus so zachytením súčasti za vnútorný povrch. Skladá sa zo 6 základných častí (obr. 2.10):

- násypka (1),
- zarážka (2),
- kotúč s háčikmi (3),
- vodítko (4),
- pohon (5),
- zásobník (6).



Obr. 2.10 Rotačný záchytný mechanizmus [2]

Obsluha nasype do násypky súčasti, ktoré do pracovného bubna prepúšťa zarážka. V bubne sa zachytávajú na rotujúcich háčikoch, ktoré ich privedú do vodítka a to ich ďalej vedie do trubkového zásobníka [2]. Vďaka princípu zachytenia za vnútorný povrch nie je nutná ďalšia kontrola orientácie súčasti v zásobníku.

Priemer kotúča s háčikmi sa určuje podľa priemeru otvoru v súčasti a dĺžky otvoru súčasti podľa tabuľky 2.1.

Nábojnica .45 ACP má priemer otvoru 11,41 mm a dĺžku otvoru 18,5 mm. Pre tieto hodnoty z tabuľky vyplýva priemer kotúča s háčikmi 350 mm.

Hlavnou výhodou takéhoto zariadenia je vysoká výkonnosť. Variabilita systému pre rôzne druhy nábojníc je zabezpečená výmennými kotúčmi s háčikmi. Zariadenie dokáže správne pracovať pre nábojnice s vnútorným priemerom od 6 do 12 mm a dĺžkou diery od 10 do 20 mm. Nevýhodou mechanizmu je podobne ako pri vibračných zásobníkoch veľkosť konštrukcie.

Tab. 2.1 Veľkosť kotúča s háčikmi [2]

Dĺžka diery obrobku [mm]	Vnútorný priemer obrobku [mm]			
	6-12	12-20	20-30	30-40
	Priemer kotúča s háčikmi [mm]			
10-20	350	-	-	-
20-40	400	350	350	-
40-60	400	400	450	450
60-90	400	400	450	450-500

2.4 Výber optimálneho riešenia

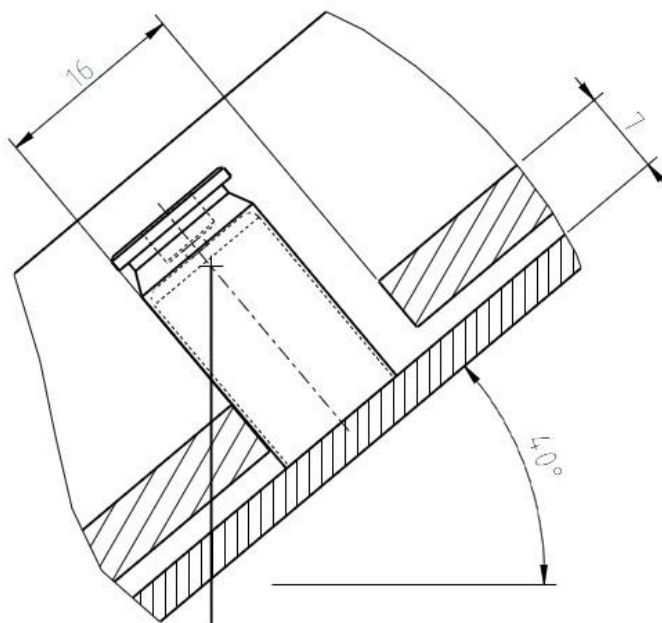
Všetky tri zariadenia splnili požiadavky týkajúce sa univerzálnosti a výkonu. Vibračný zásobník nesplnil požiadavku na nízke výrobné náklady a nízku hmotnosť. Rotačný záchytný mechanizmus má oproti podávaciemu zariadeniu s násypkou a zásobníkom väčšie rozmery konštrukcie. Ako najvhodnejšie riešenie sa ukázalo práve podávacie zariadenie s násypkou a zásobníkom, ktoré splnilo všetky požiadavky.

3 Konštrukčný návrh zvoleného riešenia

V tejto kapitole je vypracovaný konštrukčný návrh podávacieho zariadenia podľa požiadaviek vypísaných v kapitole 2.1.

3.1 Určenie naklonenia a rozmerov násypky

Pre správne zachytenie súčasti je nutné, aby bola násypka naklonená. Uhol natočenia bol určený graficky (obr. 3.1).



Obr. 3.1 Grafické určenie uhlu natočenia násypky

Uhol natočenia násypky: $\alpha = 40^\circ$

Vnútny priemer násypky bol zvolený $D = 305 \text{ mm}$.

Zachytávanie súčasti správne funguje jedine v prípade, že násypka bude naplnená približne po jej stred. Ak by došlo k preplneniu násypky, nábojnice by neprepadávali do zásobníka, prípadne by mohlo dôjsť k upchatiu výstupného otvoru. Aby nedošlo k preplneniu, bude výška násypky obmedzená.

Výpočet minimálnej výšky násypky:

$$H_{\min} = \frac{D}{2} * \tan \alpha = \frac{305}{2} * \tan 40^\circ = 127,96 \text{ mm}$$

Aby bolo skutočne možné naplniť násypku až po stred a bola zabezpečená správna funkcia zariadenia, bola zvolená výška násypky $H = 145 \text{ mm}$ (obr. 3.2).



3.1.1 Počet nábojnic, ktoré sa zmestia do násypky

Vstupné parametre:

- objem zaťažujúceho obrazca: $V_{zo} = 2,5 * 10^6 \text{ mm}^3$.

Výpočet

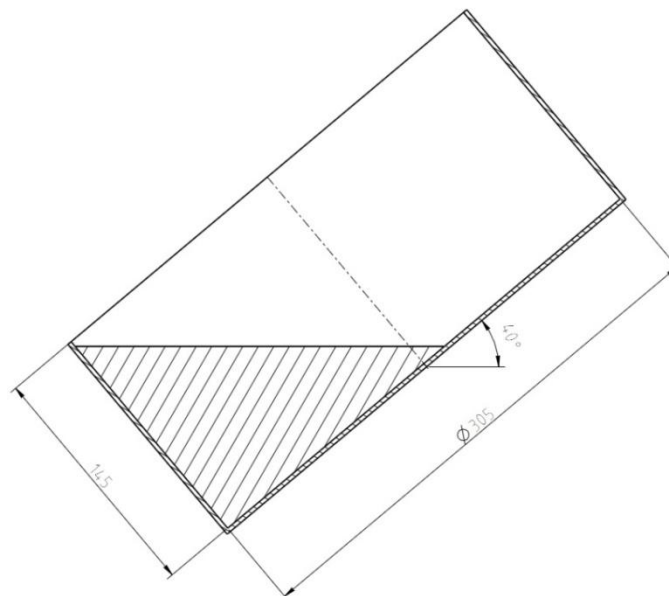
Objem nábojnice bez otvoru:

$$V_{tN} = L_N * \pi * \frac{D_N^2}{4} = 22,81 * \pi * \frac{12,19^2}{4} = 2662,1 \text{ mm}^3$$

Počet nábojnic v násypke:

$$n_N = \frac{V_{zo}}{V_{tN}} = \frac{2,5 * 10^6}{2662,1} = 939 \text{ ks}$$

Tento počet nábojnic je ideálna hodnota, v skutočnosti sa do násypky vplyvom chaotického rozmiestnenia zmestí menší počet. V ďalších výpočtoch sa však bude počítať s touto hodnotou.



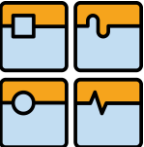
Obr. 3.2 Maximálne naplnenie násypky

3.2 Výpočet potrebného točivého momentu elektromotora

Pri výpočte potrebného točivého momentu sa bude predpokladať, že tiažová sila od nábojnic pôsobí len na rotačnú dosku na dne násypky a nedelí sa medzi stenu násypky a rotačnú dosku. Materiál rotačnej dosky je polyamid 6.

Hmotnosť nábojnic v násypke:

$$m_c = n_N * m_N = 939 * 5,5 = 5164,5 \text{ g}$$

	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 28
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Tiažová sila od nábojníc:

$$F_G = \frac{m_c * g}{1000} = \frac{5164,5 * 9,81}{1000} = 50,66 \text{ N}$$

Normálová sila pôsobiaca na rotačnú dosku:

$$F_n = F_G * \cos \alpha = 50,66 * \cos 40 = 38,8 \text{ N}$$

Trecia sila pôsobiaca medzi nábojnicami a rotačnou doskou pri rotácií (koeficient dynamického trenia medzi polyamidom a mosadzou: $f = 0,5$):

$$F_t = f * F_n = 0,5 * 38,8 = 19,4 \text{ N}$$

Pôsobisko trecej sily je vo vzdialenosti $r = 119 \text{ mm}$ od osy rotácie.

Moment od trecej sily pôsobiaci k ose rotácie:

$$M_{Ft} = \frac{F_t * r}{1000} = \frac{19,4 * 119}{1000} = 2,31 \text{ N} * \text{m}$$

Nábojnice budú proti rotácií rotačnej dosky pôsobiť točivým momentom $M_{Ft} = 2,31 \text{ N} * \text{m}$. Točivý moment potrebný na roztočenie rotačného kotúča zaťaženého nábojnicami musí byť väčší ako táto hodnota.

3.3 Výpočet výkonu elektromotora

Vstupné parametre:

- materiálový tok: $Q = 1000 \text{ ks} * \text{hod}^{-1}$,
- počet zachytných otvorov v rotačnej doske: $n_o = 24 \text{ ks}$,
- súčiniteľ pravdepodobnosti zachytenia súčiastky: $\eta = 0,5$.

Počet zachytených súčiastok na 1 otáčku:

$$n_s = \eta * n_o = 0,5 * 24 = 12 \text{ ks}$$

Počet otáčok rotačnej dosky:

$$n_{rd} = \frac{\left(\frac{Q}{60}\right)}{n_s} = \frac{\left(\frac{1000}{60}\right)}{12} = 1,39 \text{ min}^{-1}$$

Aby bol materiálový tok s istotou zabezpečený, boli zvolené minimálne otáčky rotačnej dosky $n_{rd} = 1,6 \text{ min}^{-1}$.

Uhlová rýchlosť rotačnej dosky:

$$\omega = 2 * \pi * n_{rd} = 2 * \pi * 1,6 = 10,05 \text{ rad} * \text{min}^{-1}$$

Potrebný výkon elektromotora:

$$P_{min} = M_{Ft} * \frac{\omega}{60} = 2,31 * \frac{10,05}{60} = 0,39 \text{ W}$$

Výkon elektromotora musí byť minimálne $P_{min} = 0,39 \text{ W}$.

3.4 Výber elektromotora

Na základe spočítaných parametrov bol vybratý asynchrónny motor DKM 8IDSE-15G (obr. 3.3) napájaným jednofázovým napätím 230 V.

Parametre udávané výrobcom:

- výkon: $P = 15 \text{ W}$,
- synchronné otáčky motora: $n_m = 1500 \text{ min}^{-1}$,
- točivý moment motora: $M_m = 0,112 \text{ N} * \text{m}$,
- hmotnosť motora: $m_m = 1,6 \text{ kg}$.

Skutočné otáčky motora sú v závislosti na zaťažení o 2 - 20 % nižšie ako synchronné otáčky. Z dôvodu zníženia otáčok a zvýšenia točivého momentu je nutné použiť prevodovku.



Obr. 3.3 Asynchrónny motor DKM [13]

3.5 Výber prevodovky

Výrobca ponúka pre tento typ motora vo svojom portfóliu prevodovky s prevodovými pomermi od 3:1 do 360:1 (obr. 3.4) a v prípade potreby ešte väčšej redukcie otáčok je možné pridať k takejto prevodovke ešte decimálnu prevodovku (obr. 3.5). Decimálna prevodovka sa montuje medzi motor a bežnú prevodovku.

Kvôli veľkej redukcii otáčok bola zvolená prevodovka s prevodovým pomerom $i_1 = 75$ (DKM 8GBK75BMH) a decimálna prevodovka s prevodovým pomerom $i_{10} = 10$ (DKM 8XD10MG). Celkový prevodový pomer je $i_c = 750$.

Maximálny dovolený točivý moment na výstupnom hriadeľi prevodovky je podľa katalógu $M = 8 \text{ N} * \text{m}$.

3.5.1 Kontrola vol'by prevodiiek

Otáčky výstupného hriadeľa prevodovky:

$$n_{výstup1} = \frac{n_m}{i_c} = \frac{1500}{750} = 2 \text{ min}^{-1}$$

Otáčky výstupného hriadeľa prevodovky pri plnom zaťažení:

$$n_{výstup2} = 0,8 * n_{výstup1} = 0,8 * 2 = 1,6 \text{ min}^{-1}$$

Otáčky výstupného hriadeľa prevodovky spĺňajú minimálnu požiadavku, vypočítanú v kapitole 3.3, aj pri plnom zaťažení. Dovoľený točivý moment na výstupnom hriadeľi taktiež prevyšuje hodnotu vypočítanú v kapitole 3.2. Zvolené prevodovky a motor sú vhodné na použitie.

3.5.2 Parametre zvolených prevodoviek

1. Decimálna prevodovka DKM 8XD10MG
 - Prevodový pomer: $i_{10} = 10$
 - Hmotnosť: $m_{10} = 0,44 \text{ kg}$
2. Prevodovka DKM 8GBK75BMH
 - Prevodový pomer: $i_1 = 75$
 - Hmotnosť: $m_1 = 0,67 \text{ kg}$



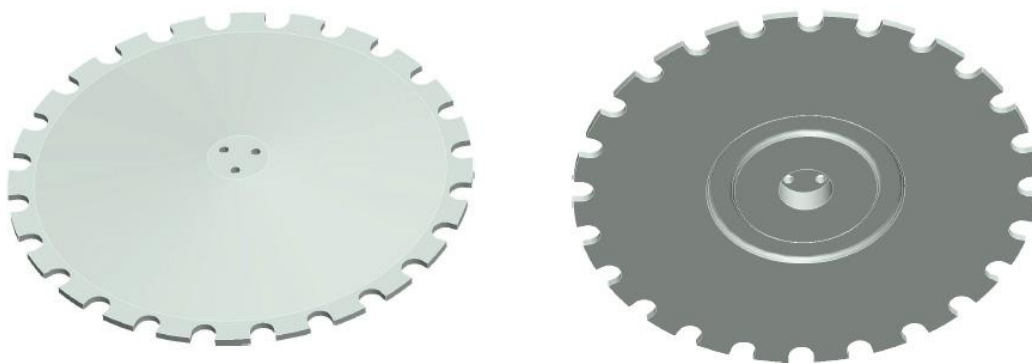
Obr. 3.4 Prevodovka DKM [13]



Obr. 3.5 Decimálna prevodovka DKM [13]

3.6 Rotačná doska

Rotačná doska má priemer 300 mm a po obvode 24 otvorov na zachytávanie nábojníc. Otvory sú na obvode rotačnej dosky, aby bolo možné úplne vyprázdenie násypky (obr. 3.6). Z dôvodu zníženia hlučnosti a redukcie hmotnosti je doska vyrobená z polyamidu 6. Hrúbka dosky je v mieste otvorov 5 mm a smerom do stredu sa postupne zväčšuje až na 22 mm. V strede je zo spodnej strany vybratie pre náboj. Hmotnosť rotačnej dosky je $m_{rd} = 0,68 \text{ kg}$.



Obr. 3.6 Rotačná doska: vľavo pohľad zhora, vpravo pohľad zdola

3.6.1 Upevnenie rotačnej dosky

Doska je upevnená cez náboj (obr. 3.7) priamo na výstupnom hriadeľi prevodovky. Náboj je vyrobený z konštrukčnej ocele triedy 11. Zaistenie proti axiálnemu posunutiu je zabezpečené 1 skrutkou M4x12 DIN913 a proti pootočeniu tesným perom 4h9x4x25 ČSN 02 2562. K náboju je upevnená 3 skrutkami M6x12 od Fabory (katalógové číslo 07141). Hmotnosť náboja je $m_n = 0,17 \text{ kg}$.



Obr. 3.7 Náboj

3.6.2 Kontrola zaťaženia prevodovky

Výrobca prevodovky udáva maximálne dovolené zaťaženie výstupného hriadeľa prevodovky v radiálnom smere $m_{drad} = 20 \text{ kg}$ a v axiálnom smere $m_{dax} = 5 \text{ kg}$ (obr. 3.8). Keďže je sústava naklonená, v radiálnom smere pôsobia sínusové zložky tiažových síl nábojníc, rotačnej dosky a náboja, v axiálnom smere zas kosínusové zložky týchto síl.

Axiálny smer:

$$m_{ax} = \left(\frac{m_c}{1000} + m_{rd} + m_n \right) * \cos \alpha = \left(\frac{5164,5}{1000} + 0,68 + 0,17 \right) * \cos 40 = 4,6 \text{ kg}$$

Radiální smer:

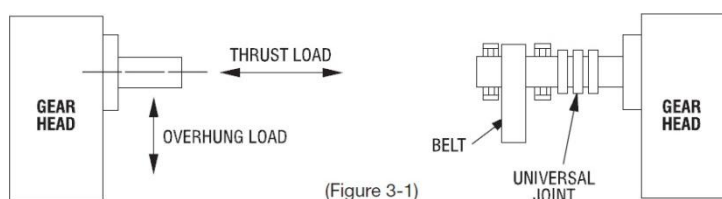
$$m_{rad} = \left(\frac{m_c}{1000} * f + m_{rd} + m_n \right) * \sin \alpha = \left(\frac{5164,5}{1000} * 0,5 + 0,68 + 0,17 \right) * \sin 40$$

$$= 3,4 \text{ kg}$$

$$m_{ax} < m_{Dax}$$

$$m_{rad} < m_{Drad}$$

Zaťaženie prevodovky je vyhovujúce.



· Permissible overhung load and permissible thrust load

Model	Ratio	Max. Permissible Torque		Overhung Load		Thrust Load	
		N.m	Kgfc.m	N	Kg	N	Kg
6GBD□MH	3~18	3	30	50	5	30	3
	20~250			120	12		
7GBD□BMH	3~18	5	50	80	8	40	4
	25~180			150	15		
8GBK□BMH	3~18	8	80	100	10	50	5
	25~360			200	20		

Obr. 3.8 Zaťaženie výstupného hriadeľa prevodovky [15]

3.6.3 Kontrola perového spoja

Náboj je na hriadeľi prevodovky zaistený proti pootočeniu tesným perom 4h9x4x25 ČSN 02 2562 ($l = 25 \text{ mm}$, $b = 4 \text{ mm}$). Priemer výstupného hriadeľa prevodovky $d = 10 \text{ mm}$. Hĺbka drážky pre pero v náboji je $h_d = 1,6 \text{ mm}$. Náboj je vyrobený z konštrukčnej ocele, preto je dovolený tlak na stenu drážky $p_{dov} = 120 \text{ MPa}$.

Sila pôsobiaca na bok drážky pre pero v náboji:

$$F = \frac{2 * M}{d} * 1000 = \frac{2 * 8}{10} * 1000 = 1600 \text{ N}$$

Plocha boku drážky pre pero v náboji:

$$S = (l - b) * h_d = (25 - 4) * 1,6 = 33,6 \text{ mm}^2$$

Tlak na bok drážky náboja:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{1600}{33,6} = 47,62 \text{ MPa}$$

$$p < p_{dov}$$

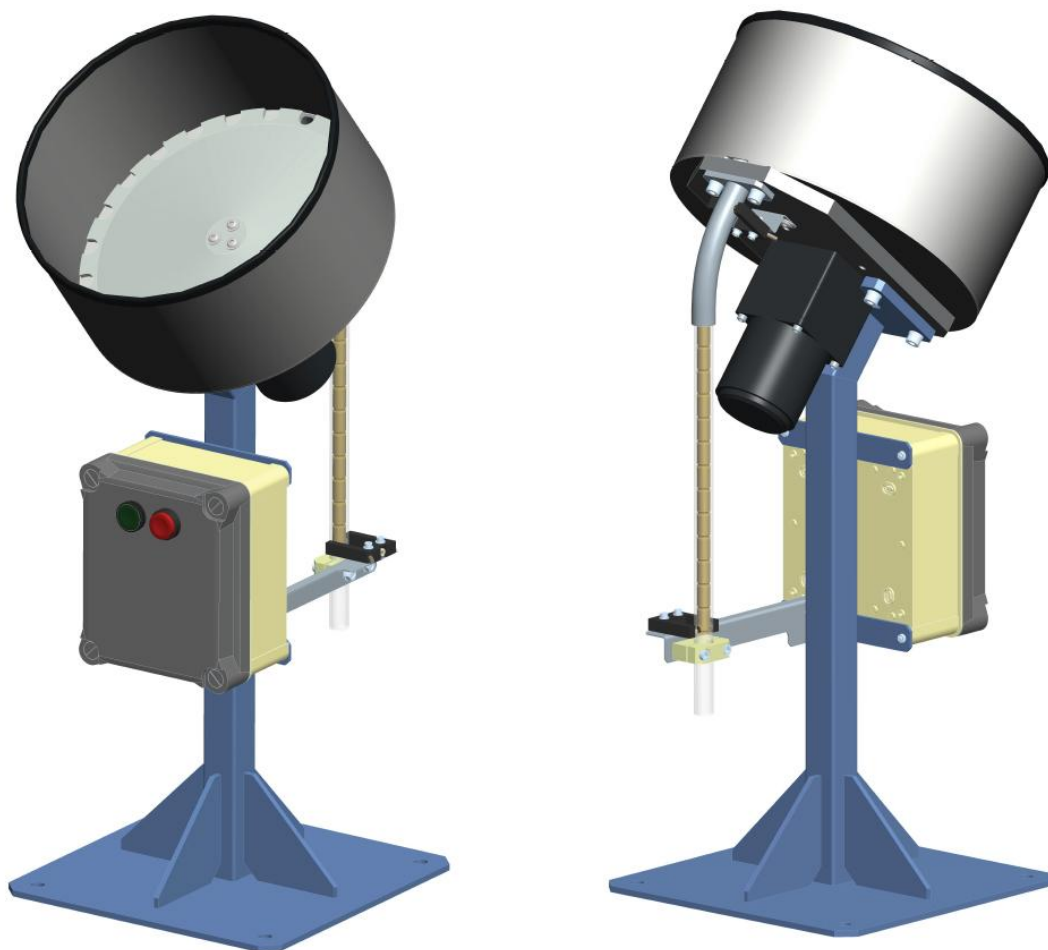
Perový spoj vyhovuje.

3.7 Zostava

Základ konštrukcie je tvorený rámom pozváraným z jāklových profilov 35x35x2,5 mm ČSN 42 6937 a oceľových platní. Podstava konštrukcie je oceľová platňa o rozmeroch 6x300x300 mm so 4 otvormi Ø13 mm pre prípadne uchytenie k stolu resp. podložke, na ktorej bude zariadenie stáť. Na čelnej strane rámu sú pripravené úchyty pre elektrický rozvádzač. Na hornú časť je privarená oceľová platňa, ku ktorej sa pripevní nosná duralová platňa.

Duralová platňa má rozmery 15x170x280 mm. V tejto platni je vyfrézovaná dutinka, kadiaľ prepadávajú nábojnice z násypky do zásobníka. V platni sú otvory na prichytenie motora, násypky, snímača, trubkového zásobníka a otvory na upevnenie platne k rámu. Násypka je pozváraná z nerezového plechu o hrúbke 1,5 mm a 2 mm a k platni je pripevnená 4 skrutkami M8x16 (Fabory 07141). Na hrane násypky je gumový lem od firmy Misumi. Motor s prevodovkami je k platni upevnený 4 skrutkami M5x90 (Fabory 07070).

Nábojnice prepadávajú z násypky do trubkového zásobníka, ktorý sa skladá z 2 hlavných častí. Prvou je zvarok z oceľovej trubky a platne, ktorá je prichytená k duralovej platni a druhou je priehľadná trubka z polykarbonátu od firmy Misumi. Priehľadná trubka je zasunutá do zvarku a pomocou zverného spoja prichytená k rámu. Zásobník končí približne 180 mm nad podstavou a jeho kapacita je 19 nábojníc .45 ACP.

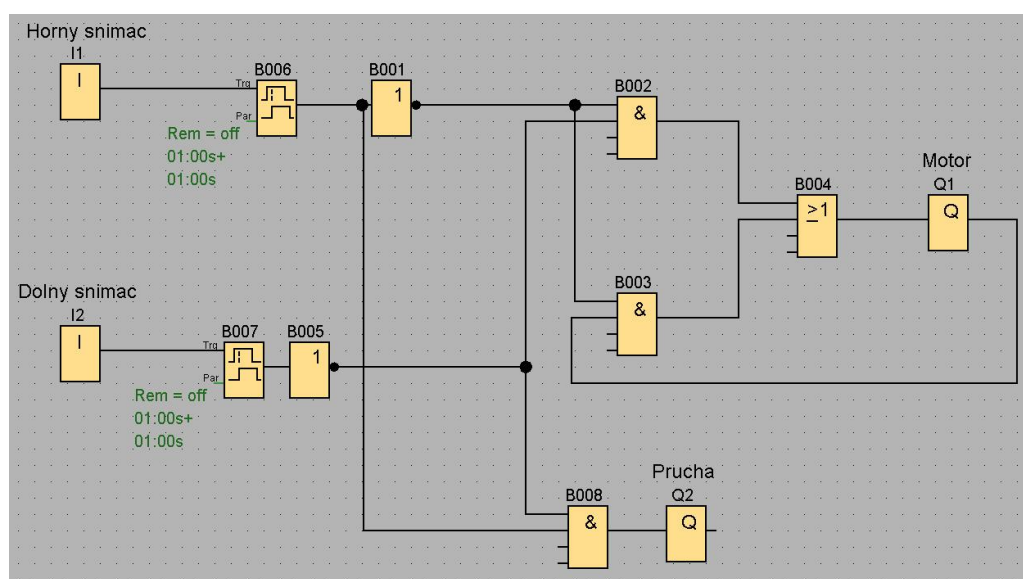


Obr. 3.9 Zostava

3.8 Elektronika a ovládanie

Z dôvodu ochrany motora pred neustálym zapínaním a vypínaním je zariadenie vybavené dvoma snímačmi naplnenia zásobníka. Jeden snímač je umiestnený na jeho začiatku, druhý pri konci. Motor sa zapne až keď nábojnice v zásobníku klesnú pod spodný snímač. Keď sa zásobník naplní po horný snímač, motor sa vypne a prestane dodávať nábojnice. Opätovne sa zapne až keď nábojnice klesnú pod spodný snímač. Keďže by sa motor vypínal pri každom zaznamenaní nábojnice pred snímačom, aj keď by bol zásobník naplnený len do polovice, je v riadení zaradené oneskorenie zapínania/vypínania. V prípade upchatia zásobníka, prípadne poškodenia niektorého snímača, keby dolný snímač nezaznamená nábojnicu avšak horný áno, dôjde k rozsvieteniu indikátora poruchy a motor sa zastaví. Schéma ovládania vypracovaná v programe Siemens LOGO!Soft je na obr. 3.10. Ovládanie motora je zabezpečené PLC systémom Siemens LOGO! (obr. 3.11). PLC je kvôli ochrane pred poškodením aj kvôli neoprávnenému zásahu od obsluhy umiestnené v elektrickom rozvádzači od firmy Schneider Electric o rozmeroch 192x164x105 mm (katalógové číslo NSYTBS191610H).

Z dôvodu spoľahlivosti a priestorových obmedzení som zvolil vidlicové fotoelektrické snímače Omron E3Z-G61 (obr. 3.12) s jednou optickou osou.



Obr. 3.10 Schéma riadenia



Obr. 3.11 Siemens LOGO! [16]



Obr. 3.12 Snímače OMRON E3Z-G [17]

4. Ekonomický rozbor návrhu

Zhodnotenie sa skladá z 3 tabuliek. V tabuľke 4.1 je odhad cien na výrobu súčiastok, ktorý bol vypracovaný firmou zaoberajúcou sa strojársku výrobou. V týchto cenách je zahrnutý aj nákup polotovarov. Tabuľka 4.2 obsahuje ceny spojovacieho materiálu a tabuľka 4.3 ceny všetkých ostatných nakupovaných dielov ako elektromotor, snímače a pod. Uvedené ceny sú bez DPH.

Tab. 4.1 Výroba súčiastok

Názov	ks	Cena Kč/ks	Cena Kč/Σks
Násypka	1	4500	4500
Rám	1	4000	4000
Zvod	1	3000	3000
Trubka zásobníka	1	1500	1500
Platňa	1	4000	4000
Rotačný kotúč	1	4000	4000
Náboj	1	2000	2000
Držiak trubky 1	1	750	750
Držiak trubky 2	1	750	750
Držiak snímača	1	750	750
Držiak zásobníka	1	1000	1000
		Celková cena	26 250 Kč

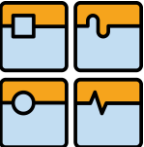
Tab. 4.2 Spojovací materiál

Názov	ks	Cena Kč/ks	Cena Kč/Σks
6hr. matica nízka ISO 4035 – M4 – 05	8	0,38	3,04
6hr. matica ISO 4032 – M6 – 8	2	0,55	1,10
6hr. matica ISO 4032 – M10 – 8	4	2,00	8,00
Podložka ISO 7090 – 4 – 200HV	16	0,03	0,48
Podložka ISO 7090 – 6 – 200HV	2	0,08	0,16
Podložka ISO 7090 – 8 – 200HV	6	0,10	0,60
Pero ČSN 02 2562 – 4h9x4x25	1	3,10	3,10
Skrutka s vnút. 6hr. ISO 4762 – M4x12	4	0,56	2,24
Skrutka s vnút. 6hr. ISO 4762 – M4x18	4	0,77	3,08
Skrutka s vnút. 6hr. ISO 4762 – M6x35	2	1,11	2,22
Skrutka s vnút. 6hr. ISO 4762 – M8x20	2	1,45	2,90
Skrutka s vnút. 6hr. ISO 4762 – M8x25	4	1,62	6,48
DIN 913 – 45h M4x12	1	0,53	0,53
Fabory 07070 M5x90	4	11,07	44,28
Fabory 07141 M6x8	2	1,23	2,46
Fabory 07141 M6x12	5	1,56	7,80
Fabory 07141 M8x16	4	1,71	6,84
		Celková cena	96 Kč

Tab. 4.3 Ostatné kupované diely

Názov	ks	Cena Kč/ks	Cena Kč/ $\sum$ ks
Motor DKM 8IDSE-15G	1	1830	1830
Prevodovka DKM 8XD10MG	1	1195	1195
Prevodovka DKM 8GBK75BMH	1	1685	1685
Snímač Omron E3Z-G61	2	2910	5820
PLC Siemens LOGO! 0BA6	1	2500	2500
El. rozvádzač + príslušenstvo	1	2000	2000
Lem Misumi Trat 1,6 B-3 1000mm	1	110	110
Celková cena			15 140 Kč

Celková cena navrhnutého zariadenia je 41 486 Kč (1 670 € pri kurze 24,842 CZK/EUR z dňa 20.4.2012). Cena za montáž zariadenia nie je v cenovom rozbere zahrnutá.

	Ústav výrobných strojů, systémů a robotiky	Str. 38
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Záver

Cieľom bakalárskej práce bolo navrhnuť zásobník s posuvom a orientáciou polotovaru – nábojníc .45 ACP a vytvoriť výkresovú dokumentáciu navrhnutého zariadenia. Požiadavky na zariadenie boli materiálový tok 1000 ks.hod^{-1} , výška zariadenia približne 600 mm, ľahká a kompaktná konštrukcia a trubkový zásobník schopný uchovať 15-20 nábojníc .45 ACP.

Na začiatku boli zvolené 3 možnosti riešenia a postupne každá zhodnotená, či vyhovuje požiadavkám alebo nie. Ako varianty boli vybraté podávacie zariadenie s násypkou a zásobníkom, vibračný zásobník a rotačný záchytný mechanizmus. Z týchto variant vyhovoval požiadavkám len variant č. 1 a to podávacie zariadenie s násypkou a zásobníkom. Ďalej bol vypracovaný konštrukčný návrh riešenia. Z dôvodu nízkej ceny a spoľahlivosti bol pre pohon zariadenia zvolený indukčný motor DKM 8IDSE-15G o výkone 15 W napájaným jednofázovým napätím. Pre ochranu motora pred neustálym zapínaním a vypínaním je zásobník zariadenia vybavený 2 fotoelektrickými snímačmi od firmy Omron, ktoré snímajú naplnenie zásobníka a pre riadenie bolo zvolené PLC od firmy Siemens. Zariadenie je univerzálne pre nábojnice o priemeroch od 6 do 13,5 mm a dĺžkach v rozmedzí 13 až 30 mm. Pre rôzne druhy nábojníc je nutné vymeniť aj rotačnú dosku na dne násypky, ktorá má záchytné otvory a hrúbku dimenzované pre konkrétnu nábojnicu. Rozmery zariadenia sú 413x308x814 mm (dĺžka x šírka x výška) a hrana cez ktorú sa nakladajú nábojnice je vo výške 612 mm od podstavy. Hmotnosť celého zariadenia s prázdnu násypkou a zásobníkom je 17,5 kg, čo uľahčuje manipuláciu so zariadením.

Z finančného rozboru vyšla cena za výrobu zariadenia 41 486 Kč. Z tejto sumy tvorí najväčšiu časť výroba súčiastok (26 250 Kč). Táto cena je však len orientačná a líši sa v závislosti od výrobcu. Medzi najdrahšie komponenty z kupovaných dielov patria snímače a PLC.

Takéto zariadenie je vhodné do automatizovanej výrobnéj linky, avšak jeho zjednodušená verzia by sa dala použiť na orientáciu nábojníc pri malosériovej výrobe. Táto verzia by neobsahovala fotoelektrické snímače, ale len jeden koncový spínač, a nebola by tým pádom potreba PLC a elektrického rozvádzača. Týmto by sa ušetrilo približne 10 000 Kč.

3D model a výkresová dokumentácia boli vypracované v programe ProEngineer Wildfire 5.0 a schéma riadenia v programe Siemens LOGO!Soft. Pre spracovanie bakalárskej práce boli ďalej využité programy Microsoft Word, Adobe Photoshop 7.0 a Adobe Acrobat 9.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 39
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Zoznam použitých zdrojov

- [1] KOLÍBAL, Zdeněk. *Průmyslové roboty I. Konstrukce průmyslových robotů a manipulátorů. PRAm*. 1. vyd. Brno: VUT Brno, 1993, 189 s. ISBN 80-214-0526-0.
- [2] KOLÍBAL, Zdeněk. *Průmyslové roboty II. Konstrukce výstupních hlavíc a periférií*. 1. vyd. Brno: PC DIR, 1993, 165 s. 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] ĎUĐÁK, Jozef. *Organizácia a riadenie manipulačných procesov vo výrobe* [online]. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, [cit. 2012-03-15]. Dostupné z: http://www.tf.uniag.sk/e_sources/katsvs/rpv/6_Prednaska_RPV.pdf.
- [5] ČERNOCH, Svatopluk. *Strojné technická příručka I.díl*. 13. upravené vyd. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1977, 1294 s. ISBN nemá.
- [6] ČERNOCH, Svatopluk. *Strojné technická příručka II.díl*. 13. upravené vyd. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1977, 2568 s. ISBN nemá.
- [7] PAZDERA, Jozef. *Robotický exoskelet nahrazuje svaly* [online]. 2007-02-11, [cit. 2012-04-25]. Dostupné z: <http://www.osel.cz/index.php?clanek=2444>.
- [8] *Hornady Manufacturing* [online]. © 2012, [cit. 2012-03-29]. Dostupné z: <http://www.hornady.com>.
- [9] *Dillon Precision Products, Inc.* [online]. © 2007-2012, [cit. 2012-03-29]. Dostupné z: <http://www.dillonprecision.com>.
- [10] *Vondra a Vondra s.r.o.* [online]. © 2011, [cit. 2012-03-28]. Dostupné z: <http://www.vondra-vondra.cz>.
- [11] Justing s.r.o. *Vibračné zásobníky* [online]. © 2012, [cit. 2012-02-18]. Dostupné z: http://justing.sk/sk/wp-content/uploads/2011/06/vibracne-zasobniky_promo.pdf.
- [12] SENDERSKÁ, Katarína. *Automatická orientácia a prívod súčiastok v automatizovanej montáži* [online]. Košice: Technická univerzita v Košiciach, © 2007, [cit. 2012-03-28]. Dostupné z: <http://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/10-2007/pdf/69-74.pdf>.
- [13] *DKM Motor Co., Ltd.* [online]. © 2012, [cit. 2012-03-31]. Dostupné z: <http://www.dkmmotor.com>.
- [14] DKM Motor Co., Ltd. *DKM Motor User's manual* [online]. © 2011-06-21, [cit. 2012-02-19]. Dostupné z: http://www.dkmmotor.com/catalog/do.php?do=download&file=motor%2Fac_motor_manual_en.pdf.

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

[15] DKM Motor Co., Ltd. *DKM Gearhead User's manual* [online]. © 2011–06–21, [cit. 2012–02–19]. Dostupné z:

http://www.dkmmotor.com/catalog/do.php?do=download&file=gear%2Fgear_manual_en.pdf

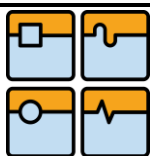
[16] Siemens AG [online]. © 1996–2012, [cit. 2012–04–16]. Dostupné z:

<http://www.siemens.com> .

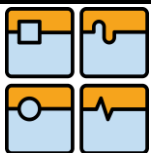
[17] Omron Corporation. *E3Z-G Datasheet* [online]. ©2011–03–18, [cit. 2012–04–16]. Dostupné z:

<http://downloads.industrial.omron.eu/IAB/Products/Sensing/Photoelectric%20Sensors/Special%20Models/E3Z-G/E320/E320-E1-1.pdf> .

[18] ČSN ISO 690. *Informace a dokumentace – Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. 40 s. Třídící znak 01 0197.

**Zoznam použitých symbolov**

Značka	Názov	Jednotka
b	Šírka pera	mm
D	Vnútorný priemer násypky	mm
d	Priemer výstupného hriadeľa prevodovky	mm
D_N	Najväčší priemer nábojnice	mm
f	Koeficient dynamického trenia medzi polyamidom a mosadzou	-
F	Sila pôsobiaca na bok drážky pre pero v náboji	N
F_G	Tiažová sila od nábojníc	N
F_n	Normálová sila na rotačnú dosku od nábojníc	N
F_t	Trečia sila na rotačnú dosku od nábojníc	N
g	Tiažové zrýchlenie	$m.s^{-2}$
H	Výška násypky	mm
h_d	Hĺbka drážky pre pero v náboji	mm
H_{min}	Minimálna výška násypky	mm
i_1	Prevodový pomer prevodovky	-
i_{10}	Prevodový pomer decimálnej prevodovky	-
i_c	Celkový prevodový pomer	-
l	Dĺžka pera	mm
L_N	Dĺžka nábojnice	mm
M	Točivý moment na výstupnom hriadeľi prevodovky	N.m
m_1	Hmotnosť prevodovky	kg
m_{10}	Hmotnosť decimálnej prevodovky	kg
m_{ax}	Axiálne zaťaženie výstupného hriadeľa prevodovky	kg
m_c	Hmotnosť nábojníc v násypke	g
m_{Dax}	Dovolené axiálne zaťaženie výstupného hriadeľa prevodovky	kg
m_{Drad}	Dovolené radiálne zaťaženie výstupného hriadeľa prevodovky	kg
M_{Ft}	Moment od trecej sily k ose rotácie	N.m
M_m	Točivý moment elektromotora	N.m
m_m	Hmotnosť motora	kg
m_N	Hmotnosť nábojnice	g
m_n	Hmotnosť náboja	kg
m_{rad}	Radiálne zaťaženie výstupného hriadeľa prevodovky	kg
m_{rd}	Hmotnosť rotačnej dosky	kg
n_m	Synchrónne otáčky elektromotora	min^{-1}
n_N	Počet nábojníc v násypke	ks
n_o	Počet záchytných otvorov v rotačnej doske	ks
n_{rd}	Požadované otáčky rotačnej dosky	min^{-1}
n_s	Počet zachytených súčiastok na 1 otáčku rotačnej dosky	ks
$n_{výstup1}$	Otáčky výstupného hriadeľa prevodovky	min^{-1}
$n_{výstup2}$	Otáčky výstupného hriadeľa prevodovky pri plnom zaťažení	min^{-1}
P	Výkon elektromotora	W



Značka	Názov	Jednotka
p	Tlak na bok drážky náboja	MPa
p_{dov}	Dovolený tlak na bok drážky náboja	MPa
P_{min}	Minimálny výkon elektromotora	W
Q	Materiálový tok	ks.hod ⁻¹
r	Poloha pôsobiska trecej sily	mm
S	Plocha boku drážky pre pero v náboji	mm ²
V_N	Objem materiálu nábojnice	mm ³
V_{tN}	Objem nábojnice bez otvoru	mm ³
V_{zo}	Objem zaťažujúceho obrazca	mm ³
α	Uhol natočenia násypky	°
η	Súčiniteľ pravdepodobnosti zachytenia súčiastky	-
ω	Uhlová rýchlosť rotačnej dosky	rad.min ⁻¹

Zoznam použitých skratiek

a pod. – a podobne

ČSN – Česká štátna norma

DIN – Deutsches Institut für Normung

DPH – Daň z pridanej hodnoty

El. – elektrický

EN – Európska norma

ISO – International Organization for Standardization

Kč – Koruna česká

ks – kusov

obr. – obrázok

PLC – Programmable logic controller

príp. – prípadne

resp. – respektíve

tab. – tabuľka

tzv. – takzvaný

vnút. – vnútorný

6hr. – šesťhran

Zoznam obrázkov

Obr. 1.1 Rozdelenie manipulačných zariadení [1]	17
Obr. 2.1 Rez nábojnicou .45 ACP a zaznačenie polohy ťažiska	20
Obr. 2.2 Schéma podávacieho zariadenia s násypkou a zásobníkom [2]	20
Obr. 2.3 Podávacie zariadenie s násypkou a zásobníkom Hornady Lock-N-Load Case Feeder [8].....	21
Obr. 2.4 Princíp orientácie nábojnice v násypke	21
Obr. 2.5 Typy rotačných dosiek pre rôzne druhy nábojníc pre zariadenie Dillon XL650 [9]..	22
Obr. 2.6 Miskový a lineárny vibračný zásobník od firmy Vondra a Vondra s.r.o. [10].....	22
Obr. 2.7 Tvary nádob miskových vibračných zásobníkov: vľavo valcový, vpravo kaskádový [11].....	23
Obr. 2.8 Profil dráhy miskového vibračného zásobníka [12]	23
Obr. 2.9 Orientácia nábojnice do trubkového zásobníka.....	23
Obr. 2.10 Rotačný záchytný mechanizmus [2]	24
Obr. 3.1 Grafické určenie uhlu natočenia násypky	26
Obr. 3.2 Maximálne naplnenie násypky	27
Obr. 3.3 Asynchronný motor DKM [13]	29
Obr. 3.4 Prevodovka DKM [13]	30
Obr. 3.5 Decimálna prevodovka DKM [13]	30
Obr. 3.6 Rotačná doska: vľavo pohľad zhora, vpravo pohľad zdola.....	31
Obr. 3.7 Náboj	31
Obr. 3.8 Zaťaženie výstupného hriadeľa prevodovky [15]	32
Obr. 3.9 Zostava.....	33
Obr. 3.10 Schéma riadenia.....	34
Obr. 3.11 Siemens LOGO! [16].....	34
Obr. 3.12 Snímače OMRON E3Z-G [17].....	35

Zoznam tabuliek

Tab. 2.1 Veľkosť kotúča s háčikmi [1]	25
Tab. 4.1 Výroba súčiastok	36
Tab. 4.2 Spojovací materiál	36
Tab. 4.3 Ostatné kupované diely.....	37

Zoznam príloh

1. Model zostavy
2. Výkres zostavy 1-BP/Z
3. Zoznam položiek 4-BP/Z-ZP
4. Výkres nábojnice 4-BP/N
5. CD s elektronickou verziou bakalárskej práce, modelom zostavy a výrobnými výkresmi

Príloha č.1



