

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Stavba výrobních strojů a zařízení

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Orientace drobných dílů v automatizované výrobě při obrábění

Autor: **Jan Flíček**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Jiří ČESÁNEK, Ph.D.**

Akademický rok 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan FLÍČEK**
Osobní číslo: **S13B0018P**
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Strojírenská technologie-technologie obrábění**
Název tématu: **Orientace drobných dílů v automatizované výrobě při obrábění**
Zadávací katedra: **Katedra technologie obrábění**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Úvod
2. Analýza současného stavu řešené problematiky
3. Praktické řešení orientace u vybraných dílů
4. Technické zhodnocení navržených variant
5. Závěr

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná
Seznam odborné literatury:

CHVÁLA, B. , NEDBAL, J. , DUNAY, G. Automatizace. Praha : SNTL-ALFA, 1987

VASILKO, K. , BOKUČAVA, G. Technológia automatizovanej strojárskej výroby. Bratislava:ALFA, 1991

TALÁCKO, J. Automatizace výrobních zařízení. Praha: skripta ČVUT, 1993


STANĚK, J., NĚMEJC, J.: Metodika zpracování a úprava diplomových prací. Plzeň : ZČU,2005.

Vedoucí bakalářské práce: Doc. Ing. Jiří Česánek, Ph.D.
Katedra technologie obrábění
Konzultant bakalářské práce: Doc. Ing. Jiří Česánek, Ph.D.
Katedra technologie obrábění

Datum zadání bakalářské práce: 7. října 2013
Termín odevzdání bakalářské práce: 27. června 2014


Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
děkan




Doc. Ing. Jan Řehoř, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 7. listopadu 2013

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou/diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou/diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské/diplomové práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu své bakalářské práce, Doc. Ing. Jiřímu Česánkovi Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce. Mé poděkování též patří panu Ing. Janu Lojíkovi z firmy ROX s.r.o., za poskytnutí součástí pro praktické řešení orientace. Dále bych chtěl poděkovat panu Tomáši Citerbartovi z firmy Tomáš Citerbart - Deskové a vibrační dopravníky za poskytnutí 3D modelů vibračních pohonů a konzultaci jejich výběru vzhledem k zadaným dílům.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

AUTOR	Příjmení Flíček	Jméno Jan		
STUDIJNÍ OBOR	B2301 „Technologie obrábění“			
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Česánek Ph.D.	Jméno Jiří		
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KTO			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Orientace drobných dílů v automatizované výrobě při obrábění			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2014
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	64	TEXTOVÁ ČÁST	47	GRAFICKÁ ČÁST	17
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Bakalářská práce se zabývá zhodnocením současného řešení orientace dílů v automatizované výrobě, návrhem řešení orientace u dvou zadaných součástí. Součástí práce je konstrukce nádoby kruhového vibračního zásobníku. Závěrečná část práce obsahuje technické zhodnocení navržených řešení.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p style="text-align: center;">Orientování, automatizace, zásobník, vibrační zásobník, podavač</p>

SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

AUTHOR	Surname Flíček	Name Jan	
FIELD OF STUDY	B2301 “Machining technologies“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Česánek Ph.D.	Name Jiří	
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Orientation of small part in automation machining		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machining technologies	SUBMITTED IN	2014
----------------	------------------------	-------------------	------------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	64	TEXT PART	47	GRAPHICAL PART	17
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	Bachelor thesis evaluates the current solution orientation of small parts in automated production, solution designing orientation of the two specified components. The work contains construction of the bowl circular vibratory feeder. The final part contains the technical evaluation of the proposed solutions.
KEY WORDS	Orientation, automation, magazine, vibratory feeder, feeder

Obsah

Prohlášení o autorství.....	4
ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE.....	6
SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET	7
Přehled použitých zkratk, symbolů a veličin.....	10
Seznam obrázků	10
Seznam tabulek	12
Seznam výkresové dokumentace	12
Seznam příloh.....	12
1. ÚVOD	13
2. HISTORIE MECHANIZAČNÍ TECHNIKY	14
3. SOUČASNÉ ZPŮSOBY ORIENTOVÁNÍ A MANIPULACE S DROBNÝMI DÍLY .	15
3.1 Konstrukce součástí s ohledem na jejich automatizovanou manipulaci.....	15
3.1.1 Zvýraznění symetrie součásti	16
3.1.2 Zvýraznění nesymetrie součásti	16
3.1.3 Zabránění vzájemného zachycení dílů	16
3.1.4 Zajištění spolehlivého pohybu součásti.....	16
3.2 Rozdělení manipulovaných součástí	17
3.2.1 Rotační součásti.....	17
3.2.2 Nerotační součásti	18
3.3 Rozdělení podávacích zařízení	19
3.4 Zařízení se zásobníkem a násypkou	20
3.4.1 Násypka.....	20
3.4.2 Zařízení pro nabírání a orientaci dílů	21
3.4.3 Zásobník orientovaných dílů.....	25
4. PRAKTICKÉ ŘEŠENÍ ORIENTACE U VYBRANÝCH DÍLŮ	32
4.1 Nerotační díl – vačka	32
4.1.1 Vibrační kruhový zásobník	33
4.1.2 Gravitační skluz.....	35
4.1.3 Doplnovací žlab.....	36
4.1.4 Řízení chodu stanice.....	36
4.2 Rotační díl – pístek	38

4.2.1	Vibrační kruhový zásobník	40
4.2.3	Doplňovací žlab.....	42
4.2.4	Řízení chodu stanice.....	43
5.	Technické zhodnocení navržených variant	45
6.	Závěr.....	45
	Seznam použité literatury	46
	Internetové zdroje.....	46

Přehled použitých zkratk, symbolů a veličin

Seznam obrázků

Obr. 2-1 - Zařízení pro regulaci přísunu zrna [4]	14
Obr. 2-3 - Leonardův mechanický rytíř	14
Obr. 2-2 - Mechanický rytíř [4].....	14
Obr. 2-4 - Leonardův kulomet [4].....	14
Obr. 2-5 - Příklad NC soustruhu - Masturn 550 CNC od f. KOVOSVIT MAS [4]	15
Obr. 3-1 – Zvýraznění symetrie dílu [1]	16
Obr. 3-2 – Zvýraznění nesymetrie dílu [1].....	16
Obr. 3-3 – Vyloučení vzájemného zachycení dílů [1]	16
Obr. 3-4 – Zajištění spolehlivého pohybu součásti [1]	17
Obr. 3-5 - Příklad uspořádanosti dílů [1]	20
Obr. 3-6 – Sestava zařízení pro orientaci dílů [2]	20
Obr. 3-9 - Lineární vibrační zásobník firmy Vondra a Vondra [18].....	21
Obr. 3-7 - Jednoduchá nerezová násypka s PU nástřikem	21
Obr. 3-8 - Příklady tvarů násypek [1]	21
Obr. 3-10 - Vibrační kruhový zásobník [3].....	22
Obr. 3-11 - Tvary nádob vibračních zásobníků [16].....	22
Obr. 3-12 - Závity dopravní dráhy kruhových vibračních zásobníků [3]	23
Obr. 3-13 - Prvky orientace [3]	23
Obr. 3-14 - Rotační kruhový zásobník [17]	24
Obr. 3-15 - Násypný zásobník s otočným talířem [3].....	24
Obr. 3-16 - Násypný zásobník s rotačním mechanismem pro zachycení za vnitřní povrch [2]	25
Obr. 3-17 - Násypný zásobník s přímočarým mechanismem pro zachycení za vnitřní povrch [2]	25
Obr. 3-19 – Gravitační skluz se změnou druhu pohybu [3].....	26
Obr. 3-18 – Profily spádových dopravníků[1]	26
Obr. 3-20 – Válečkový spádový dopravník [1].....	27
Obr. 3-21 – Třecí pohon zásobníku [1].....	27
Obr. 3-22 – Zásobník s předepnutou pružinou [1].....	28

Obr. 3-23 – Zásobník s pneumatickým pohonem [1].....	28
Obr. 3-24 - Zásobník s dopravním pásem [1]	29
Obr. 3-25 - Lineární vibrační zásobník [12]	30
Obr. 3-27 - Nevývažkový vibrační motor [11]	30
Obr. 3-26 - Vibrační dopravník s klikovým pohonem [3]	30
Obr. 3-28 - Použití dvou proti sobě jdoucích motorů	31
Obr. 3-29 - Elektromagnetický vibrační pohon	31
Obr. 4-1 - Výkovek vačky.....	32
Obr. 4-2 - Rozměrový náčrt vačky.....	32
Obr. 4-3 - Stanice pro orientaci vaček.....	33
Obr. 4-4 - Nabírací závity s překlopením dílu do pláště	34
Obr. 4-5 - Vyhazovač	34
Obr. 4-6 - Výstupní žlábek.....	35
Obr. 4-7 - Půdorysný pohled na nádobu kruhového zásobníku	35
Obr. 4-8 - Gravitační skluz s držákem	36
Obr. 4-9 - Doplnňovací žlab.....	36
Obr. 4-10 - Regulátor DIGR-1202/E [15].....	37
Obr. 4-11 - Ultrazvukový snímač UC4- 13341 [14]	37
Obr. 4-12 – Indukční snímač IM05-1B5NOVT0S [14].....	38
Obr. 4-14 - Polotovar pístku.....	39
Obr. 4-15 - Směr pohybu dílů	39
Obr. 4-16 - Podávací stanice - Pístek	39
Obr. 4-13 - Rozměrový náčrt pístku.....	39
Obr. 4-17 – Nabírací závit.....	40
Obr. 4-18 - Kontrolní zařízení.....	40
Obr. 4-19 - Výstupní žlábek	41
Obr. 4-20 – Půdorysný pohled na nádobu kruhového zásobníku	41
Obr. 4-21 - Profil lišty lineárního dopravníku.....	42
Obr. 4-22 - Profilová lišta lineárního vibračního zásobníku.....	42
Obr. 4-23 - Regulátor MCP12 [13]	43
Obr. 4-24 - Ultrazvukový snímač UC4- 13341 [14]	44
Obr. 4-25 – Vidlicový optický snímač WFM 50-60P311 [14]	44

Seznam tabulek

Tabulka 1a – Rozdělení rotačních součástí [2].....	17
Tabulka 2b – Rozdělení rotačních součástí [2].....	18
Tabulka 2a – Rozdělení nerotačních součástí [2].....	18
Tabulka 2b – Rozdělení nerotačních součástí [2].....	19

Seznam výkresové dokumentace

13-BP-01-000-DOPRAVA VAČEK

13-BP-01-050-VKZ400 VAČKA

13-BP-01-100-NÁDOBA VKZ400

13-BP-01-220-SKLUZ SVAŘENEC

13-BP-02-000-DOPLŇOVÁNÍ

13-BP-02-100-ŽLAB SVAŘENEC

13-BP-03-000-DOPRAVA PÍSTKŮ

13-BP-03-050-VKZ300 PÍSTEK

13-BP-03-100-NÁDOBA VKZ300

13-BP-03-116-KALIBR

13-BP-03-150-VÝSTUP SVAŘENEC

13-BP-04-100-LIŠTA SESTAVA

13-BP-04-150-LIŠTA SVAŘENEC

Seznam příloh

Příloha 1 – Izometrický pohled na stanici pro dopravu vaček 1

Příloha 2 – Izometrický pohled na stanici pro dopravu vaček 2

Příloha 3 – Izometrický pohled na stanici pro dopravu pístků 1

Příloha 4 – Izometrický pohled na stanici pro dopravu pístků 2

1. ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou orientace drobných dílů, dopravy a manipulace s nimi během mechanizovaného či automatizovaného procesu obrábění. Automatizovaným procesem rozumíme takový proces, při kterém je řídicí systém schopen operativně, inteligentně rozhodovat o provedení úkonu či operace, na základě řídicího programu vloženého člověkem do stroje při jeho konstrukci. Řídicí program je tak schopen sám provádět výpočty pro optimalizaci procesu, při změnách vstupních podmínek. Mechanizace je naopak pouze nahrazení opakované a namáhavé lidské práce prací strojovou. Řídicím prvkem je tedy stále člověk, který pomocí ovládacích prvků zadává povely ke konání práce stroje.

Díky rostoucímu tlaku na vysokou produktivitu výroby, ale při zachování vysoké kvality a snižování výrobních nákladů se v celém světě zvyšuje využití automatizovaných výrobních zařízení, pracovišť. Díky automatizaci dochází ke změnám struktury výroby, výrobní technologie a procesy se neustále vyvíjejí kupředu, zdokonalují. V současné době převládá velká snaha stále více procesů, operací, úkonů automatizovat. Toto platí převážně u opakujících se činností, či při provádění sobě podobných úkonů. Z důvodů celkového zvýšení produktivity se dnes automatizují nejen samostatná pracoviště, ale výrobní celky, skladováním materiálu počínaje, přes automatický výdej, dělení a dopravu materiálu, obrobení a povrchové zpracování dílů, montáž dílů do technologických celků až po kontrolu, balení a expedici.

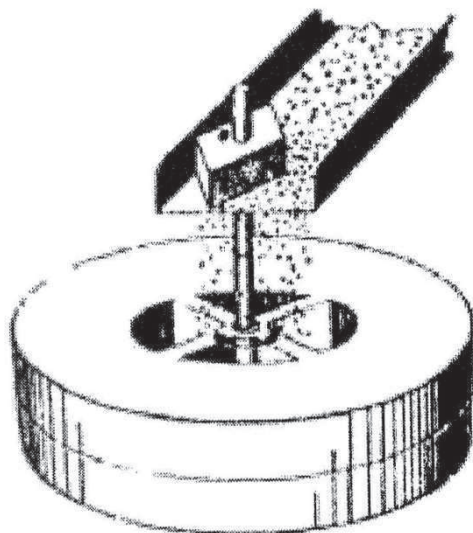
Automatizace našla použití zejména v oblastech průmyslu, kde člověk nestačil svou rychlostí, přesností či spolehlivostí. Také odpadá nudná monotónní práce, od jednoduchých po složitější úkony, která vedla ke zvyšování chybovosti výroby, nebo pokud je práce pro člověka nebezpečná. Práce s radioaktivními, zdraví škodlivými látkami a chemikáliemi tak pro člověka odpadá a ten se poté dostává pouze k hotovému, zabalenému, relativně bezpečnému materiálu.

Kvůli své vysoké pořizovací ceně bylo dříve potřeba pečlivě zvážit stupeň použití automatizace ve výrobě, vzhledem ke změně účinnosti a ekonomickému výnosu při jejím využití. Proto za průkopníka automatizované výroby můžeme považovat zejména automobilový průmysl, který je i dnes hlavním tahounem ve vývoji těchto technologií. V dnešní době je řada prvků, používaných při automatizaci, vyráběna sériově a jednotlivé firmy tak tyto prvky implementují do svých zařízení.

Dalším důvodem pro zavedení automatizační techniky ve výrobních podnicích může být chápána i snaha o zvýšení prestiže, ukázka technické a technologické vyspělosti, konkurenceschopnosti a určité kvality a dobrého ekonomického řízení podniku.

2. HISTORIE MECHANIZAČNÍ TECHNIKY

Snaha o nahrazení lidské manuální i duševní práce byla již od starodávna. Jako příkladem nám může posloužit jednoduché zařízení používané mlynáři ve vodních i větrných mlýnech. Toto zařízení sloužilo k regulaci přísunu zrní mezi mlýnské kameny v závislosti na rychlosti jejich otáčení, tzv. Samotřas (Obr. 2-1)



Obr. 2-1 - Zařízení pro regulaci přísunu zrna [4]

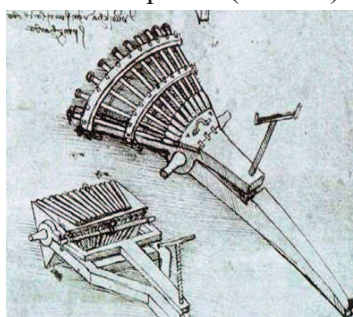
K mlýnským kamenům se přidala jednoduchá osa a na konci vačka. Tento mechanismus svým otáčením třásl se žlabem a díky mírnému sklonu žlabu docházelo k posouvání zrna. Toto zařízení by se dalo chápat jako předchůdce dnešních vibračních žlabových dopravníků, ikdyž smysl vibrace k vybuzení pohybu zde by rozdílný.

Ve 14. století byly zkonstruovány první zvukové hrací nástroje, ovládané pomocí otáčejících se válců na povrchu opatřených ostny, poháněno ručně klikou, nebo pomocí naakumulované energie v pružině. Tím byla realizována myšlenka samočinného řízení pomocí po sobě jdoucích instrukcí.

Na přelomu středověku a novověku byl hlavním a nejznámějším průkopníkem v konstrukci mechanických a samočinně se pohybujících strojích vynálezce a konstruktér Leonardo da Vinci. Svými revolučními nápady a konstrukčními řešeními předběhl svou dobu o několik století. Jednou z jeho konstrukcí byl např. mechanický rytíř (Obr. 2-2) z roku 1495. Způsob fungování byl vysvětlen studií Marka Rosheima až v roce 1996. Dalším z jeho vynálezů byl zmechanizovaný kulomet sestávající se z několika pušek (Obr. 2-4)



Obr. 2-3 - Mechanický rytíř [4]



Obr. 2-4 - Leonardův kulomet [4]

V 19. století pak byla jako nositel informace na mechanizovaných strojích použita papírová či plechová děrovaná karta a k vybuzení pohybu se začal používat stlačený vzduch. Děrné štítky se dnes již téměř nepoužívají, ale energie stlačeného vzduchu je dosud nepřekonaná a rozvody stlačeného vzduchu jsou ve většině výrobních podniků. To z důvodu jeho nevyčerpatelného množství, téměř nulového ekologického rizika, jednoduchosti zařízení a dalších výhod.

Pro století dvacáté byly typické vačkové, narážkové či kopírovací automaty. Tyto ale postupně ustoupily, díky vývoji elektronických zařízení a počítačů, počítačově řízeným, takzvaným NC strojům.



Obr. 2-5 - Příklad NC soustruhu - Masturn 550 CNC od f. KOVOSVIT MAS [4]

Díky moderním technologiím je dnes možné vytvořit kompletně automatický výrobní systém, ve kterém člověk vykonává pouze funkci kontrolní, příp. seřizovací. K tomuto je ale třeba, abychom dokázali u jakéhokoliv dílu zajistit relativně přesnou polohu a orientaci směru.

3. SOUČASNÉ ZPŮSOBY ORIENTOVÁNÍ A MANIPULACE S DROBNÝMI DÍLY

Při konstruování automatizovaného obráběcího zařízení bývá závažným úkolem vyřešení problému spojeným s podáváním vstupní suroviny, polotovarů pro obrábění. Problémy jsou způsobovány rozmanitostí tvarů a velikostí polotovarů, jejich výrobními odchylkami. Mnohdy je právě rozsah dovolených odchylek hlavním důvodem, proč u na první pohled snadno orientovatelných součástí jsme nuceni použít dražší a složitější konstrukční řešení či kompletně jinou technologii.

3.1 Konstrukce součástí s ohledem na jejich automatizovanou manipulaci

Pro umožnění způsobu využití plně automatizovaného výrobního centra je třeba si uvědomit, že již konstruktér může svým konstrukčním řešením součásti velice ovlivnit budoucí způsob orientace dílů. Při návrhu součástí je tedy třeba brát ohled na způsob budoucího orientování a tvary a vlastnosti dílů tomu přizpůsobit, pokud je to konstrukčně možné. Například využití tvarové symetrie, či naopak zvýraznění nesymetrie, nastavení výrobních toleran-

cí, může výrazně ovlivnit výkon a spolehlivost orientačních zařízení. Jako příklad uvedu několik rozdílů v řešení konstrukce součásti.

3.1.1 Zvýraznění symetrie součásti

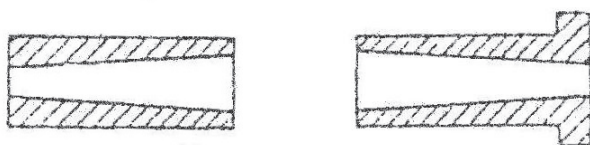
Na obrázku (Obr. 3-1) je patrný rozdíl v konstrukčním řešení. Vlevo je čep, u kterého je předpokládáno zajištění pomocí závlačky. Orientování těchto děr do správné polohy by bylo technicky náročné, proto je vhodnější řešení zajištění polohy pomocí pojistných kroužků (na obrázku vpravo). Drážky jsou po celém obvodu, tudíž není důležité natočení součásti.



Obr. 3-1 – Zvýraznění symetrie dílu [1]

3.1.2 Zvýraznění nesymetrie součásti

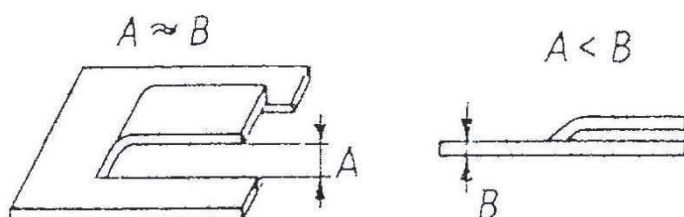
Na obrázku (Obr. 3-2) vlevo je součást s vnitřním kuželovým otvorem. Přidáním osazení (na obrázku vpravo) se docílí tvarové dispozice pro jednoznačné orientování dílu.



Obr. 3-2 – Zvýraznění nesymetrie dílu [1]

3.1.3 Zabránění vzájemného zachycení dílů

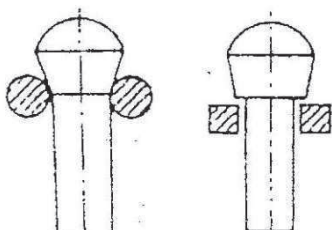
Z obrázku (Obr. 3-3) je patrná možnost vklínění dílů do mezery se šířkou A , která je rovna tloušťce plechu, ze kterého je součást vyrobena. Lze tomu zabránit zvolením šířky A , která bude menší než tloušťka plechu B (na obrázku vpravo)



Obr. 3-3 – Vyloučení vzájemného zachycení dílů [1]

3.1.4 Zajištění spolehlivého pohybu součásti

Z obrázku (Obr. 3-4) je patrné, že při konstrukčním řešení (na obrázku vlevo) může dojít k sevření součásti mezi vodícími prvky a tím k zastavení pohybu. Navržením osazení (na obrázku vpravo) lze dosáhnout spolehlivého pohybu součásti, nemůže dojít k sevření.



Obr. 3-4 – Zajištění spolehlivého pohybu součástí [1]

3.2 Rozdělení manipulovaných součástí

Orientované díly můžeme podle jejich charakteru rozdělit několika způsoby, např. rotační a nerotační, podle zvláštností na jejich povrchu. Příklady jsou uvedeny v následujících tabulkách.

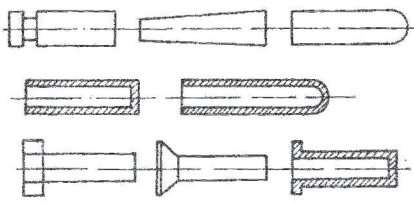
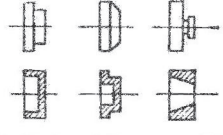
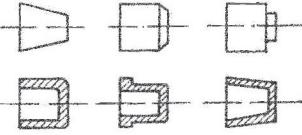
3.2.1 Rotační součásti

Rotační součásti dále rozdělujeme podle typu souměrnosti. Příklady jsou uvedeny v následující tabulce

Tabulka 3a – Rozdělení rotačních součástí [2]

Skupina	Poměr charakteristických rozměrů	Název	Příklady součástí
I Dvě osy otáčení jsou osami symetrie	—	—	
II Jedna osa a jedna rovina souměrnosti	$\frac{l}{d} \gg 1$	hřídele pouzdra	
	$\frac{l}{d} \leq 1$	kotouče kroužky	
	$\frac{l}{d} \approx 1$	válečky duté válečky	

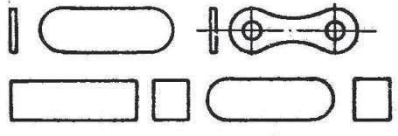
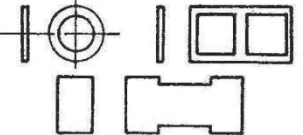
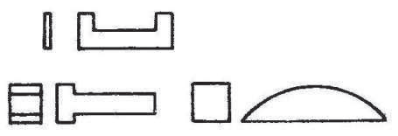
Tabulka 1b - Rozdělení součástí [2]

III Jedna osa souvěrnosti	$\frac{l}{d} \gg 1$	hřídele pouzdra svorníky	
	$\frac{l}{d} \ll 1$	kotouče kroužky	
	$\frac{l}{d} \approx 1$	válečky kryty	

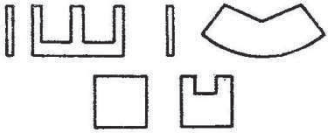
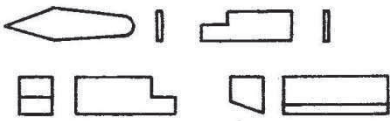
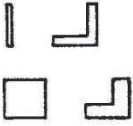
3.2.2 Nerotační součásti

Nerotační součásti dále rozdělujeme dle typu souvěrnosti. Příklady jsou uvedeny v následující tabulce

Tabulka 4a - Rozdělení nerotačních součástí [2]

Skupina	Poměr charakt. rozměrů	Název	Příklady součástí
Tři roviny souvěrnosti	$\frac{l}{b} \gg 1$	desky hranoly	
	$\frac{l}{b} \approx 1$	desky hranoly	
	$\frac{l}{b} \gg 1$	desky hranoly	

Tabulka 2b - Rozdělení nerotačních součástí [2]

Dvě roviny soulměrnosti	$\frac{l}{b} \approx 1$	desky hranoly	
	$\frac{l}{b} \gg 1$	desky hranoly	
Jedna rovina soulměrnosti	$\frac{l}{b} \approx 1$	desky hranoly	

Toto je základní rozdělení typů součástí, které se v praxi vyskytují nejčastěji. Existují samozřejmě i součástky, které nesplňují žádnou z těchto podmínek a je pro ně třeba nalézt správné konstrukční řešení.

3.3 Rozdělení podávacích zařízení

Podávací zařízení se dle dosaženého stupně automatizace dělí na čtyři skupiny:

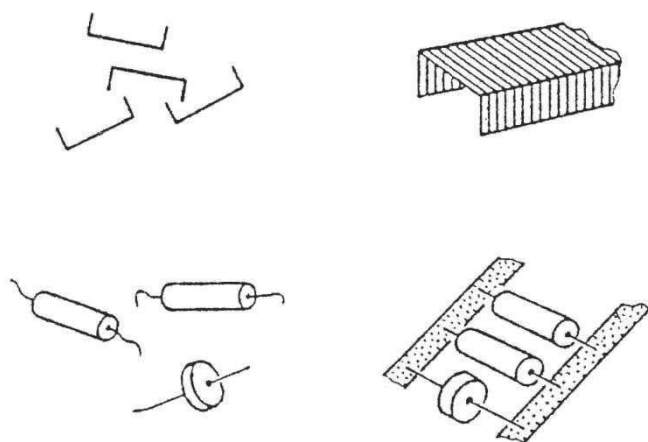
- jednoduchá podávací zařízení
- zvedací a podávací zařízení
- podávací zařízení se zásobníkem
- podávací zařízení s násypkou

Jednoduchá podávací zařízení se používají např. při řezání tyčového materiálu na pilách nebo soustruzích. Zvedací a podávací zařízení slouží ke zdvihání polotovarů do pracovního prostoru stroje.

Podávací zařízení se zásobníkem slouží k podávání dílů předem zorientovaných. Používá se zejména v případech, kdy je tvar součásti nemožné, nebo velice složité orientovat mechanicky pomocí stroje. Zakládání kusů do zásobníku se provádí zpravidla ručně.

Podávací zařízení s násypkou je již plně automatizovaný proces. Díly jsou v násypce volně nasypány, jejich poloha je určena stykem povrchů. K jejich usměrnění dochází v usměrňovacích zařízeních, které zaručí jejich přemístění do definované polohy. Správně orientované součásti jsou poté dopravovány do zásobníku.

Na obrázku (Obr. 3-5) je uveden příklad uspořádanosti dílů - vlevo neuspořádané kusy, vpravo díly srovnané v zásobníku

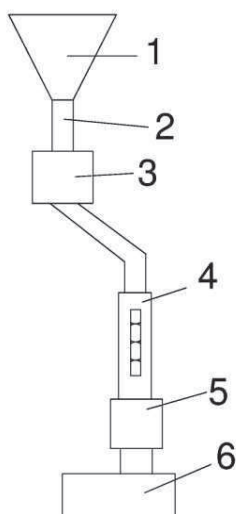


Obr. 3-5 - Příklad uspořádanosti dílů [1]

3.4 Zařízení se zásobníkem a násypkou

Podávací zařízení se sestává z těchto hlavních částí:

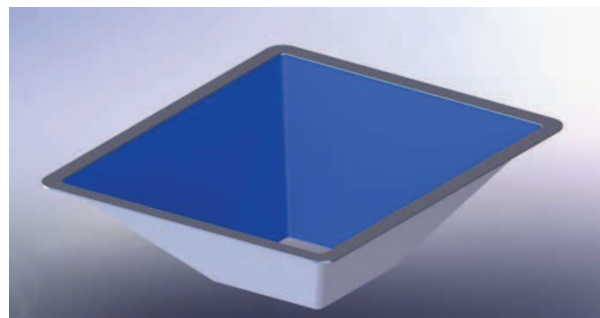
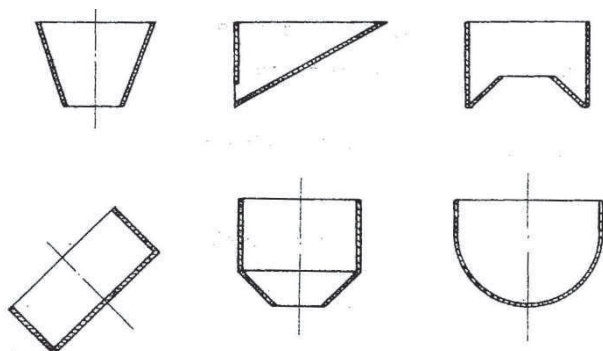
- Kde:
- 1- Násypka
 - 2- Zařízení pro nabírání dílů z násypky
 - 3- Zařízení pro orientaci dílů
 - 4- Zásobník uspořádaných dílů
 - 5- Dávkovací zařízení
 - 6- Manipulátor, podavač



Obr. 3-6 – Sestava zařízení pro orientaci dílů [2]

3.4.1 Násypka

Násypka je zařízení, ve kterém jsou, obsluhou nebo plnicím zařízením, nasypány součásti v libovolné poloze. Násypky jsou konstruovány s ohledem na snadné nasypání a na bezproblémový pohyb součástí směrem ven z násypky do navazujícího zařízení. Nejpoužívanější tvary násypky jsou kuželové, jehlanové. Vzhledem k poměru velikosti násypky a tloušťky stěny jsou násypky nejčastěji vyráběny z plechu svařováním, výjimečně mohou být odlity. Materiál násypky se volí podle typu součástí, plánované povrchové úpravy, otěruvzdorných a tlumících vlastností, chemické odolnosti. Může jí být obyčejná konstrukční ocel, nerezová ocel, různé typy plastů apod.



Obr. 3-8 - Příklady tvarů násypky [1]

Obr. 3-7 - Jednoduchá nerezová násypka s PU nástřikem

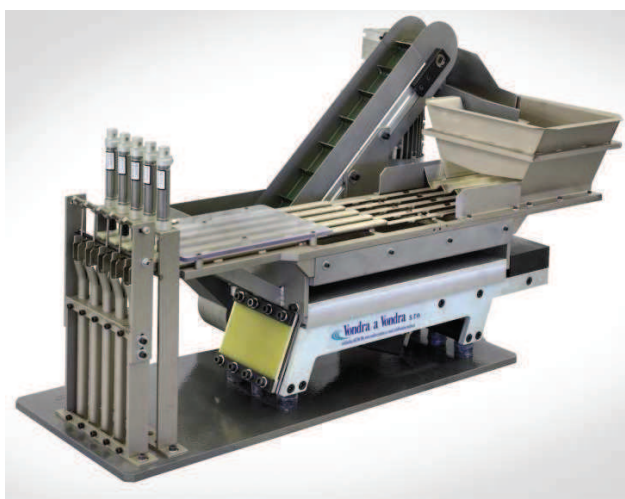
V některých aplikacích mohou být násypky vybaveny přídavným příložným vibrátorem, zamezí se tím tak zaklínění dílů v násypce a tvorbě klenbového efektu.

Díly jsou s násypky vyjímány různými způsoby. Způsob vyjímání vnějšími prostředky využívá mechanické nebo fyzikální možnosti. Jedná se o mechanické zachycení, magnetické zachycení či podtlakové zachycení. Těmito způsoby se přesouvají díly v neuspořádaném shluku z násypky na zařízení k orientaci. Případně spolu s kamerovým systémem manipulátor přímo objekty zorientuje.

3.4.2 Zařízení pro nabírání a orientaci dílů

Lineární vibrační zásobníky

Lineární vibrační zásobníky využívají princip vyvození lineární vibrace pomocí elektromagnetu. Z násypky, nebo podávacího žlabu, jsou díly dávkovány na dráhu lineárního dopravníku, kde dojde k zachycení v drážkách dopravníku. Díly, které se nezachytí, spadnou do sběrné nádoby a jsou dopravníkem vráceny do násypky. Zachycené díly jsou dopraveny do odběrné pozice.

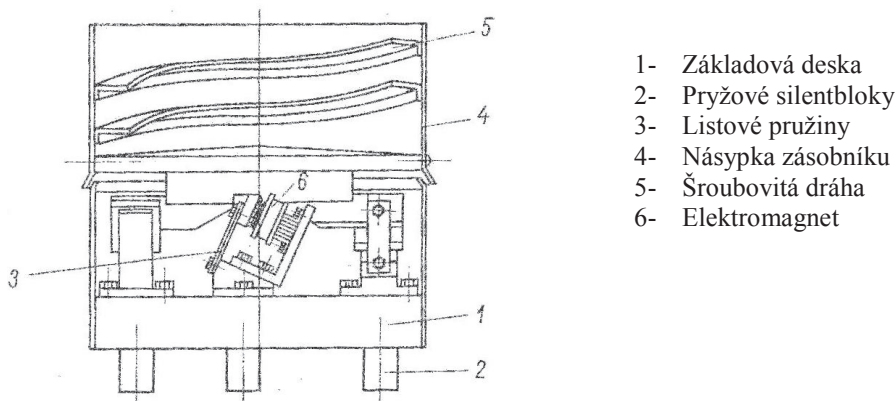
Obr. 3-9 - Lineární vibrační zásobník firmy Vondra a Vondra¹ [18]

¹ Více informací o firmě na <http://www.vondra-vondra.cz>

Tvary drážek jsou uzpůsobeny tvaru dopravovaných dílů.

Kruhové vibrační zásobníky

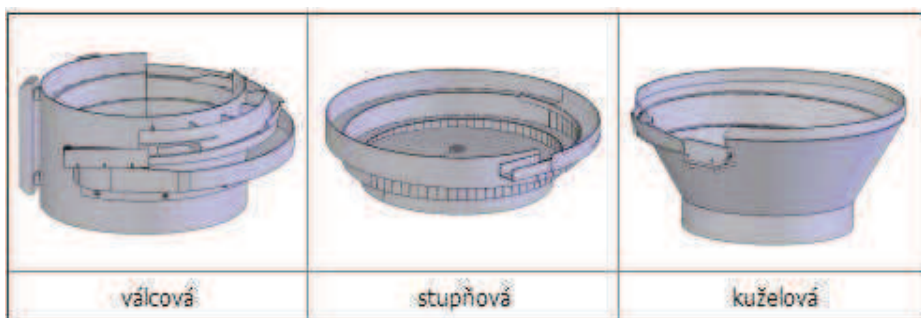
Kruhové vibrační zásobníky využívají k vyvození pohybu součástí kruhový směr kmitání. Jak je vidět z Obr. 3-10, skládají se z několika hlavních částí.



- 1- Základová deska
- 2- Pryžové silentbloky
- 3- Listové pružiny
- 4- Násypka zásobníku
- 5- Šroubovitá dráha
- 6- Elektromagnet

Obr. 3-10 - Vibrační kruhový zásobník [3]

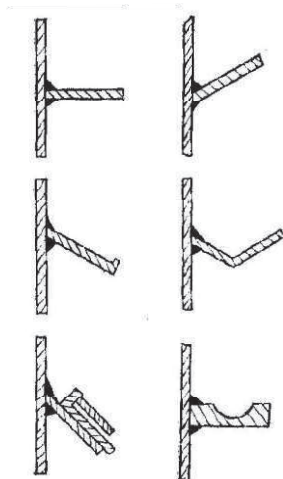
Základová deska musí být nejhmotnější částí zásobníku, aby byl zachován správný přenos vibrace. Snahou je to, aby základová deska s cívkou elektromagnetu zůstala v relativním klidu vůči okolí a k pohybu tak docházelo pouze horní pohyblivou částí. Základová deska je uložena na pružných tlumících elementech. Mohou jimi být ocelové vinuté pružiny, pryžové silentbloky. K základové desce jsou pod daným úhlem připevněny listové pružiny. Listové pružiny zabezpečují správný směr kmitání, udržují výšku zásobníku a po uvolnění elektromagnetu vrací násypku zásobníku do výchozí polohy. Jsou jedinou spojovací částí mezi horní a spodní částí zásobníku. Další součástí, která je připevněna k základové desce je elektromagnet. Elektromagnet pracuje díky střídavému proudu tak, že dochází k opakovanému přitahování a uvolňování kotvy, která je připojena k horní části zásobníku. Při běžné frekvenci 50Hz je tak přitahování kotvy provedeno 50krát za sekundu. Pozice magnetu a kotvy může být různá, na Obr. 3-10 jsou skloněny pod stejným úhlem, jako listové pružiny. Kotva je připevněna k horní, pohyblivé desce pohonu. Na horní desce je potom připevněna samotná nádoba vibračního zásobníku. Nádoba vibračního zásobníku může mít několik tvarů, velikostí a může být vyrobena několika způsoby. Nejvhodnější se určí podle charakteru součásti a jeho požadované orientace.



Obr. 3-11 - Tvary nádob vibračních zásobníků [16]

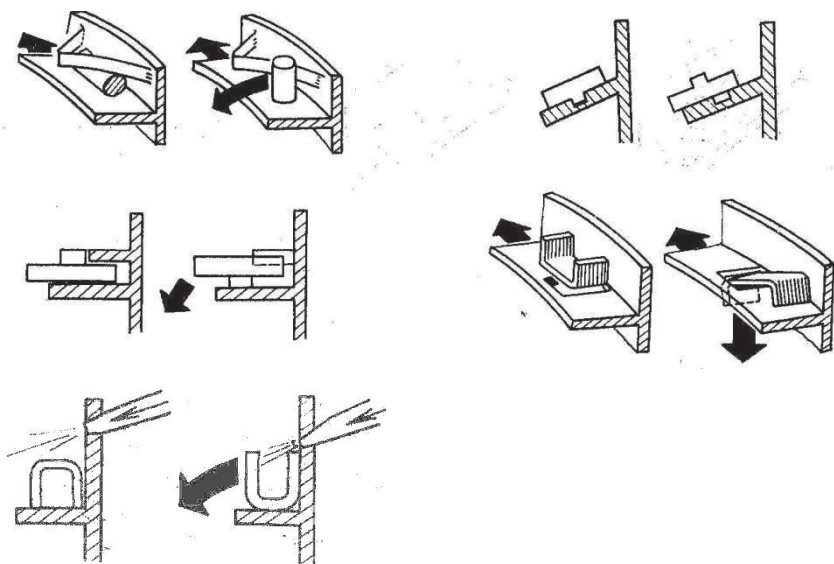
Nádoby kruhových vibračních zásobníků se vyrábí jako svařence z plechu, či odlitky z plastu, duralu či jiných lehkých kovů. Šroubovitá drážka se pak do odlitého polotovaru nádoby vytvoří obráběním, např. na víceosém obráběcím centru.

Tvar dopravních šroubovitých závitů (Obr. 3-12) je uzpůsoben charakteru dopravovaných dílů.



Obr. 3-12 - Závity dopravní dráhy kruhových vibračních zásobníků [3]

Způsob orientování dílu v zásobníku je řešen použitím pasivních členů (Obr. 3-13)- různých zarážek, vyhazovačů, záchytů, na kterých jsou nevhodně orientované díly odstraněny z dráhy, nebo aktivně využitím tvarových vlastností součásti, např. otočení usměrněným proudem stlačeného vzduchu, různé kolíčky atd.



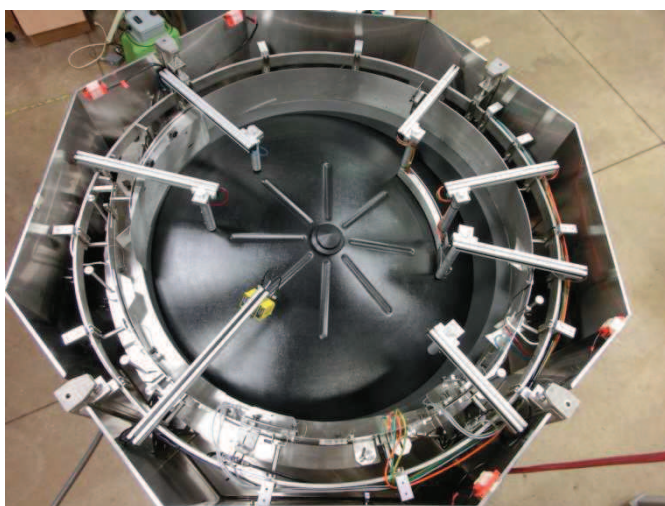
Obr. 3-13 - Prvky orientace [3]

Vibrační kruhové zásobníky slouží k orientování všech možných druhů a tvarů dílů, lze je použít jak v hutním průmyslu na odlitky, výkovky, tak ve farmacii na sterilní součástky.

Kruhové rotační zásobníky

Kruhové rotační zásobníky jsou vnějšími tvary podobné vibračním kruhovým zásobníkům, využívají však k vyvození pohybu součástí pohyblivé, rotační dno nádoby zásobníku,

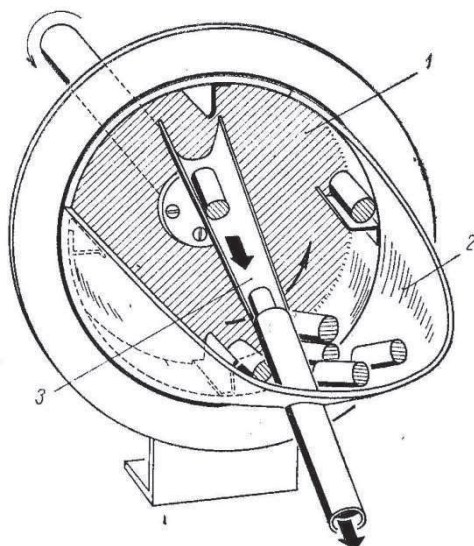
kteří je navíc skloněno pod úhlem. Díky působení odstředivé síly jsou tak díly unášeny směrem ke stěně, kde je vytvořen výstup pro díly, které se nacházely ve správné orientaci. Díly, které neprojdou výstupem, jsou za ním určitým způsobem rozhozeny, např. pomocí usměrněného proudu stlačeného vzduchu. Dojde znovu k jejich pohybu směrem ke stěně nádoby, ovšem nyní se změněnou orientací a je větší pravděpodobnost jejich zachycení výstupním žlábkem. V něm jsou pak proudem stlačeného vzduchu hnány směrem k výstupu ze zásobníku.



Obr. 3-14 - Rotační kruhový zásobník [17]

Násypné zásobníky

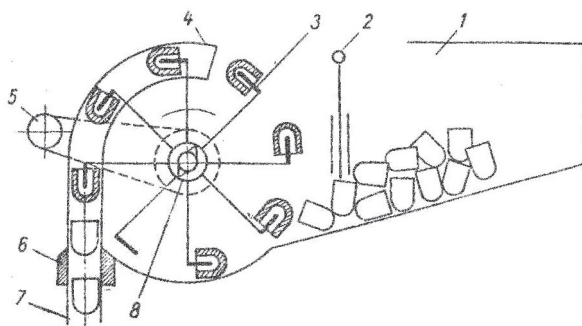
V násypných zásobnících jsou díly nasypány v neuspořádaném stavu. K jejich orientaci dochází pomocí záchytných členů, které se pohybují ve shluku dílů. Pomocí těchto záchytných členů dojde k zachycení dílu a jeho dopravě do dráhy pro správně orientované kusy.



- 1- Lopatkové kolo
- 2- Záchytná nálevka
- 3- Skluz

Obr. 3-15 - Násypný zásobník s otočným talířem [3]

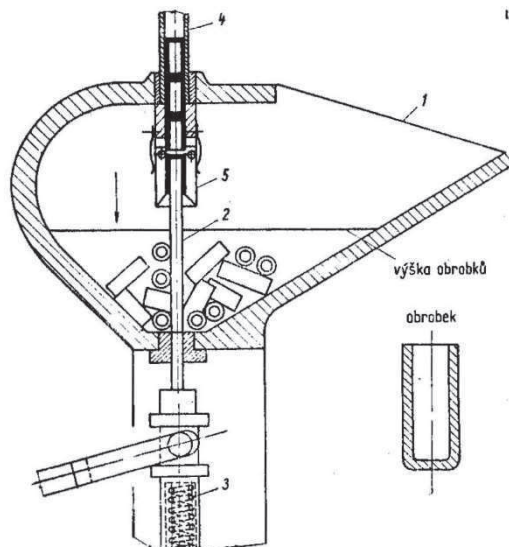
Příkladem je násypný zásobník s otočným talířem (Obr. 3-15). Při otáčení talíře dochází k nabírání dílů na lopatky, na kterých se díly otočí do jednotné polohy. Správně natočené díly jsou potom dopraveny až nad drážku skluzu, do které spadnou a sklouznou k dalšímu stanovišti. Rozměry otočného talíře musí být zvoleny tak, aby nemohlo dojít ke vzpříčení dílů a tím zastavení pohybu.



- 1- Násypka
- 2- Clona
- 3- Záchytný kříž
- 4- Vodící dráha
- 5- Pohon
- 6- Přejechod z bubnu do zásobníku
- 7- Zásobník orientovaných dílů

Obr. 3-16 - Násypný zásobník s rotačním mechanismem pro zachycení za vnitřní povrch [2]

V zařízení na Obr. 3-16 dojde k zachycení dílů háčkem za vnitřní povrch. Pokud nedojde k zachycení z důvodu opačného natočení dílu, háček svým pohybem součást otočí a ta má možnost být zachycena dalším háčkem. Přísun dílů k otočnému mechanismu je z násypky regulován nastavitelným hradítkem, dochází tak k plynulému pohybu dílů k záchytnému mechanismu pomocí gravitační síly.



- 1- Násypka
- 2- Záchytný trn
- 3- Pružina
- 4- Zásobník uspořádaných dílů
- 5- Záchytný člen

Obr. 3-17 - Násypný zásobník s přímočarým mechanismem pro zachycení za vnitřní povrch [2]

Zásobník na Obr. 3-17 funguje na principu přímočarého vratného pohybu záchytného trnu. Při vysunutí trnu dojde k nabrání dílu a jeho vynesení do zásobníku, kde je zachycen proti zpětnému pohybu do násypky.

Podobný princip využívá násypný zásobník s přímočarým vratným mechanismem pro zachycení za vnější povrch. Trn zásobníku je uzpůsoben tvaru dílů a jejich požadované orientaci.

3.4.3 Zásobník orientovaných dílů

Zařízení pro orientaci dílů ve většině případů pracují s prvkem pravděpodobnosti. Pravděpodobnost zachycení a orientace dílu do správné polohy je ovlivněna charakterem součásti, tj. jeho snahou o dosažení rovnovážné polohy a orientací požadovanou pro následné činnosti. Z toho vyplývá, že tato zařízení nemohou dodávat díly pravidelně v potřebném taktu či intervalech. Pro správně zorientované díly se proto využívá zásobník, který pokryje danou

minimální rezervu pro potřebu stroje, např. při taktu stroje 20 ks/min bude v zásobníku udržována minimální zásoba na dobu jedné minuty, tj. 20 kusů.

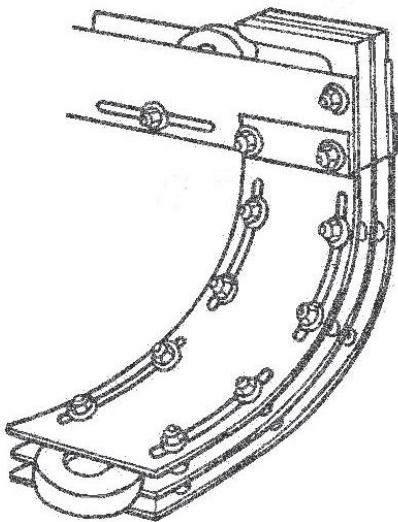
Zásobníky můžeme rozdělit podle druhu síly vyvolující pohyb na pasivní (spádové, gravitační) a na zásobníky s nuceným pohybem součástí, vyvolovaným nějakým budičem - aktivní. Ty dále dělíme podle druhu budiče.

Pasivní zásobníky

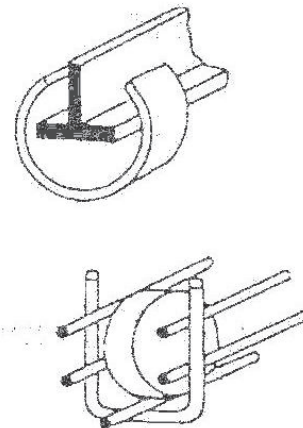
U pasivních zásobníků jsou díly z výstupní pozice orientačního zařízení k odběrnému místu přesouvány pomocí gravitační síly. Pasivní zásobníky se liší způsobem pohybu součástí. Rozlišujeme zpravidla posun dílu pomocí skluzu, nebo pomocí odvalování po válečcích.

Skluzu

Zásobník je tvořen tvarovými vodícími lištami skloněnými úhlem potřebným pro překonání třecích sil. Lišty mohou být vyrobeny frézováním, broušením, či svařením z několika částí plechu či normalizovaných profilů. Díl se v liště přemísťuje smýkáním, valením po vlastních plochách. Může být zavěšen či podepřen. Počet dílů v zásobníku je možno sledovat různými druhy senzorů.



Obr. 3-19 – Gravitační skluz se změnou druhu pohybu [3]



Obr. 3-18 – Profily spádových dopravníků[1]

Příklady možných profilů gravitačních zásobníků jsou uvedeny na Obr. 3-18

Na obrázku (Obr. 3-19) je znázorněn spádový dopravník, ve kterém dojde kromě přemístění dílu ke změně jeho orientace z vodorovné osy rotace na svislou. Zároveň dojde ke změně pohybu z valení na pohyb kluzný.

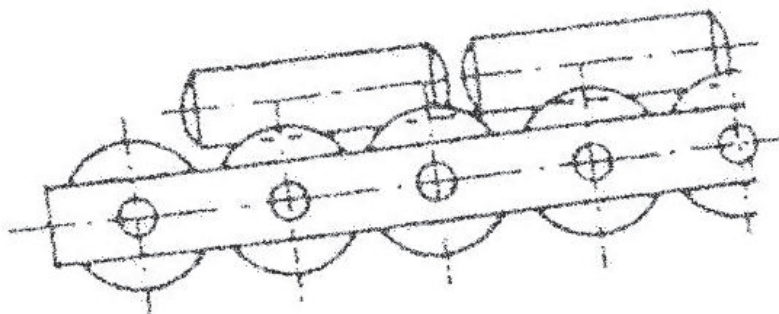
Při návrhu spádových zásobníků je nutné respektovat několik podmínek. Vedené díly musí být jednoznačně ustavené, musí být zamezeno jejich nechtěnému otočení mimo požadovanou orientaci. Musí být správně navrženy vůle pro umožnění bezchybné průchodnosti dílů v profilu zásobníku. Povrch zásobníku by měl být proveden v optimální kvalitě, pro minimalizaci pasivních odporů při pohybu dílů, zde se uplatňuje používání kluzných a ořeruvzdorných materiálů (pásů). Sklon dopravníku musí zajistit dokonalý pohyb dílu bez zastavování,

nejčastěji se volí sklon okolo 30° a více. Při použití kluzných materiálů na dno zásobníku, či ve zvláštních případech, může být úhel menší.

Válečkové spádové zásobníky

Spádové válečkové dopravníky jsou podobné klasickým válečkovým dopravníkům používaným k přepravě materiálu v průmyslu. Liší se rozměry a tvarem válečků, který je přesně uzpůsoben přepravovaným dílům, nosností, zpravidla menší – díly se dopravují v řadě po jednom kuse. Úhel sklonu dopravníku potřebný pro pohyb dílů je menší než u skluzů. Již od malých náklonů dochází k pohybu dílů po válečkách.

Válečkové zásobníky jsou vhodné pro větší díly. Kvůli stabilitě dílu je potřebné, aby přesahoval minimálně přes dva válečky.



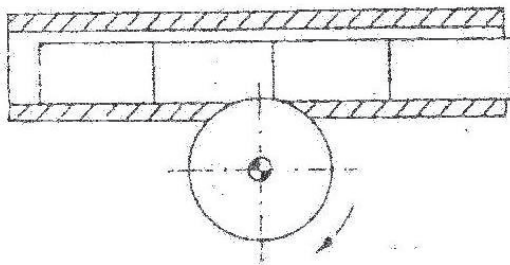
Obr. 3-20 – Válečkový spádový dopravník [1]

Aktivní zásobníky

U aktivních zásobníků dochází k přemístování dílů pomocí působení vnější síly, tzn. je zde použit pohon. Vnější sílu lze vyvodit několika způsoby, uplatňuje se zde několik fyzikálních zákonů. Pro snížení odporu dílů vůči pohybu lze i aktivní zásobníky konstruovat skloněné pod úhlem.

Zásobníky s třecím pohonem

U zásobníků s třecím pohonem je hnacím prvkem otáčející se kolo s pružným třecím obložením.

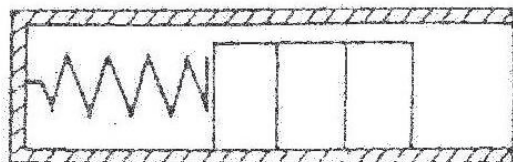


Obr. 3-21 – Třecí pohon zásobníku [1]

Díly jsou unášeny třením vznikajícím mezi jejich povrchem a obložením kol. Pokud nejsou díly odebírány a řada stojí, kolo prokluzuje. S rostoucím počtem dílů v zásobníku roste jejich třecí odpor a hnacích kol je třeba použít více.

Zásobníky s předepnutou pružinou

U zásobníků s předepnutou pružinou je hnacím elementem, jak z názvu vyplývá, předepnutá pružina. Nevýhodou tohoto pohonu může být omezený zdvih pružiny a skutečnost, že se zásobník musí nejprve naplnit a poté předepnout pružinu. Je tak vyloučené nepřetržité do-
dávání dílu do zásobníku z orientačního zařízení. Zásobník je vhodný zejména pro ploché díly.

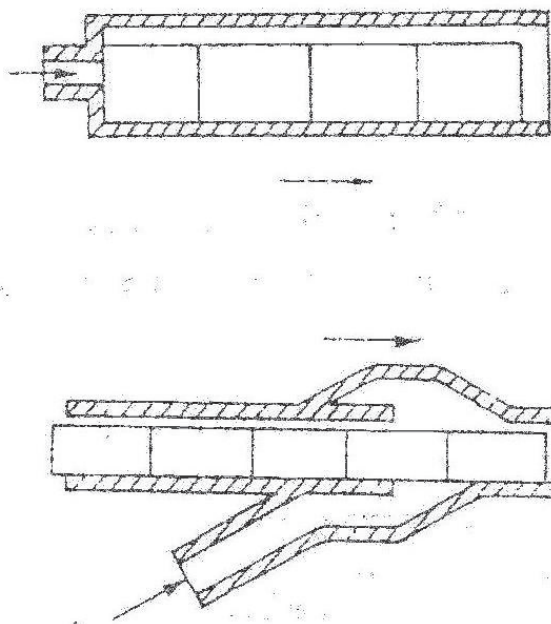


Obr. 3-22 – Zásobník s předepnutou pružinou [1]

Zásobníky s pneumatickým pohonem

K pohybu dílů v těchto zařízeních se používá usměrněný proud stlačeného vzduchu. Ten může působit buď přímo na čelo posledního dílu a tím tlačít celý sloupec dílů (Obr. 3-23 nahore), nebo je přiváděn tečně na obvod dílů (Obr. 3-23 dole) a může tak být zajištěn plynulý přísun dílů do zásobníku.

K posunu dílů v zásobníku může být použito i pneumatického pístu. Princip je pak shodný jako u zásobníku s předepnutou pružinou, pouze je nahrazen hnací člen.



Obr. 3-23 – Zásobník s pneumatickým pohonem [1]

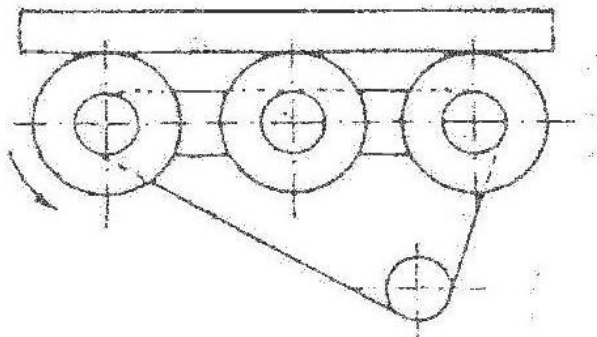
Válečkové zásobníky s poháněnými válečky

Válečkové dopravníky s poháněnými válečky jsou konstrukčně podobné spádovým válečkovým dopravníkům, ale je zde zásadní rozdíl ve stylu pohonu součástí. Válečky jsou

poháněny, např. řetězem, ozubeným řemenem, který rozvádí točivý moment od pohonu (elektromotor). Dopravníky nemusí být nakloněny, naopak mohou dopravovat díly pod mírným úhlem vzhůru. Pokud nedochází k odebírání dílů, prokluzují na pomalu se otáčejících se válkách. Pohon válečkového dopravníku může být spřažen s řídicím systémem linky a kontrolou připravenosti dílů pomocí snímačů dojde ke spuštění pohonu zásobníku při podmínce, že díl není v odběrném místě. Naopak pokud je díl připraven, dojde k zastavení zásobníku.

Zásobníky s dopravním pásem

Dopravované díly se pohybují na dopravním páse napnutém mezi hnacím a vratným bubnem, přičemž je podepírán podpěrnými válečky. Jako u ostatních případů, dojde při zastavení odběru dílů k prokluzu dílů na dopravním páse. Často bývá dopravní pás opatřen záchytnými elementy, potom ale musí dojít po najetí dílu do pozice pro odběr k zastavení pásu a jeho znovuspuštění nastane až po odběru dílu.



Obr. 3-24 - Zásobník s dopravním pásem [1]

Lineární vibrační zásobníky

K pohybu součástí v lineárních vibračních zásobnících dochází díky tzv. mikrovrhů. Vysvětlení pojmu mikrovrh : *Pokud uděláme svislý řez pracovní plochou, rovnoběžný s rovinou kmitání, zjistíme, že každý bod pracovní plochy se pohybuje po nějaké křivce (=tvar kmitu). Poloha bodu se přitom periodicky mění. Zrna, ležící na pracovní ploše se pohybují spolu s ní až do okamžiku, kdy plocha začne zpomalovat. Zrno se od pracovní plochy oddělí a pokračuje letem po balistické křivce. Let samozřejmě skončí dopadem na pracovní plochu - ale o kousek dále, než byla poloha původní. Vše je v takovém měřítku a s takovou frekvencí, že tento jev není pouhým okem pozorovatelný. Vzniká dojem, že materiál ve stroji teče.*²

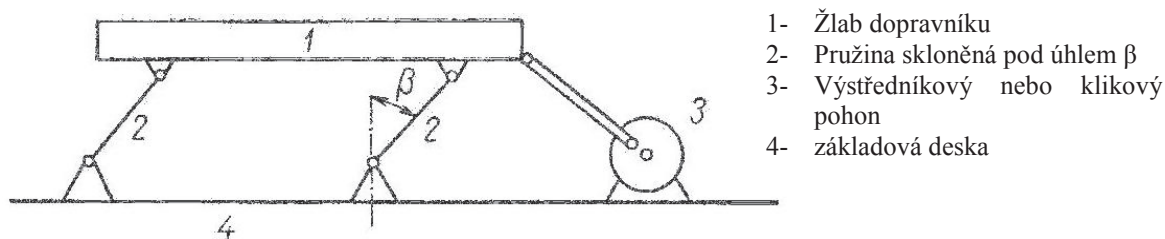
Jelikož nedochází ke klouzání dílu po ploše zásobníku, nedochází k jeho velkému opotřebení. K pohonu lineárního vibračního zásobníku může být použito několik principů buzení kmitů.

² Princip strojů. VIBROS - příložené vibrátory, vibrační podavače, dopravníky a třídíče. [Online] VIBROS s.r.o. <http://www.vibros.cz/vibracni-stroje/princip/>.



Obr. 3-25 - Lineární vibrační zásobník [12]

Jedním z možných řešení pohonu zásobníku je použití elektromotoru s výstředníkovým kotoučem (Obr. 3-26), který pomocí ojnice a pružin vyvolá vratný pohyb žlabu dopravníku. Tento princip se využívá pro dopravu robustních a těžkých součástí.



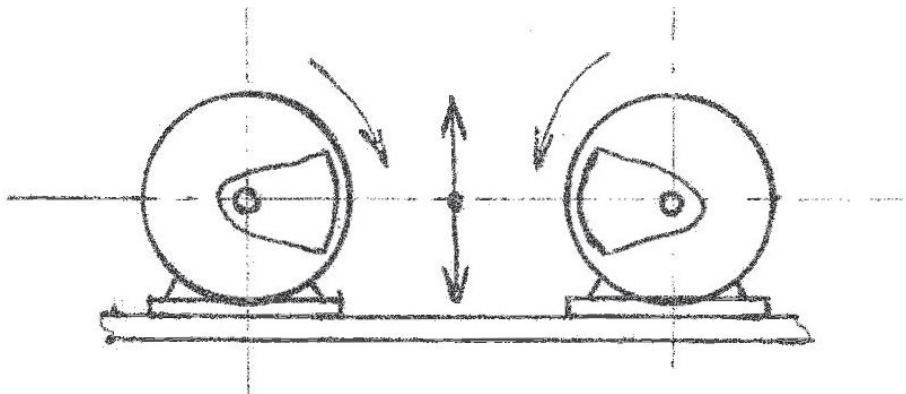
- 1- Žlab dopravníku
- 2- Pružina skloněná pod úhlem β
- 3- Výstředníkový nebo klikový pohon
- 4- základová deska

Obr. 3-26 - Vibrační dopravník s klikovým pohonem [3]

Dalším řešením je použití nevývažkového vibračního motoru (Obr. 3-27). Jedná se o složení elektromotoru, na který je připevněna nevyvážená hmota. Rotací těchto nevyvážek vznikají vibrace. Nevývažek může být na obou stranách hřídele motoru, nebo pouze na jedné. Celková nevyvážená rotující hmota může být nastavena na požadovanou hodnotu pomocí vzájemného pootáčení kotoučů budiče od max. hodnoty vibrace až po vyvážení motoru a nulové hodnoty kmitu. Vibrátor, pokud je použit jeden, budí vibraci o eliptické dráze bodu. Pro získání lineárního směru kmitání se použijí dva vibrátory umístěné proti sobě, které vzájemných ovlivněním vyruší kolmou složku pohybu (Obr. 3-28).

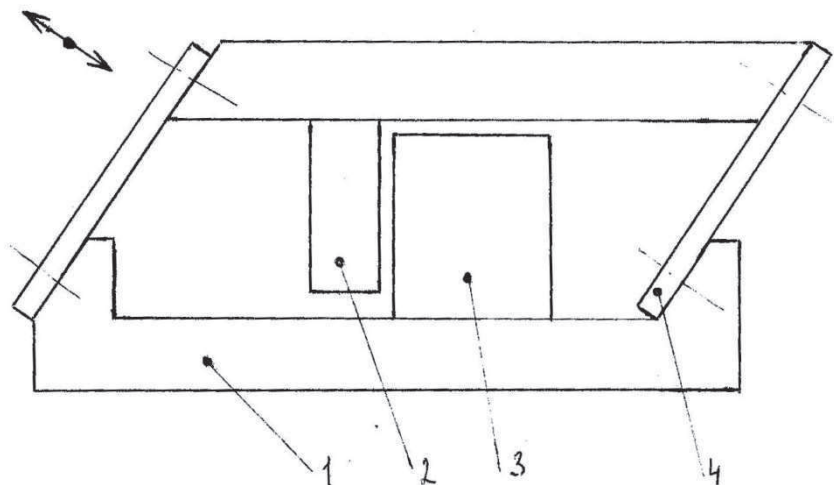


Obr. 3-27 - Nevývažkový vibrační motor [11]



Obr. 3-28 - Použití dvou proti sobě jdoucích motorů

Elektromagnetický budič vibrací (Obr. 3-29) se skládá z elektromagnetu na střídavý proud, který je upevněn na základovou desku, kotvy, která je přitahována elektromagnetem, je upevněna ke žlabu dopravníku a pružinami, které určují směr kmitání. Mezi kotvou a magnetem je vzduchová mezera. Průtokem elektrického proudu ve vinutí magnetu vznikne magnetická síla, která přitahuje kotvu. Po uvolnění mají listové pružiny tendenci se narovnat a vrátí horní desku do původní polohy a na původní šířku mezery. Střídáním těchto fází například při pracovní frekvenci 50Hz (Běžná síťová frekvence) dojde k 50 sepnutí a přitažení za sekundu.



- 1- Základová deska
- 2- Kotva
- 3- Elektromagnet
- 4- Listové pružiny

Obr. 3-29 - Elektromagnetický vibrační pohon

Pneumatický vibrační pohon používá pro buzení kmitů stlačený vzduch. Protože je zde téměř nulové riziko vzniku jiskry (což u elektrických zařízení je složité zajišťováno), je pneumatický vibrátor vhodný pro použití v prostředích s nebezpečím výbuchu.

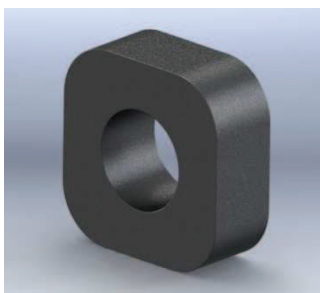
Vibrace u pneumatických vibračních pohonů je vyvolávána několika způsoby. U turbínového pneumatického vibrátoru dochází k roztáčení turbíny proudem tlakového vzduchu. Na ose s turbínou je umístěna nevyvážená hmota, která budí vibrace. U kuličkového pneumatického vibrátoru proud vzduchu vysokou rychlostí pohání ocelovou kuličku, která obíhá po tvrzené dráze a budí vibrace. Na podobném principu pracuje i válečkový pneumatický vibrátor. Pístové pneumatické vibrátory budí usměrněné kmitání pomocí pístu, u kterého je v pístnici přepouštěn vzduch. Píst tak pracuje proti dvěma vzduchovým polštářům.

4. PRAKTICKÉ ŘEŠENÍ ORIENTACE U VYBRANÝCH DÍLŮ

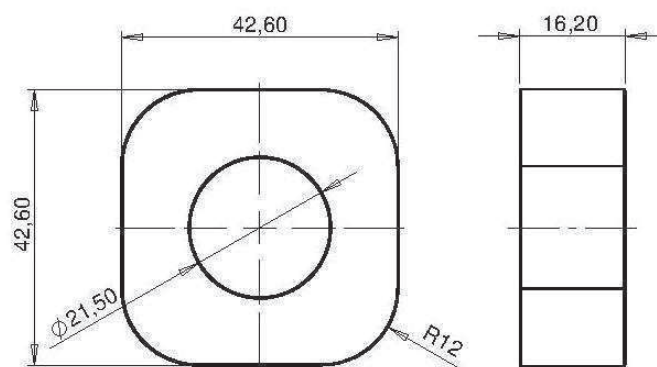
V této bakalářské práci bylo zvoleno jako zařízení pro správné polohování dvou vybraných dílů podávací stanice s vibračními kruhovými zásobníky, gravitačním skluzem, lineárním vibračním podavačem a vibračním žlabem pro doplňování dílů do kruhových zásobníků. Všechna tato zařízení jsou namontována na základové desce, která plní funkci polohovacího stolu. Toto zařízení funguje jako samostatná automatická jednotka, výstupem ze zařízení je informace o připravenosti dílu v odběrném místě, která je nutná pro chod manipulátoru a informace o nízkém stavu hladiny zásoby v doplňovacím žlabu. Tato informace může být zpracovávána v nadřazeném řídicím systému, nebo může být zobrazena vizuálně, např. blikajícím majákem.

4.1 Nerotační díl – vačka

První díl je nerotačního tvaru. Jedná se o výkovek polotovaru čtvercové vačky. Tento polotovar vačky je vyroben z uhlíkové oceli pomocí technologie zápustkového kování. Pro dosažení požadovaných geometrických vlastností bude výkovek obroben na NC obráběcím centru.



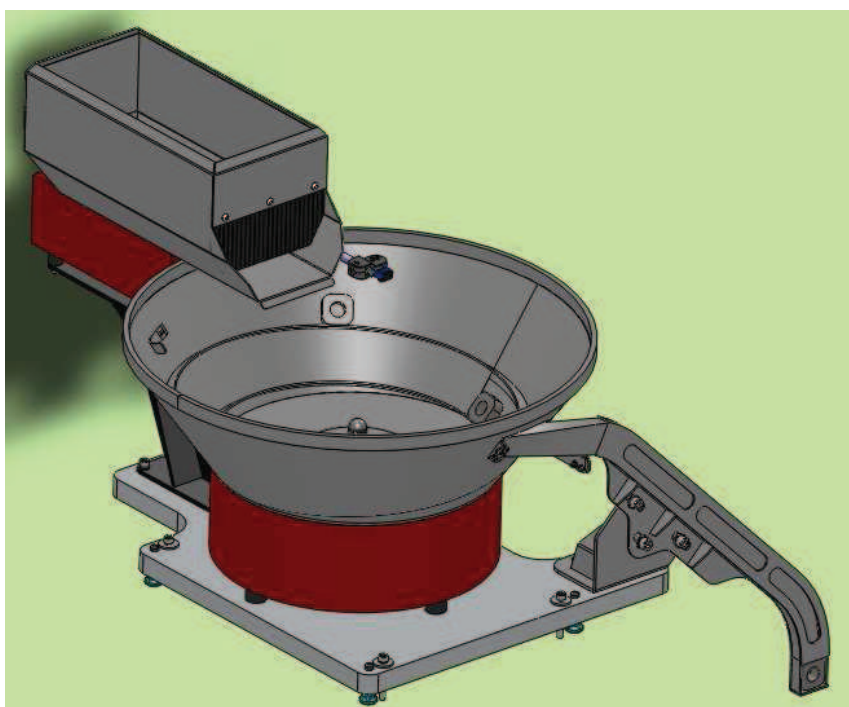
Obr. 4-1 - Výkovek vačky



Obr. 4-2 - Rozměrový náčrt vačky

Popis zpracování připraveného dílu

Manipulátor vyjme výkovek z odebíracího místa zásobníku za předkovanou středovou díru. Uchycení dílu manipulátorem bude zajištěno rozpínacím trnem. Toto řešení zajistí, že se vačka během přemísťování ze zásobníku nebude protáčet a bude dostatečně upevněna k hlavici manipulátoru. Ten vačku zasune do čtyřčelistového sklíčidla obráběcího centra. Zde dojde k obrobení vnitřního otvoru, případně čela vačky. Po obrobení se vačka přepne do protějšího vřetene centra za středovou díru, k upnutí dojde pomocí rozpínací kleštiny. Poté dojde k obrobení vnějšího obvodu vačky, případně i druhého čela vačky. Tím, že je vačka upnuta za středovou díru, dá se poměrně přesně obrobít vnější obvod pro zajištění přesné funkce vačky v zařízení, pro které je určena.



Obr. 4-3 - Stanice pro orientaci vaček

Zařízení pro orientaci a dopravu vaček (Obr. 4-3) se skládá z vibračního doplňovacího předzásobníku, kruhového vibračního zásobníku a gravitačního skluzu. Požadovaný takt dodávání dílů je 3-4 kusy za minutu.

4.1.1 Vibrační kruhový zásobník

Vibrační zásobník se skládá z budiče vibrací, tzv. pohonu a nádoby zásobníku. Nádoba je vyrobena z nerezového plechu a svařena. Sestává se z pláště nádoby, dna, závitů nádoby a výstupního žlábků.

Pohon zásobníku byl zvolen s ohledem na velikost a hmotnost dílů a požadovaný takt zásobníku. Ve spolupráci s firmou *Tomáš Citerbart – Deskové a vibrační dopravníky*³ byl jako nejvhodnější vybrán pohon VZK 400 z typizované řady budičů vyráběné touto firmou. Z označení lze vyčíst průměr budiče, který je 400mm. Tento rozměr bude stejný i pro spodní průměr kuželové nádoby.

Plášť nádoby je kuželového tvaru, směrem nahoru se rozšiřuje. Je vyroben z plechu tloušťky 3mm a skroužen. Použitím třímilimetrovému plechu je zabezpečena tuhost nádoby vzhledem k poměrně těžkým dílům. K plášti je připojen horní lem z pásové nerezové oceli, který ještě zvýší tuhost nádoby. Tuhost je potřebná ke správnému přenosu vibrace po celém obvodu, zabrání se vlnění a kroucení nádoby.

Dno nádoby je také kuželového tvaru, pomyslná špička kuželu je uprostřed v ose nádoby a je to nejvyšší místo dna. Se zvětšujícím se průměrem se dno svažuje dolů. Je tak zabezpečen pohyb dílů směrem k okraji, na nabírací závity.

Pro správné najetí součásti na závity šroubovice slouží nabírací závity (Obr. 4-4). U polotovaru vačky je nejpravděpodobnější poloha po dopadu do nádoby taková, kdy díl skončí

³ Další informace o firmě lze nalézt na adrese: <http://www.deskovedopravniky.com>

ležet na ploše. Je to nejstabilnější možná poloha. Toho se využije tak, že nabíracím závitem se polotovar (Obr. 4-4) překloupí. Díl se tím postaví tak, že se touto plochou opírá o plášť nádoby. Docílí se toho použitím dvou závitů, kde jeden je překroucen ze dna do pláště a druhý, který je kolmý na dno, je překroucen tak, že vytvoří spodní plochu, po které polotovar pokračuje na další závit. Následuje několik závitů, po kterých polotovary vystoupají nahoru. Šířkou závitů zabezpečíme, že výkovky pojedou za sebou a nebudou se překrývat ve dvou vrstvách. Jedním nebo dvěma vyhazovači (Obr. 4-5) se zkontroluje, zda polotovary nejsou na sobě, nebo jestli není jeden pootočený o 45° , přičemž mu může být ostatními díly bráněno urovnnání do stabilní polohy, tj. na plochu vnějšího obvodu. Pod vyhazovač se vejde daný rozměr dílu s potřebnou vůlí. V ostatních případech dojde ke srovnání dílu nebo ke shození zpět na dno nádoby. Závitky vzniklé šroubovice se před nanesením povrchové vrstvy zespodu vytmelí dvousložkovým polyesterovým tmelem. Zvýší se tak nosná pevnost závitů a zlepší výsledný estetický dojem. Jako povrchová vrstva vnitřního povrchu nádoby může být použit otěruvzdorný polyuretano-vý nástřík.

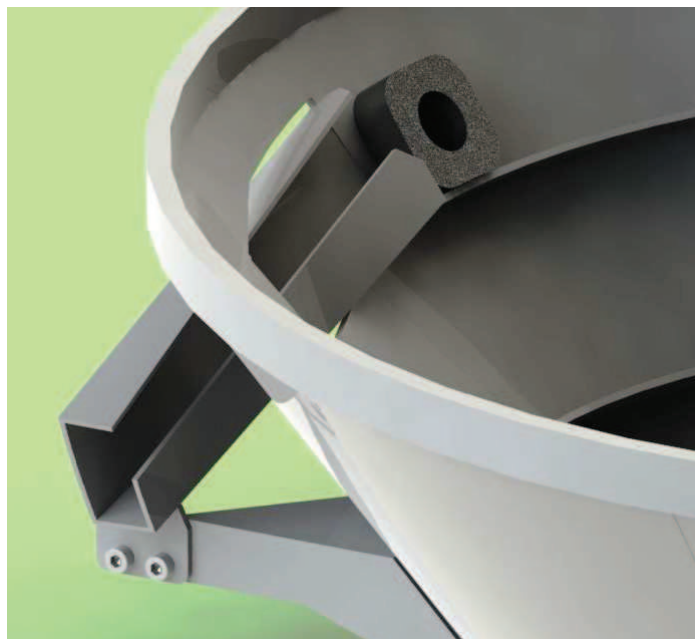


Obr. 4-4 - Nabírací závity s překloupěním dílu do pláště



Obr. 4-5 - Vyhazovač

Díl pokračuje do výstupního žlábků (Obr. 4-6), kde se natočí do svislé polohy. Následuje přechod z nádoby do profilové lišty vibračního zásobníku. Vstupem do výstupního žlábků už je díl zajištěn přidržovačem, který mu znemožní vypadnutí mimo zařízení.



Obr. 4-6 - Výstupní žlábek

Směr pohybu polotovaru je při pohledu shora na nádobu proti směru hodinových ručiček CCW (Obr. 4-7)



Obr. 4-7 - Půdorysný pohled na nádobu kruhového zásobníku

4.1.2 Gravitační skluz

Gravitační skluz (Obr. 4-8) slouží jako zásobník dílů a zároveň je dopravuje na místo odběru. Navazuje svým profilem na výstupní žlábek a díl tak plynule přechází z kruhového zásobníku do skluzu, kde již pod daným úhlem 45° dojde ke sklouznutí dílu do odběrného místa.

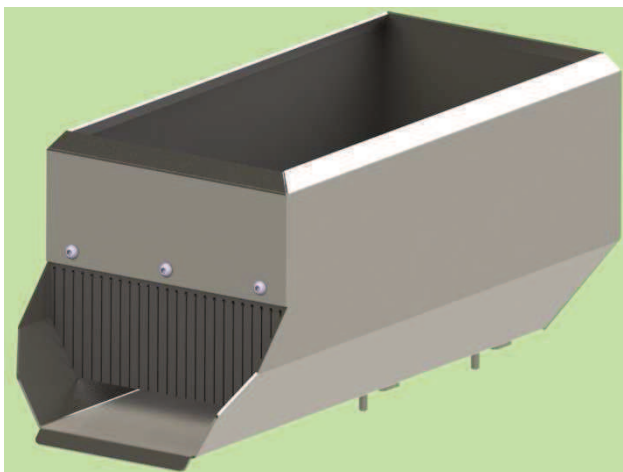


Obr. 4-8 - Gravitační skluz s držákem

Z odběrného místa, které bude umístěné u upínacího sklíčidla obráběcího stroje, bude výkovek manipulátorem vyjmut, přemístěn do sklíčidla a upnut. Poté dojde k obrobení.

4.1.3 Doplnovací žlab

Pro doplňování dílů do kruhového zásobníku a udržování požadované hladiny v něm, slouží předzásobník dílů. Obsluha stroje, po signalizaci minimálního stavu nebo po určité době provozu, doplní zásobu dílů pouze do tohoto zařízení. Jedná se o jednoduchý žlab, vyrobený z nerezového plechu, připojený k elektromagnetickému vibračnímu pohonu. Je uložen na čtveřici pryžových silentbloků na stojanu z konstrukční oceli. Umožňuje plynulé doplňování dílů. Součástí žlabu je pryžová clona, která zabezpečí plynulé dávkování dílů ze žlabu, případně zabrání hromadnému padání dílů do kruhového zásobníku při sypání dílů do doplňovacího žlabu.



Obr. 4-9 - Doplnovací žlab

4.1.4 Řízení chodu stanice

Elektromagnetické vibrační budiče potřebují ke své funkci elektrickou energii - střídavý elektrický proud. U běžně dostupné energie z elektrické rozvodné sítě (230V, 50Hz) je třeba regulovat elektrické napětí pro získání potřebné amplitudy kmitání. Zařízení pro to sloužící jsou regulátory pro řízení vibračních zařízení. Regulací napětí se ovlivňuje síla, jakou je kotva přitahována elektromagnetem a tím výkmit pohyblivé části pohonu.

Pro sestavu stanice pro orientaci a doplňování polotovaru vačky byl zvolen regulátor DIGR-1202/E⁴ (Obr. 4-10) od českého výrobce Karel Skipala⁵.



Obr. 4-10 - Regulátor DIGR-1202/E [15]

Regulátor DIGR-1202/E je určen pro použití v sítích 230V-50Hz. Slouží k regulaci jednoho vibračního zařízení. Umožňuje připojení 3 senzorů a řídí spouštění jednotlivých strojů dle získaných informací. U stanice pro doplňování polotovarů vaček je nutné použití dvou těchto regulátorů - jeden pro řízení kruhového zásobníku, druhý pro řízení doplňovacího žlabu.

Pro zajištění správné funkce zařízení je nutné sledovat několik parametrů. V této práci byla zvolena sensorika od německé firmy SICK⁶.

Jednou z potřebných informací je snímání hladiny dílů v kruhovém zásobníku. Udržování požadované hladiny dílů v zásobníku má hlavní vliv na správnou funkčnost nabírání výkovek a zabraňuje přeplnění zásobníku, nebo naopak nedostatku dílů a nesprávné funkci nabírání a orientace dílů. K tomuto účelu je vhodné např. ultrazvukové čidlo, které pracuje na principu odrazu zvukových vln. Vzhledem k charakteru dílů byl vybrán ultrazvukový senzor UC4-13341⁷. Tento senzor snímá přítomnost dílů v určité nastavené vzdálenosti.



Obr. 4-11 - Ultrazvukový snímač UC4-13341 [14]

⁴ Další informace o tomto zařízení lze nalézt na adrese: <http://www.skipala.cz/Elektronicke-Pristroje-Pro-Prumysl/Regulace-Vibracnich-Zasobniku/digitalni-regulator-pro-vibracni-zasobniky-digr1202e.html>

⁵ Další informace o této firmě lze nalézt na adrese: <http://www.skipala.cz>

⁶ Další informace o této firmě lze nalézt na adrese: <http://www.sick.com>

⁷ Další informace o tomto zařízení lze nalézt na adrese: https://www.mysick.com/PARTNERPORTAL/TopFrameset.aspx?AutoSelect=SK_Products

Pokud se díl nachází v rozmezí intervalu $(0, L)$, kde L je předem nastavená vzdálenost, čidlo vyhodnotí tuto situaci a vysílá signál o přítomnosti dílů. Když hladina klesne pod nastavenou výšku, nedojde k sepnutí čidla a informace je vyhodnocena jako nedostatek dílů v kruhovém zásobníku. Kvůli členitosti povrchu hladiny dílů musí být nastavena optimální časová prodleva před zapnutím doplňovacího žlabu. Když bude delší dobu signalizován nedostatek dílů v kruhovém zásobníku, dojde k sepnutí doplňovacího žlabu, který plynule dávkuje díly do zásobníku, dokud snímač nevyhodnotí hladinu jako dostatečnou. Poté dojde k zastavení doplňování. Doplnění dílů funguje jako autonomní systém.

Druhou sledovanou informací bude zásoba dílů v gravitačním skluzu. Udržováním určité zásoby dílů se zabezpečí to, že nedojde k přeplnění dráhy kruhového vibračního zásobníku a možnému zaseknutí dílů v orientačních elementech. Zásobu lze sledovat různými typy senzorů. Pro tuto aplikaci byl zvolen indukční snímač IM05-1B5NOVT0S⁸.



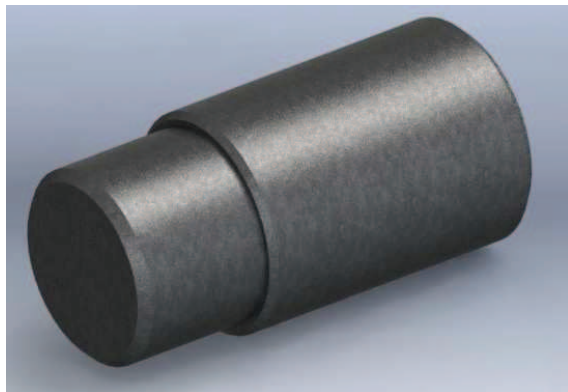
Obr. 4-12 – Indukční snímač IM05-1B5NOVT0S [14]

Senzor se sestává ze samotného snímače a hliníkového těla senzoru s konektorem pro připojení kabelu. Snímač vyhodnocuje přítomnost kovového dílu v jeho blízkosti. V tomto případě je rozsah vzdálenosti snímání 0-1,5mm. V orientační stanici je tento senzor použit celkem 3krát. První je použit pro detekci připravenosti dílu v odběrném místě, kdy dojde k sepnutí, pouze pokud je výkovek připraven k odebrání v nejnižší pozici gravitačního skluzu. Tato informace slouží pro další zpracování řídicím systémem. Druhým místem je snímání minimální zásoby dílů v zásobníku, která je nastavena na 5 kusů. Pokud dojde k odebrání dílu a zásoba klesne na 4 kusy, senzor hlásí nepřítomnost dílu a dojde ke spuštění kruhového vibračního zásobníku a doplnění dílů. Udržení maximální dovolené zásoby dílů zabezpečí třetí indukční senzor, který je umístěn v poloze desátého dílu v zásobníku. Když senzor hlásí přítomnost dílu delší dobu, než je potřebná k projetí dílu touto polohou, znamená to plnou zásobu dílů a dojde k zastavení kruhového vibračního zásobníku.

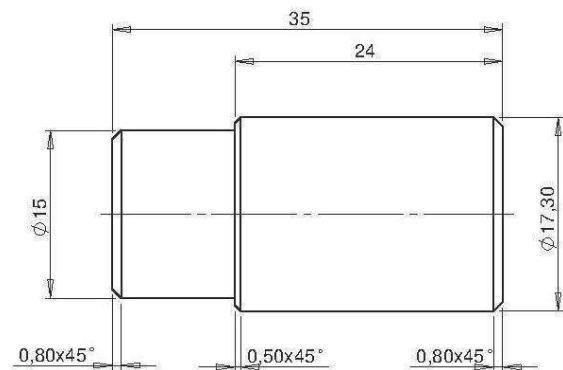
4.2 Rotační díl – pístek

Druhým dílem zvoleným pro vyřešení způsobu orientování je polotovar pístku (Obr. 4-14). Jedná se o součást rotačního tvaru. Pístek je vyráběn z tyčového polotovaru soustružením. Následně dojde k zakalení na požadovanou tvrdost. Další operací je broušení vnějšího povrchu většího průměru na požadovaný tolerovaný rozměr. Broušení bude provedeno na bezhroté brusce.

⁸Další informace o tomto zařízení lze nalézt na adrese: <https://www.mysick.com/eCa.t.aspx?go=FinderSearch&FamilyID=362&List=1&Selections=39318&Cat=Row&At=Fa&Cult=Czech&Category=Produktfinder>



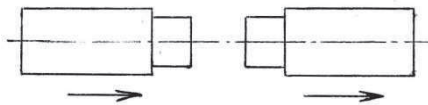
Obr. 4-14 - Polotovár pístku



Obr. 4-13 - Rozměrový náčrt pístku

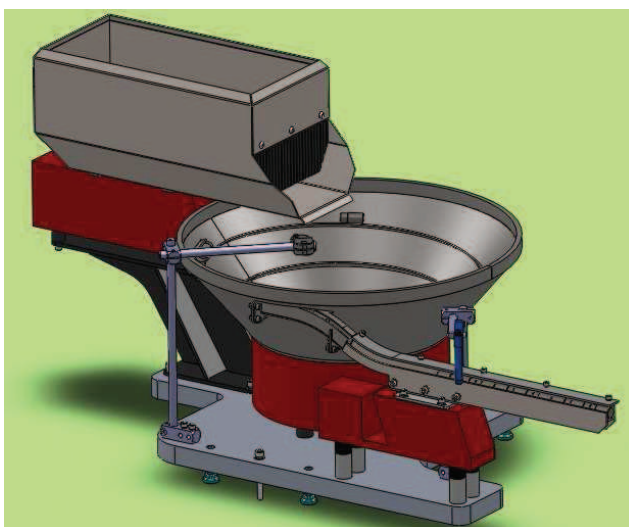
Popis zpracování připraveného dílu

Z orientačního zařízení se dopraví díl přímo do pracovního prostoru bezhroté brusky. Zde již bude díl zachycen podávacím kotoučem a dojde k jeho obrobení. Polotovár pístku může být orientován dvěma směry. Osa rotace musí být rovnoběžná se směrem pohybu. Na poloze menšího průměru vzhledem ke směru pohybu nezáleží (Obr. 4-15), není specifikována jedna určitá poloha, mohou nastat obě varianty. Požadovaný takt zařízení je 8-10 kusů za minutu.



Obr. 4-15 - Směr pohybu dílů

Sestava zařízení sloužící pro orientaci, udržování zásoby dílů a dopravu dílů do pracovního prostoru (Obr. 4-16) se skládá z kruhového vibračního zásobníku, lineárního vibračního zásobníku, doplňovacího vibračního žlabu. Zařízení jsou namontována na základové desce, která je pro přesné usazení vůči stroji vybavena stavitelnými dorazy. Na základové desce jsou namontovány ještě zařízení pro sběr požadovaných informací, optický snímač přítomnosti dílu a ultrazvukový snímač vzdálenosti, na stojanech pro ně určených.



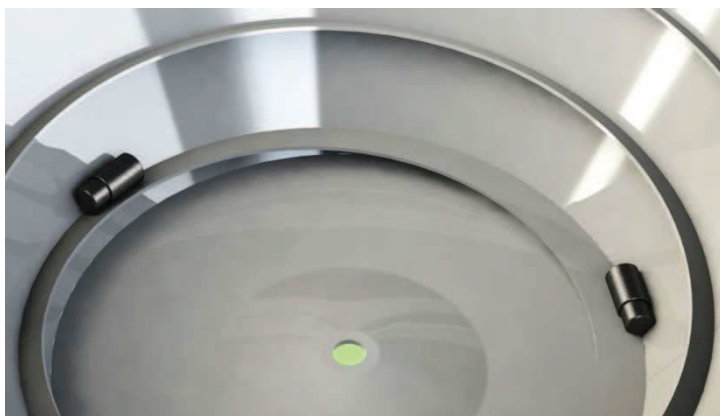
Obr. 4-16 - Podávací stanice - Pístek

4.2.1 Vibrační kruhový zásobník

Pohon zásobníku byl zvolen s ohledem na velikost dílů a požadovaný takt zásobníku. Ve spolupráci s firmou *Tomáš Citerbart – Deskové a vibrační dopravníky*⁹ byl jako nejvhodnější vybrán pohon VZK 300 z typizované řady budičů vyráběné touto firmou. Z označení lze vyčíst průměr budiče, který je 300mm. Tento rozměr bude stejný i pro spodní průměr kuželové nádoby.

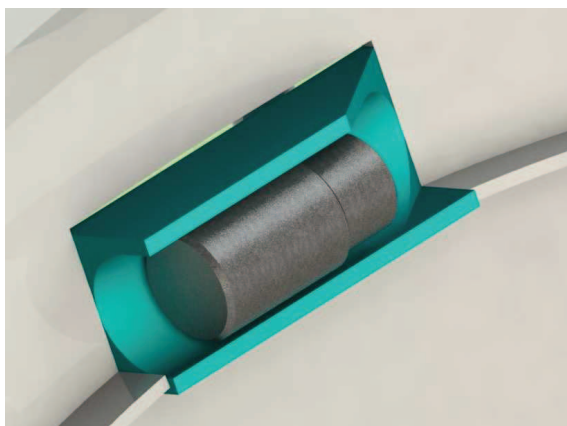
Nádoba vibračního zásobníku bude vyrobena svařováním z kovových dílů, převážně z plechových dílů z nerezové oceli. Skládá se z pláště nádoby, vyrobeným z plechu tloušťky 3mm, závitů šroubovice a nabíracích závitů, výstupního žlábků.

Nabírací závit slouží ke správnému nájezdu polotovaru na šroubovou dráhu. Vzhledem k požadované orientaci dílu není nutné překlápění, tudíž bude použit jednoduchý nabírací závit (Obr. 4-17).



Obr. 4-17 – Nabírací závit

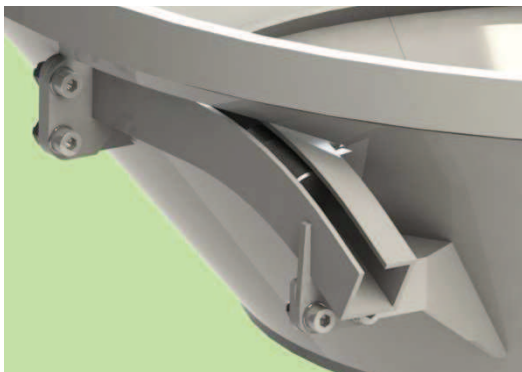
Díl najede na závit ze dna a bez složitější manipulace pokračuje po stoupajících závitěch vzhůru po plášti nádoby. Šířkou závitů je zabezpečeno, že díly nepojedou vedle sebe ve více řadách. Zároveň je díky vytvořenému žlábků držen v podélné poloze vůči směru pohybu. Pokud díl najede na závitě nějakým způsobem šikmo, bude ve žlábků vibrační srovnán do stabilní polohy. Správná poloha dílu bude zkontrolována v kontrolním frézovaném dílu (Obr. 4-18), umístěném v dráze pohybu dílu. Kromě správné polohy se zde zajistí i to, aby nejelo více dílů na sobě. Horní řady budou zábranou shoveny zpět na dno nádoby.



Obr. 4-18 - Kontrolní zařízení

⁹ Další informace o firmě lze nalézt na adrese: <http://www.deskovedopravniky.cz>

Výstup dílu z nádoby zabezpečuje výstupní žlábek (Obr. 4-19). Ten je umístěn k nádobě tečně na směr pohybu dílů, zajistí propojení šroubovitě dráhy zásobníku a lineárního zásobníku. Pro snížení celkové výšky stanice v místě výstupu s lišty je výstup skloněn pod úhlem dolů.



Obr. 4-19 - Výstupní žlábek

Zásobník je uložen na základové desce na 4 pružných pryžových elementech – tzv. silentbloky. Každý silentblok má jeden vnější závit na uchycení do pohonu a vnitřní závit, do kterého je zespodu základové desky, vložen šroub s vnitřním šestihranem. Směr pohybu polotovaru je při pohledu shora na nádobu proti směru hodinových ručiček CCW.

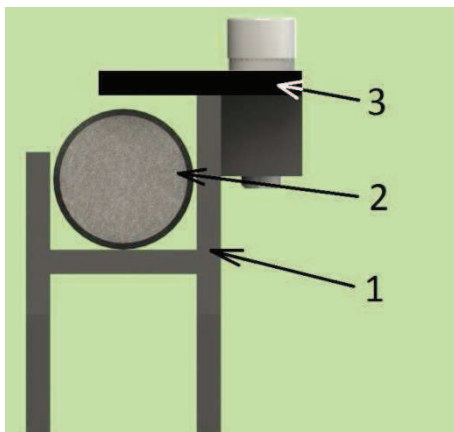


Obr. 4-20 – Půdorysný pohled na nádobu kruhového zásobníku

4.2.2 Vibrační lineární zásobník

Funkci zásobníku dílů a zároveň dopravníku dílů mezi kruhovým zásobníkem a bezhrotou bruskou bude plnit vibrační lineární zásobník. Zásobník se skládá ze dvou částí - vibračního pohonu a tělesem lišty.

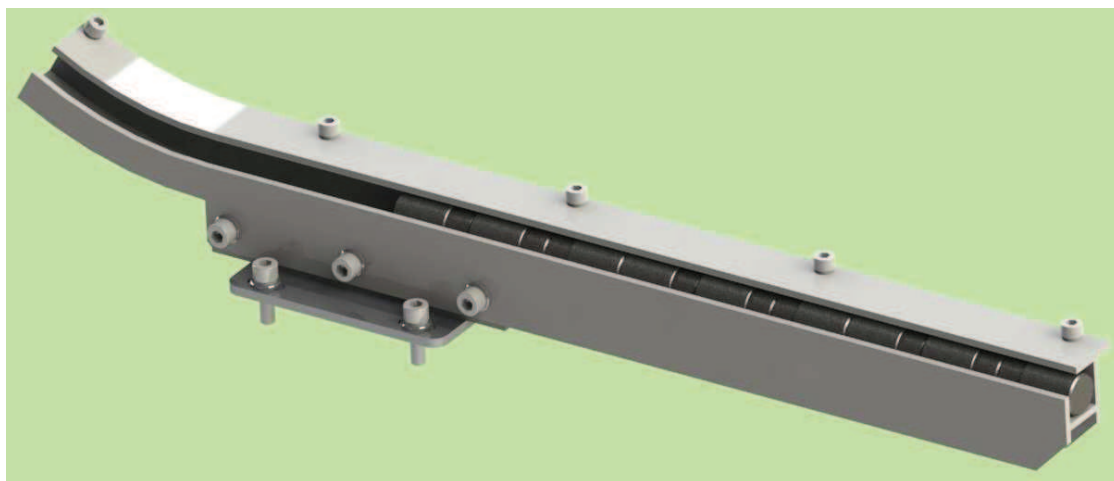
Profilová dráha zásobníku, tzv. lišta, je navržena jako svařenec z plechových a profilových dílů. Důvodem tohoto řešení je dosažení nízké hmotnosti lišty při zachování tuhosti, přičemž není nezbytná tvarová přesnost profilu, což by znamenalo dražší výrobu lišty třískovým obráběním z tyčového polotovaru.



- 1- Profil lišty dopravníku
- 2- Polotovár pístku
- 3- Horní přidržovač

Obr. 4-21 - Profil lišty lineárního dopravníku

Profil lišty (Obr. 4-21) se skládá ze dvou nosných bočních profilů a dna lišty, po kterém se pohybuje dopravovaný díl. Pro bezchybný pohyb dílů v liště musí být správně navržena vůle mezi dopravovaným dílem a boky profilu dráhy. Horní přidržovač slouží jako zábrana proti vypadnutí dílů z lišty, zároveň, pokud by jeden díl měl působením tlačící řady se vzpřímit, horní přidržovací pás tomu zabránil. Přidržovač je k profilu lišty přišroubován. Bude tak umožněn snadný přístup do prostoru lišty při potřebě vyčištění dráhy nebo opravy povrchu.



Obr. 4-22 - Profilová lišta lineárního vibračního zásobníku

Spojení lišty a vibračního pohonu je řešeno pomocí upínacího mezikusu, který umožní nastavení přechodu z kruhového vibračního zásobníku do lišty v podélné ose pohybu. Nastavení polohy lišty v kolmém směru a nastavení výšky je řešeno v uložení pohonu na základovou desku.

Pohon vibrační lišty byl vybrán z řady typizovaných pohonů firmy *Tomáš Citerbart – Deskové a vibrační dopravníky*¹⁰, přičemž směrnici pro výběr byla hmotnost lišty 2,1kg. Podle hmotnosti lišty byla přiřazena velikost a typ pohonu.

4.2.3 Doplnovací žlab

Řešení doplňování pístků do kruhového vibračního zásobníku je řešeno stejným zařízením jako v případě vaček. Rozdílný je pouze podpěrný stojan. Viz. **4.1.3 Doplnovací žlab**

¹⁰ Další informace o firmě lze nalézt na adrese: <http://www.deskovedopravniky.cz>

4.2.4 Řízení chodu stanice

Elektromagnetické vibrační budiče potřebují ke své funkci elektrickou energii - střídavý elektrický proud. U běžně dostupné energie z elektrické rozvodné sítě (230V, 50Hz) je třeba regulovat elektrické napětí pro získání potřebné amplitudy kmitání. Zařízení pro to sloužící jsou regulátory pro řízení vibračních zařízení. Regulací napětí ovlivňujeme sílu, jakou je kotva přitahována elektromagnetem a tím výkmit pohyblivé části pohonu.

Pro sestavu stanice pro orientaci a doplňování pístků byla zvolena regulátor MCP12¹¹ (Obr. 4-23) od italského výrobce MP Elettronica¹².



Obr. 4-23 - Regulátor MCP12 [13]

Regulátor MCP12 je určen pro použití v sítích 230V-50Hz i 110V-60Hz. Umožňuje připojení a regulaci až tří vibračních zařízení, je určen pro použití v podávacích stanicích složených z doplňovacího žlabu, kruhového vibračního zásobníku a lineárního vibračního zásobníku. Umožňuje připojení 3 senzorů a řídí spouštění jednotlivých strojů dle získaných informací.

Pro zajištění správné funkce zařízení je nutné sledovat několik parametrů. V této práci byla zvolena sensorika od německé firmy SICK¹³.

Jednou z potřebných informací je snímání hladiny dílů v kruhovém zásobníku. K tomuto účelu je vhodné např. ultrazvukové čidlo, které pracuje na principu odrazu zvukových vln. Vzhledem k charakteru dílů bylo vybráno ultrazvukové čidlo UC4-13341¹⁴. Toto čidlo snímá přítomnost dílů v určité nastavené vzdálenosti.

¹¹ Další informace o tomto zařízení lze nalézt na adrese: <http://www.mpelettronica.com/P/67/Prodotti/Controllers-stabilizzati-per-vibratori-e-canali-elettromagnetici/Sistemi-integrati-digitali-per-Vibrat--Lin--Circ-Tramo-ggia/MCP12.html>

¹² Další informace o této firmě lze nalézt na adrese: <http://www.mpelettronica.com>

¹³ Další informace o této firmě lze nalézt na adrese: <http://www.sick.com>

¹⁴ Další informace o tomto zařízení lze nalézt na adrese: https://www.mysick.com/PARTNERPORTAL/TopFrameSet.aspx?AutoSelect=SK_Products



Obr. 4-24 - Ultrazvukový snímač UC4-13341 [14]

Pokud se díl nachází v rozmezí intervalu $(0, L)$, čidlo vyhodnotí tuto situaci a vysílá signál o přítomnosti dílů. Když hladina klesne pod nastavenou výšku, nedojde k sepnutí čidla a informace je vyhodnocena jako nedostatek dílů v kruhovém zásobníku. Kvůli členitosti povrchu hladiny dílů musí být nastavena optimální časová prodleva před zapnutím doplňovacího žlabu. Když bude delší dobu signalizován nedostatek dílů v kruhovém zásobníku, dojde k sepnutí doplňovacího žlabu, který plynule dávkuje díly do zásobníku, dokud snímač nevyhodnotí hladinu jako dostatečnou. Poté dojde k zastavení doplňování. Doplňování dílů funguje jako autonomní systém.

Druhou sledovanou informací bude zásoba dílů v lineárním vibračním zásobníku. Udržování určité zásoby dílů zabezpečí to, že nedojde k přeplnění dráhy kruhového vibračního zásobníku a možnému zaseknutí dílů v orientačních elementech. Zásobu lze sledovat různými typy senzorů. Pro tuto aplikaci jsem zvolil registrační vidlicový snímač WFM50-60P311¹⁵.



Obr. 4-25 – Vidlicový optický snímač WFM 50-60P311 [14]

Senzor se sestává z vysílače a přijímače světelného paprsku a hliníkového těla senzoru s konektorem pro připojení kabelu. Při přerušení světelného paprsku o průměru 0,8mm dílem, procházejícím kontrolní zónou, dojde k sepnutí čidla. Pokud čidlo hlásí přítomnost dílu delší dobu, než je potřebná k jeho průchodu snímaným místem, znamená to, že se již utvořila dostatečná zásoba dílů a dojde k zastavení kruhového vibračního zásobníku. K jeho opětovnému spuštění dojde při odjetí dílu ze sledované pozice při opětovném přijetí vysílaného paprsku přijímačem.

¹⁵Další informace o tomto zařízení lze nalézt na adrese: <https://www.mysick.com/eCa t.aspx?go=FinderSearch&FamilyID=362&List=1&Selections=39318&Cat=Row&At=Fa&Cult=Czech&Category=Produktfinder>

5. Technické zhodnocení navržených variant

Navržené konstrukční řešení stanice pro orientaci a dopravu vaček i stanice pro orientaci a dopravu pístků vibračními zařízeními nabízí komplexní řešení problematiky orientování a zásobování obráběcího stroje polotovary, včetně výkonových parametrů. Požadovaný takt dodávání dílů jsou schopny bez problému plnit. Vstupní veličinou je neuspořádaný shluk dílů, výstupní veličinou je díl s jednoznačně určenou polohou a informace o jeho připravenosti v případě vaček, resp. plynulé dodávání dílů do bezhroté brusky v případě pístků. Zařízení pracují samostatně, pouze je nutno dodávat vstupní surovinu- polotovary vaček a pístků do doplňovacích zásobníků.

Vibrační dopravníky jsem zvolil z důvodu jejich spolehlivosti. Není u nich použit rotační pohon, jediná pohyblivá součást je nádoba dopravníku, resp. žlab nebo v případě lineárního zásobníku jeho lišta, které konají vratný pohyb po relativně krátkých drahách. Dalším důvodem byla jednoduchost údržby zařízení a jeho snadné ovládání pomocí regulátorů. Lze tak plynule nastavit podávací výkon vibračních strojů. Zařízení jsou vhodná do prašného prostředí výrobních hal. V praxi jsou nejčastějšími závadami zejména popraskané listové pružiny, kde se při dlouhodobém namáhání může projevit skrytá vnitřní vada materiálu, případně porucha v elektromagnetické cívce. Tyto závady lze bez problému a relativně rychle odstranit výměnou poškozených součástí.

Finanční investice do zařízení není malá, ovšem v porovnání s finanční náročností zaměstnance, který by vykonával tuto činnost ručně, se vrátí řádově do jednoho roku. Vibrační stroje navíc mohou pracovat v třísměnném provozu nepřetržitě.

6. Závěr

Pro dopravu polotovarů vaček i polotovarů pístků jsem ve své bakalářské práci zvolil sestavu vibračních zařízení, která jsou pro tyto úkony vhodná. Při konstrukci jsem vycházel ze svých zkušeností nabytých při zaměstnání, z pozice konstruktéra vibračních zařízení a z geometrických a fyzikálních vlastností zadaných dílů.

Seznam použité literatury

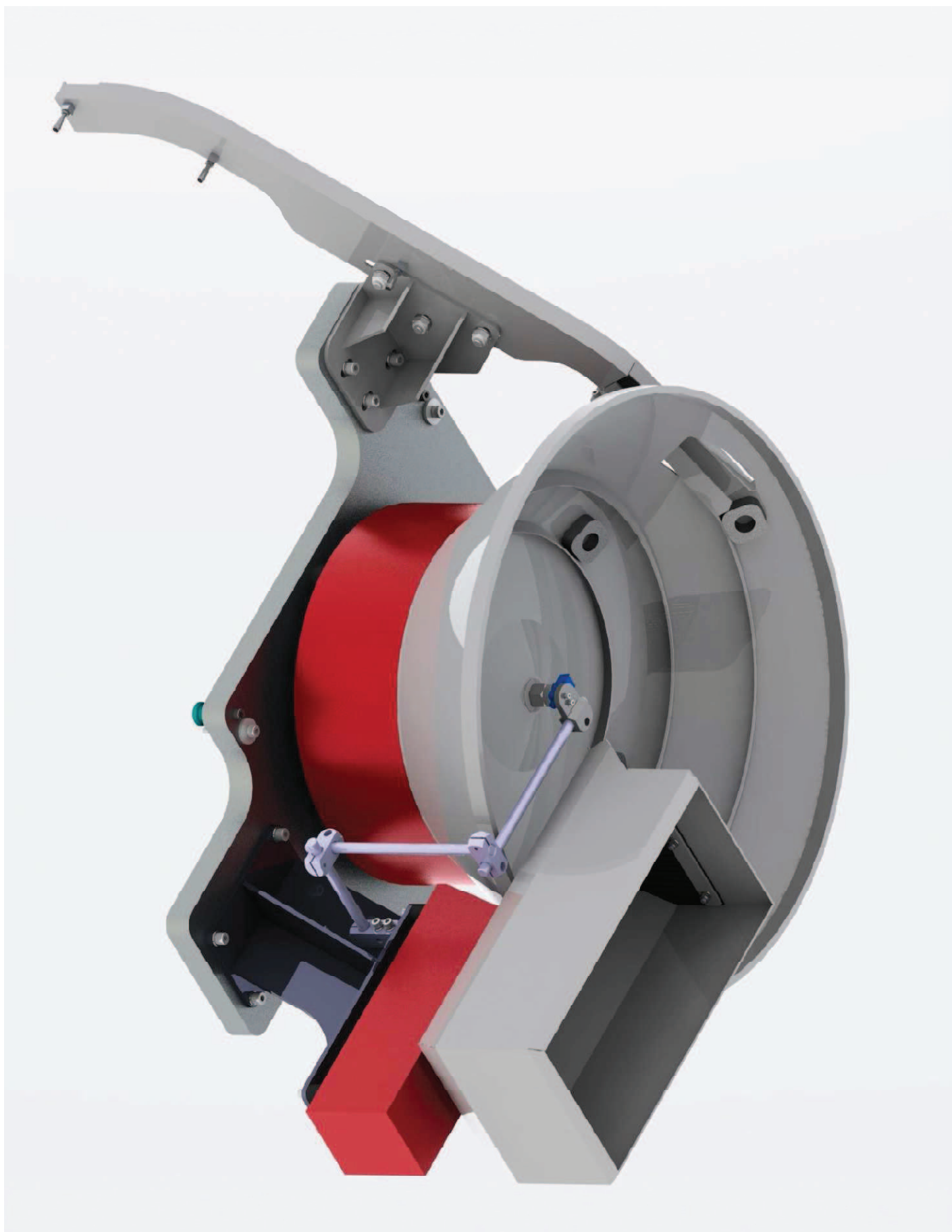
1. **TALÁCKO, J.** *Automatizace výrobních zařízení*. 2. vydání. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2000. ISBN 80-01-02160-2.
2. **CHVÁLA, B., NEDBAL, J., DUNAY, G.** *Automatizace*. 3. vydání. Praha : SNTL, 1989. ISBN 80-03-00090-4.
3. **Kolektiv autorů** . *Příručka automatizace ve strojírenství*. 1. vydání. Praha : SNTL, 1970. ISBN 04-225-70.
4. **MAIXNER, L., Kolektiv autorů.** *Automatizace a automatizační technika - Systémové pojetí automatizace*. 1. vydání. Brno : Computer Press, 2012. ISBN 978-80-251-3628-7.
5. **BENEŠ, P., Kolektiv autorů.** *Automatizace a automatizační technika 3 - Prostředky automatizační techniky*. Brno : Computer Press, 2003. ISBN 80-7226-248-3.
6. **LEINVEBER, J., VÁVRA, P.** *Strojnické tabulky: Druhé doplněné vydání*. Úvaly : Albrapedagogické nakladatelství, 2005. ISBN 80-7361-011-6.
7. **STANĚK, J., NEMĚJC, J.** *Metodika zpracování a úprava diplomových prací*. Plzeň : ZČU, 2005.

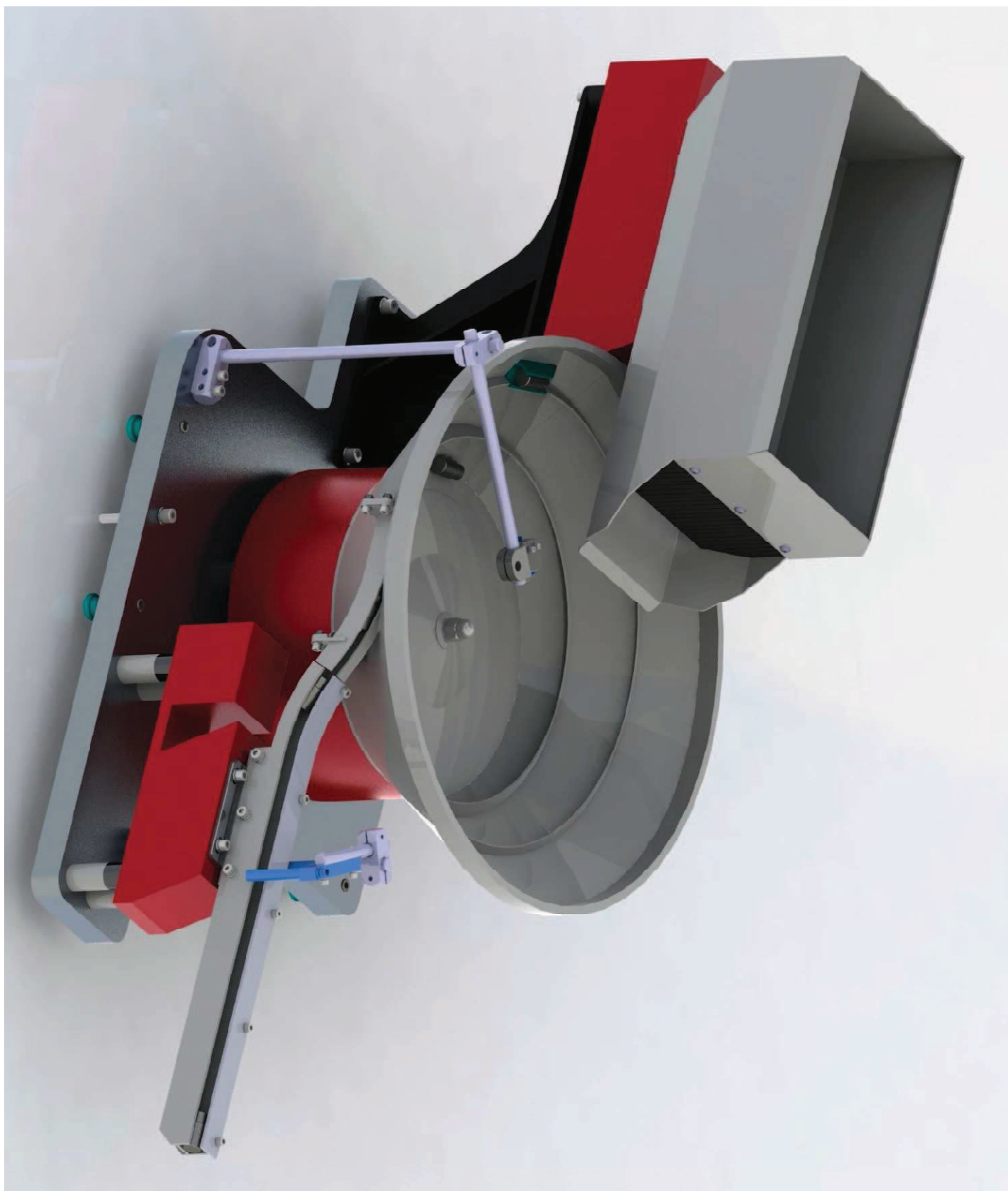
Internetové zdroje

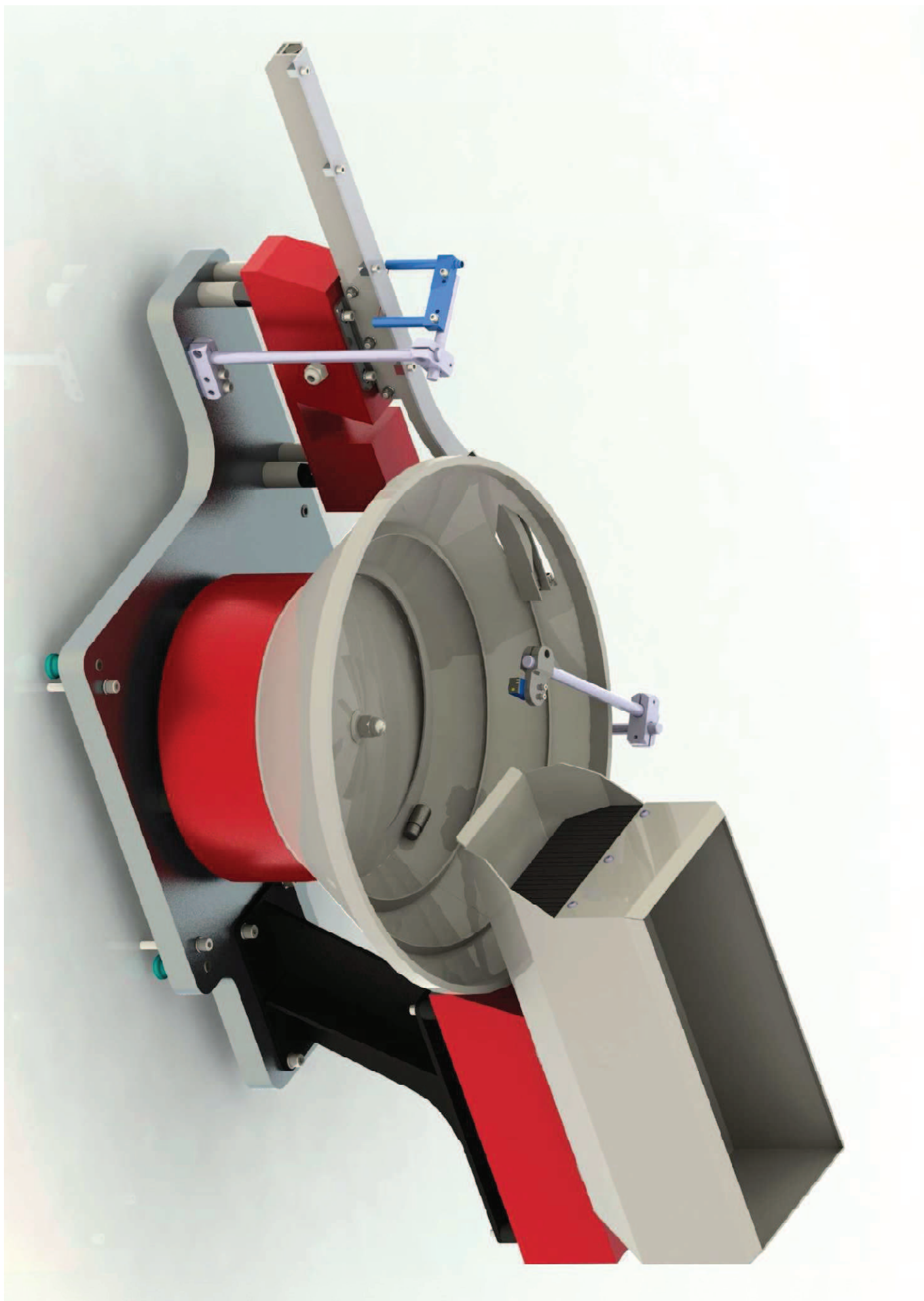
8. Válečné stroje mistra Leonarda: kosy, roboti i kulometry. *National Geographic Česko*. [Online] National Geographic, 2014, Dostupné z: <http://www.national-geographic.cz/detail/valecne-stroje-mistra-leonarda-kosy-roboti-i-kulometry-10152/>
9. MASTURN 550 CNC. *Společnost | KOVOSVIT MAS* [Online] KOVOSVIT MAS, a. s., 2013, Dostupné z: <http://kovosvit.cz/cz/produkty/turning-technology/cnc-universal-lathes/masturn-550-cnc>
10. Princip strojů. *VIBROS - příložené vibrátory, vibrační podavače, dopravníky a třídíče*. [Online] VIBROS s.r.o., Dostupné z: <http://www.vibros.cz/vibracni-stroje/princip/>.
11. Large Vibra Motor, Vibratory Motors, Vibration Shaker Motors. *Vibration Motors - Gear Motors - DC Motors*. [Online] Precision Microdrives Ltd, 2014. Dostupné z: <http://www.precisionmicrodrives.com/vibrating-vibrator-vibration-motors/large-vibra-motors>.
12. Custom Inline / Linear Feeder Tracks | Automation Devices, Inc. *Automation Devices: Parts Feeding Systems & Components | Automation Devices, Inc.* [Online] Automation Devices, Inc, 2013. Dostupné z: <http://www.autodev.com/products/inline-feeders/custom-tracks/>
13. Canali elettromagnetici, configurazioni canali elettromagnetici, sistemi elettronici di comando per vibratori, *MP Elettronica – Controllers for electromagnetic vibrators, Powe electronic controls*[Online] MP Elettronica S.r.l., 2014. Dostupné z: <http://www.mpelctronica.com/P/67/Prodotti/Controllers-stabilizzati-per-vibratori-e-canali-elettromagnetic i/Sistemi-integrati-digitali-per-Vibrat--Lin--Circ--Tramoggia/MCP12.html>
14. SICK Partner Portal, *SICK Group | Sensor Intelligence*. [Online] SICK AG, 2014. Dostupné z: <https://www.mysick.com/eCat.aspx?go=FinderSearch&FamilyID=362&List=1&Selections=39318&Cat=Row&At=Fa&Cult=English&Category=Produktfinder>

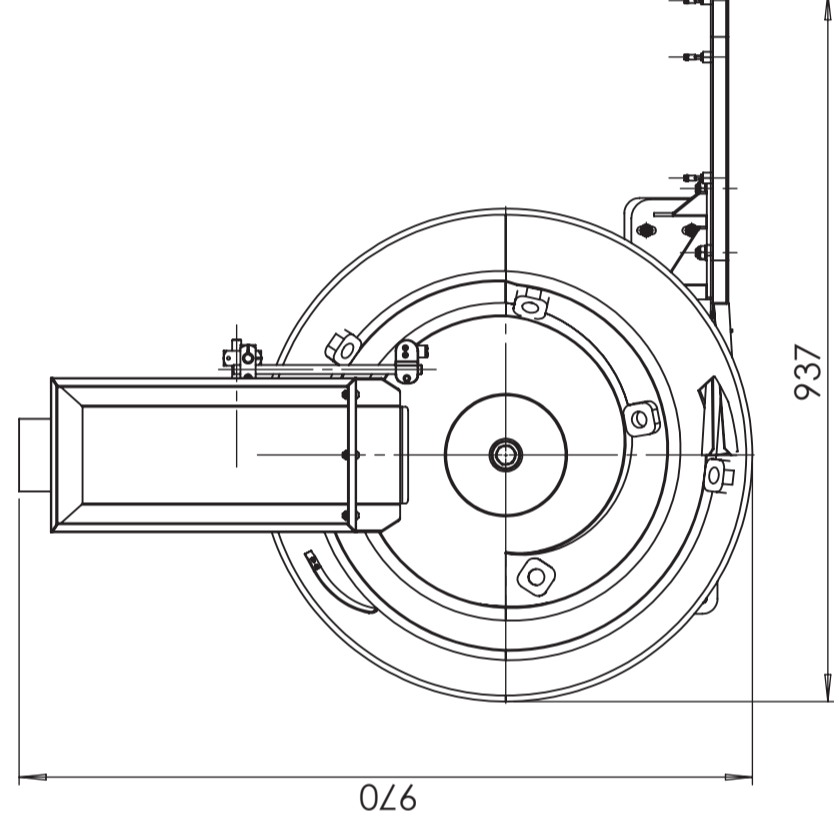
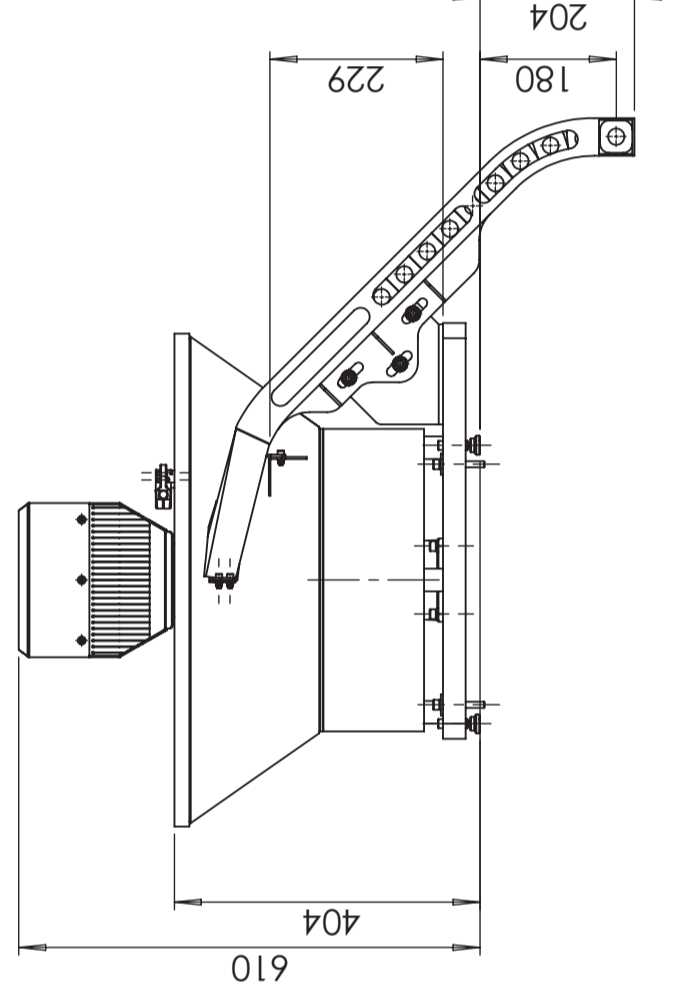
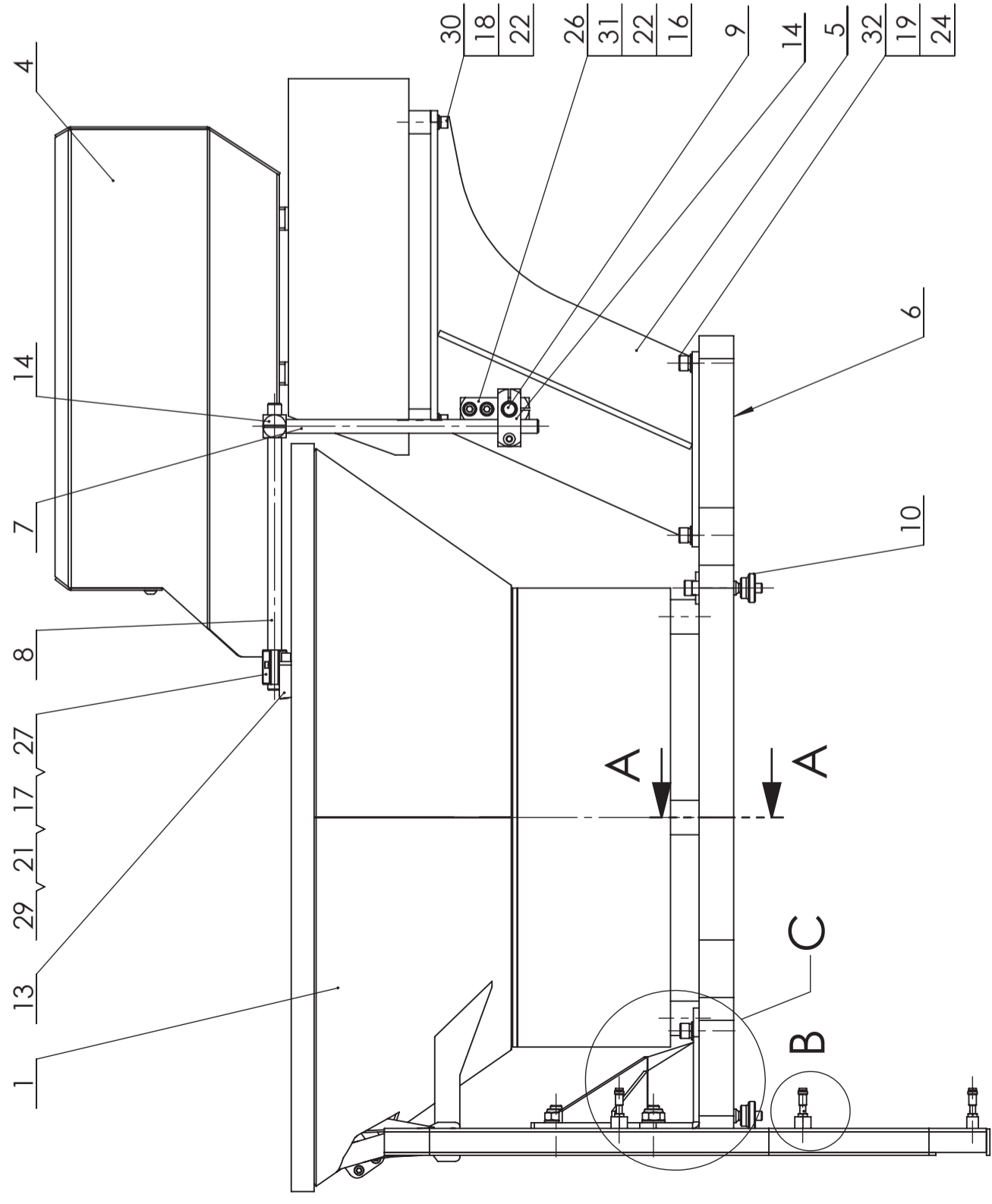
15. Karel Skipala - DIGR-1202/E - Digitální triakový regulátor pro řízení vibračních zásobníků a podavačů, *Karel Skipala - Jednouúčelové stroje, elektronické přístroje pro průmysl* [Online] Karel Skipala, 2011. Dostupné z: <http://www.skipala.cz/Elektronicke-Pristroje-Pro-Prumysl/Regulace-Vibracnich-Zasobniku/digitalni-regulator-pro-vibracni-zasobniky-digr1202e.html>
16. Vibrační kruhové zásobníky | Vibrační technika Libor Kříž, *Vibrační technika Libor Kříž* [Online] Libor Kříž, 2011. Dostupné z: <http://www.liborkriz.eu/cz/produkt/vibracni-kruhove-zasobniky.html>
17. Centrifugal Feeders, *United Toolers* [Online] United Toolers of Illinois, 2010. Dostupné z: <http://www.unitedtoolers.com/Products/CentrifugalFeeders.aspx>
18. Fotogalerie | Vibrační podavače a zásobníky od firmy Vondra a Vondra, *Vibrační podavače a zásobníky od firmy Vondra a Vondra* [Online], Vondra a Vondra s.r.o., 2011. Dostupné z: <http://www.vondra-vondra.cz/cz/fotogalerie>
19. Princip strojů. *VIBROS - příložené vibrátory, vibrační podavače, dopravníky a třídiče.* [Online] VIBROS s.r.o. Dostupné z: <http://www.vibros.cz/vibracni-stroje/princip/>





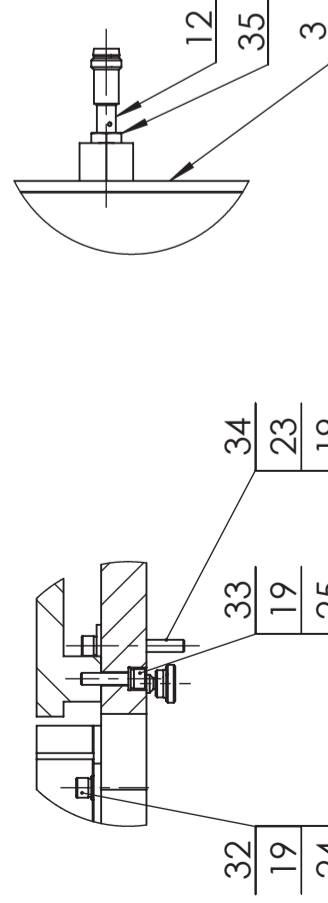




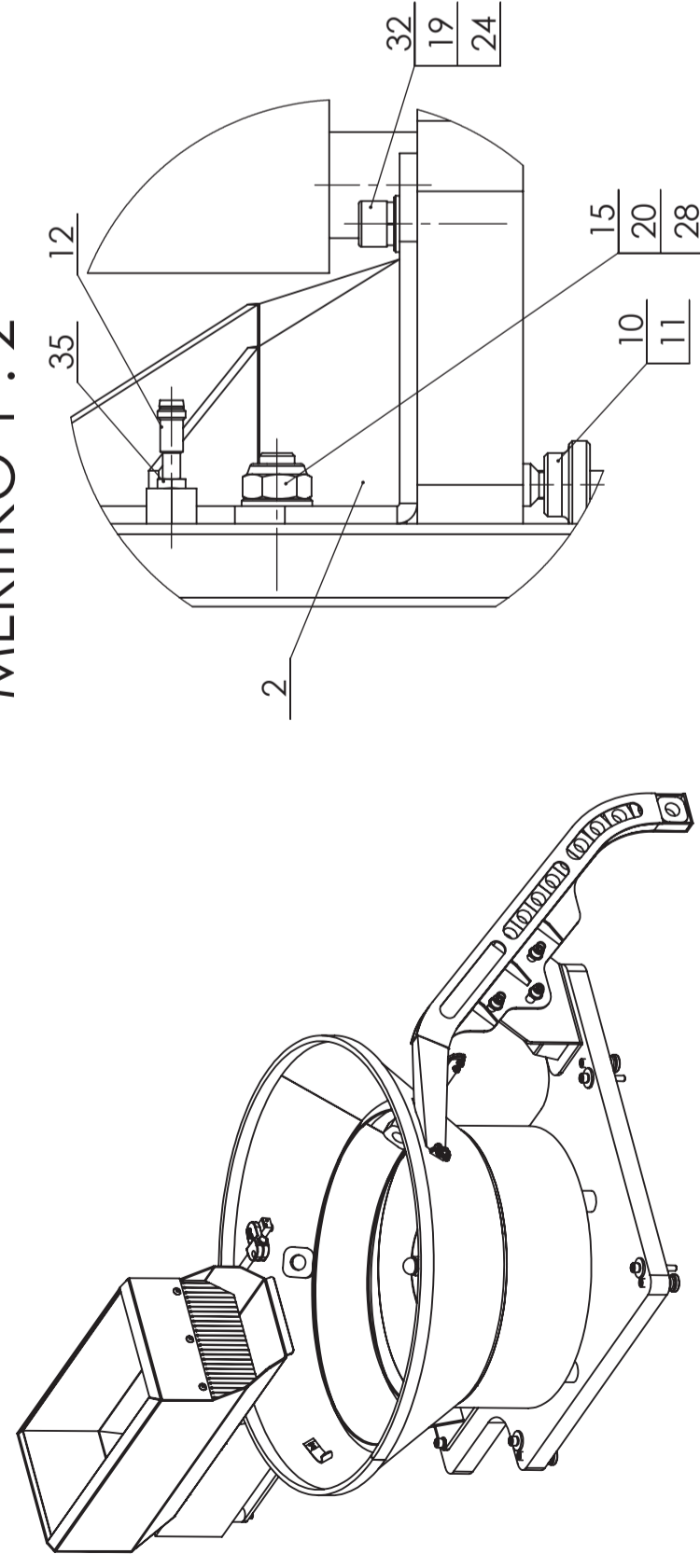


ŘEZ A-A
MĚŘITKO 1:5

DETAIL B
MĚŘITKO 1:2



DETAIL C
MĚŘITKO 1:2



3	MATICE M5x0,5	M5x0,5	8.8	0,01	35
4	ŠROUB IMB M8x60 DIN 912	M8x60	8.8	0,05	34
4	ŠROUB IMB M8x35 DIN 912	M8x35	8.8	0,04	33
8	ŠROUB IMB M8x30 DIN 912	M8x30	8.8	0,04	32
2	ŠROUB IMB M6x40 DIN 912	M6x40	8.8	0,03	31
4	ŠROUB IMB M6x20 DIN 912	M6x20	8.8	0,02	30
2	ŠROUB IMB M3x20 DIN 912	M3x20	8.8	0,01	29
3	ŠROUB IMB M10x25 DIN 912	M10x25	8.8	0,03	28
1	ÚCHYT ČIDLA-DRŽÁK MSX.56-TF-10-12	PLAST		0,01	27
1	ZÁKLADNA 1 4HR20-60	11373		0,05	26
4	PODLOŽKA 8,4 DIN433	D 8,4		0,01	25
8	PODLOŽKA 8,4 DIN125	D 8,4		0,01	24
4	PODLOŽKA 8 DIN 440	D 8		0,01	23
8	PODLOŽKA 6,4 DIN125	D 6,4		0,01	22
2	PODLOŽKA 3,2 DIN125	D 3,2		0,01	21
6	PODLOŽKA 10,5 DIN125	D 10,5		0,01	20
16	PODLOŽKA 8 DIN 127	D 8		0,01	19
6	PODLOŽKA 6 DIN 127	D 6		0,01	18
2	PODLOŽKA 3 DIN 127	D 3		0,01	17
2	MATICE M6 DIN 985	M6	8.8	0,00	16
3	MATICE M10 DIN 985	M10	8.8	0,01	15
2	KŘÍŽ 1 4HR20-50	11373		0,05	14
1	UC4-11341	SICK		0,02	13
3	IM05-0B8PS-ZT1	SICK		0,02	12
4	DIN 6332-M12-50-SK			0,05	11
4	DIN 6311-25-S			0,05	10
1	13-BP-01-004-TYČ 3	D12-150	11373	0,15	9
1	13-BP-01-003-TYČ 2	D12-250	11373	0,22	8
1	13-BP-01-002-TYČ 1	D12-240	11373	0,21	7
1	13-BP-01-001-ZÁKLADOVÁ DESKA		Dural C 210	20.80	6
1	13-BP-03-200-STOJAN SVAR			4.72	5
1	13-BP-03-000-DOPLŇOVÁNÍ			21.93	4
1	13-BP-01-220-SKLUZ SVAR			2.03	3
1	13-BP-01-300-ÚCHYT SVAR			1.41	2
1	13-BP-01-050-VKZ400 VAČKA			150.0	1
KS	ČÍSLO - POR.Č. - NÁZEV	ROZMĚR	POLOTOVA MATERIÁL	HMOTNOST	PO
		1:10	R	204,49	Z

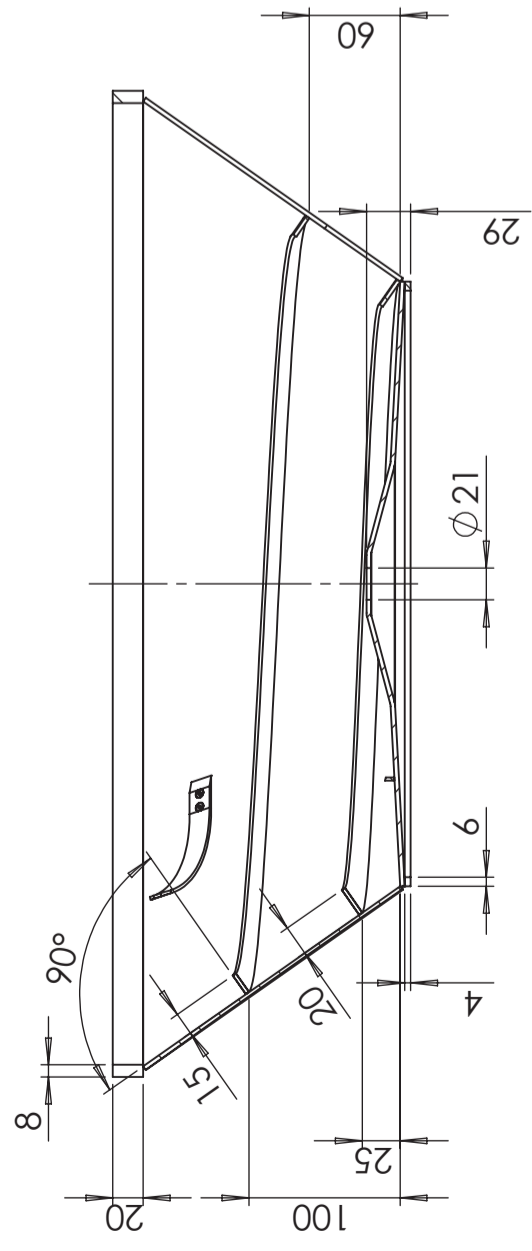


SV 2012
FAKULTA STROJNÍ
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERSITY
V PLZNI
KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ

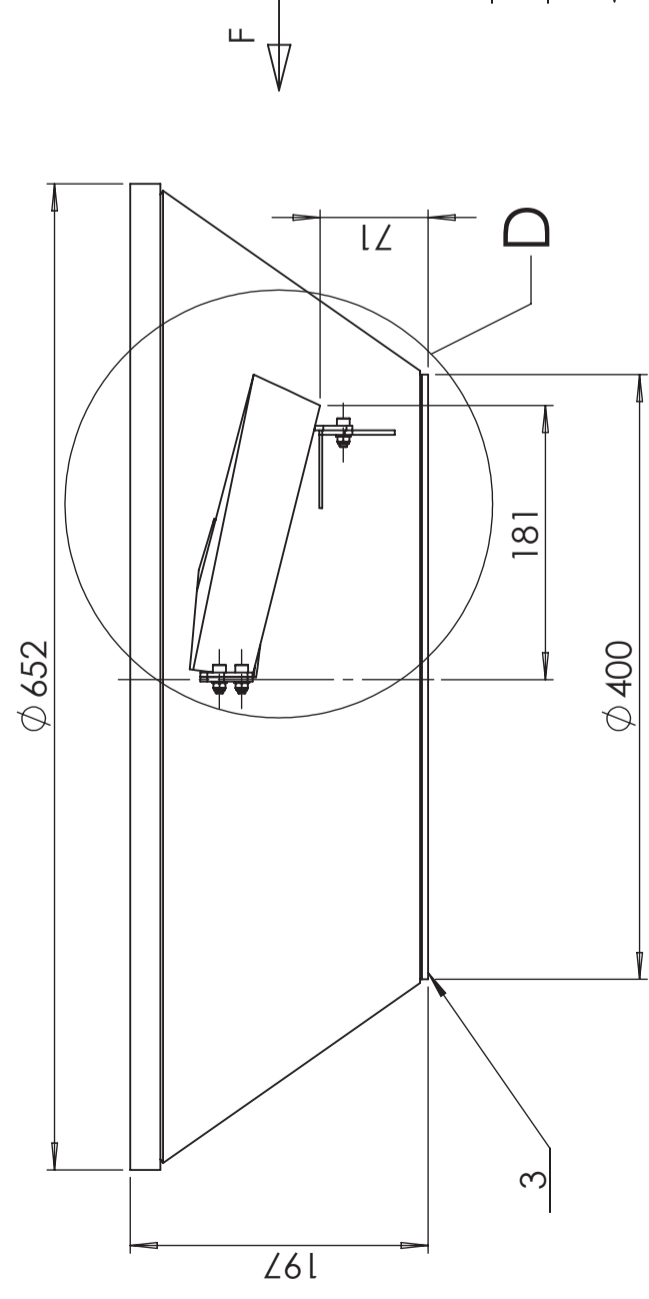
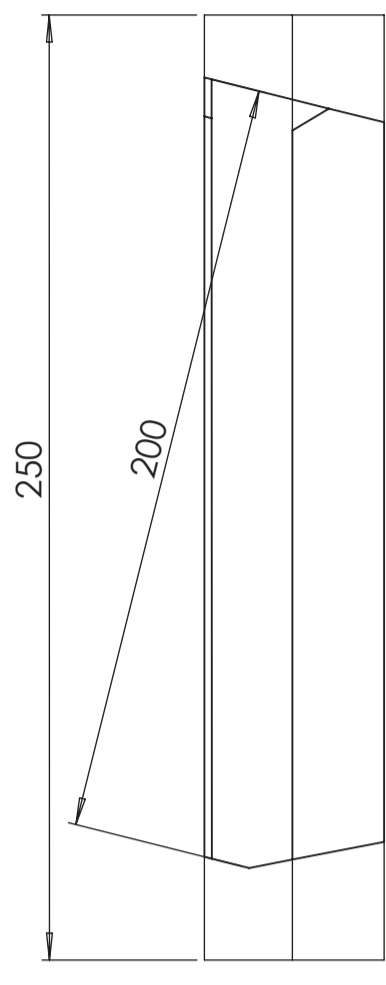
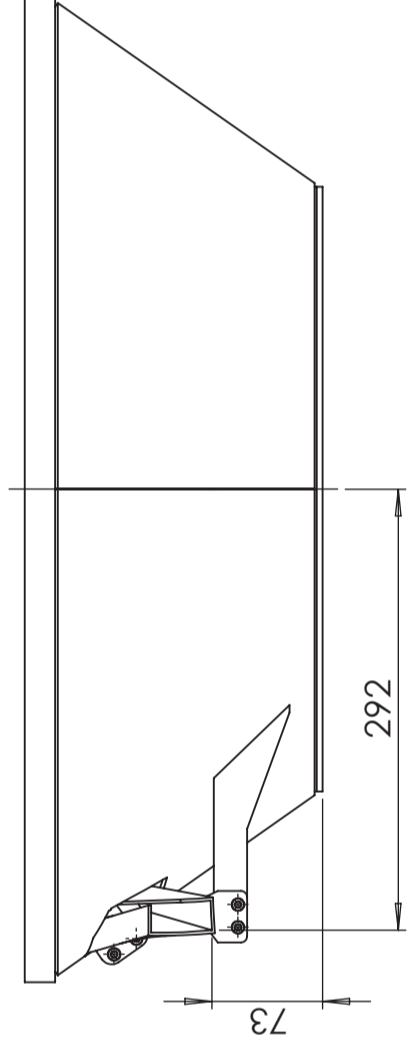
JMÉNO
KRESLIL
OVĚŘIL
SCHVÁLIL
ZMĚNA

DATUM
FLIČEK 20.5.2014
přes 0,5
do 3
přes 3
do 6
přes 6
do 1000
1000
-1000
-2000
-4000
±0,2
±0,3
±0,5
±0,8
±1,2
±2
±3
±4
MĚŘITKO:
1:10
PROMITÁNÍ:
HMOTNOST:
204,49
kg

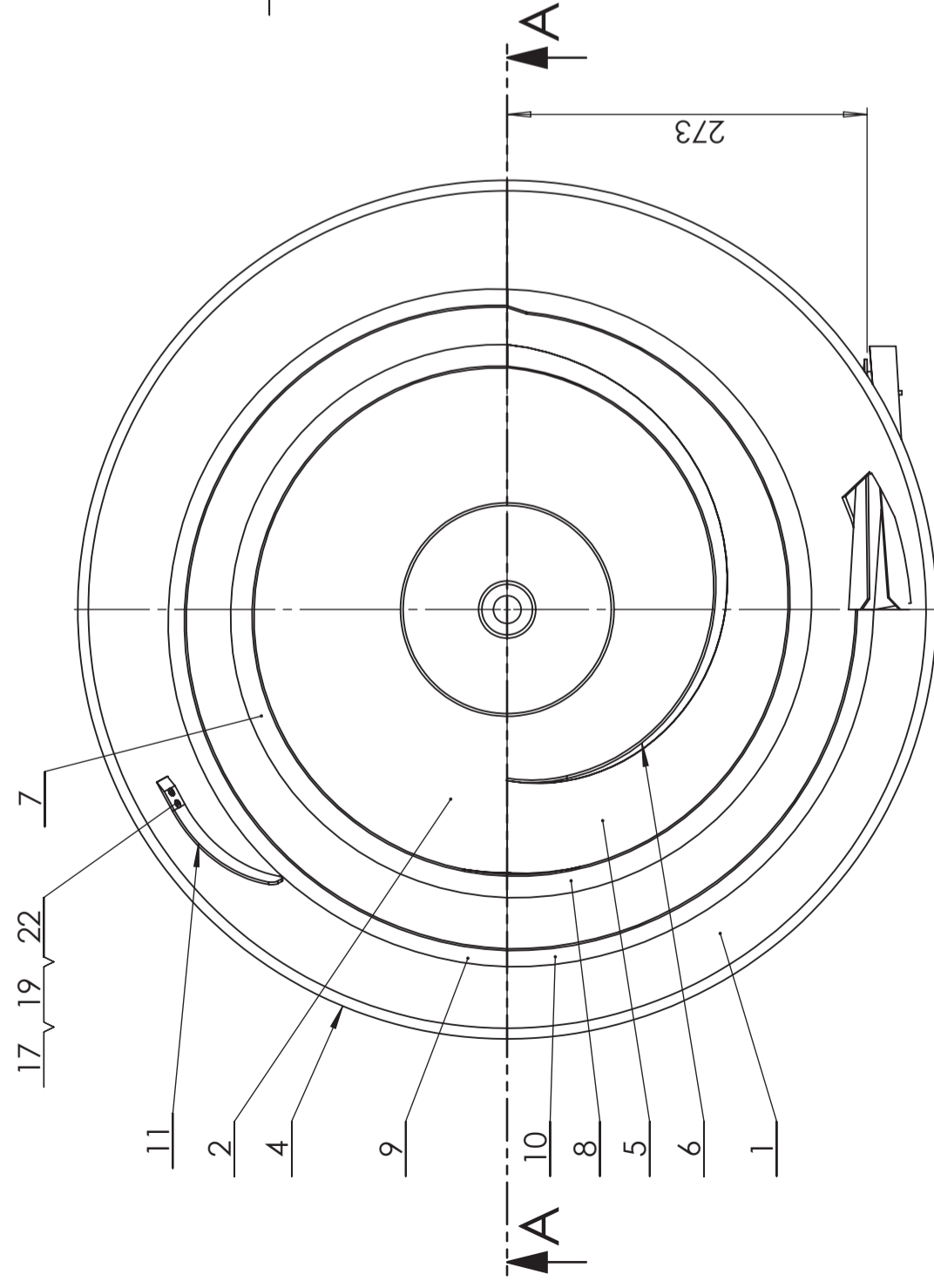
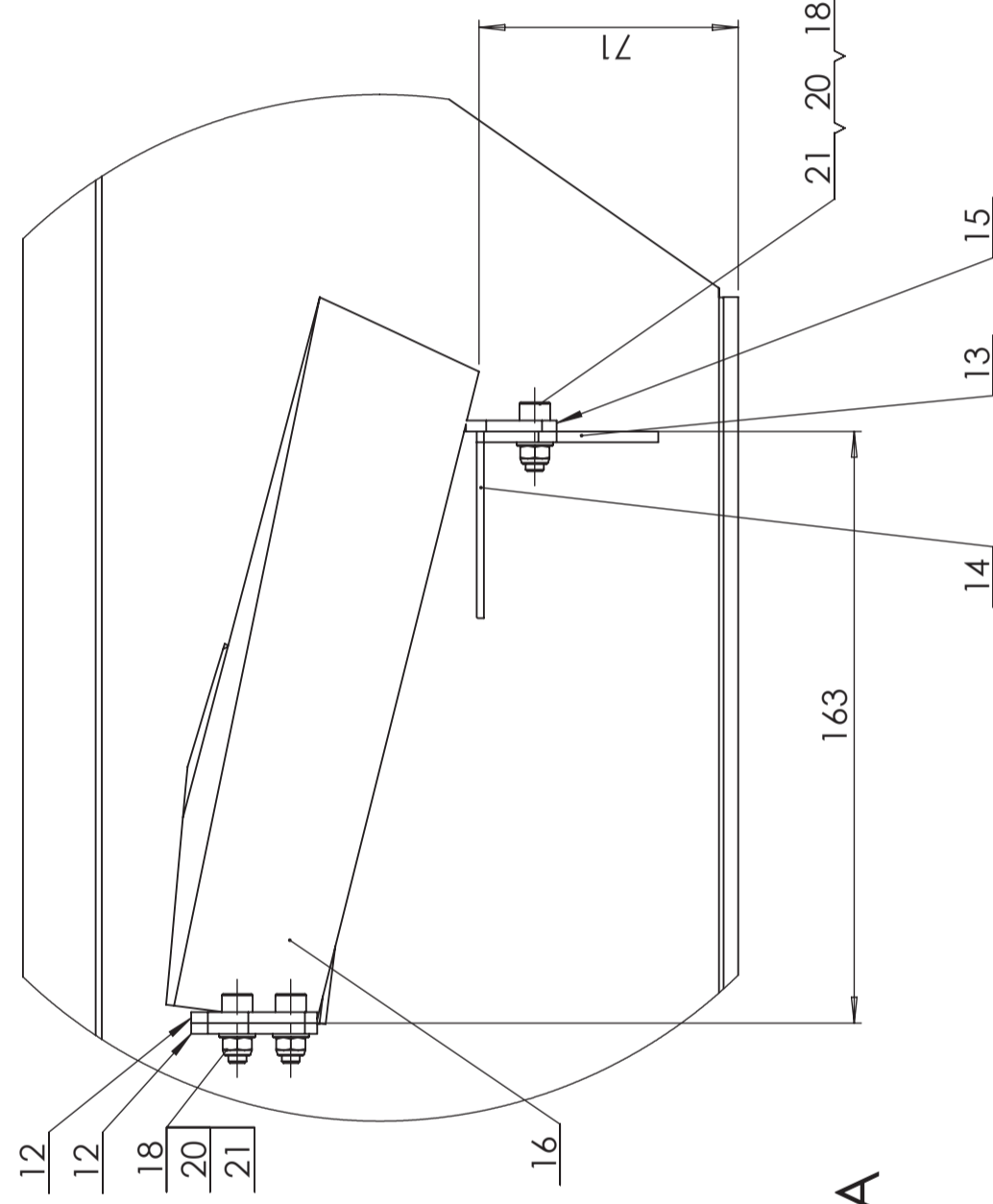
ŘEZ A-A



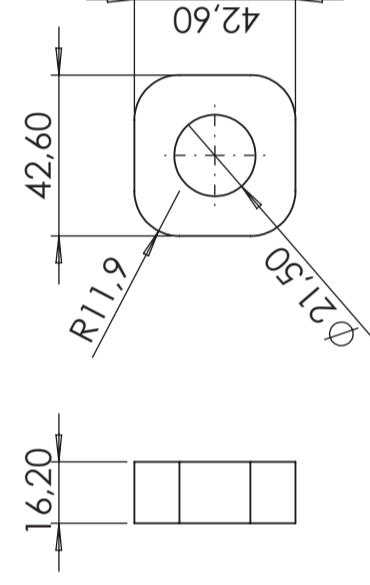
POHLED F



DETAIL D
MĚŘÍTKO 1 : 2



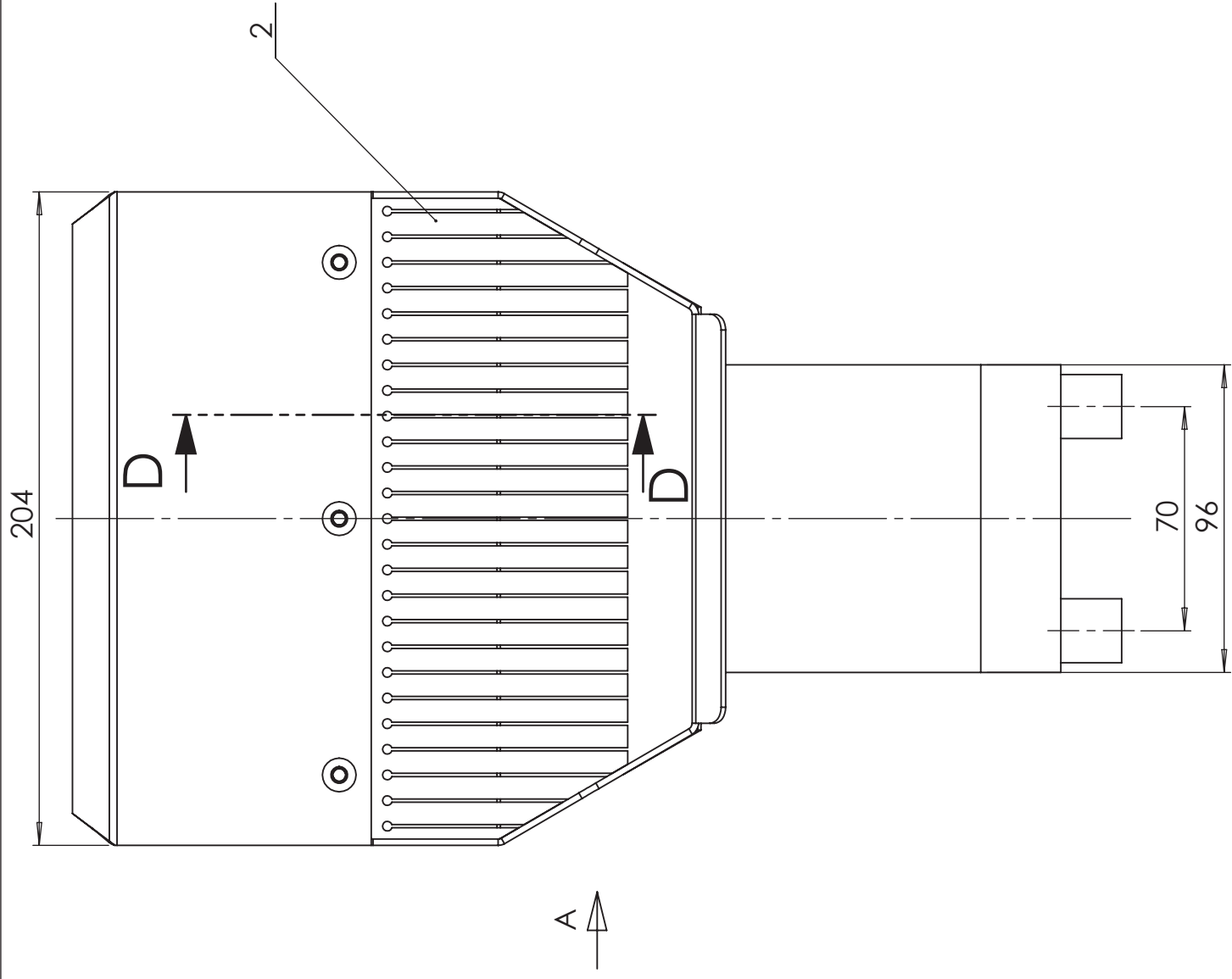
DOPRAVOVANÝ DÍL - VAČKA



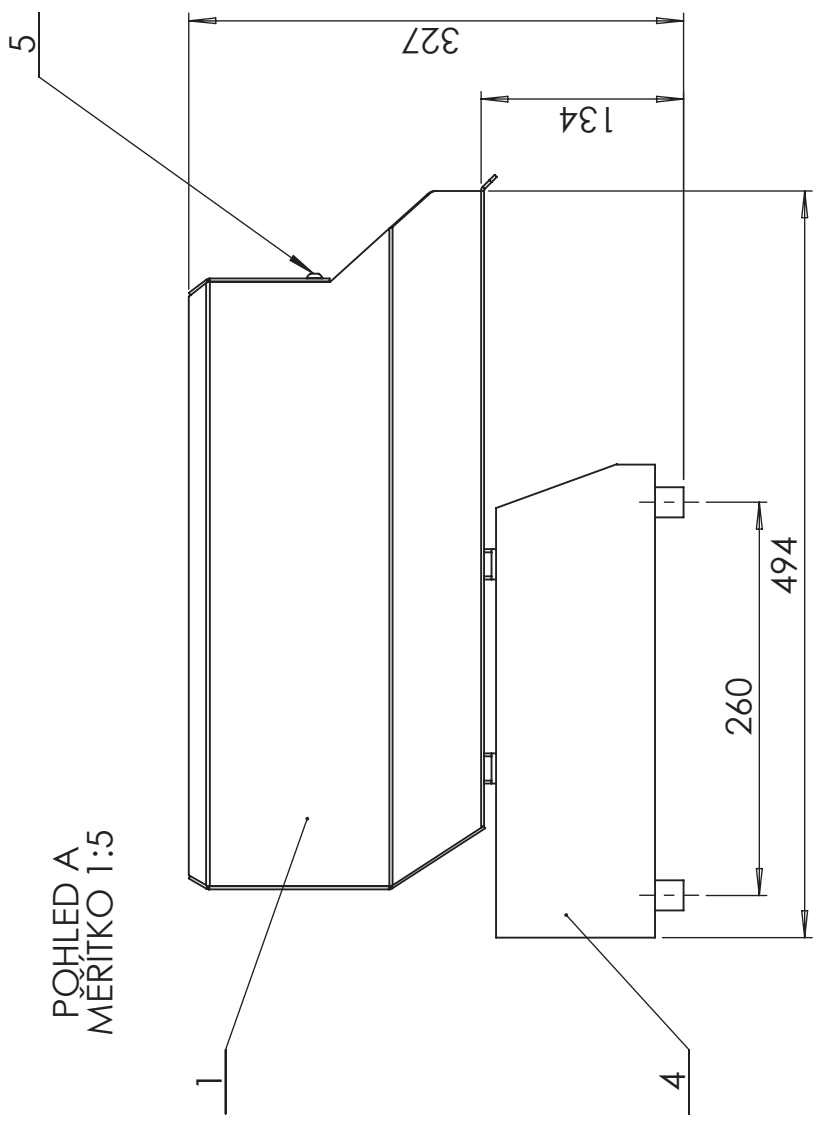
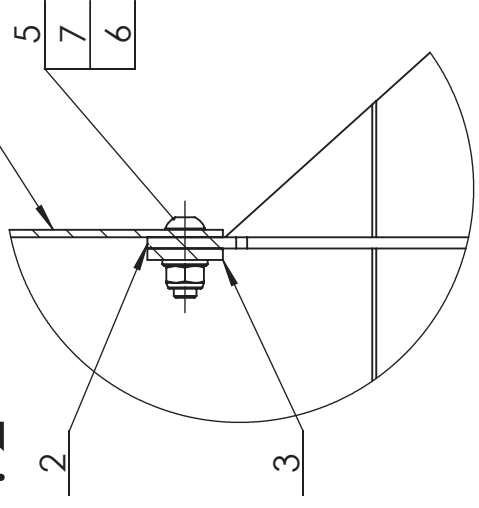
SVARY KOMPLET TIG
NA DNO ZESPODU VYRAZIT OZNAČENÍ NÁDOBY 13-BP-01-050
ZAVÍTU ZESPODU VYTMELIT
VNĚJŠÍ PLOCHOVÁ ÚPRAVA-SCOTCH BRITE
VNITŘNÍ PLOCHOVÁ ÚPRAVA-NASTRIK PUR

2	Šroub M3x10 DIN 7991 8.8	DIN 7991	M3x10	8.8 Zn	0.00	22
4	ŠROUB IMB M5x14 DIN 912	DIN 912	M5x14	8.8 Zn	0.00	21
4	PODLOŽKA 5,3 DIN125	DIN 125	D 5,3	11423	0.00	20
2	PODLOŽKA 3,2 DIN125	DIN 125	D 3,2	11423	0.00	19
4	MATICE M5 DIN 985	DIN 985	M5	8.8 Zn	0.00	18
2	MATICE M3 DIN 985	DIN 985	M3	8.8 Zn	0.00	17
1	13-BP-01-150-VÝSTUP		P2	17 240	0.31	16
1	13-BP-01-115-ÚCHYT 3		P3	17 240	0.02	15
1	13-BP-01-114-ŽEBRO ÚCHYT		P2	17 240	0.03	14
1	13-BP-01-113-ÚCHYT 2		P3	17 240	0.03	13
2	13-BP-01-112-ÚCHYT		P3	17 240	0.01	12
1	13-BP-01-111-HRADÍTKO		P2	17 240	0.03	11
1	13-BP-01-110-ZÁVIT 4		P2,5	17 240	0.12	10
1	13-BP-01-109-ZÁVIT 3		P2,5	17 240	0.23	9
1	13-BP-01-108-ZÁVIT 2		P2,5	17 240	0.27	8
1	13-BP-01-107-ZÁVIT 1		P2,5	17 240	0.25	7
1	13-BP-01-106-NABÍRACÍ ZÁVIT 2		P2	17 240	0.13	6
1	13-BP-01-105-NABÍRACÍ ZÁVIT		P2	17 240	0.56	5
1	13-BP-01-104-HORNÍ LEM		PLO8x8-2023	17 240	2.54	4
1	13-BP-01-103-SPODNÍ LEM		PLO 6x4-1238	17 240	0.23	3
1	13-BP-01-102-DNO		P3	17 240	2.97	2
1	13-BP-01-101-PLAST		P3	17 240	7.88	1
KS	ČÍSLO - POR.Č. - NÁZEV	ROZMĚR	NORMA	MĚŘÍTKO	HMOTNOST	PO
	1:5				16.55	kg

	SV 2012	JMÉNO	DATUM	Úchytky netolerovaných rozměrů dle ČSN ISO 2768 - c							
	KRESLIL	FLIČEK	20.5.2014	přes 0,5	6	30	120	400	1000	2000	
	OVĚŘIL			do 0,3	-30	-120	-400	-1000	-2000	-4000	
	SCHVÁLIL			±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
ZMĚNA			MĚŘÍTKO	PRŮMĚRNĚ				HMOTNOST:			
				1:5					16.55		



ŘEZ D-D
MĚŘITKO 1 : 2

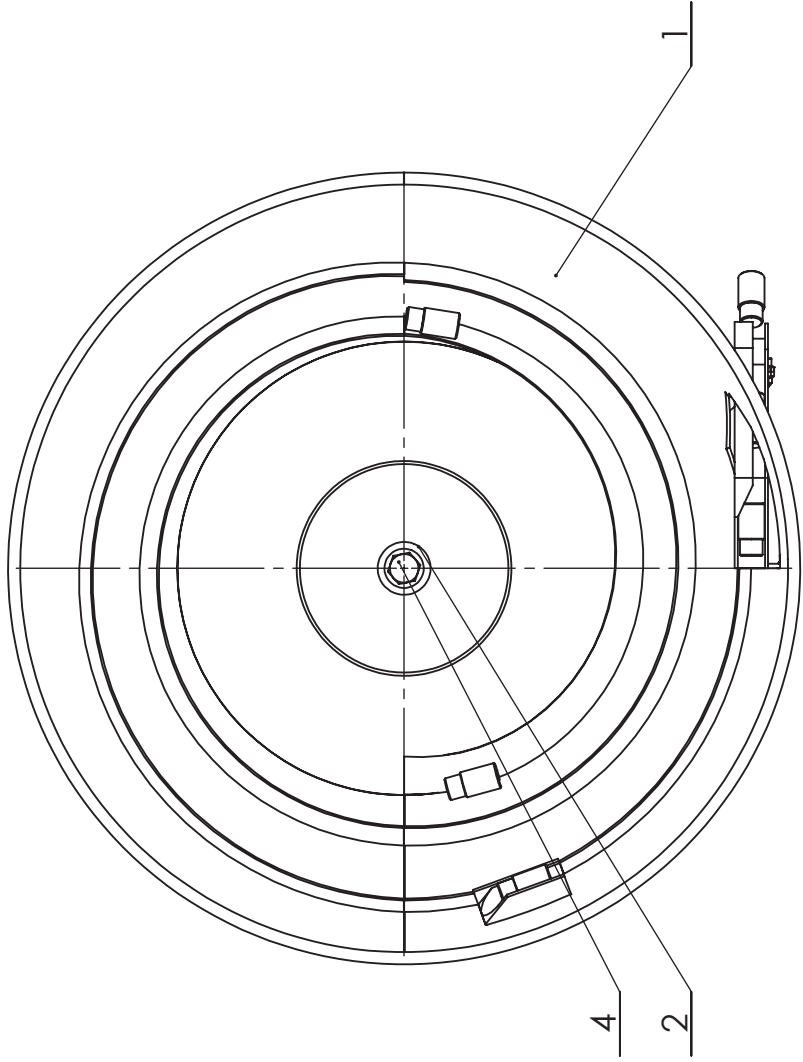
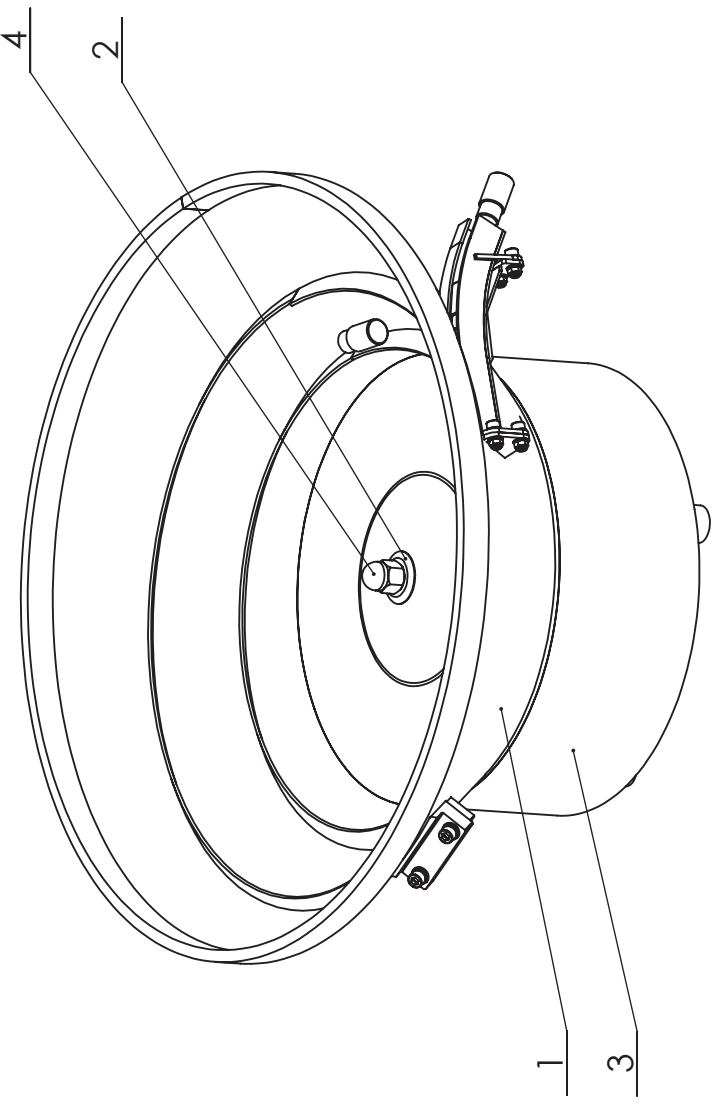
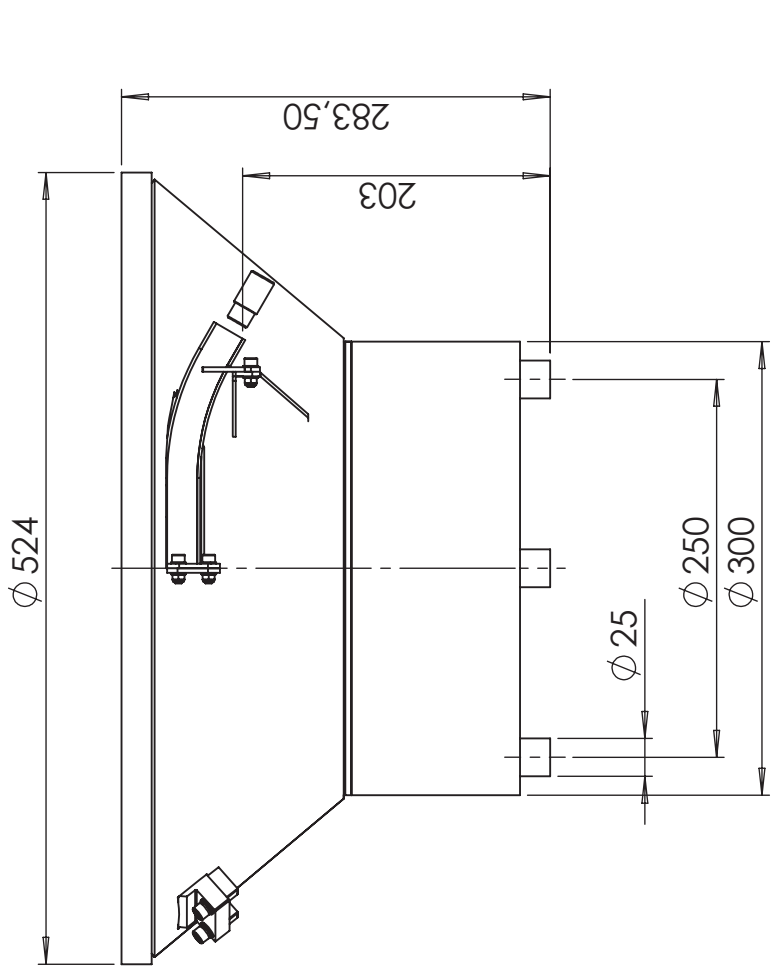


POHLED A
MĚŘITKO 1:5

3	PODLOŽKA 6,4 DIN125	D 6,4	DIN 125	11423	0.00	7
3	MATICE M6 DIN 985	M6	DIN 985	8.8 ZN	0.00	6
3	ŠROUB M6x18 ISO 7380-10.9	M6x18	ISO 7380	8.8 Zn	0.01	5
1	M100_DÍRY_G20_B				17.00	4
1	13-BP-02-002-PŘÍLOŽKA	P3		17 240	0,09	3
1	13-BP-02-001-ZÁSTĚRKA	TL.3		PRYZ	0,12	2
1	13-BP-02-100-ŽLAB SVAR				4,69	1
KS	ČÍSLO - POŘ.Č. - NÁZEV	ROZMĚR	NORMA	MATERIÁL	HMOTNOST	PO

<p>FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI</p>	SW/2012	JMÉNO	DATUM	Úchytky netolerovaných rozměrů dle ČSN ISO 2768 - c				
	KRESLIL:	FLÍČEK	20.5.2014	30	120	400	1000	2000
	OVĚŘIL:			6	-120	-400	-1000	-2000
	SCHVÁLIL:			do 6	-30	+0.8	+1.2	+2
KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ	ZMĚNA	MĚŘITKO:	1:5	PROMĚTÁNÍ:				HMOTNOST:
								21.93
								kg

13-BP-02-000-DOPLŇOVÁNÍ



1	MATICE M12 DIN 1587	M12	DIN 1587	8.8 ZN	0.01	4
1	VZK_300			17 240	62,25	3
1	13-BP-03-051-VLOŽKA			17 240	0,02	2
1	13-BP-03-100-NÁDOBA VKZ300				9,87	1
KS	ČÍSLO - POŘ.Č. - NÁZEV	ROZMĚR	NORMA	MATĚRIÁL	HMOTNOST	POZ.



FAKULTA STROJNÍ
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERZITY
V PLZNI

SW/2012
KRESLIL:
OVĚŘIL:
SCHVÁLIL:
ZMĚNA

JMÉNO
FLÍČEK
20.5.2014
DATUM
Úchylky netolerovaných rozměrů dle ČSN ISO 2768 - c
přes 0,5
do 3
přes 3
do 6
6
30
120
400
1000
2000
-1000
-2000
-4000
±0.2
±0.3
±0.5
±0.8
±1.2
±2
±3
±4
MĚŘÍTKO:
1:5
PROMÍTÁNÍ:
HMOTNOST:
72.14
kg

KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ

ČÍSLO (ZAK) - POŘ. Č. - NÁZEV:

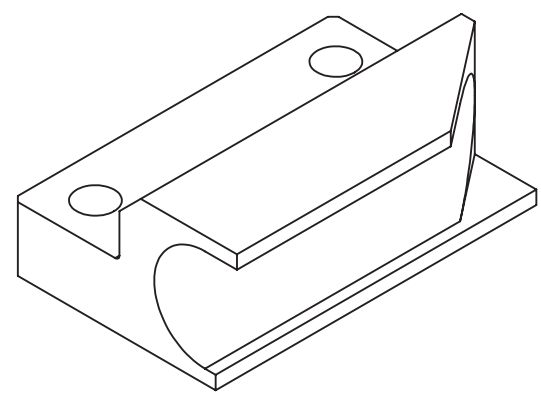
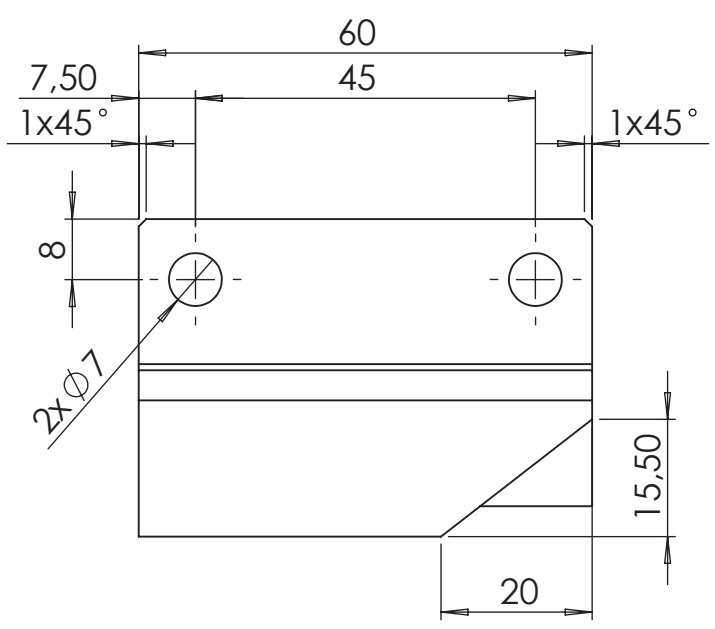
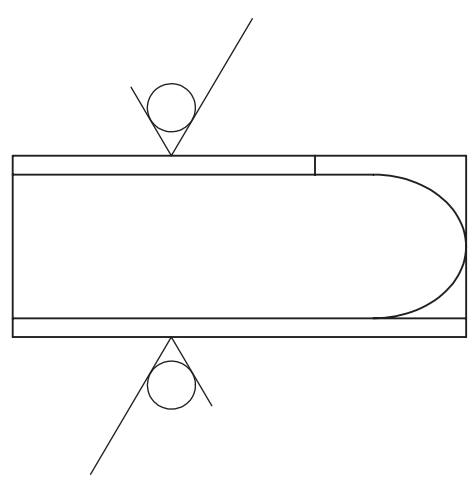
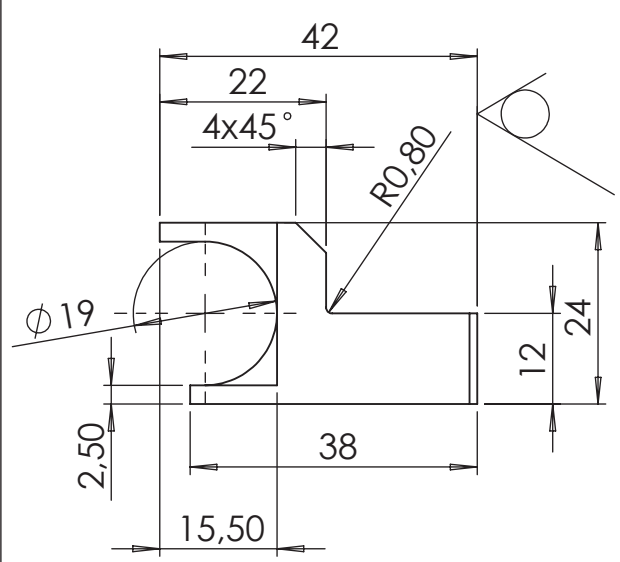
LIST 1

LISTŮ 1

FORMÁT A3

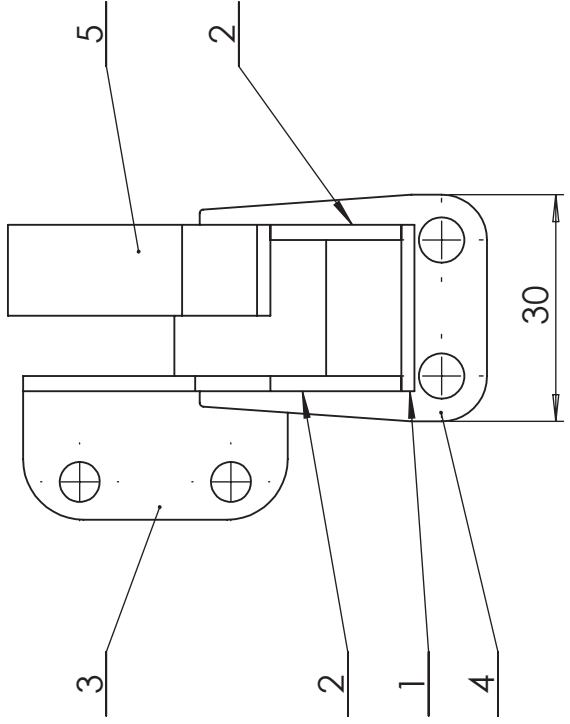
13-BP-03-050-VKZ300 PÍSTEK

3,2 / ()

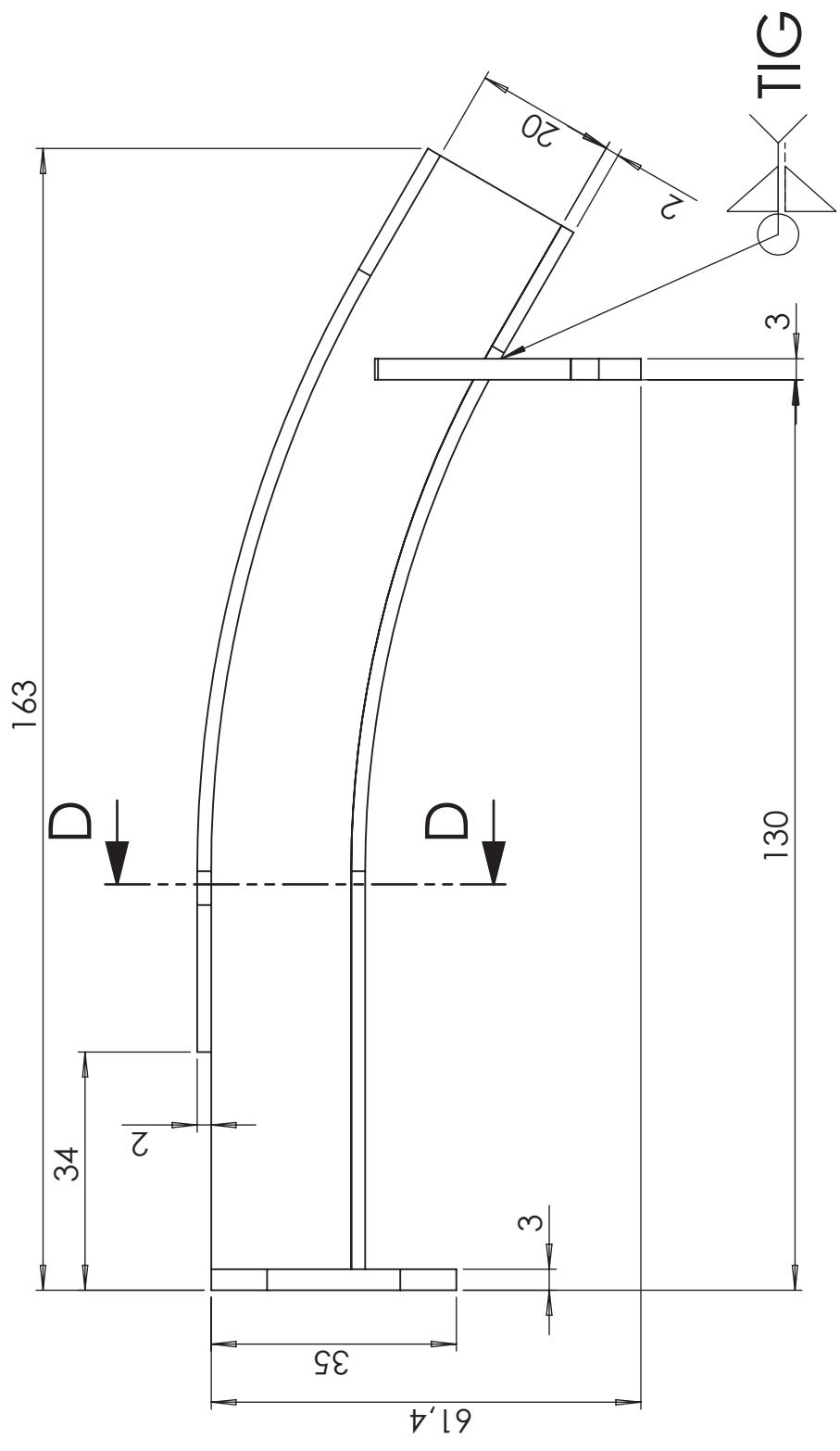
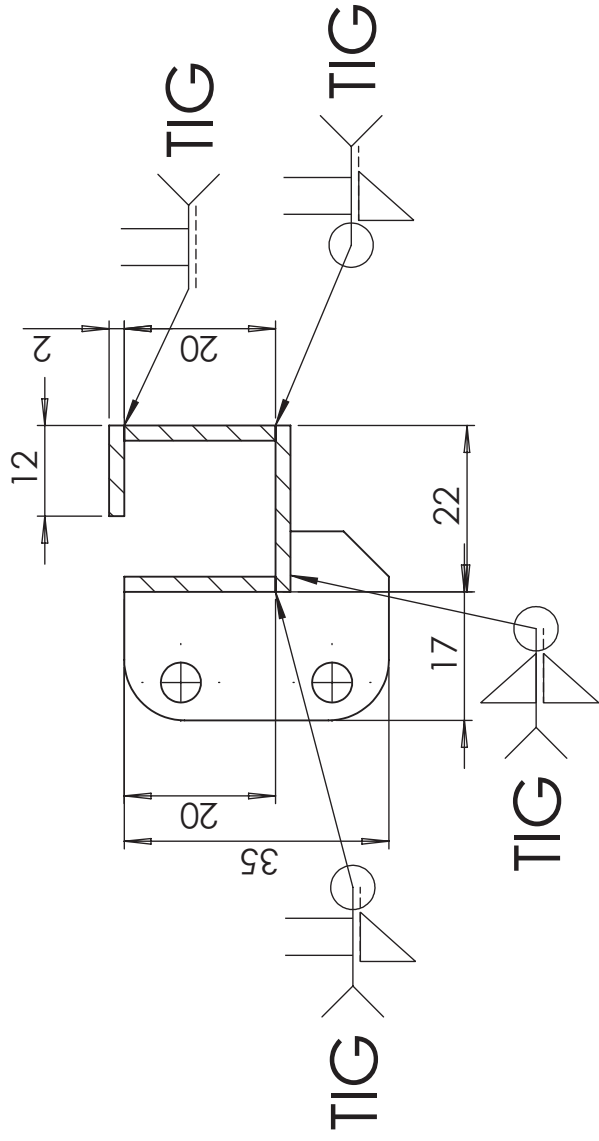


Pozn.:
ODJEHLIT!
KALIT NA 60 HRC!

Materiál - Polotovár 19 312 42x24x60		Přesnost ISO 2768 - mK	Tolerování ISO 8015	Formát A4
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil: Jan FLÍČEK Datum: 20.5.2014	Měřítko 1:1	Hmotnost (kg) 0,22	Promítání 
	Schválil Datum	Číslo výkresu - Název 13-BP-03-116-KALIBR		
KTO KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES			

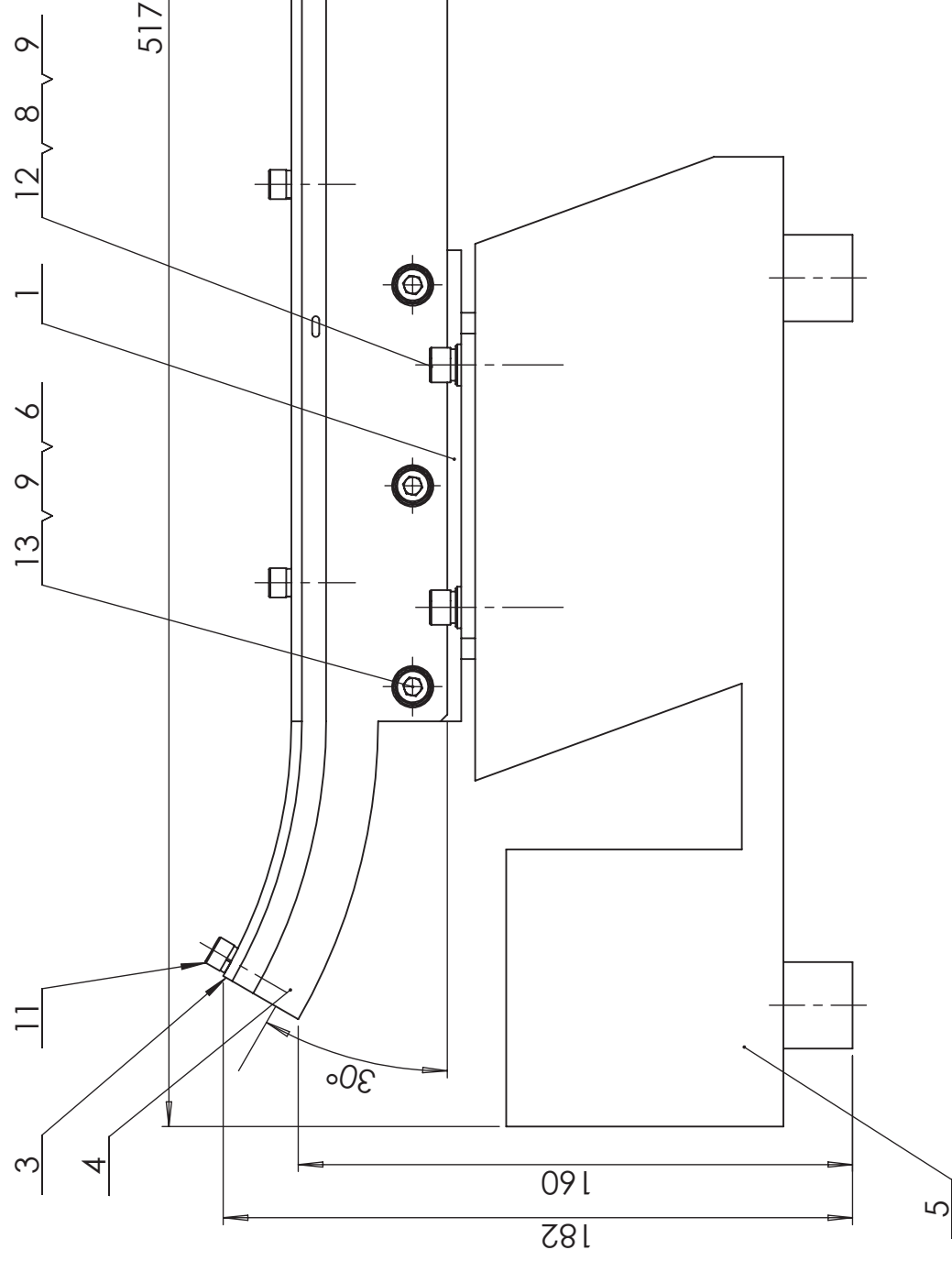


ŘEZ D-D

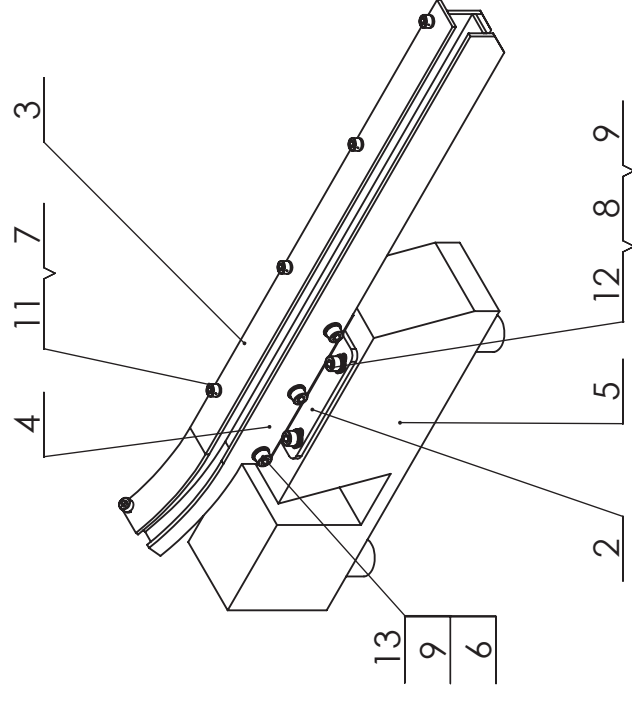
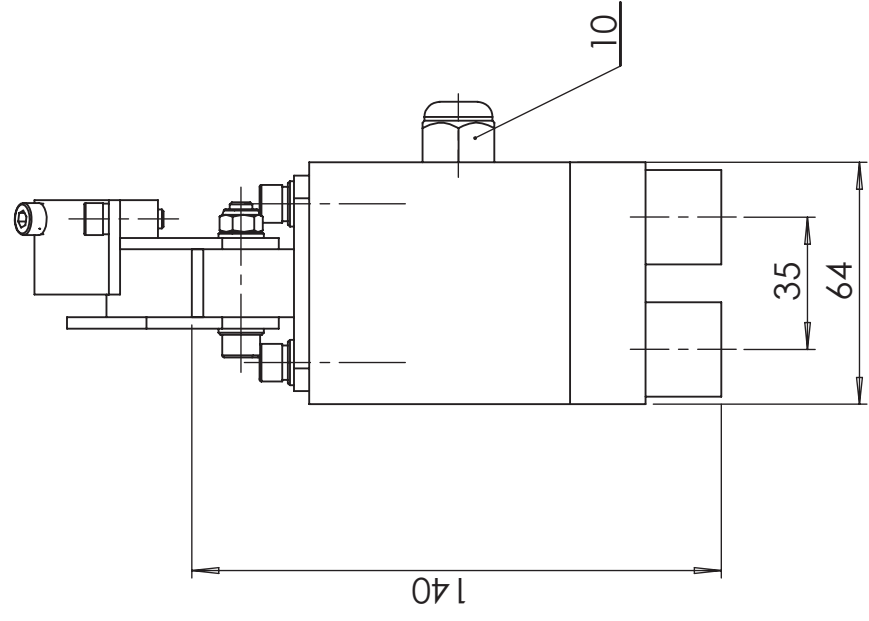


1	13-BP-03-155-PŘIDRŽOVAČ	P2			17 240		5
1	13-BP-03-154-ÚCHYT 2	P3			17 240		4
1	13-BP-03-153-ÚCHYT	P3			17 240		3
2	13-BP-03-151-BOK VÝSTUPU	P2			17 240		2
1	13-BP-03-152-DNO VÝSTUPU	P2			17 240		1
KS	ČÍSLO - POŘ.Č. - NÁZEV	ROZMĚR	NORMA	MĚŘÍTKO:	MĚŘITNOST:	HMOTNOST:	kg
		1:1				0.21	

 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ	SW/2012	JMÉNO	DATUM	Úchytky netolerovaných rozměrů dle ČSN ISO 2768 - c							
	KRESLIL:	FLÍČEK	20.5.2014	30	120	400	1000	2000			
	OVĚŘIL:			do 3	-30	-400	-1000	-2000	-4000		
	SCHVÁLIL:				±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3
ZMĚNA				MĚŘITNOST:						kg	



POHLED A
MĚŘITKO 1:2



2	Šroub M6x18 DIN 7991 8.8	M6x18	DIN 7991	8.8 Zn	0.00	14
3	ŠROUB IMB M6x35 DIN 912	M6x35	DIN 912	8.8 ZN	0.01	13
4	ŠROUB IMB M6x20 DIN 912	M6x20	DIN 912	8.8 ZN	0.01	12
5	ŠROUB IMB M5x16 DIN 912	M5x16	DIN 912	8.8 ZN	0.00	11
1	PRŮCHODKA PG9	Pg9		PVC	0.01	10
10	PODLOŽKA 6,4 DIN125	D 6,4	DIN 125	11423	0.00	9
4	PODLOŽKA 6 DIN 127	D 6	DIN 127	11 423	0.00	8
5	PODLOŽKA 5 DIN 127	D 5	DIN 127	11 423	0.00	7
3	MATICE M6 DIN 985	M6	DIN 985	8.8 ZN	0.00	6
1	LVP21				6.60	5
1	13-BP-04-150-LIŠTA SVAR					4
1	13-BP-04-103-PŘIDRŽOVAČ			17 240		3
1	13-BP-04-102-ÚCHYT	P4-57x100		17 240	0.16	2
1	13-BP-04-101-NOSNÍK			17 240		1
KS	ČÍSLO - POŘ.Č. - NÁZEV	ROZMĚR	NORMA	MATERIÁL	HMOTNOST	POZ.



FAKULTA STROJNÍ
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERZITY
V PLZNI

KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ

SW/2012
JMÉNO
KRESLIL:
OVĚŘIL:
SCHVÁLIL:
ZMĚNA

Úchytky netolerovaných rozměrů dle ČSN ISO 2768 - c
přes 0,5
do 3
přes 3
do 6
6
do 30
30
120
-120
-400
-1000
1000
-2000
-4000
±0.2
±0.3
±0.5
±0.8
±1.2
±2
±3
±4

MĚŘITKO:
1:5
PROMÍTÁNÍ:
HMOTNOST:
8.63 kg

ČÍSLO (ZAK) - POŘ.Č. - NÁZEV:

LIST 1

LISTŮ 1

FORMÁT A3

13-BP-04-100-LIŠTA SESTAVA

