

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N 2301 Strojírenství
Studijní zaměření: Stavba výrobních strojů a zařízení

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Separátor plastových dílů.

Autor: **Bc. Michael MATUŠKA**
Vedoucí práce: **Doc. Ing. Jaroslav KRÁTKÝ, Ph.D.**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Michael MATUŠKA**
Osobní číslo: **S16N0047P**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Stavba výrobních strojů a zařízení**
Název tématu: **Separátor plastových dílů**
Zadávací katedra: **Katedra konstruování strojů**

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

Základní požadavky:

Proveďte rešerši v dané oblasti. Zpracujte tematiku z hledisek principů, srovnání jednotlivých koncepcí, konstrukčních provedení, užitečných vlastností a aplikací.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova diplomové práce:

1. Vypracování konstrukčního návrhu včetně systémové specifikace a variant koncepčních návrhů, výběr optimálního řešení.
2. Zajištění klíčových vlastností konstrukčního návrhu s potřebnými technickými výpočty a hodnocením.
3. Vypracování potřebné technické dokumentace a technologického postupu.
4. Komplexní hodnocení navrženého řešení.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah kvalifikační práce: **50-70 stran A4**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Jaroslav Krátký, Ph.D.**
Katedra konstruování strojů
Konzultant diplomové práce: **Štěpán Nošík**
ENGEL strojírenská spol. s r.o.

Datum zadání diplomové práce: **19. září 2017**
Termín odevzdání diplomové práce: **21. května 2018**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



Doc. Ing. Václava Lašová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 19. září 2017

Akademický rok 2017/2018

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....

Podpis autora

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval všem lidem, kteří mne vedli k vypracování mé diplomové práce za poskytnutí odborných rad, přátelský přístup a pečlivé vedení mé diplomové práce. Zvláště bych poděkoval vedoucímu mé diplomové práce, panu doc. Ing. Jaroslavovi Krátkému, Ph.D., a konzultantovi z firmy Engel panu Štěpánovi Nošíkovi.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Matuška	Jméno Michael	
STUDIJNÍ OBOR	N2301 „Stavba výrobních strojů a zařízení“		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Krátký, Ph.D.	Jméno Jaroslav	
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KKS		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Separátor plastových dílů.		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2018
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	62	TEXTOVÁ ČÁST	49	GRAFICKÁ ČÁST	13
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Diplomová práce obsahuje rešerši separačních zařízení. Zabývá se konstrukčním návrhem separátoru pro plastové díly. Obsahuje základní i kontrolní výpočty.</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;">Rešerše, separátor, separační mezera, výpočet</p>

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Matuška	Name Michael	
FIELD OF STUDY	N2301 “Design of Manufacturing Machines and Equipment“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Krátký, Ph.D.	Name Jaroslav	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Separator of plastic components		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machine Design	SUBMITTED IN	2018
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

TOTALLY	62	TEXT PART	49	GRAPHICAL PART	13
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	This diploma thesis is research on separating machines. It concerns itself with the design of separator for plastic components. This thesis contains basic and control calculations.
KEY WORDS	Research, separator, separating gap ,calculation

Obsah

Obsah.....	1
Seznam příloh vevázaných.....	3
Seznam příloh volných.....	3
Seznam obrázků	3
Seznam tabulek	4
1. Úvod.....	6
2. Společnost Engel.....	6
3. Rešerše problému	8
3.1. Manipulační zařízení ve výrobě	8
3.2. Rozdělení manipulačních zařízení.....	8
3.3. Dopravníky	8
3.3.1. Pásový	9
3.3.2. Šnekový.....	9
3.3.3. Korečkový	9
3.4. Separátor	10
3.5. Druhy separátorů	11
3.5.1. Válečkový separátor	11
3.5.2. Bubnový separátor.....	11
3.5.3. Šnekový separátor	12
3.5.4. Lopatkový separátor	12
4. Specifikace zadání.....	14
5. Návrh konstrukčních variant	15
5.1. Varianta A – Šnekový separátor	15
5.2. Varianta B – Válečkový bubnový separátor.....	16
5.3. Varianta C – Děrovaný bubnový separátor	17
5.4. Zhodnocení konstrukčních variant	18
5.5. Výběr sub-optimální varianty	20
5.6. Konkurenční zařízení.....	20
6. Konstrukční návrh	22
6.1. Upřesnění zadání	22
6.2. Funkční skupiny	23
6.3. Rám.....	24

6.4.	Pojízdná kolečka.....	26
6.5.	Podvozek	26
6.6.	Trychtýř	27
6.7.	Separální buben.....	27
6.7.1.	Návrh mechanismu nastavování separální mezery	27
6.7.2.	Váleček.....	29
6.7.3.	Obruč.....	29
6.7.4.	Konstrukční řešení mechanismu nastavování separální mezery	30
6.8.	Ustavení a pohon separálního bubnu	31
6.8.1.	Kladka	31
6.8.2.	Návrh pohonu	32
6.8.3.	Návrh motoru	33
6.8.4.	Přichycení motoru k rámu	35
6.8.5.	Spojení motoru s čepem hnací kladky.....	36
6.8.6.	Návrh průměru čepu.....	36
6.8.7.	Frekvenční měnič	38
6.8.8.	Uchycení frekvenčního měniče k rámu.....	38
6.9.	Skluz	39
6.10.	Výstupní plech	40
7.	Separální zařízení	42
8.	Závěr.....	43
	Reference.....	44

Seznam příloh vevázaných

Příloha č. 1 – Datový list frekvenčního měniče *SEW MCLTEB0004-2B1-1-00*

Příloha č. 2 – Katalog kol *B2B partner*

Příloha č. 3 – Datový list motoru *SEW DFR63S4/BR*

Příloha č. 4 – Katalog spojek *OPIS Engineering k.s.*

Příloha č. 5 – Katalog kladek *Blickle*

Seznam příloh volných

Příloha č. 6 – Výkres sestavy separačního zařízení

Příloha č. 7 – Výrobní výkres válečku

Příloha č. 8 – CD s diplomovou prací a CAD daty separačního zařízení

Seznam obrázků

Obr. 1 - Engel strojírenská spol. s.r.o. v Kaplici [1]	6
Obr. 2 – Vstříkovací lisy Engel a jejich produkty [1]	7
Obr. 3 – Pásový dopravník [1]	9
Obr. 4 – Šnekový dopravník [3].....	9
Obr. 5 – Korečkový dopravník [3]	10
Obr. 6 – Umístění separátoru	10
Obr. 7 – Válečkový separátor [4]	11
Obr. 8 bubnové separátory [4].....	12
Obr. 9 – Šnekový separátor [4]	12
Obr. 10 – Lopatkový separátor [4]	13
Obr. 11 – Model vtoku (vpravo) a výlisku (vlevo)	14
Obr. 12 – Fotka vtoku (vlevo) a výlisku (vpravo).....	14
Obr. 13 – Schéma varianty A	15
Obr. 14 – Schéma varianty B	16
Obr. 15 – Schéma varianty C	17
Obr. 16 – Dílčí hodnocení konstrukčních variant	19
Obr. 17 – Celkové hodnocení konstrukčních variant.....	19
Obr. 18 – Separací zařízení firmy <i>MTF Technik</i>	20
Obr. 19 – Lanko propletené mezi válečky	21
Obr. 20 – Zadané parametry separátoru	22
Obr. 21 – Parametry vynášecího dopravníku	23

Obr. 22 – Nosný rám	24
Obr. 23 – Detaily nosného rámu	24
Obr. 24 – Posuvný rám.....	25
Obr. 25 – Aretace posuvného rámu.....	25
Obr. 26 – Pojízdne kolečko	26
Obr. 27 – Podvozek separátoru	26
Obr. 28 – Trychtýř.....	27
Obr. 29 – Výřez pro šroub.....	27
Obr. 30 – Spirálový kotouč	28
Obr. 31 – Dvoububnové řešení	28
Obr. 32 – Separální buben	28
Obr. 33 – Sestava válečku	29
Obr. 34 – Obruče a jejich spojení.....	29
Obr. 35 – Rozsah separální mezery	30
Obr. 36 – Min. Mezera 9 mm Obr. 37 – Max. mezera 20 mm.....	30
Obr. 38 – Ustavení a pohon separálního bubnu.....	31
Obr. 39 – Pohled v řezu na kladku Obr. 40 – Sestava podpěrné kladky	31
Obr. 41 – Spojení motor hnací kladka.....	32
Obr. 42 – Pohon s frekvenčním měničem	32
Obr. 43 – Pohon s variátorem.....	33
Obr. 44 – Výpočet výkonu	34
Obr. 45 – Přichycení motoru k přírubě	35
Obr. 46 – Přichycení motoru k rámu.....	35
Obr. 47 – Korýtková spojka	36
Obr. 48 – Výpočet čepu.....	36
Obr. 49 – Přichycení frekvenčního měniče k rámu.....	39
Obr. 50 – Skluz.....	39
Obr. 51 – Sestava skluzu	40
Obr. 52 – Separální buben	40
Obr. 53 – Výstupní plech	41
Obr. 54 – Separální zařízení	42
Seznam tabulek	
Tab. 1 – Rozhodovací tabulka.....	18

Tab. 2 – Zadané parametry separátoru	22
Tab. 3 – Parametry motoru.....	35
Tab. 4 – Parametry spojky.....	36
Tab. 5 – parametry frekvenčního měniče.....	38

1. Úvod

Tato diplomová práce je zaměřena na popis funkce a konstrukce separačního zařízení pro firmu *Engel*. Funkcí separátoru je oddělení výlisků od vtoků.

První část práce obsahuje rešerši separátorů a rozpracování problému. Dále je upřesněno zadání a v závěru první části je vybrán jeden druh separátoru, který bude podrobně rozpracován v druhé části.

Druhá část se zabývá vybranou variantou separačního zařízení a její konstrukční zpracování. Budou zde popsány části zařízení a základní výpočty, pro správný běh zařízení.

2. Společnost Engel

Společnost *Engel* je celosvětově největší výrobce vstříkovacích lisů termoplastů i elastomerů a zároveň ve svém výrobním portfoliu může nabídnout i přídatná zařízení ke vstříkovacím lisům jako jsou dopravníkové cesty či automatizační zařízení.

Tato společnost byla založena v roce 1945 panem Ludwigem Engelem s vizí špičkové společnosti na výrobu lisů na plasty. Dnes má *Engel* osm výrobních závodů po celém světě. Nejmladší závod lokalizován v jihočeském kraji v Kaplici, byl postaven roku 2009 a je zaměřen na výrobu komponent ke vstříkovacím lisům.



Obr. 1 - Engel strojírenská spol. s.r.o. v Kaplici [1]

Výrobky společnosti *Engel* můžete najít kdekoli, od hraček, přes automotiv, do farmaceutického průmyslu.



Obr. 2 – Vstříkovací lisy Engel a jejich produkty [1]

3. Rešerše problému

3.1. Manipulační zařízení ve výrobě

Ve výrobní hale se s materiálem musí neustále hýbat, aby se dostal na další kroky své výrobní poutě. Z důvodů větší poptávky na výrobky je pro firmu modernizace a automatizace jedinou možností jak se udržet v konkurenčně schopném stavu. Proto se stále více využívají manipulační zařízení, které dopraví materiál, respektive výrobek k dalšímu kroku ve výrobě.

3.2. Rozdělení manipulačních zařízení

- a) Podle dráhy po které se materiál pohybuje
 - Po volné dráze
 - Po vázané dráze
 - Nezávisle na dráze

- b) Podle úklonu dráhy
 - Vodorovná
 - Úklonná
 - Svislá

- c) Podle silového působení na dopravovaný materiál
 - Gravitační
 - S mechanickým přenosem sil
 - V pomocném médiu

- d) Podle funkce a konstrukce
 - Zdvihací zařízení
 - Zařízení plynulé dopravy
 - Zařízení přerušované dopravy
- e) Podle manipulovaného materiálu
 - Sypké hmoty
 - Kusový materiál
 - Tekutiny
 - Osoby [2]

3.3. Dopravníky

Nepřetržitě přesouvají materiál horizontálně i vertikálně z bodu A do bodu B, ať už jde o sypký nebo kusový materiál.

3.3.1. Pásový

Tento druh dopravníku je využit u přepravy sypkých a kusových materiálů. Přesun materiálu zajišťuje nejčastěji pryžový pás, který je poháněn hnacím bubnem a usměřován bubnem hnaným. Hnací buben je poháněn buď asynchronním motorem, nebo se opatřuje elektroválcem, čímž se značně ušetří místo u dopravníku. Pásový dopravník může být v provedení rovném, či šikmém. U šikmého provedení se na pás přivařují „plachty“, vynášející materiál, který má tendenci padat.



Obr. 3 – Pásový dopravník [1]

3.3.2. Šnekový

Šnek se otáčí v oplechovaném prostoru, materiál je sypán do tohoto prostoru násypkou. Šnek unáší materiál prostorem a na konci materiál vypadává výsypkou pomocí gravitace. Tento dopravník se používá pro přepravu sypkého materiálu.



Obr. 4 – Šnekový dopravník [3]

3.3.3. Korečkový

Korečkový dopravník je uplatňován tam, kde se materiál dopravuje ve vertikálním směru. Nádoby (korečky) připevněné na pásu či řetězu nabírají materiál u spodní násypky, vyvezou materiál vzhůru a tam se materiál vysype do výsypky, která ústí dále.

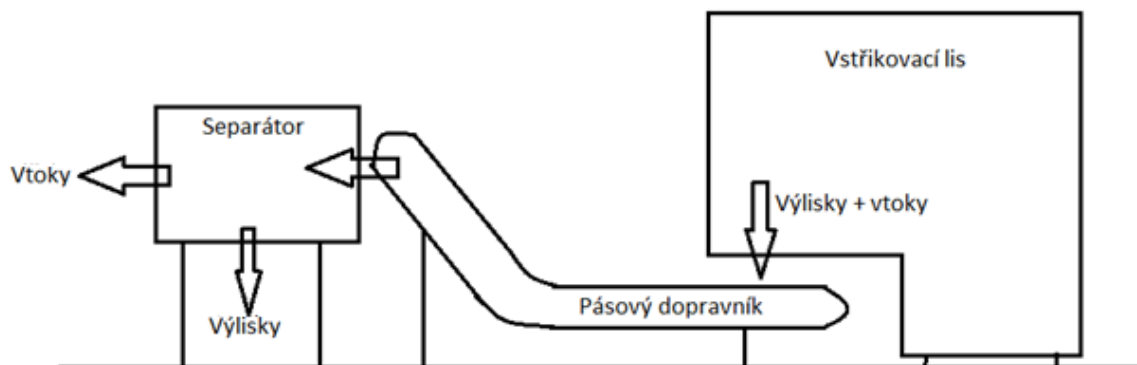


Obr. 5 – Korečkový dopravník [3]

3.4. Separátor

Automatizace je nedílnou součástí téhle doby, a i separátory nahrazují v práci člověka. Separátor je schopen pracovat 24 hodin denně, i ve škodlivém prostředí a vyznačuje se minimálním servisem.

Separátor je druh dopravníku, který používá svůj mechanismus pro třídění kusového materiálu, to znamená nechtěných vedlejších materiálů od chtěného produktu. V této práci jsou na mysli separátory plastových dílů vypadávajících ze vstřikovacího lisu.



Obr. 6 – Umístění separátoru

Ze vstřikovacího lisu padají na pásový dopravník výlisky a vtoky. Pásový dopravník vynáší tento materiál do separátoru. Výlisek (produkt) projde separátorem do připravené bedny a pokračuje ve svém výrobním cyklu, zatímco nechtěný materiál (vtoky, zmetky) se odseparuje do jiné bedny a recyklační cestou se vrací zpět na začátek výrobního cyklu.

Každý druh separátoru se vyznačuje účinností separace. Účinnost separace je zde stanovena jako chybovost stroje v separaci. To je počet vtoků a výlisků ku počtu úspěšně odseparovaných vtoků a výlisků za určitou dobu. To znamená, že když separátor odseparuje vtok k výliskům, respektive výlisek k vtokům, tak je to bráno jako chyba a účinnost klesá.

3.5. Druhy separátorů

3.5.1. Válečkový separátor

Separace je uskutečněna mezi válci, které mají mezi sebou separační mezeru. K válcům se tříděný materiál dopraví vynášecím pásovým dopravníkem. Tříděný materiál buď propadne mezerou mezi válci, nebo přejde přes válce na skluzavku. Mezera mezi válci je nastavitelná. Válce jsou poháněné hnací rolnou vynášecího dopravníku a jejich otáčky jsou závislé na rychlosti vynášecího dopravníku.



Obr. 7 – Válečkový separátor [4]

3.5.2. Bubnový separátor

Bubnový separátor má výhodu jednoduché konstrukce a vysoké účinnosti separace. Separací bubnen je sestaven buď z válečků nebo z děrované klece. Nakloněný bubnen se otáčí kolem své osy a separovaný materiál buď propadne separační mezerou nebo projde na konec bubnu a skluzavkou se dostane do bedny. Válečkový bubnový separátor se skládá z několika roln, které mají mezi sebou nastavitelnou separační šterbinu. Děrovaný bubnový separátor má neměnné průměry separačních děr.



Obr. 8 bubnové separátory [4]

3.5.3. Šnekový separátor

Šnekový separátor, jak je zřejmé z názvu, separuje vtoky od výlisků pomocí šnekového válce. Po skluzu klouzají výlisky se vtoky a stavitelnou mezerou mezi šnekem a kluzným plechem propadávají nejčastěji vtoky. Výlisky se pomocí šneku dostávají mimo skluz a padají do jiné bedny. Důležité jsou rozhazovače na šnekovém válci, které zabraňují zacpání separátoru a rozhazují materiál po celé šíři válce. Nad šnekovým válcem bývá stěrka, aby se výlisky nedostaly přes šnekový válec.



Obr. 9 – Šnekový separátor [4]

3.5.4. Lopatkový separátor

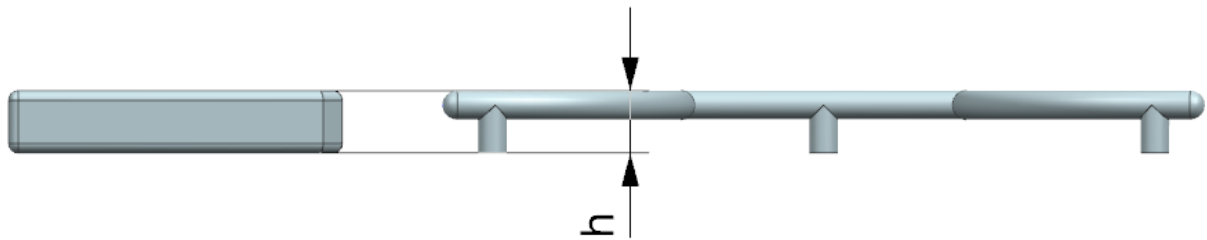
Tento separátor pracuje na stejné bázi jako šnekový separátor. Namísto šnekového válce rotují lopatky, které se dají výškově nastavit podle velikosti výlisků. Celý rotor s lopatkami je úhlově pootočený oproti pásu a směřuje výlisky přes hranu pásového dopravníku do bedny. Vtoky projdou mezerou mezi lopatkami a pásem.



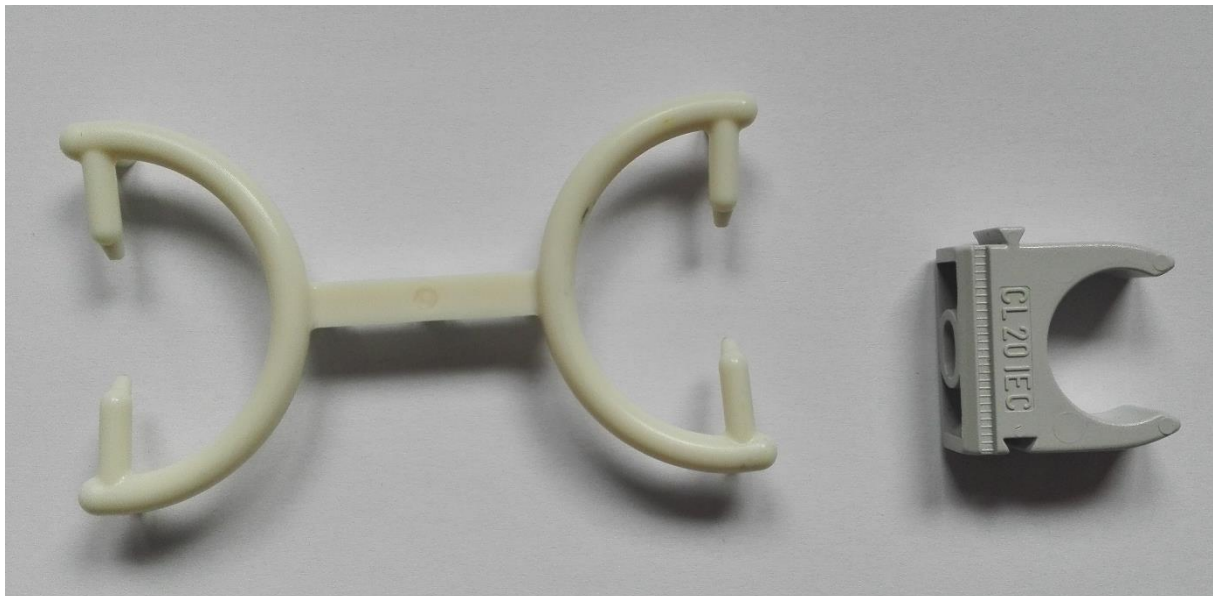
Obr. 10 – Lopatkový separátor [4]

4. Specifikace zadání

Cílem práce je navrhnout separační zařízení vhodné ke vstřikovacím lisům, které bude oddělovat výlisky od vtoků a zmetků. Dále zadání specifikuje, že separátor musí splňovat funkci separace výlisků od vtoků se stejným výškovým rozměrem „h“ obr. 11. Dále je nutné, aby bylo zařízení vyrobitelné a smontovatelné.



Obr. 11 – Model vtoku (vpravo) a výlisku (vlevo)

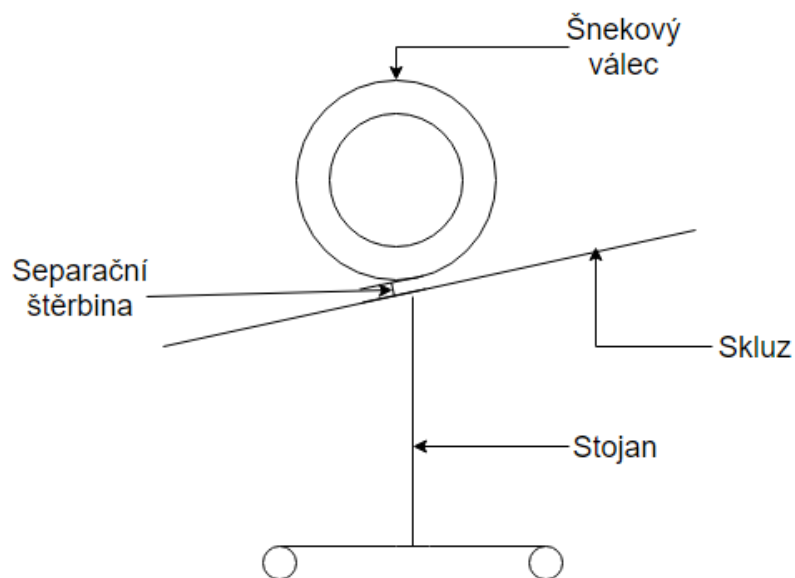


Obr. 12 – Fotka vtoku (vlevo) a výlisku (vpravo)

5. Návrh konstrukčních variant

5.1. Varianta A – Šnekový separátor

Šnekový separátor je jednoduché a levné konstrukční řešení separace plastových dílů. Hlavními částmi zařízení je šnekový válec poháněný asynchronním motorem. Válec je uložen v rámu zařízení. K válci jsou připevněné rozhazovače, které zabraňují ucpávání stroje a rozhazují separovaný materiál po celé délce válce. Separační štěrbinu lze měnit s různými rozměry separovaného materiálu zcela jednoduše změněním ustavující výšky šnekového válce. Skluz, většinou vyráběn z nerezového plechu, je připevněn k rámu zařízení a separovaný materiál po něm klouže do určených beden. Rám může být zkonstruován na dvou nebo jedné stojně, která umožňuje naklápění dopravníku. K správnému chodu stroje je zapotřebí nastavit úhel sklonu skluzu, rychlost vynášecího dopravníku (množství separovaného materiálu) a otáčky šnekového válce.



Obr. 13 – Schéma varianty A

a) Výhody

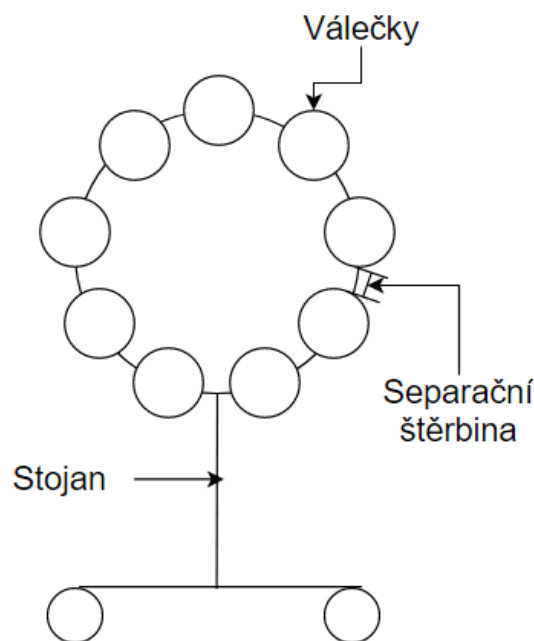
- Jednoduchá konstrukce
- Malý zástavbový prostor
- Nastavitelná separální štěrbinu
- Jednoduchá montáž
- Jednoduchá údržba
- Levná konstrukce

b) Nevýhody

- Menší účinnost separace
- Nevhodný pro separaci výlisků a vtoků se shodným výškovým rozměrem

5.2. Varianta B – Válečkový bubnový separátor

Tento separátor má velkou účinnost separace. Skládá se z několika roln (válečků). Tyto rolny jsou vyrobeny z plastu, oceli nebo hliníku. Pro redukci hluku a opotřebení se rolny navlékají do měkkých plastových obalů. Rolny se dají při poškození snadno vyměnit. Separální mezera mezi rolnami je jednoduše nastavitelná pomocí jednoho šroubu. To zajišťuje stejnou mezera mezi všemi rolnami. Pohon bubnu je zajištěn elektromotorem s regulací otáček. Rám je podepřen jednou nebo párem stojen, které umožňují naklopení bubnu, pro zvětšení účinnosti separace. Na konci separačního bubnu je skluz ústící dále, po kterém klouže separovaný materiál většinou vtoky. Součásti propadnou separační mezerou v bubnu k dalšímu kroku přepravy. Proti ucpávání bubnu jsou namontované protiběžné válečky klece.



Obr. 14 – Schéma varianty B

a) Výhody

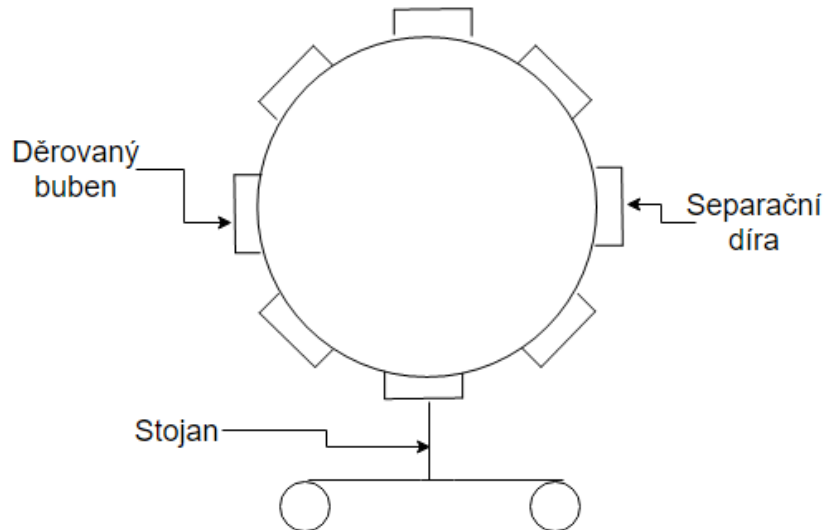
- Nastavitelná separační štěrba
- Vhodný pro separaci výlisků a vtoků se shodným výškovým rozměrem
- Vysoká účinnost separace
- Jednoduchá údržba

b) Nevýhody

- Drahá konstrukce
- Složitější montáž

5.3. Varianta C – Děrovaný bubnový separátor

Tato koncepce separátoru funguje na stejném principu jako u varianty B s rozdílem, toho že místo válečků je buben tvořen děrovaným plechem. Tento separátor pracuje pouze na jeden rozměr separační díry, který závisí na rozměrech separované součásti. Separační mezera může být změněna pouze výměnou celého děrovaného plechu.



Obr. 15 – Schéma varianty C

a) Výhody

- Vhodný pro separaci výlisků a vtoků se shodným výškovým rozměrem
- Vysoká účinnost separace
- Jednoduchá údržba
- Jednoduchá montáž

b) Nevýhody

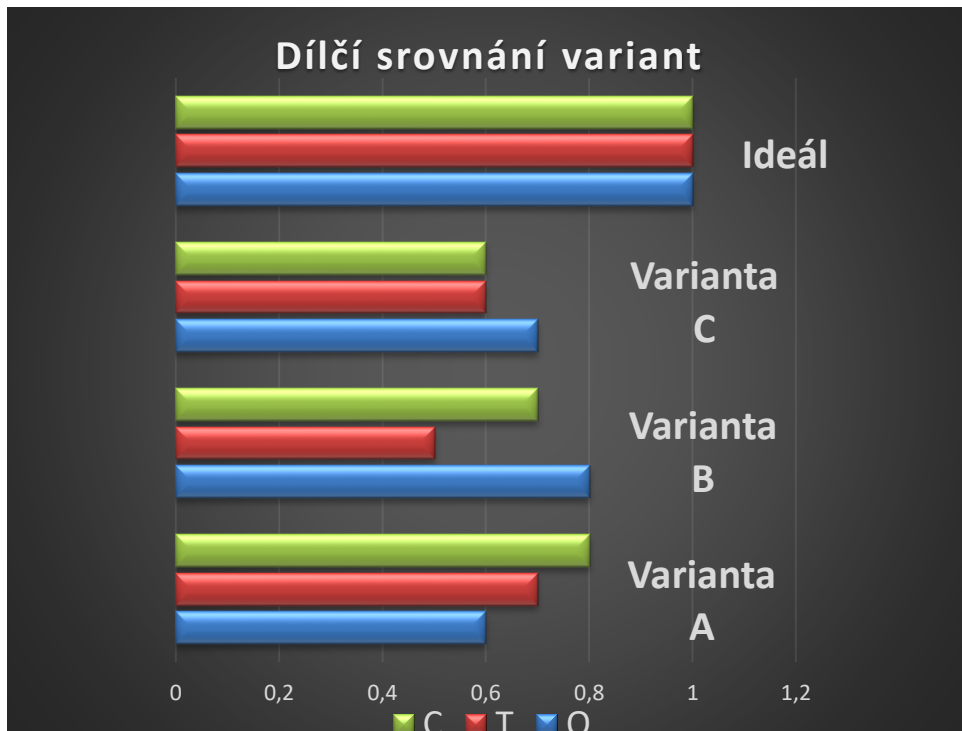
- Neměnitelná separační štěrbin
- Drahá konstrukce

5.4. Zhodnocení konstrukčních variant

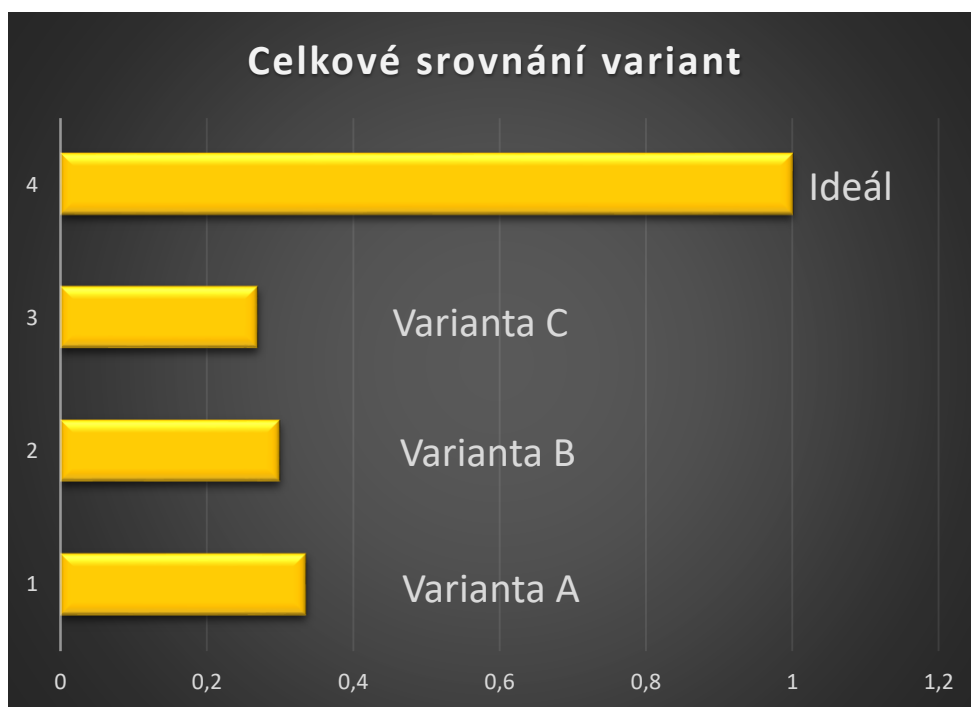
Z výše uvedených konstrukčních variant a jejich výhod a nevýhod se sestaví rozhodovací tabulka. Rozhodovací tabulka bude založená na vlastnostech, které se dají alespoň částečně odhadnout. Dále se tyto vlastnosti bodově ohodnotí a porovnájí mezi sebou a ideálním řešením.

HODNOCENÍ VARIANT			VARIANTA			
Stupnice	Q-T-C	Kritérium - vlastnost	A	B	C	Ideál
Hodnocení (min. 0 až max. 5)	Posuzovaná kvalita Q	Složitost konstrukce	5	2	3	5
		Účinnost separace	2	5	4	5
		Vhodnost konstrukce	0	5	3	5
		Zástavbový prostor	5	4	4	5
		Σ hodnocení Q	12	16	14	20
		Porovnání s ideálem	0,6	0,8	0,7	1
	Dodací doba T	Doba výroby/dodání	3	3	3	5
		Doba montáže	4	2	3	5
		Σ hodnocení T	7	5	6	10
		Porovnání s ideálem	0,7	0,5	0,6	1
	Náklady C	Náklady na výrobu	4	3	3	5
		Náklady na údržbu	4	4	3	5
		Σ Hodnocení C	8	7	6	10
		Porovnání s ideálem	0,8	0,7	0,6	1

Tab. 1 – Rozhodovací tabulka



Obr. 16 – Dílčí hodnocení konstrukčních variant



Obr. 17 – Celkové hodnocení konstrukčních variant

5.5. Výběr sub-optimální varianty

Z grafu na obr. 17 je vidět, že nejvýhodnější z výše uvedených variant je varianta B, jelikož varianta A nesplňuje zadání a nedokáže separovat materiál se stejným výškovým rozměrem a varianta C nemá proměnnou separační štěrbinu.

K dalšímu zpracování je vybrána konstrukční varianta B.

5.6. Konkurenční zařízení

Válečkový bubnový separátor vyrábí také firma *MTF Technik*. Jejich zařízení se vyznačuje hlavně rychlou a jednoduchou změnou separační mezery, která může být nastavena v rozmezí 3-53 mm. Separační mezera se mění mechanismem, který se skládá z řetězu a řetězových kol přidělaných na válečkách. Buben tvoří dva typy válečků, z nichž jeden typ je připevněn k obručím bubnu a má k sobě přidělaná řetězová kola. Tyto válečky se mohou pouze otáčet kolem vlastní osy a pohybují s druhým typem válečků, které se oddalují a vytváří separační mezeru.



Obr. 18 – Separační zařízení firmy *MTF Technik*

Dále se vyznačuje schopností válečků se otáčet kolem vlastní osy. Tohoto otáčení je dosaženo propleteným lankem mezi válečky. Lanko je vedeno ve drážkách válečků a je tam propleteno tak, aby se otáčely všechny válečky a ve směru, aby materiál mezi sebe nevtahovali, ale odhazovali.



Obr. 19 – Lanko propletené mezi válečky

6. Konstrukční návrh

V této kapitole bude vypracováno konstrukční řešení vybrané varianty, budou navrženy části separačního zařízení a provedeny základní výpočty pro správnou funkci zařízení.

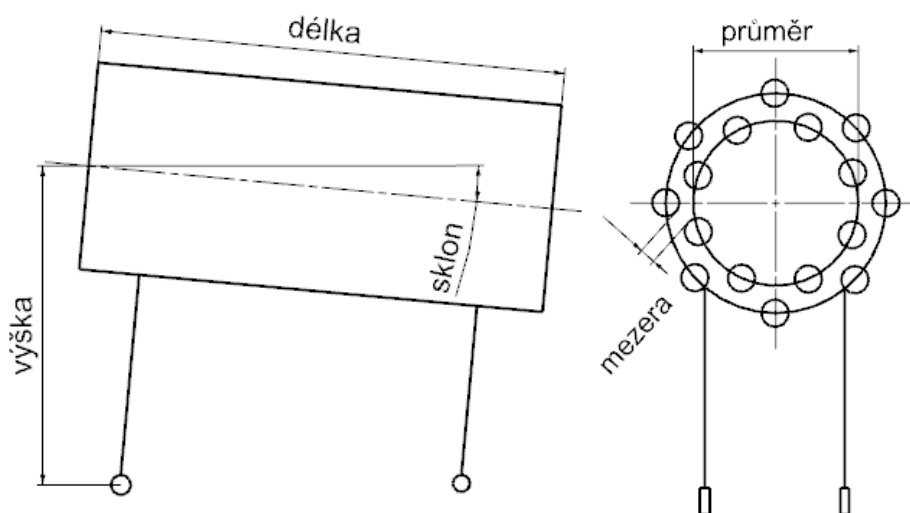
6.1. Upřesnění zadání

Upřesnění základních parametrů k vybrané variantě válečkového separátoru a příklad vynášecího dopravníku před separátorem.

- Parametry separačního zařízení

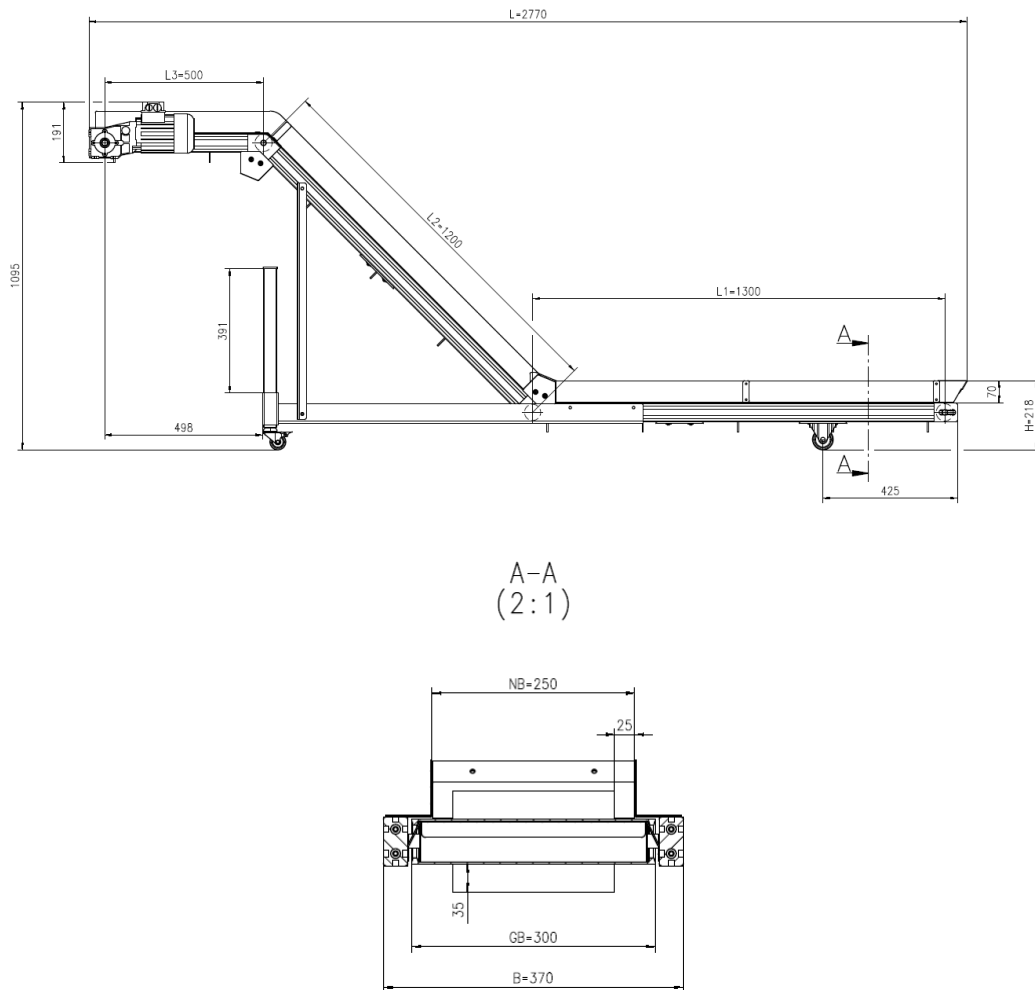
Zadané parametry separátoru		
Výška vstupu mat. nad podlahou	900 - 1300	mm
otáčky bubnu	3-7	min ⁻¹
rozsah separační mezery	10 - 20	mm
průměr separačního bubnu	min. 300	mm
délka separačního bubnu	1000	mm
sklon separačního bubnu	0 - 10	°
množství kusů za min.	nespecifikováno	ks/min

Tab. 2 – Zadané parametry separátoru



Obr. 20 – Zadané parametry separátoru

- **Parametry vynášecího dopravníku**



Obr. 21 – Parametry vynášecího dopravníku

6.2. Funkční skupiny

Separáční zařízení se skládá a bude řešeno z následujících funkčních celků:

- Rám
- Kolečka
- Trychtýř
- Separáční bubnu
- Ustavení bubnu
- Pohon bubnu
- Skluz



6.3. Rám

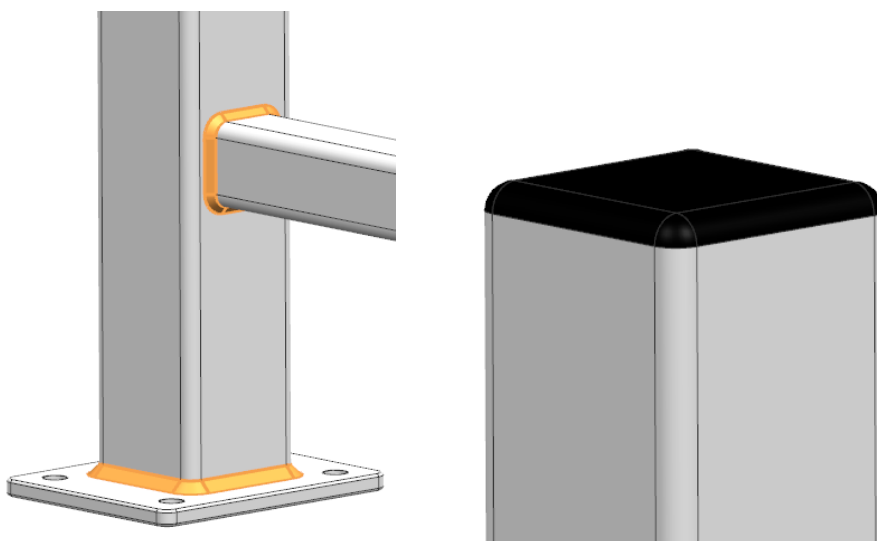
Celý rám je složen z rámu nosného a z rámu posuvného.

- **Nosný rám**

První část je nosný rám svařený z trubek čtvercového průřezu. Nosný rám se skládá ze 4 trubek 50x50 sloužících jako nohy a zároveň jako vedení pro posuvný rám. K těmto nohám jsou přivařeny trubky 30x30, které zajišťují tuhost rámu a spojují nohy k sobě. K nohám jsou ještě přivařeny příruby pro připevnění otočných koleček. Vršky trubek rámu, jsou zakrytovány krytkami.



Obr. 22 – Nosný rám

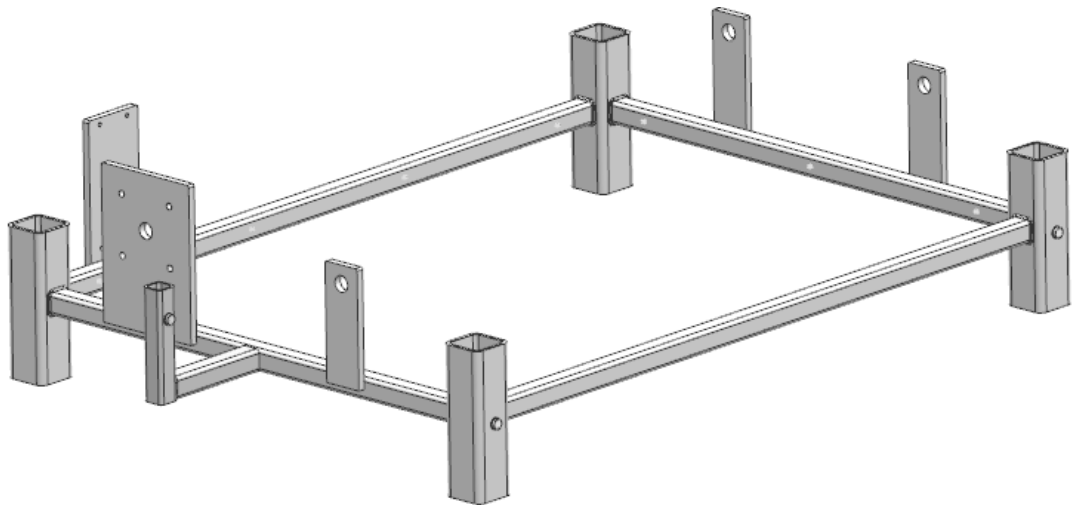


Obr. 23 – Detaily nosného rámu

- **Posuvný rám**

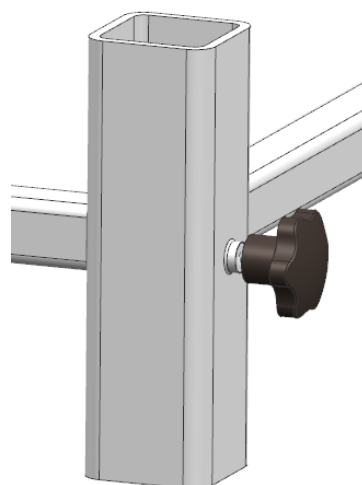
Po nosném rámu se vertikálně pohybuje posuvný rám, zkonstruovaný taktéž z trubek čtvercového průřezu. Posuvný rám je nasazený na nohách nosného rámu, kde vnitřní rozměry trubek posuvného rámu odpovídají vnějším rozměrům trubek nosného rámu. S posuvným rámem se zároveň pohybuje celé vlastní separační zařízení, tím se nastaví separační zařízení na určitou výšku vynášecího dopravníku.

K posuvnému rámu jsou přivařené další držáky, které budou popsány v pozdějších kapitolách.



Obr. 24 – Posuvný rám

Na nohách posuvného rámu jsou vyříznuté závity, do kterých se zašroubují šrouby s rukojetí. Při dosažení chtěné výšky separátoru se utáhnutím těchto úchopů zamezí pohyb u posuvného rámu.

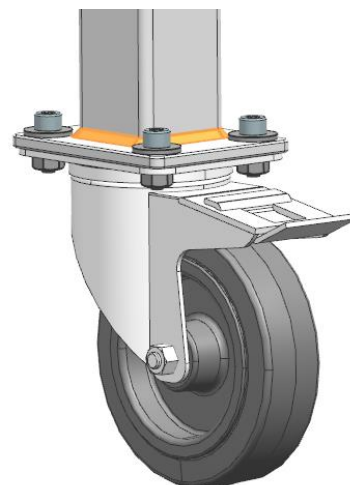


Obr. 25 – Aretace posuvného rámu

6.4. Pojízdná kolečka

K nohám posuvného rámu jsou kolečka připevněny šrouby přes přírubu a jsou vybavena brzdami. Na zabrzdění separačního zařízení postačí, aby dvě kolečka byly s brzdou a umístěna úhlopříčně a ostatní dvě mohou být bez brzdy. Kolečka jsou vybrána z firmy *B2B partner*.

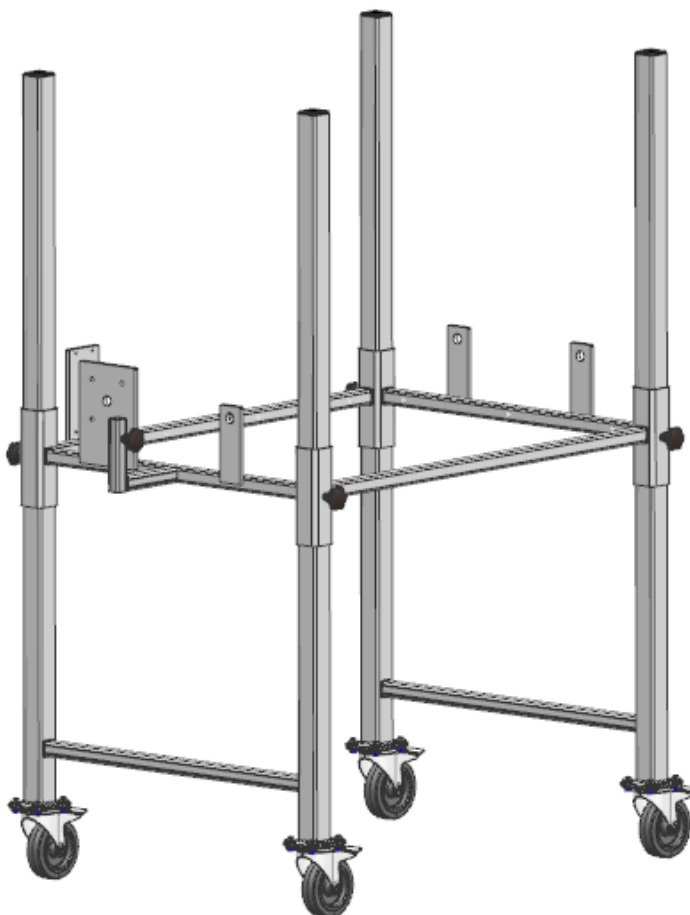
Kolečko s běhounem z černé gumy s diskem z ocelového pozinkovaného plechu v kovové konzoly s válečkovým ložiskem. Nosnost kolečka 100 Kg.



Obr. 26 – Pojízdné kolečko

6.5. Podvozek

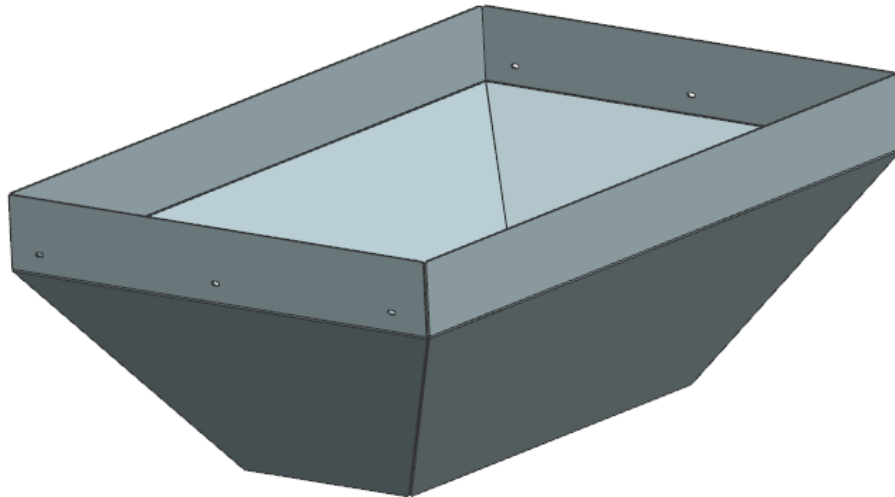
Podvozek je nosná část separačního bubnu, která zajišťuje stabilitu zařízení a přesuny zařízení z místa na místo. Skládá se z rámu nosného, posuvného a z koleček.



Obr. 27 – Podvozek separátoru

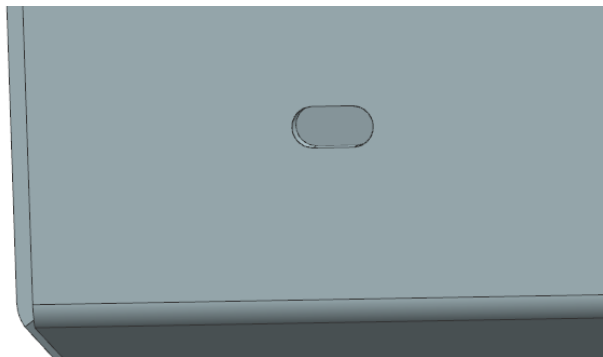
6.6. Trychtýř

Trychtýř slouží k usměrnění částí propadlých skrz buben do bedny umístěné pod zařízením. Skládá se ze 4 plechů, které jsou k sobě přivařené. Plechy jsou ohýbané pod 35°, čímž zmenšují plochu pro odpadávání materiálu do bedny. Trychtýř je vyroben z nerezové oceli, z důvodu kluzných vlastností.



Obr. 28 – Trychtýř

Na čelních plochách jsou udělané výřezy pro šrouby ve tvaru ledvinky, pro snadnější ustavení trychtýře při případných výrobních nepřesnostech.



Obr. 29 – Výřez pro šroub

6.7. Separační buben

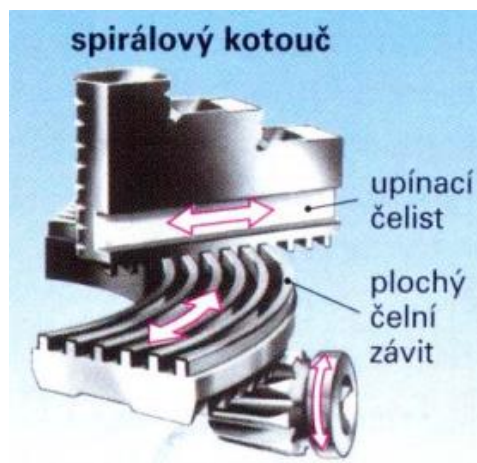
Separační buben zajišťuje vlastní oddělování vtoků od výlisků pomocí jeho mechanismu. Princip tohoto mechanismu je v rotačním pohybu a propadávání částí mezerami mezi válečky.

6.7.1. Návrh mechanismu nastavování separační mezery

Tento mechanismus nastavuje separační mezeru mezi válečky podle nejmenšího rozměru vtoku nebo výlisku.

- **Spirálový kotouč**

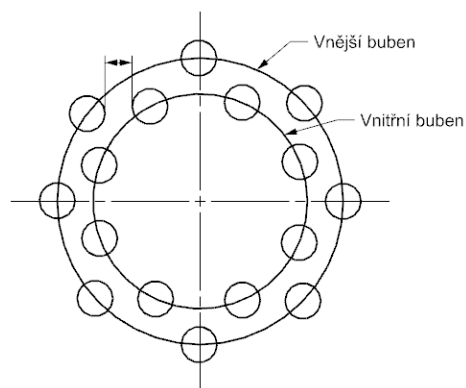
- tento mechanismus se používá při centrickém upínání obrobku do sklíčidel soustruhu, kde místo čelistí jsou válečky
- výhodou této varianty je přesné a tuhé nastavení mezery pomocí kličky
- nevýhodou je oproti tomu drahá výroba a složitá konstrukce



Obr. 30 – Spirálový kotouč

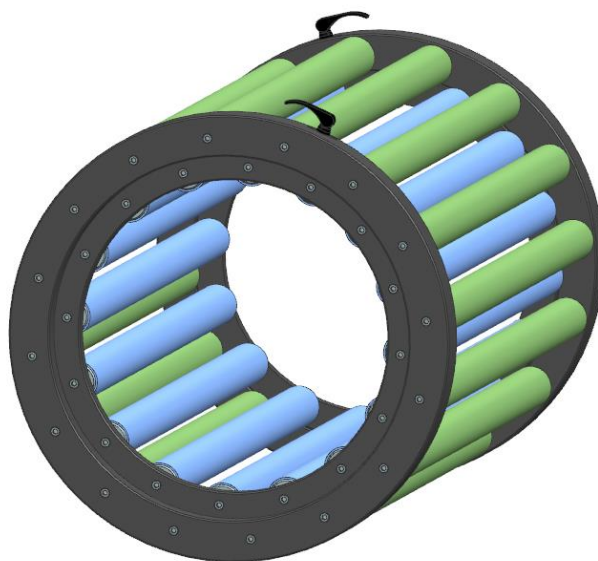
- **Dvoububnové řešení**

- toto řešení je založeno na dvou bubnech vnitřním a vnějším, každý dílčí buben má své válečky a spojením a vzájemným natáčením těchto dvou bubnů dosáhneme regulace separační mezery
- výhodou je jednoduchá a levná konstrukce
- nevýhoda tohoto řešení je malý rozsah nastavení separační mezery



Obr. 31 – Dvoububnové řešení

Celá sestava bubnu dle vybraného druhého řešení se skládá z vnitřního a vnějšího bubnu, který se vůči sobě mohou natáčet a tím měnit separační mezeru. Každý dílčí buben je tvořen dvěma obručemi spojenými válečky, které jsou k těmto obručím přišroubovány.

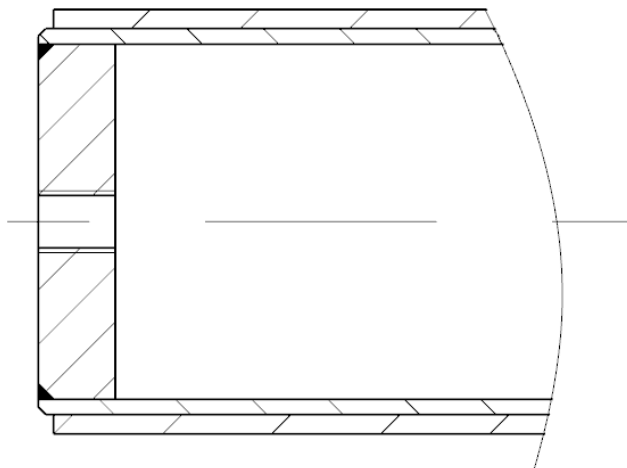


Obr. 32 – Separační buben

6.7.2. Váleček

Váleček je na pevno přišroubován k obručím bubnu a neotáčí se okolo vlastní osy. Válečky s kruhovým průřezem byly zvoleny proto, aby se tzv. „nohy“ vtoků nezasekávaly o případné hrany jiných profilů, čímž by bylo separování obtížnější.

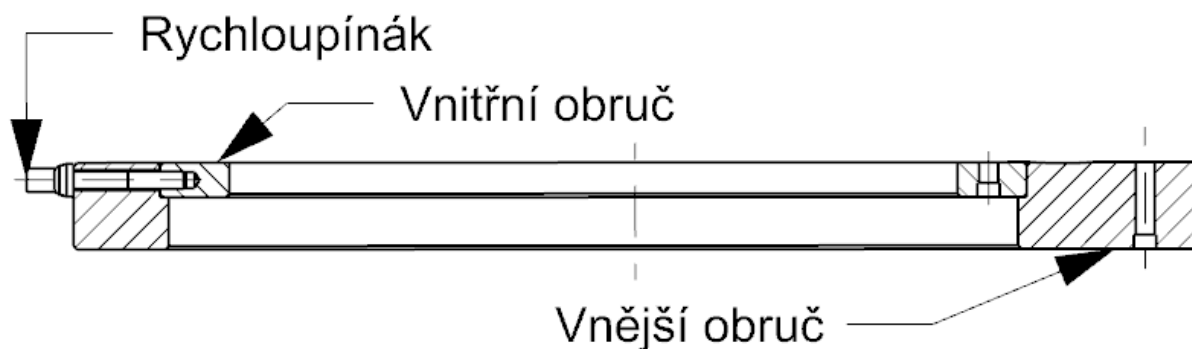
Váleček sám o sobě je sestava, která se sestává z trubky kruhového průřezu s přivařenými čely a z obalu nasunutého na zmiňovanou trubku. V čelech je závitová díra pro šroub držící váleček u obruče. Obal je tam z důvodu ochrany výrobků a trubek, proto je z měkkého materiálu EPDM. Trubka je ze svařitelné oceli S235JR.



Obr. 33 – Sestava válečku

6.7.3. Obruč

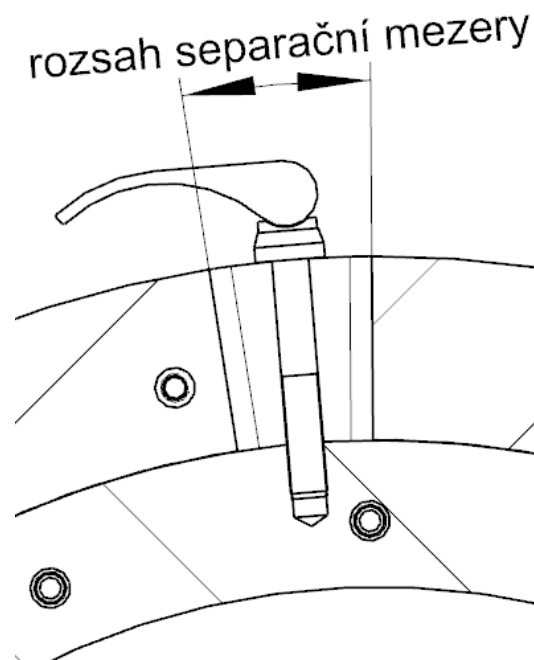
Obruče představují základní pilíř separačního bubnu. Zpevňují celou konstrukci z válečků a přenášejí rotační pohyb na celý separační buben. Obě dvojice obručí jsou spojeny rychloupínacím šroubem s kličkou. Ten zajistí přenos točivého momentu z vnější obruče na vnitřní pomocí tření mezi těmito obručemi.



Obr. 34 – Obruče a jejich spojení

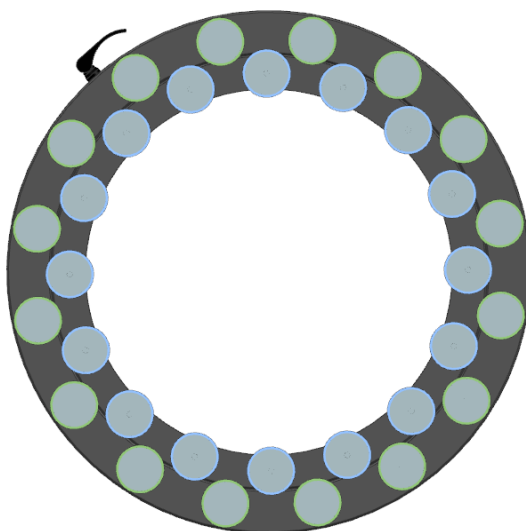
6.7.4. Konstrukční řešení mechanismu nastavování separační mezery

Změna velikosti separační mezery se realizuje povolením rychloupínacího šroubu, který je zašroubován do obruče vnitřního bubnu, a následném pootočení vnitřního bubnu vůči bubnu vnějšímu. V obruči vnějšího bubnu je vyfrézována drážka pro pohyb dřívku rychloupínacího šroubu.

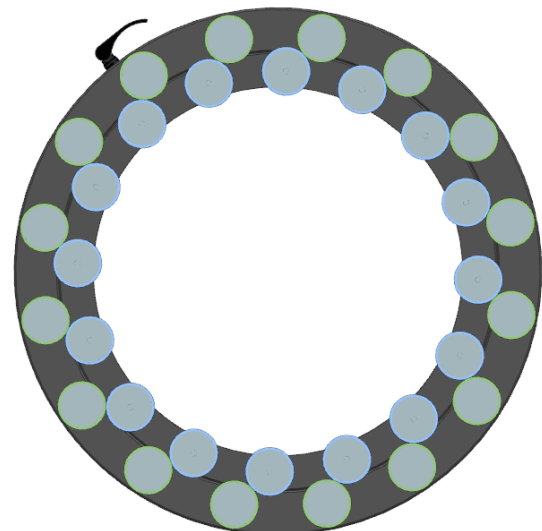


Obr. 35 – Rozsah separační mezery

Rozsah separační mezery je dán především průměrem válečků, které tvoří jakési dorazy při maximální mezeře. Dále nám rozsah separační mezery umožní pozměnit průměry bubnů či délka vyfrézované drážky.



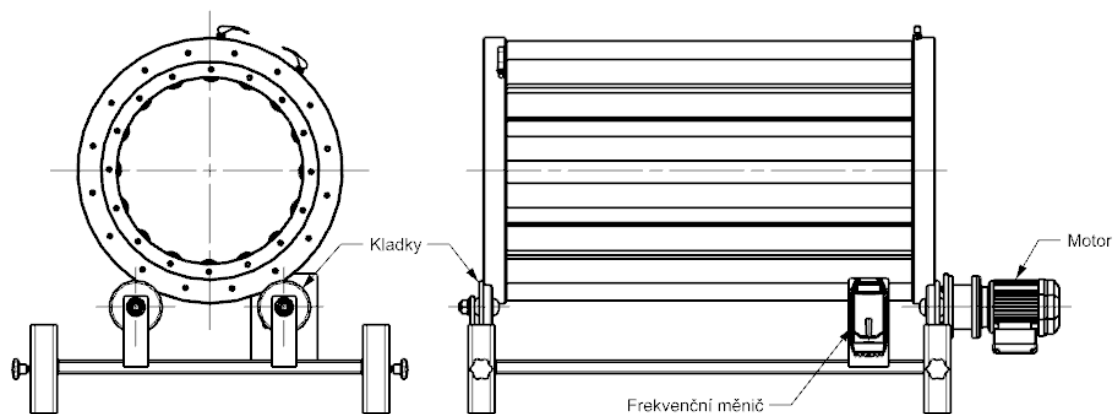
Obr. 36 – Min. Mezera 9 mm



Obr. 37 – Max. mezera 20 mm

6.8. Ustavení a pohon separačního bubnu

Separací buben je volně ustaven na čtyřech kladkách, z nichž jedna je přímo poháněna elektromotorem.



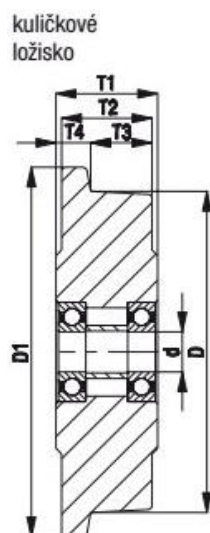
Obr. 38 – Ustavení a pohon separačního bubnu

6.8.1. Kladka

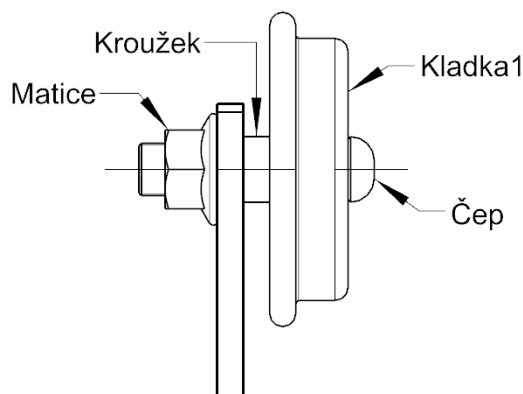
Kladky jsou kupované z firmy *Blickle*. Každá kladka má nosnost 220 kg.

- **Podpěrná kladka**

- podpěrné kladky slouží pouze jako otočné podpěry, které zajistí ustavení a stabilizaci separačního bubnu tak, aby bylo otáčení separačního bubnu co nejklidnější bez jakýchkoli rázů či vibrací
- vlastní těleso kladky je vyrobeno z litého polyamidu, který se vyznačuje vysokou odolností proti oděru
- kladka je vyráběna s nákolkem pro případné zachycení axiálních sil od naklonění separačního bubnu
- v kladce jsou vlisována dvě kuličková ložiska s dlouhodobě působícím mazivem



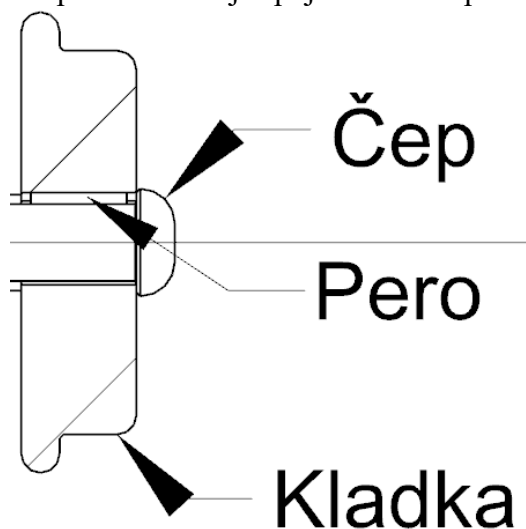
Obr. 39 – Pohled v řezu na kladku



Obr. 40 – Sestava podpěrné kladky

- **Hnací kladka**

- hnací kladka má za úkol přenášet točivý moment od elektromotoru na separační buben a zajišťovat tak otočný pohyb nutný pro separaci
- točivý moment se přenáší z elektromotoru na čep pomocí pevné korýtkové spojky a z čepu na kladku je spoj realizován perem



Obr. 41 – Spojení motor hnací kladka

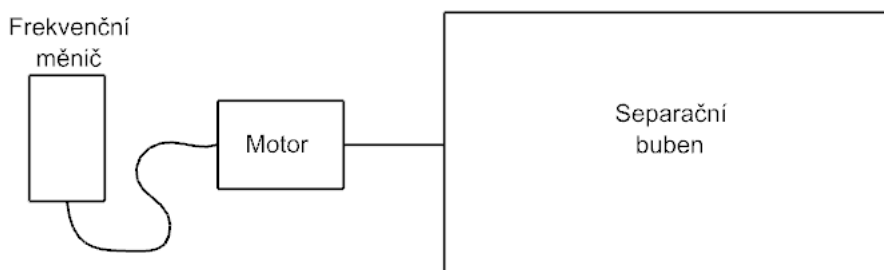
6.8.2. Návrh pohonu

Pohon u separačního zařízení by měl být jednoduchý a uživatelsky přívětivý.

Od zadavatele je požadována plynulá regulace otáček pohonu. Toho se dosáhne pouze tehdy, když se k motoru přidá zařízení, které tento požadavek bude splňovat.

- **Frekvenční měnič**

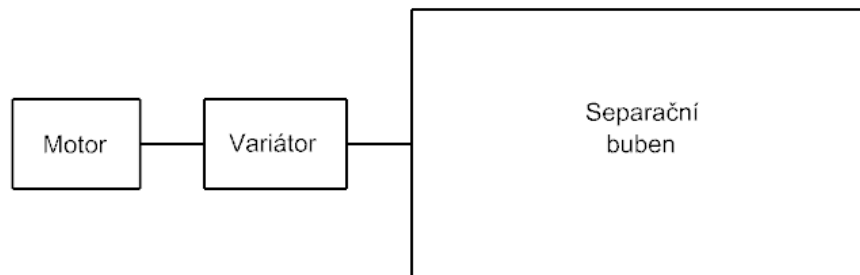
- elektromotor a k němu zapojený frekvenční měnič, který dokáže měnit otáčky na vstupu (elektromotor)
- snadná a plynulá změna otáček prostřednictvím potenciometru (knoflíku)
- schopnost regulace otáček $n_m = 0\text{-max}$.
- možnost přetížení a poškození elektromotoru



Obr. 42 – Pohon s frekvenčním měničem

- **Převodovka s plynulou změnou otáček (variátor)**

- elektromotor a k němu připojený mechanický variátor, který dokáže měnit otáčky na výstupu (kladka)
- plynulá změna převodu může být provedena buď ručně pomocí kolečka, nebo pomocí přídatného motoru
- schopnost regulace otáček $n_2 = 0\text{-max}$.



Obr. 43 – Pohon s variátorem

Jelikož obě zmíněné varianty mají podobné parametry a vlastnosti, je s ohledem na cenu kupovaných částí k účelu pohánění separačního zařízení vybrána varianta s frekvenčním měničem.

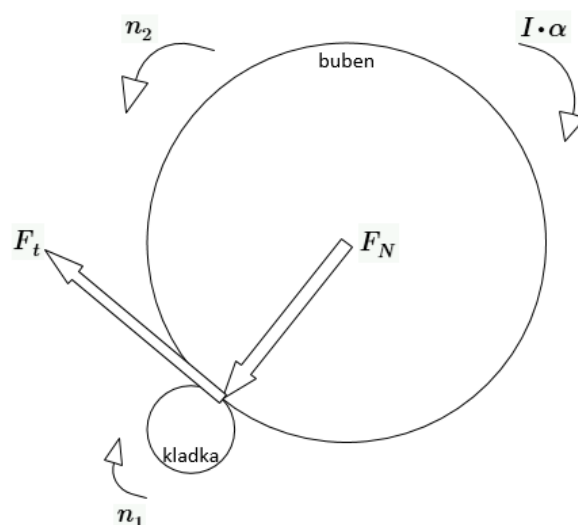
6.8.3. Návrh motoru

Motor slouží k uvedení separačního bubnu do pohybu, proto je motor vybrán dle následujících parametrů.

- výkon pro rozběh separačního bubnu
- vhodnost k frekvenčním měničům
- přídatná ventilace
- verze s přírubou pro uchycení k zařízení

Výkon motoru se určí z třetího převodu a bude zahrnovat:

- třecí sílu
- setrvačný moment bubnu



Obr. 44 – Výpočet výkonu

Výpočet byl proveden v softwaru *PTC Mathcad Prime 3.1*.

Zadané parametry:

$m := 125 \text{ kg}$	.. Hmotnost separačního bubnu
$R := 300 \text{ mm}$	.. Vnější poloměr bubnu
$r := 210 \text{ mm}$	.. Vnitřní poloměr bubnu
$n_1 := 30 \text{ min}^{-1}$	.. Otáčky kladky
$n_2 := 5 \text{ min}^{-1}$	.. Otáčky bubnu
$t := 1.5 \text{ s}$	.. Čas rozběhu bubnu
$f := 0.35$	.. součinitel tření

Výpočet:

$I := \frac{1}{2} \cdot m \cdot (R^2 + r^2) = 8.381 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$	.. Moment setrvačnosti bubnu k ose otáčení
$\alpha := \frac{2 \cdot \pi \cdot n_2}{t} = 0.349 \frac{1}{\text{s}^2}$	.. Úhlové zrychlení bubnu
$M_D := I \cdot \alpha = 2.926 \text{ N} \cdot \text{m}$	.. Setrvačný moment bubnu
$\omega := 2 \cdot \pi \cdot n_2 = 0.524 \frac{1}{\text{s}}$	.. Úhlová rychlost bubnu
$F_N := \frac{m \cdot g}{4} = 306.458 \text{ N}$	.. Normálová síla od bubnu
$F_t := F_N \cdot f = 107.26 \text{ N}$	.. Třecí síla
$v := \pi \cdot 2 \cdot R \cdot n_2 = 0.157 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	.. Obvodová rychlost
$P := F_t \cdot v + M_D \cdot \omega = 18.38 \text{ W}$	.. Potřebný výkon

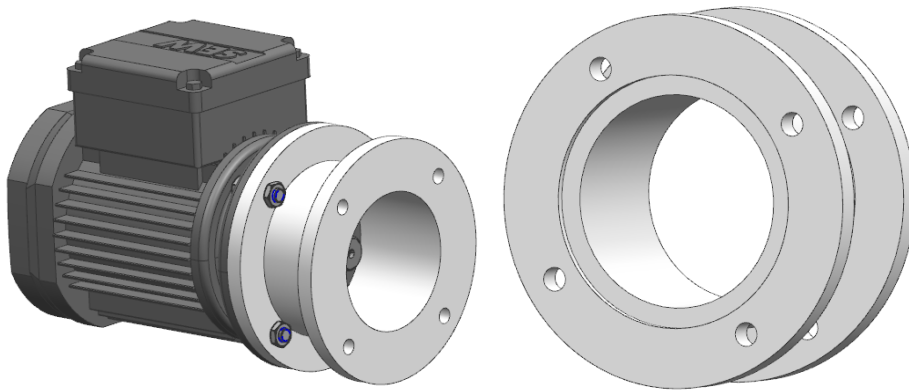
Dle vypočteného výkonu je vybrán motor od výrobce *SEW* s následujícími parametry:

DFR63S4/BR	
Výkon [kW]	0,12
Jmenovité otáčky [min^{-1}]	1380
Krouticí moment [Nm]	0,83

Tab. 3 – Parametry motoru

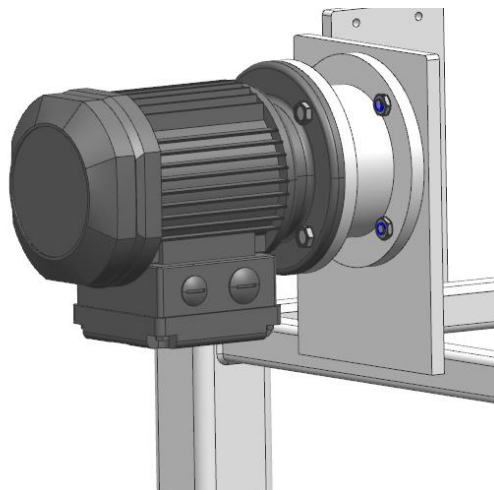
6.8.4. Přichycení motoru k rámu

Motor je na přírubu nasazen pomocí středícího průměru a je přišroubován čtyřmi šrouby M8.



Obr. 45 – Přichycení motoru k přírubě

Příruba je upevněna na desku posuvného rámu také pomocí čtyř šroubů M8.



Obr. 46 – Přichycení motoru k rámu

6.8.5. Spojení motoru s čepem hnací kladky

Přenos krouticího momentu z elektromotoru na čep hnací kladky je uskutečněn pomocí pevné korýtkové spojky od firmy *OPIS Engineering k.s.* Spojka je vybrána podle průměru čepu a aby vydržela kroutící moment od elektromotoru.



Obr. 47 – Korýtková spojka

max. moment [Nm]	141
max. otáčky [min^{-1}]	3800

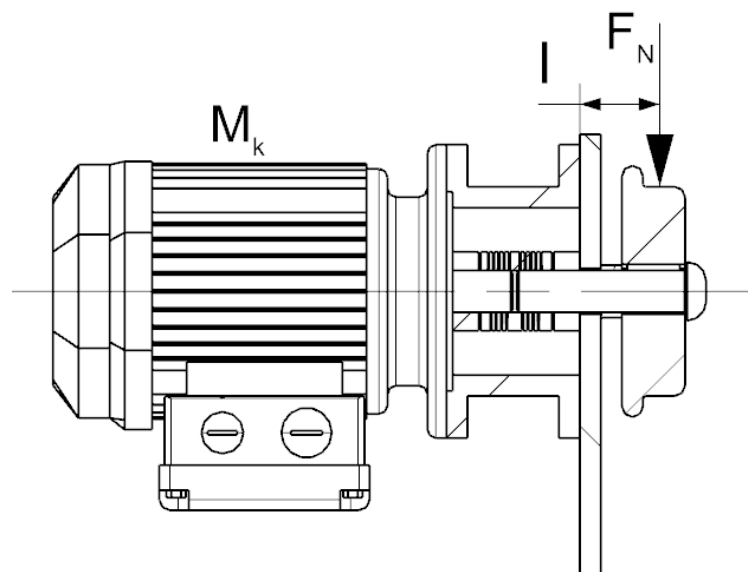
Tab. 4 – Parametry spojky

6.8.6. Návrh průměru čepu

Výpočtem je navrhnut čep hnací kladky, protože na něj působí navíc kroutící moment od motoru.

Čep je namáhán:

- na ohyb
- na krut
- na stříh



Obr. 48 – Výpočet čepu

Výpočet byl proveden v softwaru *PTC Mathcad Prime 3.1*.

Zadané parametry:

Materiál: S235JR

$R_e := 235 \text{ MPa}$

$k := 3$

$F_N := 306.5 \text{ N}$

$M_k := 0.83 \text{ N} \cdot \text{m}$

$l := 30 \text{ mm}$

.. Mez kluzu

.. Bezpečnost

.. Normálová síla

.. Kroutící moment

.. Rameno síly k uložení

Nejprve je navrhnout průměr čepu z namáhání na ohyb, protože toto namáhání má největší vliv.

Výpočet:

$M_o := F_N \cdot l = 9.195 \text{ N} \cdot \text{m}$.. Ohybový moment

$\sigma_D := \frac{R_e}{k} = 78.333 \text{ MPa}$.. Dovolené napětí

$d := \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_o}{\pi \cdot \sigma_D}} = 10.614 \text{ mm}$

$d := 12 \text{ mm}$.. Průměr čepu

Poté je zkontrolován na redukované napětí pomocí hypotézy HMM.

$W_o := \frac{\pi \cdot d^3}{32} = 169.646 \text{ mm}^3$.. Kvadratický moment průřezu v ohybu

$W_k := \frac{\pi \cdot d^3}{16} = 339.292 \text{ mm}^3$.. Kvadratický moment průřezu v krutu

$S := \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 113.097 \text{ mm}^2$.. Plocha průřezu čepu

$\sigma_o := \frac{M_o}{W_o} = 54.201 \text{ MPa}$.. Napětí v ohybu

$\tau_k := \frac{M_k}{W_k} = 2.446 \text{ MPa}$.. Napětí v krutu

$\tau_s := \frac{F_N}{S} = 2.71 \text{ MPa}$.. Napětí ve smyku

$\sigma_{red} := \sqrt{\sigma_o^2 + 3 \cdot (\tau_k + \tau_s)^2} = 54.932 \text{ MPa}$.. Redukované napětí

Podle vnitřního průměru ložisek u kladek je zvolen průměr čepu $d = 15 \text{ mm}$.

6.8.7. Frekvenční měnič

Frekvenční měnič je zařízení sloužící pro plynulou regulaci otáček elektromotorů. Funguje na principu změny frekvence (kmitočtu). Vstupní napětí nejprve usměrní a následně pomocí střídače a výkonových prvků vyrobí třífázové napětí s potřebným kmitočtem. Otáčky motoru jsou pak úměrné výstupnímu kmitočtu z měniče. Výstupní kmitočet FM a tím otáčky motoru lze nastavit napevno, měnit potenciometrem nebo řídit externím zařízením. Napájení FM může být jednofázové a měnič vyrobí na výstupu třífázové napětí. Potom lze asynchronní motor použít i tam, kde není třífázový přívod.

Vztah mezi frekvencí napětí a otáčkami pro asynchronní motory:

$$n = \frac{60 * f}{p} * (1 - s) \quad [min^{-1}]$$

n – výstupní otáčky

f – frekvence

p – počet pólových párů

s – skluz v %

Dle vybraného motoru a aplikačnímu použití je vhodné zvolit frekvenční měnič ze stejné firmy jako elektromotor, tudíž z firmy *SEW*.

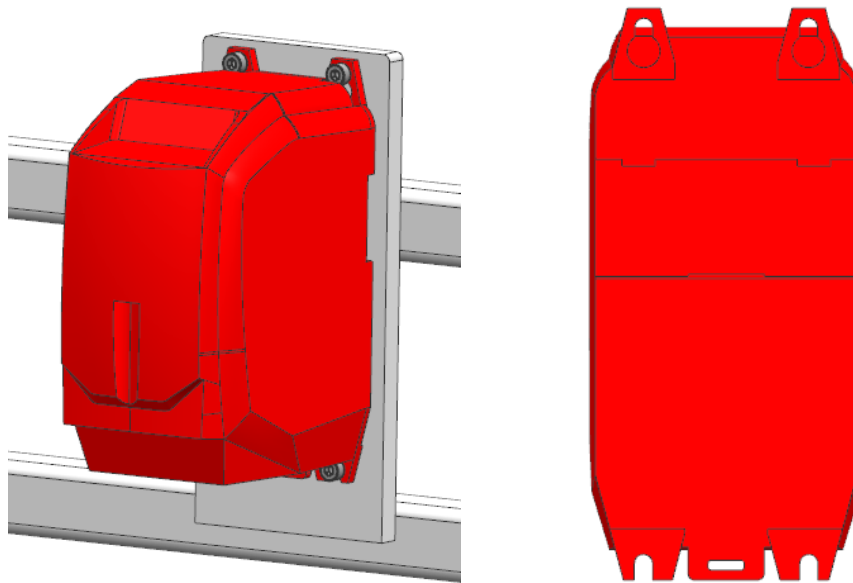
Zvolený frekvenční měnič má následující parametry:

MCLTEB0004	
jmenovitý výkon [kW]	0,37
vstupní napětí [V]	1x220-240
výstupní napětí [V]	3x0-UN

Tab. 5 – parametry frekvenčního měniče

6.8.8. Uchycení frekvenčního měniče k rámu

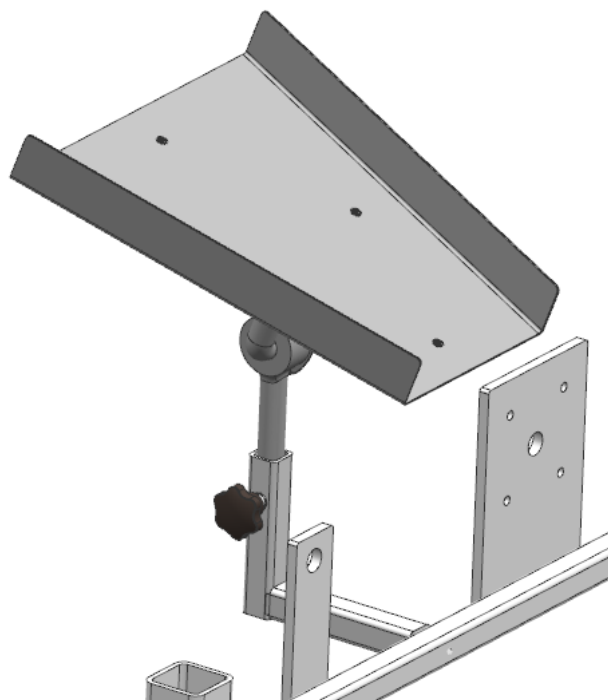
Frekvenční měnič je k rámu přichycen pomocí čtyř šroubů M5 na přivařeném plechu.



Obr. 49 – Přichycení frekvenčního měniče k rámu

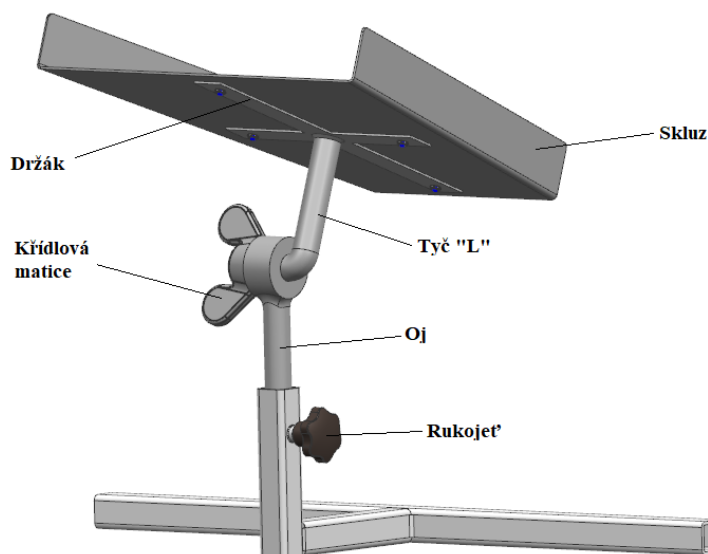
6.9. Skluz

Skluz je umístěn před separačním bubnem, za vynášecím dopravníkem a slouží k usměrnění materiálu do separačního bubnu. Z vynášecího dopravníku padá materiál na skluz, po kterém materiál klouže do separačního bubnu. Skluz musí být vyroben z kluzného materiálu, aby se na něm vtoky a výlisky nezasekávali nebo může být na skluz připevněna fólie, která zlepší kluzné vlastnosti povrchu.



Obr. 50 – Skluz

Skluz je vyroben z nerezové oceli s leštěným povrchem pro dosažení lepších kluzných vlastností. Dále je skluz výškově a úhlově nastavitelný, pro nastavení optimální výšky a kluzné rychlosti materiálu po skluzu.

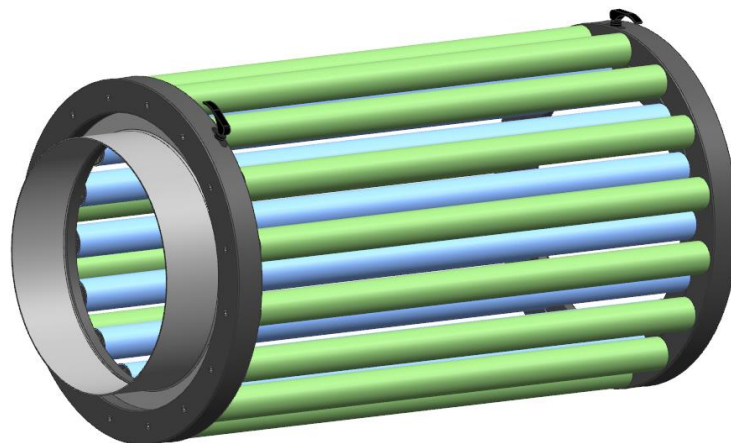


Obr. 51 – Sestava skluzu

Na posuvný rám jsou přivařeny další dvě trubky čtvercového profilu, přičemž v jedné se pohybuje oj, kterou je nastavována výška skluzu a je aretována šroubem s rukojetí jako u posuvného rámu. K oji se připojí tyč ve tvaru „L“, která má na konci vyříznutý závit na křídlatou matici. Úhel sklonu skluzu se aretuje touto maticí, při povolené matici se skluz ručně nastaví na potřebný úhel sklonu a utáhnutím matice se skluz zaaretuje. K tyči „L“ je přivařen držák z plechu ve tvaru kříže, který spojuje sestavu se skluzem a je spojen se skluzem čtyřmi zápusťnými šrouby.

6.10. Výstupní plech

Výstupní plech slouží k usměrnění vypadávajících dílů do bedny. Je vyroben z plechu o tloušťce 2 mm a je přišroubován k obruči vnitřního bubnu čtyřmi šrouby M4. Materiál plechu je nerezová ocel stejně jako u skluzu.



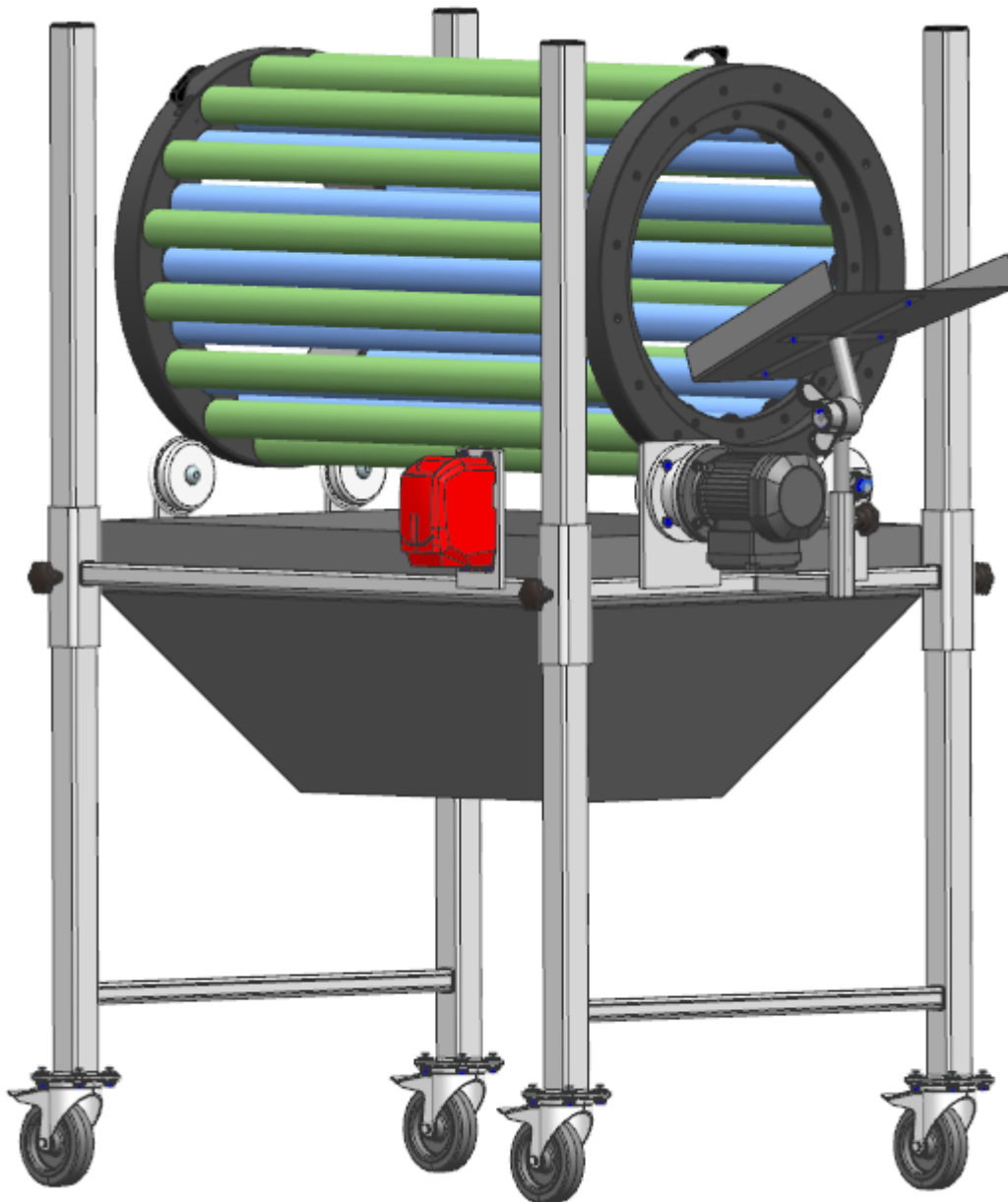
Obr. 52 – Separační buben



Obr. 53 – Výstupní plech

7. Separační zařízení

Separační zařízení je článkem v automatizaci výrobních procesů. Odděluje vtoky od výlisků pomocí nastavitelné separační mezery. Z vynášecího pásového dopravníku padají výlisky s vtoky na skluz separátoru, po kterém se dostanou do separačního bubnu. Separační buben odseparuje pomocí nastavitelných separačních mezer vtoky od výlisků, když menší z nich propadne mezerou a větší z nich projde přes celý separační buben



Obr. 54 – Separační zařízení

8. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout separační zařízení, které bude oddělovat vtoky od výlisků padajících ze vstřikovacího lisu. Na konstrukci byl kladen požadavek na separování vtoků od výlisků se stejným výškovým rozměrem a měnitelnou separační mezeru.

Podle zadaných požadavků byly navrženy 3 koncepční varianty, které byly porovnány, a byla vybrána sub-optimální varianta, která byla dále rozpracována v konstrukční návrh uskutečněný v CAD softwaru NX 11.

Nové konstrukční řešení se zakládá na principu bubnového separátoru a liší se od konkurence hlavně způsobem nastavení separační mezery. Tato mezera se nastavuje pomocí vnějšího a vnitřního bubnu, které se vůči sobě pootáčejí. Nevýhodou této varianty vůči konkurenci je menší rozsah nastavení separační mezery. Výhodou je jednodušší konstrukce, v níž není zapotřebí řetězových kol a řetězu.

Reference

- [1] „Engel global,“ [Online]. Available: <https://www.engelglobal.com/>.
- [2] J. POLÁK, J. PAVLISKA a A. SLÍVA, Dopravní a manipulační technika I., Ostrava, 2001.
- [3] „Navzas,“ [Online]. Available: <http://www.navzas.cz>.
- [4] „MBConveyors,“ [Online]. Available: <http://www.mbconveyors.com>.
- [5] „Essentra components,“ [Online]. Available: <https://www.essentracomponents.cz>.
- [6] S. HOSNEDL a J. KRÁTKÝ, Příručka strojního inženýra 1, Brno: Computer Press, 1999.
- [7] „Blickle,“ [Online]. Available: <http://www.blickle.cz/>.
- [8] „Gumex,“ [Online]. Available: <https://www.gumex.cz/>.
- [9] „Tente,“ [Online]. Available: <https://www.tente.com/>.
- [10] „SEW EURODRIVE,“ [Online]. Available: <https://www.sew-eurodrive.cz/>.
- [11] „MTF-Technik,“ [Online]. Available: <https://mtf-technik.de/>.
- [12] „OPIS Engineering k.s.,“ [Online]. Available: <http://opis.cz/index.html>.

PŘÍLOHA č. 1

Datový list frekvenčního měniče *SEW* MCLTEB0004-2B1-1-00

PŘÍLOHA č. 2

Katalog kol B2B partner

PŘÍLOHA č. 3

Datový list motoru *SEW* DFR63S4/BR

PŘÍLOHA č. 4

Katalog spojek *OPIS Engineering k.s.*

PŘÍLOHA č. 5

Katalog kladek Blickle

Označení

MCLTEB0004-2B1-1-00

Produktová data

Objednací číslo převaděče	: 18261728
Konstrukční velikost	: 1
Jmenovitý výkon	[kW] : 0,37
Napětí	[V] : 1x220-240
Jmenovitý vstupní proud	[A] : 6,7
Výstupní napětí	[V] : 3x0-UN
Výstupní jmenovitý proud	[A] : 2,3
Teplota prostředí min	[°C] : 0
Teplota prostředí max	[°C] : +50
Krytí IP	: 20
Integrovaný síťový filtr	: s EMC filtrem
Integrovaný brzdový tranzistor	: bez brzdového střídače

Série: SPKGSP0

Kola s nákolkem z litého polyamidu

220 - 3000 kg

RoHS



Tvrdost běhounu		80° Shore D
Teplotní odolnost		-25° C - +80° C
Valivý odpor		výborně
Hlasitost chodu		uspokojivě
Šetření pojízdné plochy		uspokojivě

Kola série SPKGSP0:

Soustružena z kvalitního, houževnatého a vysoce ztuhlého litého polyamidu, odolného proti prasknutí, tvrdost 80° Shore D, pojízdná plocha stoupá směrem k ose o 3°, naprosto nízký valivý odpor, velmi oteřuvzdorná, barva – přírodní - béžová.

(Popis materiálu na straně 40)

Druh ložiska:

- Kluzné ložisko, odolné vůči korozi
- Kuličkové ložisko: dvě vlisovaná kuličková ložiska, s dlouhodobě působícím mazivem.

Jiné vlastnosti:

vysoká chemická odolnost proti mnoha agresivním médiím (tabulka na straně 36-37).
Teplotní odolnost: -25° C až +80° C.

Při okolních teplotách nad +35° C se snižuje nosnost.

Nosnosti uvedené v tabulce se vztahují k dále uvedenému přiřazení kola s nákolkem k profilům kolejnic podle DIN 536 (norma jeřábových kolejnic):

SPKGSP0 50G až SPKGSP0 200K,

SPKGSP0 250K: A45

SPKGSP0 201K, SPKGSP0 251K: A55

Za normálních provozních podmínek bezúdržbová.

Přehled sérií kol na straně 51

Kola s nákolkem	Ø kola bez nákolku (D) [mm]	Ø kola vč. nákolku (D1) [mm]	šířka kola (T2) [mm]	šířka běhounu (T3) [mm]	poloha nákolku (T4) [mm]	nosnost [kg]	druh ložiska	Ø otvoru pro osu (d) [mm]	délka náboje (T1) [mm]
SPKGSP0 50G	50	62	32	26	6	220	kluzné	15	32
SPKGSP0 50K	50	62	32	26	6	220	kuličkové	15	32
SPKGSP0 75G	75	100	40	30	13,5	380	kluzné	20	47
SPKGSP0 75K	75	100	40	30	13,5	380	kuličkové	20	47
SPKGSP0 100K	100	125	46	36	13	600	kuličkové	20	52
SPKGSP0 125K	125	145	46	36	13	750	kuličkové	20	52
SPKGSP0 150K	150	175	46	36	13	900	kuličkové	20	52
SPKGSP0 200K	200	230	53	38	20	1300	kuličkové	25	60
SPKGSP0 201K	200	230	80	60	25	2500	kuličkové	40	90
SPKGSP0 250K	250	300	65	50	17,5	2100	kuličkové	30	70
SPKGSP0 251K	250	300	80	60	25	3000	kuličkové	40	90

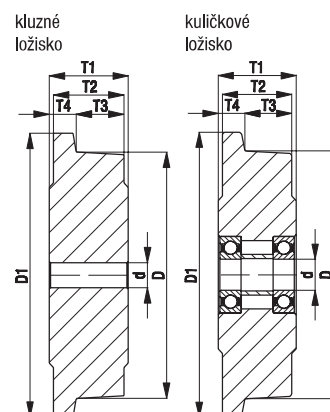
Další rozměry na vyžádání

varianty/příslušenství



	s nerezovým kuličkovým ložiskem *	hnačí kolo s drážkou pro pero	s pevnou konzolou	další provedení
Technický popis strana	61			
Dodatek k obj.číslu	-XK	série SPKGSPON		
Dodává se pro	na vyžádání	na vyžádání	na vyžádání	na vyžádání

* u některých velikostí snižena nosnost (na vyžádání)



5 Průmyslová kola, kovový disk, černý gumový běhoun

- disk kola: ocelový pozinkovaný plech
- běhoun: černá guma
- uchycení: přes desku
- ložisko: válečkové
- bez ochrany proti namotávání vláken
- teplotní odolnost -20°C až 60°C

Válečkové
ložiskokg
70-205

Doručíme
do **24h**

Pevné kolo	Nosnost kola	Průměr kola	Šíře kola	Stavební výška	Rozměr desky	Rozteč otvorů		Průměr otvorů	Cena bez DPH Kč	Katalogové číslo
	kg	mm	mm	mm	mm	A (mm)	B (mm)	mm		
	70	100	30	128	103 x 85	80 - 77	60	9	167,-	2B133094
	100	125	37	155					177,-	2B133095
	135	160	40	200					198,-	2B133096
	200	200	50	240	137 x 115	105	80 - 75	11	264,-	2B133097

Otočné kolo	Nosnost kola	Průměr kola	Šíře kola	Stavební výška	Rozměr desky	Rozteč otvorů		Průměr otvorů	Cena bez DPH Kč	Katalogové číslo
	kg	mm	mm	mm	mm	A (mm)	B (mm)	mm		
	75	100	35	128	105 x 85	80 - 77	60	9	188,-	2B133099
	100	125	37	155					212,-	2B133100
	135	160	40	200					257,-	2B133101
	205	200	50	240	137 x 115	105	80 - 75	11	318,-	2B133102

Otočné s brzdou	Nosnost kola	Průměr kola	Šíře kola	Stavební výška	Rozměr desky	Rozteč otvorů		Průměr otvorů	Cena bez DPH Kč	Katalogové číslo
	kg	mm	mm	mm	mm	A (mm)	B (mm)	mm		
	75	100	35	128	105 x 85	80 - 77	60	9	245,-	2B133104
	100	125	37	155					264,-	2B133105
	135	160	40	200					343,-	2B133106
	205	200	50	240	137 x 105	105	80 - 75	11	430,-	2B133107

6 Průmyslová kola s krytem, kovový disk, černý gumový běhoun

- disk kola: ocelový pozinkovaný plech
- běhoun: černá guma
- uchycení: přes desku
- ložisko: válečkové
- s ochranou proti namotávání vláken
- teplotní odolnost -20°C až 60°C

Válečkové
ložiskokg
70-205

Doručíme
do **3dnů**

Pevné kolo	Nosnost kola	Průměr kola	Šíře kola	Stavební výška	Rozměr desky	Rozteč otvorů		Průměr otvorů	Cena bez DPH Kč	Katalogové číslo
	kg	mm	mm	mm	mm	A (mm)	B (mm)	mm		
	70	100	30	128	103 x 85	80 - 77	60	9	181,-	2B133108
	100	125	37	155					196,-	2B133109
	135	160	40	200					232,-	2B133110
	205	200	50	240	137 x 115	105	80 - 75	11	317,-	2B133111

Otočné kolo	Nosnost kola	Průměr kola	Šíře kola	Stavební výška	Rozměr desky	Rozteč otvorů		Průměr otvorů	Cena bez DPH Kč	Katalogové číslo
	kg	mm	mm	mm	mm	A (mm)	B (mm)	mm		
	75	100	35	128	105 x 85	80 - 77	60	9	212,-	2B133112
	100	125	37	155					228,-	2B133113
	135	160	40	200					289,-	2B133114
	205	200	50	240	137 x 105	105	80 - 75	11	382,-	2B133115

Otočné s brzdou	Nosnost kola	Průměr kola	Šíře kola	Stavební výška	Rozměr desky	Rozteč otvorů		Průměr otvorů	Cena bez DPH Kč	Katalogové číslo
	kg	mm	mm	mm	mm	A (mm)	B (mm)	mm		
	75	100	35	128	105 x 85	80 - 77	60	9	267,-	2B133116
	100	125	37	155					288,-	2B133117
	135	160	40	200					364,-	2B133118
	205	200	50	240	137 x 105	105	80 - 75	11	475,-	2B133119



Záruka na zboží 7 let



Doprava vždy ZDARMA



800 700 700

Označení

DFR63S4/BR
Třífázové motory DR63 / DT56

Produktová data

Jmenovité otáčky motoru	[1/min] : 1380
Typ konstrukce	: B5
Vrchní nátěr dle RAL	: 7031 Blue Grey (20070310)
Poloha konektoru/svorkové skříňe	[°] : 0
Kabelový přívod/poloha konektoru	: X
Výstupní hřídel	[mm] : 11x23
Průměr příruby	[mm] : 140
Výkon motoru	[kW] : 0,12
Doba zapnutí	: S1-100%
Účinnost (50/75/100% Pn)	[%] : 55,6 / 61,9 / 63,8
Značka CE	: ano
Napětí motoru	[V] : 230/400
Schéma zapojení	: DT13
Frekvence	[Hz] : 50
Jmenovitý proud	[A] : 0,68 / 0,39
Cos φ	: 0,69
Tepelná třída	: B
Krytí motoru	: IP55
Hmotnost netto	[Kg] : 7,9
Brzdňý moment	[Nm] : 3,2
Brzdové napětí	[V] : 230
Ovládání brzdy	: BG

Doplňková provedení

Výstupní hřídel: 11x23 mm
BG - Jednoduchý usměrňovač
BMG/BM/BR- SEW - kotoučová brzda
kovový ventilátor
krytí IP 55 - brzdový motor

GRI - rigid coupling: introduction



- Made in steel fully turned with phosphating treatment.
- Extremely rigid connection.
- High torque possible.
- Wear and maintenance free.
- Compact dimensions.
- Finished bore with ISO H8 tolerance and low roughness.

ON REQUEST

- Different customized bore.
- Single split clamp hub with keyway (type B1).
- Two piece clamp hub with keyway (type C1) or without keyway (type C).
- Anti-corrosive surface treatments for specific needs possible.

GRI rigid couplings have been designed and manufactured to connect two shafts of the same diameter but without allowing any relevant misalignment.

The coupling is manufactured in one element for the single split version. A two piece unit is available on request allowing simple and fast mounting and dismounting.

■ DIMENSIONING

The nominal torque of the coupling must be higher than the maximum torque of the motor's side, according to the generic formula on page 6. The indicated torque values have been calculated based on a friction coefficient for shaft-coupling of 0.15 μm .

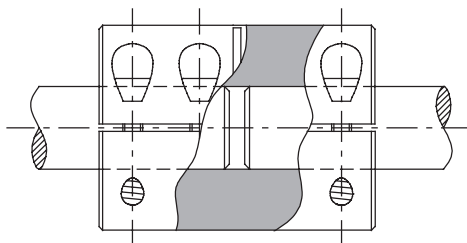
■ FITTING

It is advised to machine the connecting shafts with:

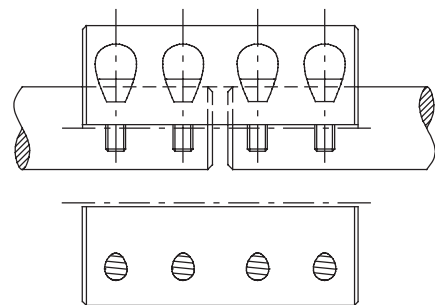
- Surface finish with $R_a=1.6 \mu\text{m}$.
- Nominal tolerance h6.
- Perfectly aligned shafts.

Tighten the locking screws in steel class 8.8 with a torque wrench, in accordance to the tightening torque indicated in the catalogue.

■ APPLICATION EXAMPLE

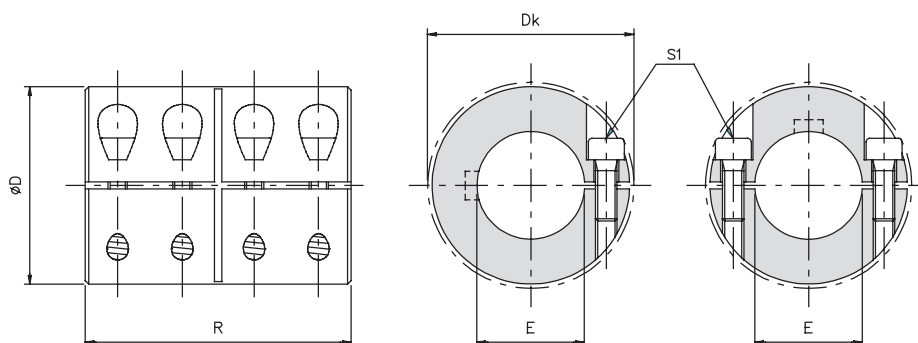


Locking type B



Locking type C

GRI - rigid coupling: technical data



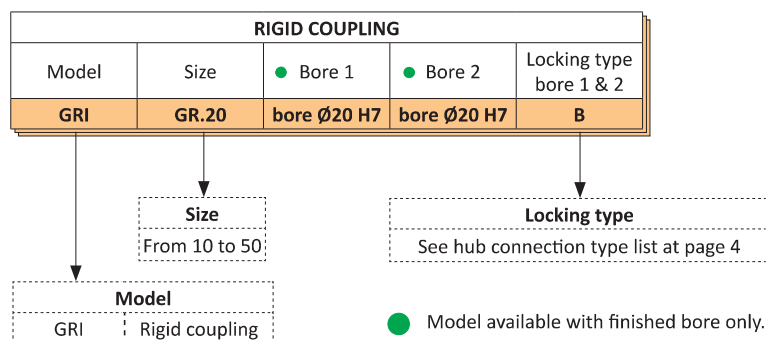
DIMENSIONS

Size	D	Dk	E H8	R
10	32	33	10	45
15	40	-	15	50
20	45	47	20	65
25	50	52	25	70
30	55	57	30	75
35	65	70	35	85
40	70	74	40	90
45	80	83	45	100
50	90	95	50	110

TECHNICAL CHARACTERISTICS

Size	Max torque [Nm]		Weight [Kg]	Inertia [Kgm ²]	Max speed [Rpm]	Screws S1		
	Locking type B	Locking type C				Locking type B	Locking type C	Tightening torque [Nm]
10	44	38	0,25	0,000028	5500	n°4 x M4	n°8 x M4	5,2
15	99	94	0,42	0,000080	4200	n°4 x M5	n°8 x M5	10,5
20	141	141	0,65	0,000172	3800	n°4 x M6	n°8 x M6	17,0
25	171	177	0,87	0,000305	3500	n°4 x M6	n°8 x M6	17,0
30	195	212	1,11	0,000503	3200	n°4 x M6	n°8 x M6	17,0
35	353	380	1,75	0,001098	2700	n°4 x M8	n°8 x M8	43,0
40	386	434	2,13	0,001615	2500	n°4 x M8	n°8 x M8	43,0
45	436	488	2,96	0,002896	2200	n°4 x M8	n°8 x M8	43,0
50	790	860	4,31	0,005284	1900	n°4 x M10	n°8 x M10	84,0



ORDER EXAMPLE

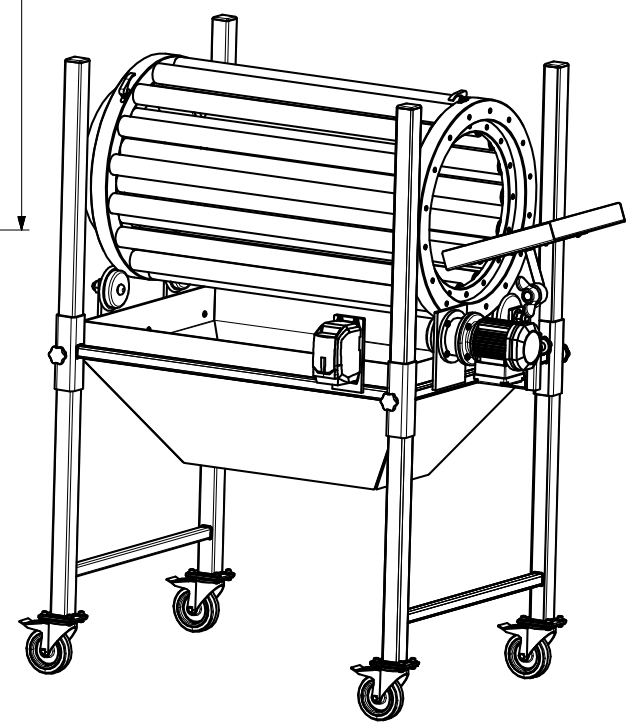
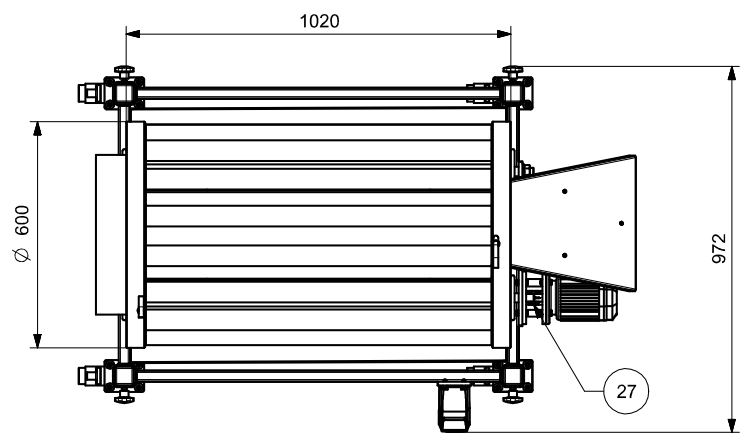
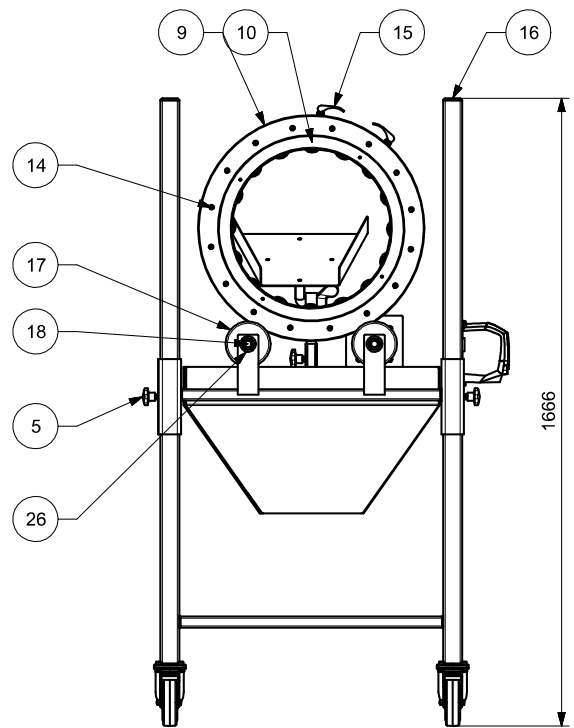
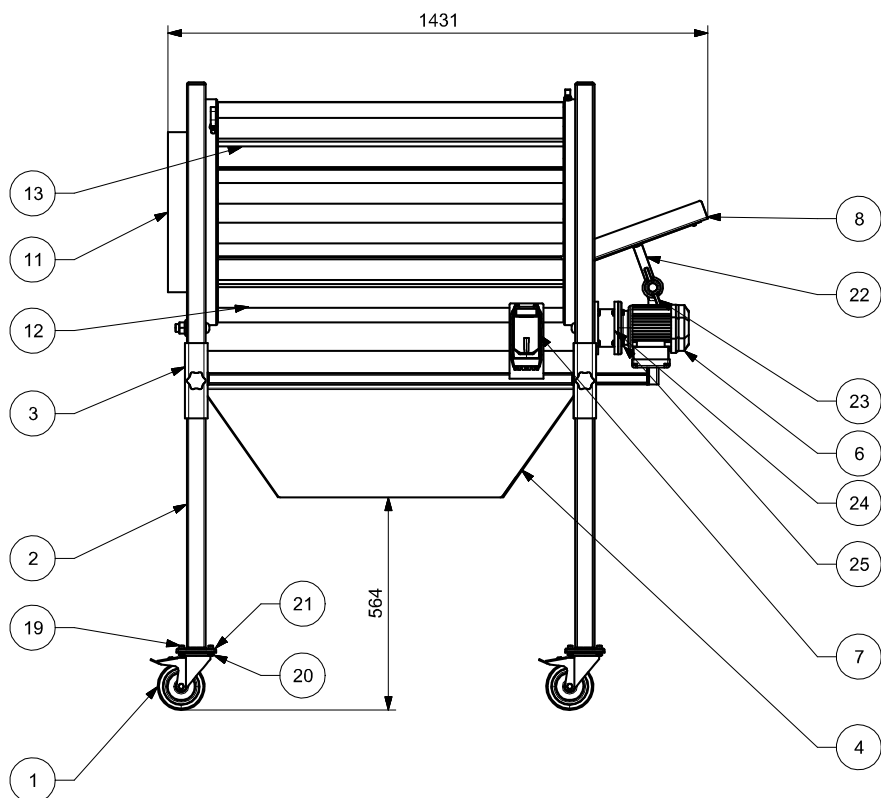




▲ On request

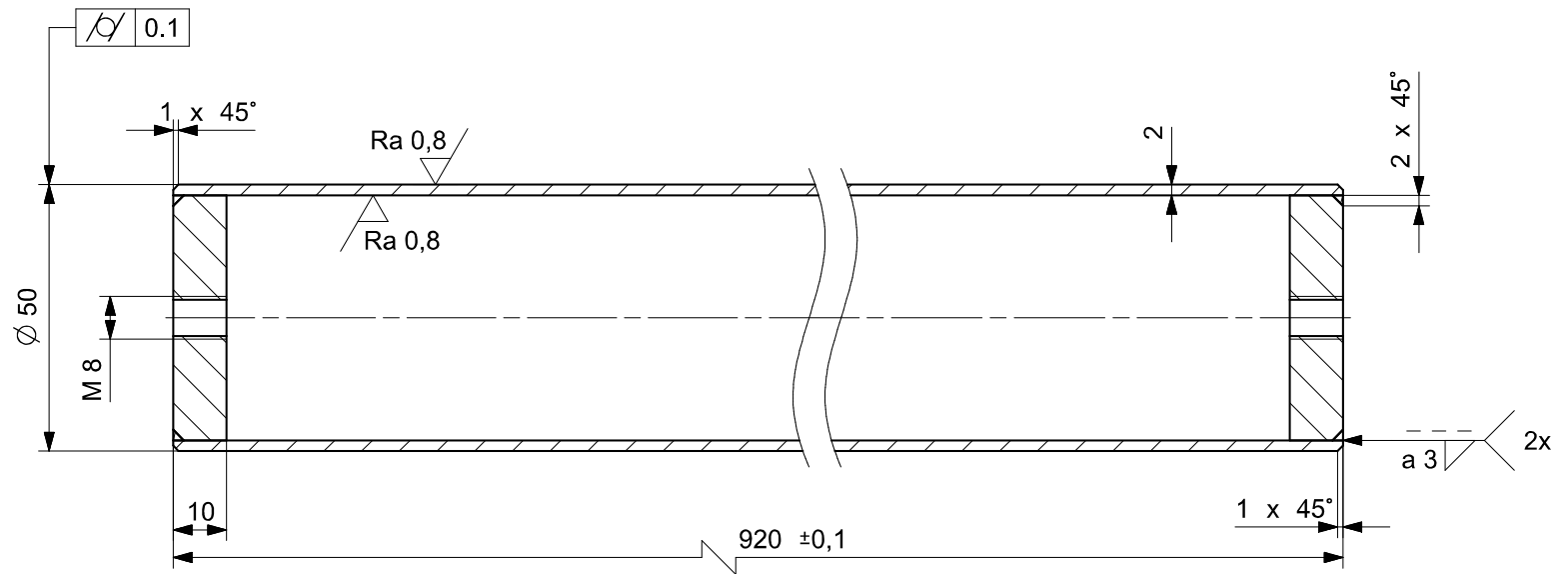
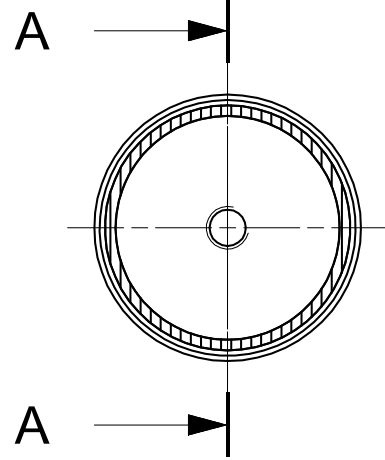
NOTES

- Choice and availability of different hub connection types see pages 4 and 5.

		3		2		1			
1	Spojka	-	-	-	-	-	-	27	
3	Matka M20	ČSN 02 1401	-	-	-	-	-	26	
8	Šroub M8x25	ČSN 02 1101	-	-	-	-	-	25	
1	Příruba	ČSN 42 5510	S235JR	-	-	-	DP-2018-11	24	D
1	Křídlatá matice	ČSN 02 1665	-	-	-	-	-	23	D
1	Tyč L	ČSN 42 5510	S235JR	-	-	-	DP-2018-10	22	
16	Podložka M8	ČSN 02 1702	-	-	-	-	-	21	
24	Matice M8	ČSN 02 1401	-	-	-	-	-	20	
16	Šroub M8x16	ČSN 02 1143	-	-	-	-	-	19	
4	Čep	ČSN 02 2101	-	-	-	-	DP-2018-09	18	
4	Kladka	-	-	-	-	-	-	17	
4	Krytka	-	-	-	-	-	-	16	
2	Rychloupínací šroub	-	-	-	-	-	-	15	
64	Šroub M8x50	ČSN 02 1143	-	-	-	-	-	14	
32	Váleček	ČSN 42 5510	S235JR	-	-	--	DP-2018-01	13	C
32	Obal	-	-	-	-	-	-	12	
1	Výstupní plech	ČSN 42 5301	1.4301+2B	-	-	--	DP-2018-08	11	
2	Obruč vnitřní	ČSN 42 5510	1.4301+2B	-	-	-	DP-2018-07	10	
2	Obruč vnější	ČSN 42 5510	1.4301+2B	-	-	-	DP-2018-06	9	
1	Skluz	ČSN 42 5301	1.4301+2B	-	-	-	DP-2018-05	8	
1	Frekvenční měnič	-	-	-	-	-	-	7	
1	Motor	-	-	-	-	-	-	6	
4	Rukojeť	-	-	-	-	-	-	5	
1	Trychtýř	ČSN 42 5301	1.4301+2B	-	-	-	DP-2018-04	4	
1	Rám posuvný	ČSN 42 7621	S235JR	-	-	-	DP-2018-03	3	B
1	Rám nosný	ČSN 42 7621	S235JR	-	-	-	DP-2018-02	2	
4	Kolo	-	-	-	-	-	-	1	
<input checked="" type="checkbox"/>									
Pocet ks.	Nazev - rozmer	Polotovar	Material	T.O.	C.hmot.	H.hmot.	Cislo vykresu sestavy	Poz.	
Quant.	Title - size	Blank	Material	C.W.	Weight	R. weight	Assembly drawing no.	Pos.	
CID 1	Datum / Date	Jmeno / Name							
Kreslil / Drawn by	20.05.2018	MATUŠKA Michael			 FAKULTA STROJNI ZAPADOČESKE UNIVERZITY V PLZNI <small>Všetchna práva vyhrazena / All rights reserved</small>				
Prezkoušel / Checked by									
Schválil / Approved by									
Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schval. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature						Poznamka / Note:
 Tolerance / Tolerovani ISO 9015 ISO 128 ISO 2768mK		Soubor-model / ASM-file kusovník			Projekt / Project: kusovník		Meritko / Scale		
		Soubor-vykres / DRW-file kusovník			C.sestavy / Assembly No.				
Nazev / Title Kusovník				Rev.	Cislo vykresu / Drawing No. DP-2018-09			Format 297.0 x 210.0	
				List / sheet no.	1		Pocet listu / sheets		1





Exp. / Datum / Date		Jmeno / Name		 FAKULTA STROJNI ZAPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Všechny práva vyhrazena / All rights reserved
Kreslil / Drawn by		MATUŠKA Michael			
Prozkoušel / Checked by					
Schválil / Approved by					
Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schválil / APP	Datum / Date	Podpis / Signatura	Poznámka / Note:
 Tolerance / Tolerovani ISO 128 ISO 8015 ISO 2768mk	Soubor/model / ASM-File Separator_vykres		Projekt / Project Císlo projektu / Assembly No. 228		Měřítko / Scale 1:10
	Soubor/vykres / DWG-File Separator_vykres		Revizní kresba / Drawing No. DP-2018-00		
Nazev / Title SEPARÁTOR				Rev. / sheet no. / Počet listů / sheets	Formát A2



ŘEZ A-A

Ra 1,6 (Ra 0,8)

	Tr 50x920x2		S235JR		2,425	DP-2018-00		
Pocet ks.	Nazev - rozmer		Popisovatel	Material	T.O.	C.hmot.	Hr.hmot.	Cislo vykresu sestavy
Quant.	Title - size		Blank	Material	C.W.	Weight	R. weight	Assembly drawing no.
CAD 1	Datum / Date		Jmeno / Name			 FAKULTA STROJNI ZAPADOCESKE UNIVERZITY V PLZNI <small>Všetchna práva vyhrazena / All rights reserved</small>		
Kreslil / Drawn by	20.05.2018		MATUŠKA Michael					
Prezkoušel / Checked by								
Schválil / Approved by								
Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schval. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature	Poznámka / Note:			
 Tolerance / Tolerovani ISO 128 ISO 8015 ISO 2768mK	Soubor-model / ASM-file		Projekt / Project		Meritko / Scale			
	valecek_vykres		valecek_vykres		1:1			
		Soubor-vykres / DRW-file		C.sestavy / Assembly No.				
		valecek_vykres		DP-2018-01				
Nazev / Title				Rev.		Cislo vykresu / Drawing No.		Format
Váleček						DP-2018-01		A3
				List / sheet no.		Pocet listu / sheets		
				1		1		