



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO  
INŽENÝRSTVÍ**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

## **PÁSOVÝ DOPRAVNÍK PRO POTRAVINÁŘSKÉ ZRNO**

BELT CONVEYOR FOR FOOD CORN

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**JAN TLÁSKAL**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**doc. Ing. JIŘÍ MALÁŠEK, Ph.D.**

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2012/2013

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Jan Tláskal

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

obor: **Stavba strojů a zařízení (2302R016)**

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

### **Pásový dopravník pro potravinářské zrno**

v anglickém jazyce:

### **Belt conveyor for food corn**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Provést výpočet a konstrukční řešení pásového dopravníku pro zadaný materiál.

Dopravní výkon 85 000kg.h-1

Osová vzdálenost přesypů 23m

Výškový rozdíl 5m

Dopravovaný materiál: obilní zrno

Cíle bakalářské práce:

Proveďte funkční výpočet, určení hlavních rozměrů,  
navrhněte pohon dopravníku a napínání pásu.

Proveďte pevnostní výpočet hnaného bubnu.

Proveďte rozbor vlastností dopravovaných materiálů.

Nakreslete sestavný výkres dopravníku, podsestavu napínacího zařízení.

Seznam odborné literatury:

1. Shigley J.E.,Mischke Ch.R.,Budynas R.G.: Konstruování strojních součástí. 2010. ISBN 978-80-214-2629-0.
2. Gajdůšek,J., Škopán,M.: Teorie dopravních a manipulačních zařízení.
3. Remta,F., Kupka,L., Dražan.F.: Jeřáby.
4. Cvekl,Z., Dražan.F.: Teoretické základy transportních zařízení.
5. Jančík, L.: Části a mechanismy strojů, ČVUT Praha, 2004.
6. Klimeš P.: Části a mechanismy strojů I, II, VUT Brno 2003.

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jiří Malášek, Ph.D.

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

V Brně, dne 12.11.2012

L.S.

---

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.  
Ředitel ústavu

---

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



## **ABSTRAKT**

Cílem této bakalářské práce je provést konstrukční řešení šikmého pásového dopravníku pro dopravu potravinářského zrna s dopravním výkonem 85 000 kg.h<sup>-1</sup>, osovou vzdáleností přesypů 23 metrů a výškovým rozdílem 5 metrů.

Práce zahrnuje stručný popis jednotlivých částí dopravníku, funkční výpočet proveden dle platné normy ČSN ISO 5048, stanovení základních rozměrů, návrh pohonu a napínacího zařízení pásového dopravníku. Dále je proveden pevnostní výpočet hnaného bubnu a kontrola napínacích šroubů napínacího zařízení na vzpěr. V konečné fázi, práce obsahuje rozbor vlastností dopravovaných materiálů.

K práci je přiložena požadovaná výkresová dokumentace.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Pásový dopravník, dopravní pás, obilní zrna, válečková stolice, pohon dopravníku, hnaný buben, napínací zařízení.

## **ABSTRACT**

The aim of this thesis is to design an angled belt conveyor for transportation of food corn with the capacity of 85,000 kg per hour and axial distance between the drums at both ends of 23 meters and height difference of 5 meters.

The thesis includes brief descriptions of individual parts of the conveyor, functional calculation, which is performed according to the current standard ISO 5048, determination of basic dimensions, design of the drive and tensioning device of the conveyor. The stress analysis of the driven drum has been carried out as well as a numerical buckling test for the bolts of the tensioning device. In its final part, the thesis contains an analysis of the characteristics of transported material.

The thesis is accompanied by all the necessary technical drawings.

## **KEYWORDS**

Belt conveyor, conveyor belt, food corn, idler, drive of conveyor, driven drum, tensioning device.



## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

TLÁSKAL, J. *Pásový dopravník pro potravinářské zrna*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 55 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Jiří Malášek, Ph.D..



## **ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením pana doc. Ing. Jiřího Maláška, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 24. května 2013

.....

podpis



## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Jiřímu Maláškovi, Ph.D. za odborné rady, které jsem použil při zpracování této práce. Dále bych také poděkoval svým rodičům za plnou podporu při studiu na vysoké škole.



## **Obsah**

1. ÚVOD .....	8
1.1. PÁSOVÉ DOPRAVNÍKY .....	8
1.2. ROZDĚLENÍ PÁSOVÝCH DOPRAVNÍKŮ DLE LITERATURY [1, STR. 133].....	8
1.2.1. PODLE TAŽNÉHO ELEMENTU (DOPRAVNÍHO PÁSU) .....	8
1.2.2. PODLE TVARU DOPRAVNÍKU .....	8
1.2.3. PODLE PROVEDENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE .....	8
1.3. ZÁKLADNÍ ČÁSTI PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU .....	9
2. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU .....	10
2.1. DOPRAVNÍ PÁS .....	10
2.2. VÁLEČKY .....	11
2.3. VÁLEČKOVÉ STOLICE .....	11
2.3.1. HORNÍ VĚTEV .....	12
2.3.2. DOLNÍ VĚTEV .....	13
2.4. POHÁNĚCÍ STANICE .....	13
2.5. NAPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ .....	15
2.5.1. HNANÝ BUBEN .....	15
2.5.2. LOŽISKOVÁ JEDNOTKA .....	16
2.6. NOSNÁ KONSTRUKCE .....	16
2.6.1. NOSNÝ RÁM .....	16
2.6.2. STOJINY .....	17
2.7. STĚRAČ PÁSU .....	17
2.8. NÁSYPKA .....	18
3. FUNKČNÍ VÝPOČET PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU .....	19
3.1. SKLON DOPRAVNÍKU .....	19
3.2. VOLBA RYCHLOSTI DOPRAVNÍHO PÁSU .....	19
3.3. TEORETICKY POTŘEBNÁ PLOCHA PRŮŘEZU NÁPLNĚ .....	19
3.4. VOLBA PÁSU .....	20
3.5. CELKOVÁ PLOCHA PRŮŘEZU NÁPLNĚ .....	20
3.5.1. PLOCHA PRŮŘEZU NÁPLNĚ $S_1$ .....	21
3.5.2. PLOCHA PRŮŘEZU NÁPLNĚ $S_2$ .....	21
3.6. SKUTEČNÁ PLOCHA PRŮŘEZU NÁPLNĚ .....	21
3.6.1. SOUČINTEL SKLONU .....	22
3.6.2. SOUČINTEL KOREKCE VRCHLÍKU .....	22
3.7. KONTROLA PÁSU NA POTŘEBNÝ LOŽNÍ PROSTOR .....	22
3.8. OBJEMOVÁ VÝKONNOST .....	22



3.9. HMOTNOSTNÍ VÝKONNOST .....	23
3.10. KONTROLA DOPRAVOVANÉHO MNOŽSTVÍ MATERIÁLU.....	23
3.11. HMOTNOST NÁKLADU NA 1 METR DÉLKY .....	23
3.12. HMOTNOST 1 METRU DOPRAVNÍHO PÁSU .....	23
3.13. TEORETICKÁ OBVODOVÁ SÍLA POTŘEBNÁ NA PONÁNĚCÍM BUBNU.....	23
3.13.1. HLAVNÍ ODPORY .....	24
3.13.2. VEDLEJŠÍ ODPORY .....	25
3.13.4. PŘÍDAVNÉ VEDLEJŠÍ ODPORY .....	27
3.13.5. ODPOR K PŘEKONÁNÍ DOPRAVNÍ VÝŠKY .....	27
3.14. ZVĚTŠENÍ POHÁNĚCÍ SÍLY NA POHÁNĚCÍM BUBNU .....	28
3.15. POTŘEBNÝ PROVOZNÍ VÝKON POHÁNĚCÍHO BUBNU .....	28
3.16. POTŘEBNÝ PROVOZNÍ VÝKON MOTORU.....	28
3.17. NÁVRH POHONU.....	28
3.18. STANOVENÍ SIL V PÁSU.....	29
3.18.1. PŘENOS OBVODOVÉ SÍLY NA POHÁNĚCÍM BUBNU.....	29
3.18.2. MAXIMÁLNÍ OBVODOVÁ HNACÍ SÍLA.....	30
3.18.3. OMEZENÍ PODLE PRŮVĚSU PÁSU.....	30
3.18.4. NEJVĚTŠÍ TAHOVÁ SÍLA V PÁSU.....	31
3.18.5. PEVNOSTNÍ KONTROLA PÁSU .....	31
3.18.6. SÍLA V NOSNÉ VĚTVI.....	31
3.18.7. SÍLA VE VRATNÉ VĚTVI .....	31
3.18.8. EULERŮV VZTAH - KONTROLA .....	32
3.18.9. VÝSLEDNÁ SÍLA NAMÁHAJÍCÍ BUBEN .....	32
4. PEVNOSTNÍ VÝPOČTY.....	33
4.1. PEVNOSTNÍ VÝPOČET PLÁŠTĚ HNANÉHO BUBNU .....	33
4.1.1. ZATÍŽENÍ PLÁŠTĚ BUBNU – VVÚ .....	33
4.1.2. VOLBA MATERIÁLU .....	33
4.1.3. VELIKOST SPOJITÉHO ZATÍŽENÍ PŮSOBÍCÍ NA BUBEN.....	34
4.1.4. VÝPOČET SILOVÝCH REAKCÍ .....	34
4.1.5. MAXIMÁLNÍ OHYBOVÝ MOMENT V MÍSTĚ 1 .....	35
4.1.6. MAXIMÁLNÍ OHYBOVÉ NAPĚTÍ V MÍSTĚ 1 .....	35
4.1.7. MODUL PRŮŘEZU V OHYBU V MÍSTĚ 1 .....	35
4.1.8. BEZPEČNOST V MÍSTĚ NEJVĚTŠÍHO OHYBOVÉHO MOMENTU .....	35
4.2. PEVNOSTNÍ VÝPOČET OSY HNANÉHO BUBNU .....	36
4.2.1. VÝSLEDNÁ SÍLA PŮSOBÍCÍ NA OSU .....	36
4.2.2. ZATÍŽENÍ OSY BUBNU – VVÚ .....	38



4.2.3. VOLBA MATERIÁLU .....	39
4.2.4. VÝPOČET SILOVÝCH REAKCÍ .....	39
4.2.5. MAXIMÁLNÍ OHYBOVÝ MOMENT V MÍSTĚ 2 .....	40
4.2.6. MAXIMÁLNÍ OHYBOVÉ NAPĚTÍ V MÍSTĚ 2 .....	40
4.2.7. MODUL PRŮŘEZU V OHYBU V MÍSTĚ 2 .....	40
4.2.8. BEZPEČNOST V MÍSTĚ NEJVĚTŠÍHO OHYBOVÉHO MOMENTU .....	40
4.2.9. OHYBOVÝ MOMENT V MÍSTĚ Z.....	41
4.2.10. OHYBOVÉ NAPĚTÍ V MÍSTĚ Z.....	41
4.2.11. MODUL PRŮŘEZU V OHYBU V MÍSTĚ Z.....	41
4.2.12. BEZPEČNOST OSY V OHYBU V MÍSTĚ Z .....	41
4.3. KONTROLNÍ VÝPOČET NAPÍNACÍCH ŠROUBŮ NA VZPĚR.....	42
4.3.1. SÍLA PŮSOBÍCÍ NA NAPÍNACÍ ŠROUB.....	42
4.3.2. REDUKOVANÁ DÉLKA ŠROUBU .....	42
4.3.3. POLOMĚR SETRVAČNOSTI.....	43
4.3.4. ŠTÍHLOST .....	44
4.3.5. VYHODNOCENÍ VÝPOČTU .....	44
4.3.6. KRITICKÁ SÍLA - PROSTÝ TLAK.....	44
4.3.7. BEZPEČNOST NAPÍNACÍHO ŠROUBU - PROSTÝ TLAK .....	45
4.3.8. KRITICKÁ SÍLA – EULER.....	45
4.3.9. BEZPEČNOST NAPÍNACÍHO ŠROUBU – EULER.....	45
5. ROZBOR VLASTNOSTÍ DOPRAVOVANÝCH MATERIÁLŮ .....	46
5.1. FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI OBILNÍ HMOTY .....	46
5.2. Charakteristiky skladované obilní hmoty: .....	47
6. ZÁVĚR .....	48
7. POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE .....	49
7.1. LITERATURY.....	49
7.2. NORMY.....	49
7.3. WEBOVÉ STRÁNKY .....	49
8. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	51
9. SEZNAM PŘÍLOH.....	54



## **1. ÚVOD**

### **1.1. PÁSOVÉ DOPRAVNÍKY**

„Pásové dopravníky jsou zařízení určená ke kontinuální dopravě sypkých látek i kusového zboží a to převážně ve vodorovném, příp. mírně šikmém směru.“ [1, str. 133]

Tažným a současně nosným prvkem pro přepravovaný materiál je dopravní pás. Mezi hlavní přednosti můžeme zařadit: vysoký dopravní výkon, vysokou dopravní rychlost, velké dopravní vzdálenosti, jednoduchou údržbu, jednoduchou konstrukci, nízkou spotřebu energie. Velkou výhodou je možnost nakládání a vykládání materiálu v kterémkoliv místě dopravníku.

### **1.2. ROZDĚLENÍ PÁSOVÝCH DOPRAVNÍKŮ DLE LITERATURY [1, STR. 133]**

#### **1.2.1. PODLE TAŽNÉHO ELEMENTU (DOPRAVNÍHO PÁSU)**

- a) dopravníky s gumovým pásem nebo pásem PVC
- b) dopravníky s ocelovým pásem
- c) dopravníky s ocelogumovým pásem
- d) dopravníky s pásem z drátěného pletiva

#### **1.2.2. PODLE TVARU DOPRAVNÍKU**

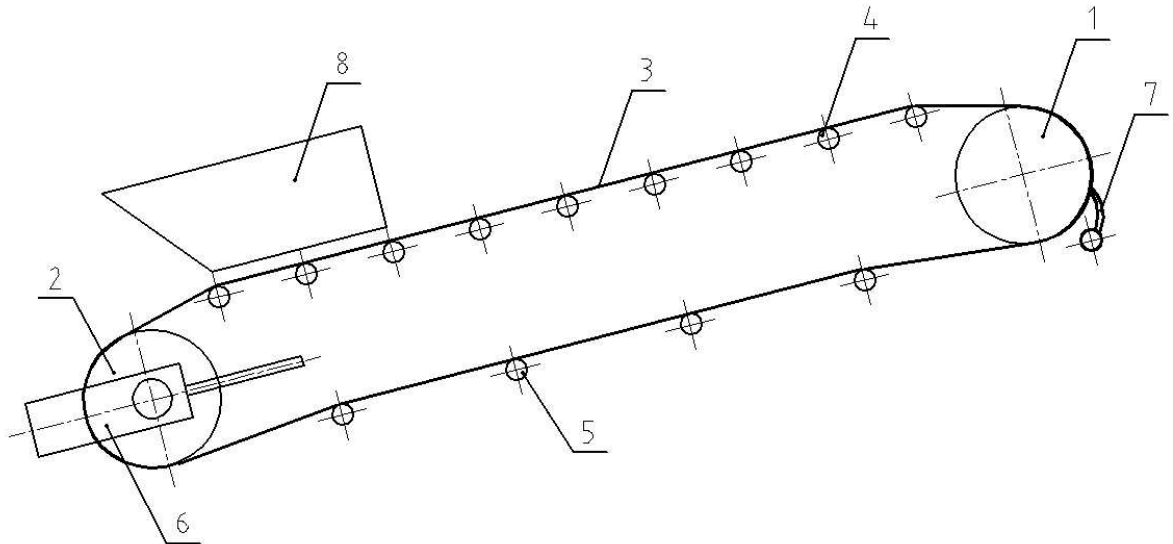
- a) dopravníky vodorovné
- b) dopravníky šikmé
- c) dopravníky konvexní (přechod ze šikmého směru na vodorovný)
- d) dopravníky konkávní (přechod z vodorovného směru na šikmý)
- e) dopravníky kombinované (např. s dvojí změnou směru - kombinace konkávního a konvexního)

#### **1.2.3. PODLE PROVEDENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE**

- a) dopravníky stabilní - nosná ocelová konstrukce je pevně spojena se základem
- b) dopravníky pojízdné a přenosné - pro malá dopravní množství a malé dopravní délky
- c) dopravníky přestavitelné - pro velké dopravní rychlosti a velké dopravní délky



### 1.3. ZÁKLADNÍ ČÁSTI PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU



Obr.1: Schéma pásového dopravníku.

- 1) Hnací buben
- 2) Hnaný buben
- 3) Dopravní pás
- 4) Nosné válečky - horní válečková stolice
- 5) Nosné válečky - dolní válečková stolice
- 6) Napínací zařízení
- 7) Čistící zařízení
- 8) Násypka s bočním vedením



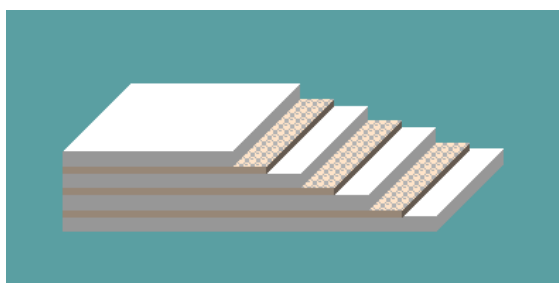
## 2.KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU

### 2.1. DOPRAVNÍ PÁS

Dle vypočtených hodnot jsem volil dopravní pás od společnosti Techplasty s.r.o. viz. [14] typu Espot E30CC. Pás je široký 500mm, obsahuje 3 textilní vložky a je vybaven bílým antistatickým FDA PVC horním a dolním povrchem. Základní charakteristickou vlastností tohoto povrchu je odolnost vůči rostlinným a živočišným olejům a tukům. Je vhodný pro dopravu sypkých obilnin na válečcích ve tvaru žlabu.

Tab. 1: Charakteristika produktu Espot E30CC. [14]

Vrchní krycí vrstva	
Krycí materiál	PVC
Krycí barva	Bílá 00
Tloušťka [mm]	2.00
Povrchová krycí vrstva	Hladká
Spodní krycí vrstva	
Krycí materiál	PVC
Krycí barva	Bílá 00
Tloušťka [mm]	1.00
Povrchová krycí vrstva	Hladká
Pás	
Tloušťka [mm]	6.20
Hmotnost [kg/m <sup>2</sup> ]	7.70
Max. výrobní šířka [mm]	2000
Textilní vložka	
Počet vrstev	3
Ohybnost	Ohebný
Min. průměr válce [mm]	
Ohyb	200
Zpětný ohyb	250
Pevnost [N/mm]	
Mez pevnosti	300
Pracovní zatížení při 1% prodloužení	30
Pracovní zatížení při 1,5% prodloužení	40

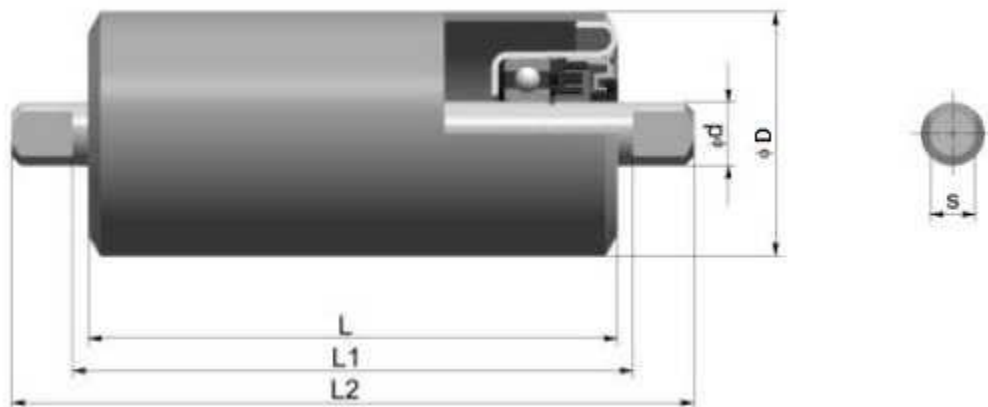


Obr.2: Struktura pásu Espot E30CC. [14]



## 2.2. VÁLEČKY

Zvolil jsem válečky z katalogu společnosti Transroll-CZ s.r.o. [16]. Jde o ocelové hladké válečky s pevnou osou za použití kuličkových ložisek 6204. Pro horní větev jsou voleny válečky typu F-076x315-6204. Pro dolní větev jsou použity válečky typu F-076x600-6204.



Obr. 3: Váleček. [16]

Tab. 2: Rozměry válečků v horní větvi. [16]

Rozměry [mm]						Hmotnost [kg]		Šířka pásu [mm]
L	L1	L2	øD	ød	s	Rotujících částí	Celková	Korýtkový profil
315	323	341	76	20	14	2,1	3,1	500

Tab. 3: Rozměry válečků v dolní větvi. [16]

Rozměry [mm]						Hmotnost [kg]		Šířka pásu [mm]
L	L1	L2	øD	ød	s	Rotujících částí	Celková	Korýtkový profil
600	608	646	76	20	14	3,6	5,3	500

## 2.3. VÁLEČKOVÉ STOLICE

Do válečkových stolic se vkládají válečky a jejich úkolem je podpírat horní větev pásu s materiálem a spodní prázdnou vratnou větev.

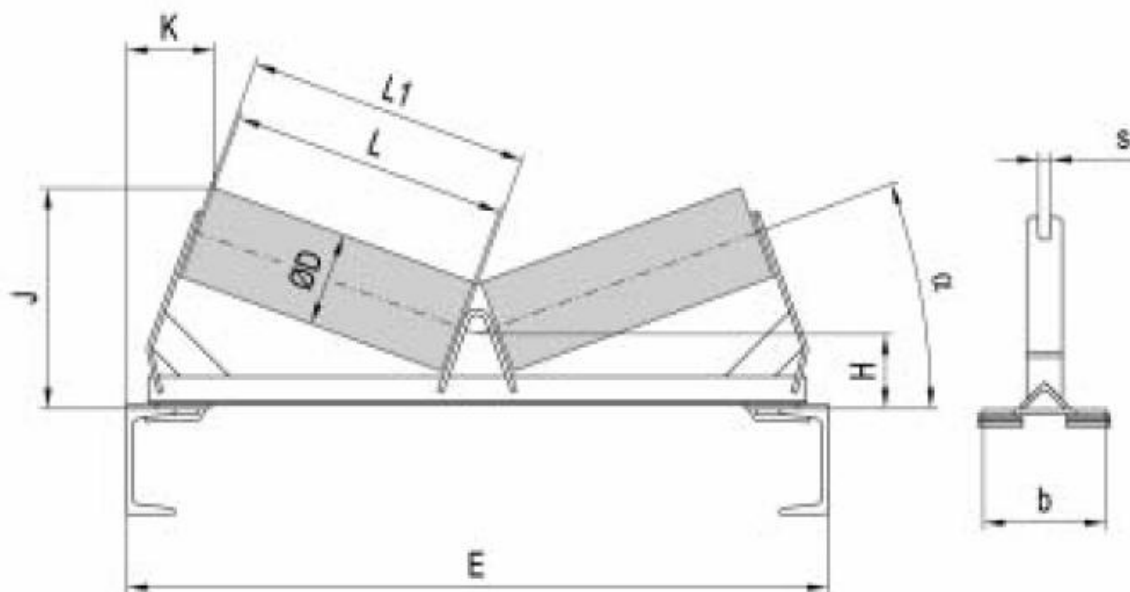
Stolice lze připevnit k rámu dopravníku pomocí upravených držáků, které jsou odjímatelné. Není tedy vyžadováno vrtání do konstrukce. Válečky jsou uloženy v



úchytech z ohnuté ploché oceli. Stolice jsou vhodné pro konstrukce zhotovené z U - profilů. Hlavní výhodou těchto válečkových stolic je snadná montáž a demontáž a možnost libovolného posunutí do vhodné polohy. [15]

### 2.3.1. HORNÍ VĚTEV

V horní větvi jsou použity dvouválečkové stolice typu CV-S z katalogu od společnosti Transroll-CZ s.r.o. [15]. Válečky mají korýtkový profil se sklonem válečků  $20^\circ$  od vodorovné roviny.



Obr. 4: Válečková stolice pro nosnou větev. [15]

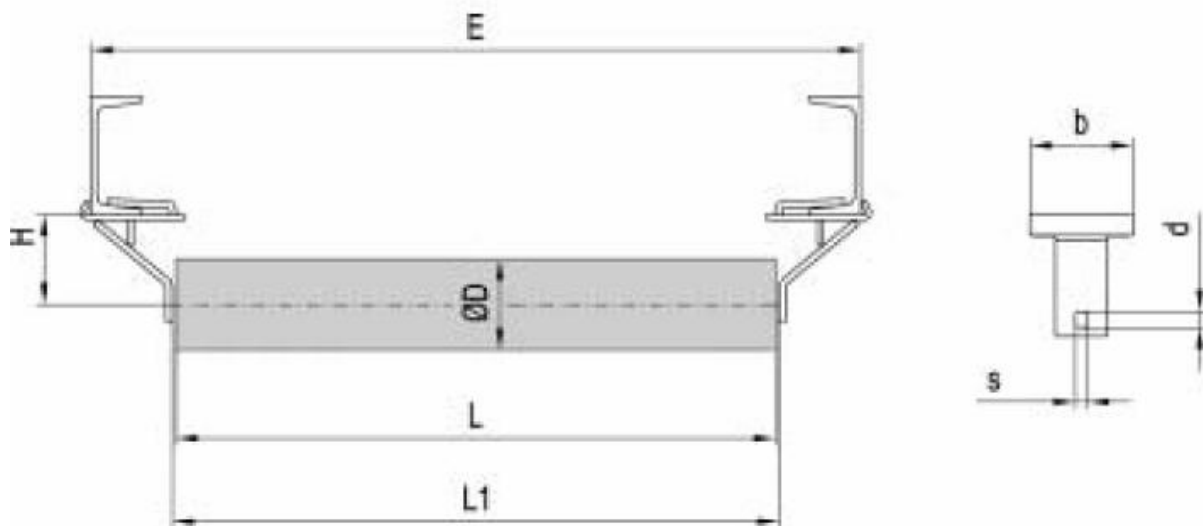
Tab. 4: Rozměry stolice v horní větvi.[15]

Šířka pásu [mm]	Rozměry [mm]										Hmotnost [kg]
	$\alpha$	E	$\varnothing D$	L	$L_i$	H	J	K	b	s	
500	$20^\circ$	800	76	315	323	88	242	100	140	14	5,7



### 2.3.2. DOLNÍ VĚTEV

Pro dolní větev dopravníku je volena jednoválečková stolice společnosti Transroll-CZ s.r.o. [15] typ RB-S



Obr. 5: Válečková stolice pro vratnou větev. [15]

Tab.5: Rozměry stolice v dolní větvi. [15]

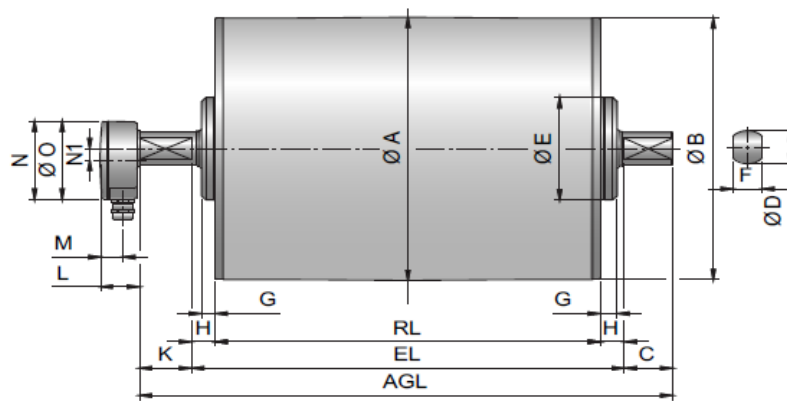
Šířka pásu [mm]	Rozměry [mm]								Hmotnost [kg]
	E	$\varnothing D$	L	$L_1$	H	d	b	s	
500	800	76	600	608	84	20	100	14	1,4

### 2.4. POHÁNĚCÍ STANICE

Pro pohon pásového dopravníku je volen bubnový motor společnosti Rulmeca typu 320M o výkonu 4kW , průměr bubnu 320mm[11]. Mezi hlavní výhody tohoto bubnového motoru patří rychlá montáž a demontáž, řádově vyšší životnost, nenáročnost na místo okolo dopravníku, až o 35% nižší spotřeba energie než u klasické koncepce, plně zapouzdřená koncepce, nejsou použity žádné kolektorové kroužky které se opotřebovávají, kontroly a výměny oleje se provádí bez demontáže bubnu. Bubnový motor je přišroubován na konstrukci pomocí úchyty, které dodává výrobce a je umístěn v horní části dopravníku.



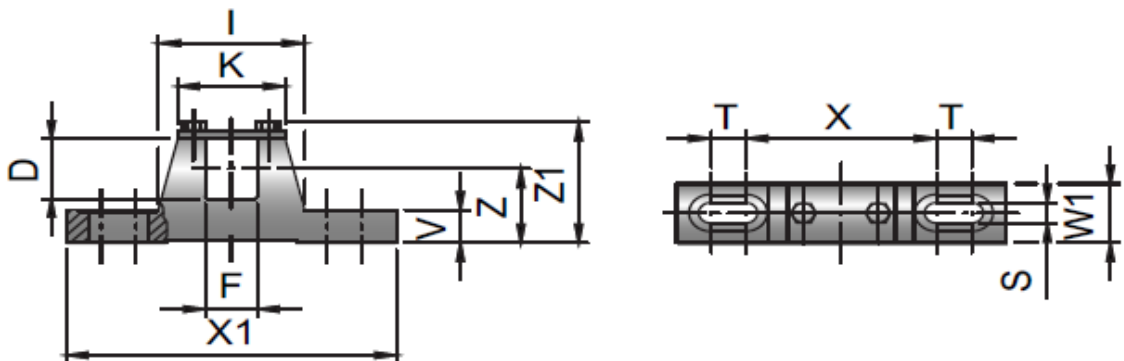
Obr. 6: Poháněcí bubnový motor.[11]



Obr. 7: Rozměry elektrobubnu 320M. [11]

Tab. 6: Rozměry elektrobubnu 320M. [11]

Typ	Rozměry [mm]														
	A	B	C	D	E	F	G	H	K	L	M	N	RL	EL	AGL
320 M	321	319	50	40	125	30	17, 5	25	54	41	24	95	600	700	804



Obr. 8: Uchycení elektrobubnu 320M.[11]



Tab. 7: Rozměry úchytu pro elektrobuben 320M .[11]

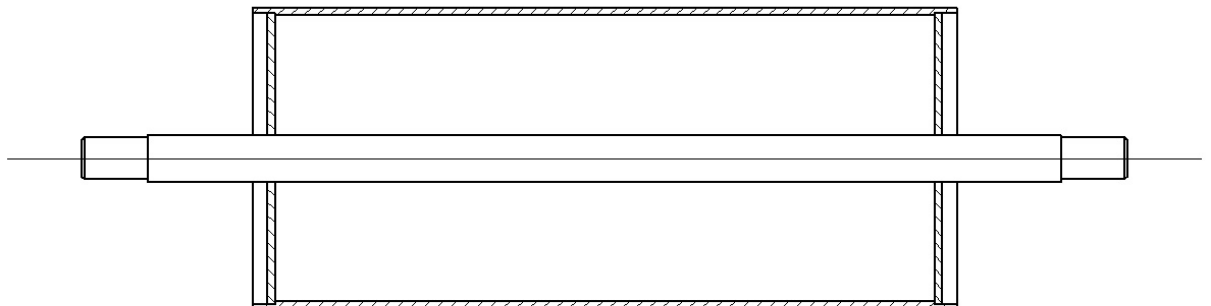
Typ	Materiál	Úchyt	Rozměry [mm]											Hmotnost	
			D	F	I	K	S	T	V	W	X	X1	Z		Z1
320M	ocel	KL41-HD	40	30	84	62	14	20	22	40	110	190	50	83	2,1

## 2.5. NAPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ

Napínací zařízení slouží k dostatečnému napnutí pásu, aby došlo k přenosu síly z elektrobubnu na pás. Přenos je realizován třením mezi bubnem a pásem. V mém případě jsem volil napínání pomocí šroubů. Pro uložení hnaného bubnu jsou použity dvě napínací ložiskové jednotky, které jsou nasunuty do vodící dráhy obdélníkového profilu.

### 2.5.1. HNANÝ BUBEN

Hnaný buben je svarek skládající se z hřídele, dvou bočnic a obvodového pláště. Hřídel je soustružená z oceli 11 373 ČSN 42 5510 [3, str. 280] a plášť je tvořen ocelovou bezešvou trubkou 11 353 ČSN 42 5715 [3, str. 300]. Vnější průměr bubnu je 320mm, délka pláště je 560mm a tloušťka pláště je 4mm. Průměr hřídele v ložisku je 40mm. V tomto konstrukčním řešení plní hnaný buben funkci napínacího bubnu.

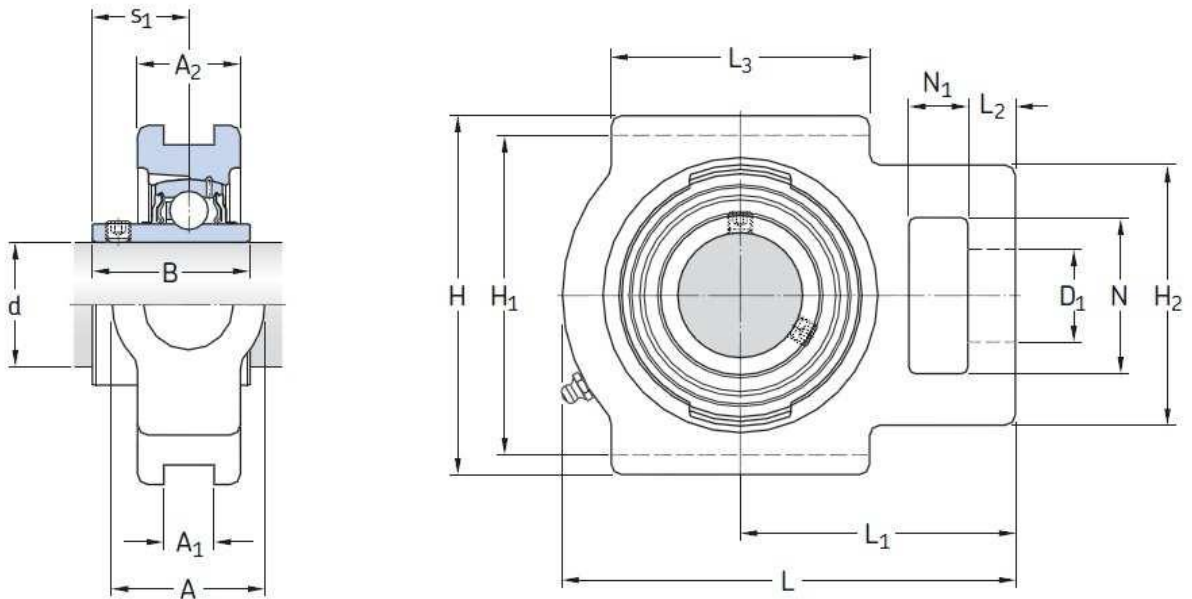


Obr.9:Hnaný buben.



## 2.5.2. LOŽISKOVÁ JEDNOTKA

Hnaný buben bude uložen v ložiskových jednotkách od firmy SKF [12] typu TU 40 TF. Jsou použity naklápěcí ložiska YAR 208-2F.



Obr. 10: Ložisková jednotka TU 40 TF. [12]

Tab. 8: Rozměry ložiskového tělesa TU 40 TF. [12]

Typ	Rozměry [mm]															
	d	A	A1	A2	B	D1	H	H1	H2	L	L1	L2	L3	N	N1	S1
TU40TF	40	49	17,5	33	49,2	29	115	101	83	145	88	15	83	50	19	30,2

## 2.6. NOSNÁ KONSTRUKCE

### 2.6.1. NOSNÝ RÁM

Nosná konstrukce je plnosníkový rám vyrobená normalizovanou tyčí průřezu U140/B ČSN 42 5570 [3, str. 295]. Na koncích profilů jsou navařeny patky pro spojení jednotlivých částí. Jednotlivé části rámu jsou spojeny pomocí šroubového spojení. Rám bude vyztužený příčnými vzpěrami z normalizovaných tyčí průřezu U65/B ČSN 42 5570 [3, str. 295]



### 2.6.2. STOJINY

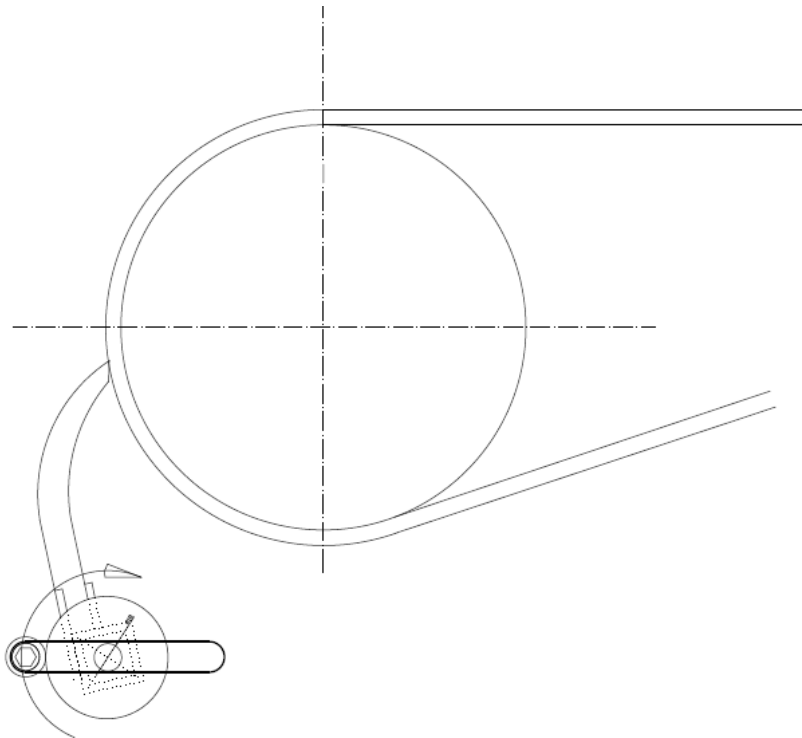
Stojiny jsou vyrobeny z normalizovaných tyčí průřezu U120/B ČSN 42 5570 [3, str. 295]. Na konci je přivařena patka s otvory, které umožňují přišroubování celé nosné konstrukce k betonovému základu, druhá strana je přivařena k rámu.

### 2.7. STĚRAČ PÁSU

Stěrač pásu byl volen od firmy AB Technology typu CJ PU FDA [7]. Stěrač má šířku 500mm. Umisťuje se na čelo vynášecího válce cca 15–20 °C pod osu dopravníku. Veškerý přítlak vůči pásu zabezpečuje tělo segmentu vyrobené z otěruvzdorného pružného polyuretanu. Setřený materiál tak nepřichází do styku se žádnými mechanicky pohyblivými díly stěrače. Je určen do potravinářství zejména na PVC pásy.



*Obr. 11: Stěrač pásu. [7]*



*Obr. 12: Umístění stěrače pásu. [7]*

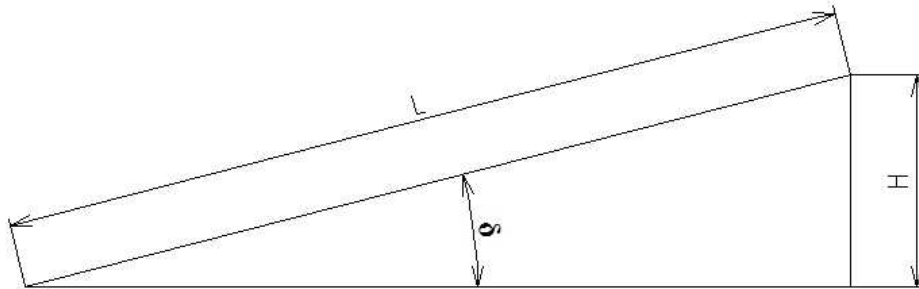
## **2.8. NÁSYPKA**

Je použita násypka s bočním vedením, která slouží k umístění a urychlení přepravovaného materiálu na pás. Mezi spodní hranou násypky a pásem je přidělán pás pryže. Pás zamezí dotyk plechů násypky s pásem.



### 3.FUNKČNÍ VÝPOČET PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU

#### 3.1. SKLON DOPRAVNÍKU



Obr. 13: Sklon dopravníku:

$$\sin \delta = \frac{H}{L}$$

$$\delta = \arcsin \frac{H}{L} \quad (1)$$

$$\delta = \arcsin \frac{5}{23}$$

$$\delta = 12,56^\circ$$

#### 3.2. VOLBA RYCHLOSTI DOPRAVNÍHO PÁSU

- dle literatury [1, str. 148]  $v = (2,5 - 4) m \cdot s^{-1}$
- voleno  $v = 2,5 m \cdot s^{-1}$

#### 3.3. TEORETICKY POTŘEBNÁ PLOCHA PRŮŘEZU NÁPLNĚ

- dle literatury [1, str. 151]  $\rho = (400 - 800)kg \cdot m^{-1}$
- voleno  $\rho = 500kg \cdot m^{-1}$
- sypný úhel  $\alpha = 20^\circ$



$$S_T = \frac{Q}{\rho \cdot v}$$

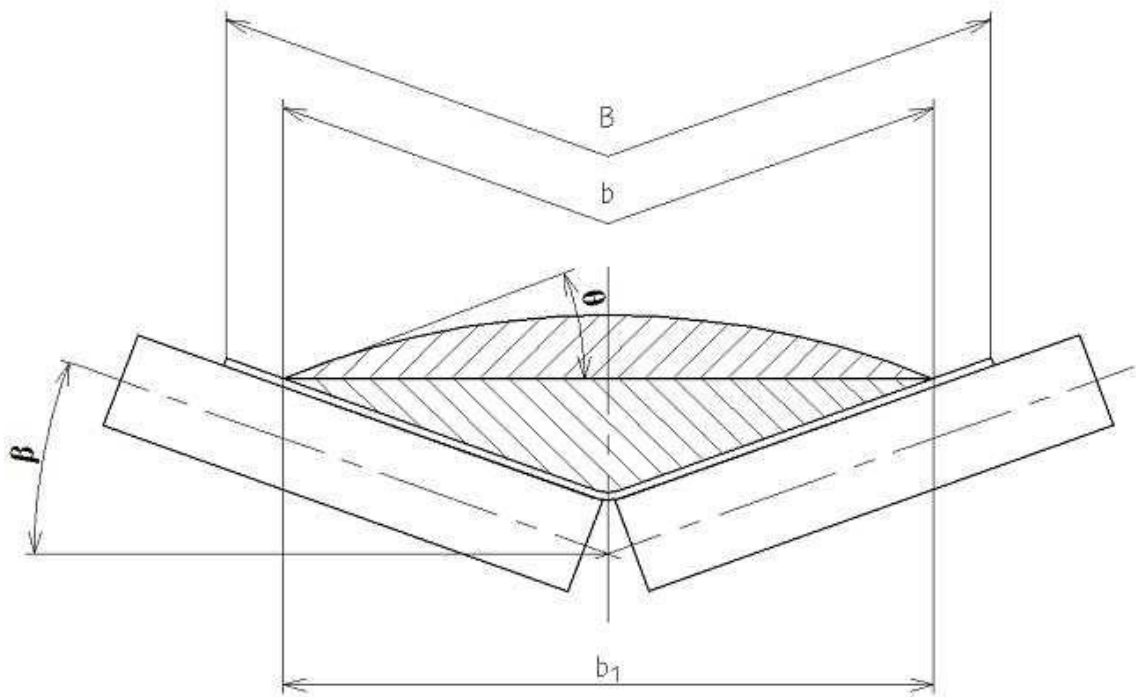
$$S_T = \frac{26,61}{500 \cdot 3} \quad (2)$$

$$S_T = 0,0157 m^2$$

### 3.4. VOLBA PÁSU

- sklon bočních válečků [15]  $\beta = 20^\circ$
- dle literatury [1, str. 149] šířka pásu  $B = 500 mm$

### 3.5. CELKOVÁ PLOCHA PRŮŘEZU NÁPLNĚ



Obr. 14: Průřez náplně.

$$S = S_1 + S_2$$

$$S = 0,0063 + 0,0129 \quad (3)$$

$$S = 0,0192 m^2$$



### 3.5.1. PLOCHA PRŮŘEZU NÁPLNĚ $S_1$

$$S_1 = (b \cdot \cos \beta)^2 \cdot \frac{\operatorname{tg} \theta}{6}$$
$$S_1 = (0,4 \cdot \cos 20)^2 \cdot \frac{\operatorname{tg} 15}{6} \quad (4)$$

$$S_1 = 0,0063 \text{m}^2$$

#### 3.5.1.1. DYNAMICKÝ SYPNÝ ÚHEL

$$\theta = 0,75 \cdot \alpha$$

$$\theta = 0,75 \cdot 20 \quad (5)$$

$$\theta = 15^\circ$$

#### 3.5.1.2. LOŽNÁ ŠÍŘKA PÁSU

$$b = 0,9 \cdot B - 0,05$$

$$b = 0,9 \cdot 0,5 - 0,05 \quad (6)$$

$$b = 0,4 \text{m}$$

### 3.5.2. PLOCHA PRŮŘEZU NÁPLNĚ $S_2$

$$S_2 = \left( \frac{b}{2} \cdot \cos \beta \right) \cdot \left( \frac{b}{2} \cdot \sin \beta \right)$$
$$S_2 = \left( \frac{0,4}{2} \cdot \cos 20 \right) \cdot \left( \frac{0,4}{2} \cdot \sin 20 \right) \quad (7)$$

$$S_2 = 0,0063 \text{m}^2$$

### 3.6. SKUTEČNÁ PLOCHA PRŮŘEZU NÁPLNĚ

$$S_k = S \cdot k$$

$$S_k = 0,0192 \cdot 0,8498 \quad (8)$$

$$S_k = 0,0163 \text{m}^2$$



### 3.6.1. SOUČINITEL SKLONU

$$k = 1 - \frac{S_1}{S} \cdot (1 - k_1)$$

$$k = 1 - \frac{0,0063}{0,0192} \cdot (1 - 0,5423) \quad (9)$$

$$k = 0,8498$$

### 3.6.2. SOUČINITEL KOREKCE VRCHLÍKU

$$k_1 = \sqrt{\frac{\cos^2 \delta - \cos^2 \theta}{1 - \cos^2 \theta}}$$

$$k_1 = \sqrt{\frac{\cos^2 12,56 - \cos^2 15}{1 - \cos^2 15}} \quad (10)$$

$$k_1 = 0,5423$$

### 3.7. KONTROLA PÁSU NA POTŘEBNÝ LOŽNÍ PROSTOR

$$S_k > S_T$$

$$0,0163 > 0,0157 \quad (11)$$

$$S_k > S_T \rightarrow \text{pás vyhovuje}$$

### 3.8. OBJEMOVÁ VÝKONNOST

$$I_v = S \cdot v \cdot k$$

$$I_v = 0,0192 \cdot 3 \cdot 0,8498 \quad (12)$$

$$I_v = 0,0489 \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$



### 3.9. HMOTNOSTNÍ VÝKONNOST

$$I_m = 3600 \cdot I_v \cdot \rho$$

$$I_m = 3600 \cdot 0,0489 \cdot 500 \quad (13)$$

$$I_m = 88020 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

### 3.10. KONTROLA DOPRAVOVANÉHO MNOŽSTVÍ MATERIÁLU

$$I_m \geq Q$$

$$88020 \geq 85000 \quad (14)$$

-množství dopravovaného materiálu VYHOVUJE

### 3.11. HMOTNOST NÁKLADU NA 1 METR DÉLKY

$$q_G = \frac{I_v \cdot \rho}{v}$$

$$q_G = \frac{0,0489 \cdot 500}{3} \quad (15)$$

$$q_G = 8,15 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$$

### 3.12. HMOTNOST 1 METRU DOPRAVNÍHO PÁSU

$$q_B = B \cdot m_p$$

$$q_B = 0,5 \cdot 7,7 \quad (16)$$

$$q_B = 3,85 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$$

### 3.13. TEORETICKÁ OBVODOVÁ SÍLA POTŘEBNÁ NA PONÁNĚCÍM BUBNU

$$F_{Up} = F_H + F_N + F_S + F_{St}$$

$$F_{Up} = 97,21 + 114,32 + 156,5 + 400 \quad (17)$$

$$F_{Up} = 768 \text{ N}$$



### 3.13.1. HLAVNÍ ODPORY

$$F_H = f \cdot L \cdot g \cdot [q_{Ro} + q_{RU} + (2 \cdot q_B + q_G) \cdot \cos \delta]$$

$$F_H = 0,02 \cdot 23 \cdot 9,81 \cdot [5,3 + 0,78 + (2 \cdot 3,85 + 8,15) \cdot \cos 12,56] \quad (18)$$

$$F_H = 97,21N$$

- dle literatury [6, str. 7] volen globální součinitel tření  $f = 0,02$

#### 3.13.1.1. HMOTNOST ROTUJÍCÍCH ČÁSTÍ VÁLEČKŮ NA 1 METR V HORNÍ VĚTVI

$$q_{Ro} = \frac{2 \cdot q_1 \cdot P_1}{L}$$

$$q_{Ro} = \frac{2 \cdot 2,1 \cdot 29}{23} \quad (19)$$

$$q_{Ro} = 5,30 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

váha rotující části válečku  $q_1 = 2,1 \text{ kg}$

#### 3.13.1.2. POČET ŘAD VÁLEČKŮ V HORNÍ VĚTVI

$$P_1 = \frac{L}{a_0}$$

$$P_1 = \frac{23}{0,8} \quad (20)$$

$$P_1 = 29,75$$

- rozteč válečků v horní větvi volena dle literatury [1, str. 138]  $a_0 = 0,8 \text{ m}$

#### 3.13.1.3. HMOTNOST ROTUJÍCÍCH ČÁSTÍ VÁLEČKŮ NA 1 METR V DOLNÍ VĚTVI

$$q_{RU} = \frac{q_2 \cdot P_2}{L}$$

$$q_{RU} = \frac{3,6 \cdot 5}{23} \quad (21)$$

$$q_{RU} = 0,78 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$$

- váha rotující části válečku  $q_2 = 3,6 \text{ kg}$



### 3.13.1.4. POČET ŘAD VÁLEČKŮ V DOLNÍ VĚTVI

$$P_2 = \frac{L}{a_u}$$

$$P_2 = \frac{23}{4,6} \quad (22)$$

$$P_2 = 5$$

- rozteč válečků v dolní větvi volena dle literatury [1, str. 138]  $a_u=4,6\text{m}$

### 3.13.2. VEDLEJŠÍ ODPORY

$$F_N = F_{bA} + F_f + F_o + F_t$$

$$F_N = 73,35 + 16,57 + 20,9 + 3,5 \quad (23)$$

$$F_N = 114,32\text{N}$$

#### 3.13.2.1. ODPOR SETRVAČNÝCH SIL V MÍSTĚ NAKLÁDÁNÍ A V OBLASTI URYCHLOVÁNÍ

$$F_{bA} = I_v \cdot \rho \cdot (v - v_0)$$

$$F_{bA} = 0,0489 \cdot 500 \cdot (3 - 0) \quad (24)$$

$$F_{bA} = 73,35\text{N}$$

#### 3.13.2.2. ODPOR TŘENÍ MEZI DOPRAVOVANOU HMOTOU A BOČNÍM VEDENÍM V OBLASTI URYCHLOVÁNÍ

$$F_f = \frac{\mu_2 \cdot I_v \cdot \rho \cdot g \cdot l_b}{\left(\frac{v + v_0}{2}\right)^2 \cdot b_1^2}$$

$$F_f = \frac{0,6 \cdot 0,0489^2 \cdot 500 \cdot 9,81 \cdot 0,765}{\left(\frac{3 + 0}{2}\right)^2 \cdot 0,38^2} \quad (25)$$

$$F_f = 16,57\text{N}$$

- součinitel tření mezi materiálem a bočním vedením dle literatury [6, str. 12]

$$\mu_2 = 0,5 - 0,7$$

- voleno  $\mu_2 = 0,6$



### 3.13.2.3. URYCHLOVACÍ DÉLKA

$$l_b = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot g \cdot \mu_1}$$

$$l_b = \frac{3^2 - 0^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,6} \quad (26)$$

$$l_b = 0,765m$$

- součinitel tření mezi materiálem a pásem dle literatury [6, str. 12]  $\mu_1 = 0,5-0,7$
- voleno  $\mu_1 = 0,6$

### 3.13.2.4. SVĚTLÁ ŠÍŘKA BOČNÍHO VEDENÍ

$$b_1 = b \cdot \cos \beta$$

$$b_1 = 0,4 \cdot \cos 20 \quad (27)$$

$$b_1 = 0,38m$$

### 3.13.2.5. ODPOR OHYBU PÁSU NA BUBNECH

$$F_o = 9 \cdot B \cdot \left( 140 + 0,01 \cdot \frac{F}{B} \right) \cdot \frac{d}{D_B}$$

$$F_o = 9 \cdot 0,5 \cdot \left( 140 + 0,01 \cdot \frac{5000}{0,5} \right) \cdot \frac{0,0062}{0,32} \quad (28)$$

$$F_o = 20,9N$$

- průměrný tah na pásu  $F = 5000N$

### 3.13.2.6. ODPOR V LOŽISKÁCH HNANÉHO BUBNU

$$F_i = 0,005 \cdot \frac{d_0}{D_B} \cdot F$$

$$F_i = 0,005 \cdot \frac{0,045}{0,32} \cdot 5000 \quad (29)$$

$$F_i = 3,5N$$

- průměrný tah na pásu  $F = 5000N$



### 3.13.4. PŘÍDAVNÉ VEDLEJŠÍ ODPORY

$$F_{S_2} = F_{gL} + F_r$$

$$F_{S_2} = 150 + 6,5 \quad (30)$$

$$F_{S_2} = 156,5N$$

#### 3.13.4.1. ODPOR TŘENÍ MEZI DOPRAVOVANOU HMOTOU A BOČNÍM VEDENÍM

$$F_{gL} = \frac{\mu_2 \cdot I_v^2 \cdot \rho \cdot g \cdot l}{v^2 \cdot b_1^2}$$

$$F_{gL} = \frac{0,6 \cdot 0,0489^2 \cdot 500 \cdot 9,81 \cdot 1,2}{3^2 \cdot 0,38^2} \quad (31)$$

$$F_{gL} = 6,5N$$

#### 3.13.4.2. ODPOR STĚRAČE PÁSU

$$F_r = A \cdot p \cdot \mu_3$$

$$F_r = 0,01 \cdot 3 \cdot 10^4 \cdot 0,5 \quad (32)$$

$$F_r = 150N$$

- součinitel tření mezi stěračem a pásem dle literatury [6, str. 13]  $\mu_3 = 0,5$
- tlak mezi stěračem a pásem dle literatury [6, str. 13]  $p = (3 \cdot 10^4 - 10 \cdot 10^4) N \cdot m^{-2}$
- voleno  $p = 3 \cdot 10^4 N \cdot m^{-2}$

#### 3.13.4.3. DOTYKOVÁ PLOCHA MEZI STĚRAČEM A PÁSEM

$$A = B \cdot t_c$$

$$A = 0,5 \cdot 0,02 \quad (33)$$

$$A = 0,01m^2$$

### 3.13.5. ODPOR K PŘEKONÁNÍ DOPRAVNÍ VÝŠKY

$$F_{St} = q_g \cdot H \cdot g$$

$$F_{St} = 8,15 \cdot 5 \cdot 9,81 \quad (34)$$

$$F_{St} = 400N$$



### 3.14. ZVĚTŠENÍ POHÁNĚCÍ SÍLY NA POHÁNĚCÍM BUBNU

Z důvody nepřesnosti výpočtu a možnému náhlému zvýšení síly při přetížení zvětším obvodovou sílu o 20%.

$$F_U = F_{Up} \cdot 1,2$$

$$F_U = 768 \cdot 1,2 \quad (35)$$

$$F_U = 921,6N$$

### 3.15. POTŘEBNÝ PROVOZNÍ VÝKON POHÁNĚCÍHO BUBNU

$$P_A = F_U \cdot v$$

$$P_A = 921,4 \cdot 3 \quad (36)$$

$$P_A = 2765,2W$$

### 3.16. POTŘEBNÝ PROVOZNÍ VÝKON MOTORU

$$P_M = \frac{P_A}{\eta}$$

$$P_M = \frac{2765,2}{0,9} \quad (37)$$

$$P_M = 3072W$$

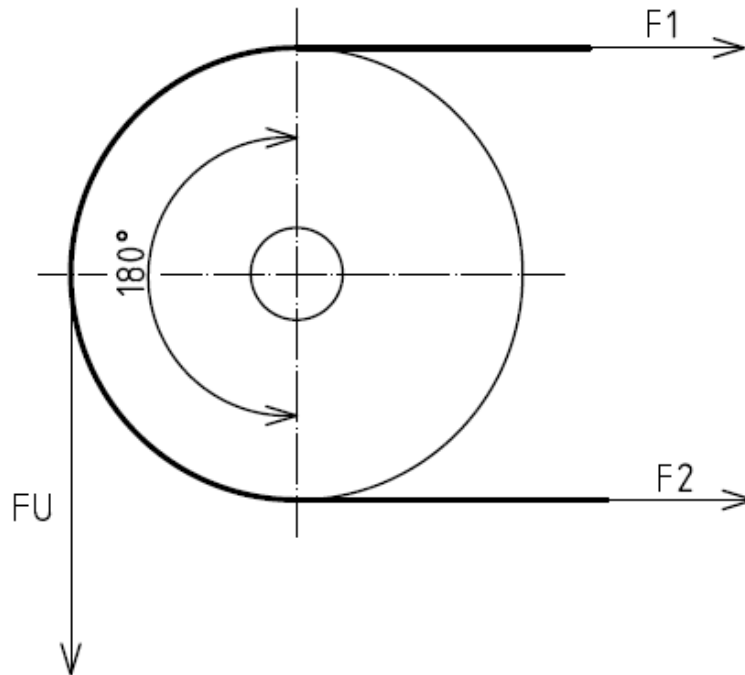
- celková účinnost pohonu dle literatury [6, str. 9]  $\eta = 0,85 - 0,95$
- voleno  $\eta = 0,95$

### 3.17. NÁVRH POHONU

- pro pohon byl zvolen elektrobuben s výkonem  $P = 4kW$



### 3.18. STANOVENÍ SIL V PÁSU



Obr.15: Schéma sil v pásu.

#### 3.18.1. PŘENOS OBVODOVÉ SÍLY NA POHÁNĚCÍM BUBNU

$$F_{2\min} \geq F_{U\max} \cdot \frac{1}{e^{\mu\varphi} - 1}$$

$$F_{2\min} \geq 1382,4 \cdot \frac{1}{e^{0,3\pi} - 1} \quad (38)$$

$$F_{2\min} \geq 882,32N$$

- úhel opásání  $\varphi = 180^\circ \Rightarrow \pi$  rad
- koeficient tření mezi bubnem a pásem dle literatury [6, str. 13]  $\mu = (0,25 - 0,3)$
- voleno  $\mu = 0,3$



### 3.18.2. MAXIMÁLNÍ OBVODOVÁ HNACÍ SÍLA

$$F_{U \max} = \xi \cdot F_U$$

$$F_{U \max} = 1,5 \cdot 921,6 \quad (39)$$

$$F_{U \max} = 1382,4 N$$

- součinitel rozběhu dle literatury [6, str. 10]  $\xi = (1,3 - 2)$

- voleno  $\xi = 1,5$

### 3.18.3. OMEZENÍ PODLE PRŮVĚSU PÁSU

#### 3.18.3.1. HORNÍ VĚTEV (NOSNÁ VĚTEV)

$$F_{\min h} \geq \frac{a_o \cdot (q_B + q_G) \cdot g}{8 \cdot \left(\frac{h}{a_o}\right)_{adm}}$$

$$F_{\min h} \geq \frac{0,8 \cdot (3,85 + 8,15) \cdot 9,81}{8 \cdot 0,013} \quad (40)$$

$$F_{\min h} \geq 905,5 N$$

dle literatury [6, str. 10] se pohybuje v rozmezí  $\left(\frac{h}{a_o}\right)_{adm} = (0,005 - 0,02)$

- voleno  $\left(\frac{h}{a_o}\right)_{adm} = 0,013$

#### 3.18.3.2. DOLNÍ VĚTEV (VRATNÁ VĚTEV)

$$F_{\min d} \geq \frac{a_u \cdot q_B \cdot g}{8 \cdot \left(\frac{h}{a_o}\right)_{adm}}$$

$$F_{\min d} \geq \frac{4,6 \cdot 3,85 \cdot 9,81}{8 \cdot 0,013} \quad (41)$$

$$F_{\min d} \geq 1670,5 N$$



### 3.18.4. NEJVĚTŠÍ TAHOVÁ SÍLA V PÁSU

$$F_{\max} \approx F_1 \approx \xi \cdot F_u \cdot \left( \frac{1}{e^{\mu\varphi} - 1} + 1 \right)$$
$$F_{\max} \approx F_1 \approx 1,5 \cdot 921,6 \cdot \left( \frac{1}{e^{0,3\pi} - 1} + 1 \right) \quad (42)$$

$$F_{\max} \approx F_1 \approx 2265 N$$

### 3.18.5. PEVNOSTNÍ KONTROLA PÁSU

$$F_{DP} \geq F_{\max}$$
$$R_{mp} \cdot B \geq F_{\max} \quad (43)$$

$$30 \cdot 500 \geq 2265$$

$$15000 \geq 2265$$

dle [14] pevnost pásu  $R = 30 N \cdot mm^{-1}$

$\Rightarrow$  PÁS VYHOVUJE

### 3.18.6. SÍLA V NOSNÉ VĚTVI

$$F_{\max} \approx F_1 \approx 2265 N \quad (44)$$

### 3.18.7. SÍLA VE VRATNÉ VĚTVI

$$F_2 = \frac{F_1}{e^{\mu\pi}}$$
$$F_2 = \frac{2265}{e^{0,3\pi}} \quad (45)$$

$$F_2 = 882,57 N$$



### 3.18.8. EULERŮV VZTAH - KONTROLA

$$\frac{F_1}{F_2} \geq e^{\mu\varphi}$$

$$\frac{2265}{882,57} \geq e^{0,3\pi} \quad (46)$$

$$2,566 \geq 2,566$$

⇒ VYHOVUJE

### 3.18.9. VÝSLEDNÁ SÍLA NAMÁHAJÍCÍ BUBEN

$$F_C = F_1 + F_2$$

$$F_C = 2264,97 + 882,57 \quad (47)$$

$$F_C = 3147,54N$$



## 4. PEVNOSTNÍ VÝPOČTY

### 4.1. PEVNOSTNÍ VÝPOČET PLÁŠTĚ HNANÉHO BUBNU

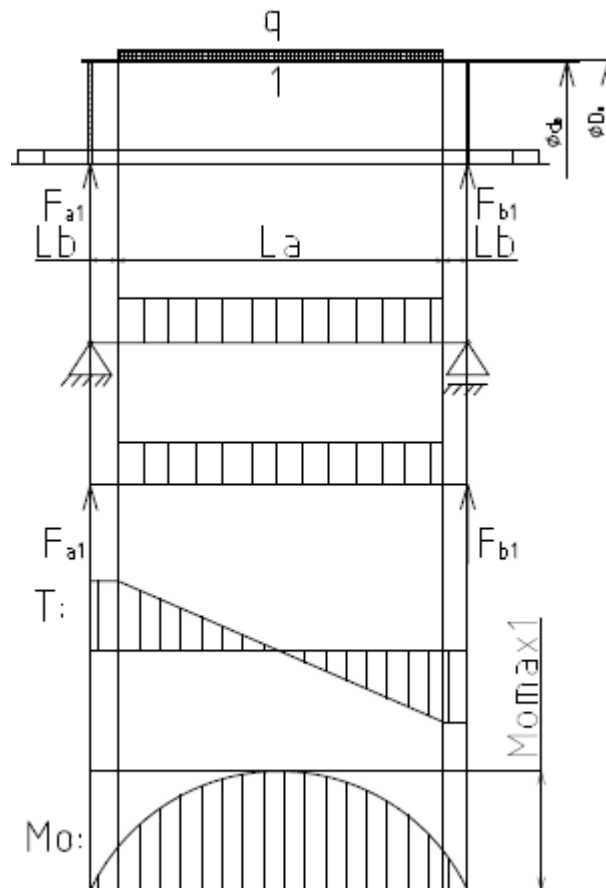
#### 4.1.1. ZATÍŽENÍ PLÁŠTĚ BUBNU – VVÚ

Rozměry:  $L_a=500\text{mm}$

$L_b=30\text{mm}$

$\phi D_B=320\text{mm}$

$\phi d_B=312\text{mm}$



Obr.16: Zatížení pláště.

#### 4.1.2. VOLBA MATERIÁLU

- pro buben je volen materiál 11 353 ČSN 42 5715

- dovolené napětí v ohybu dle literatury [3, str. 54]  $\sigma_{OdoV} = (85- 115)\text{MPa}$

-pro výpočet voleno  $\sigma_{OdoV} = 85\text{MPa}$



#### 4.1.3. VELIKOST SPOJITÉHO ZATÍŽENÍ PŮSOBÍCÍ NA BUBEN

$$q = \frac{F_C}{L_a}$$

$$q = \frac{3147,54}{0,5} \quad (48)$$

$$q = 6295,5 N \cdot m^{-1}$$

#### 4.1.4. VÝPOČET SILOVÝCH REAKCÍ

$$\sum T = 0$$

$$F_{a1} + F_{b1} - q \cdot L_a = 0$$

$$F_{b1} = q \cdot L_a - F_{a1} \quad (49)$$

$$F_{b1} = 6295 \cdot 0,5 - 1573,7$$

$$F_{b1} = 1573,7 N$$

$$\sum M_{OB} = 0$$

$$F_{a1} \cdot (L_a + 2 \cdot L_b) - g \cdot L_a \cdot \left( \frac{L_a}{2} + L_b \right) = 0$$

$$F_{a1} = \frac{q \cdot L_a \cdot \left( \frac{L_a}{2} + L_b \right)}{(L_a + 2 \cdot L_b)} \quad (50)$$

$$F_{a1} = \frac{6295 \cdot 0,5 \cdot \left( \frac{0,5}{2} + 0,03 \right)}{(0,5 + 2 \cdot 0,03)}$$

$$F_{a1} = 1573,7 N$$



#### 4.1.5. MAXIMÁLNÍ OHYBOVÝ MOMENT V MÍSTĚ 1

$$M_{O_{\max 1}} = F_{a1} \cdot \left( \frac{L_a}{2} + L_b \right)$$

$$M_{O_{\max 1}} = 1573,7 \cdot \left( \frac{0,5}{2} + 0,03 \right) \quad (51)$$

$$M_{O_{\max 1}} = 440,7 N \cdot m$$

#### 4.1.6. MAXIMÁLNÍ OHYBOVÉ NAPĚTÍ V MÍSTĚ 1

$$\sigma_{O_{\max 1}} = \frac{M_{O_{\max 1}}}{W_{O1}}$$

$$\sigma_{O_{\max 1}} = \frac{440,7}{3,098 \cdot 10^{-4}} \quad (52)$$

$$\sigma_{O_{\max 1}} = 1422530 Pa \approx 1,42 MPa$$

#### 4.1.7. MODUL PRŮŘEZU V OHYBU V MÍSTĚ 1

$$W_{O1} = \frac{\pi \cdot (D_B^4 - d_B^4)}{32 \cdot D_B}$$

$$W_{O1} = \frac{\pi \cdot (0,32^4 - 0,312^4)}{32 \cdot 0,32} \quad (53)$$

$$W_{O1} = 3,098 \cdot 10^{-4} m^3$$

#### 4.1.8. BEZPEČNOST V MÍSTĚ NEJVĚTŠÍHO OHYBOVÉHO MOMENTU

$$k_{O1} = \frac{\sigma_{O1dov}}{\sigma_{O_{\max 1}}}$$

$$k_{O1} = \frac{85}{1,42} \quad (54)$$

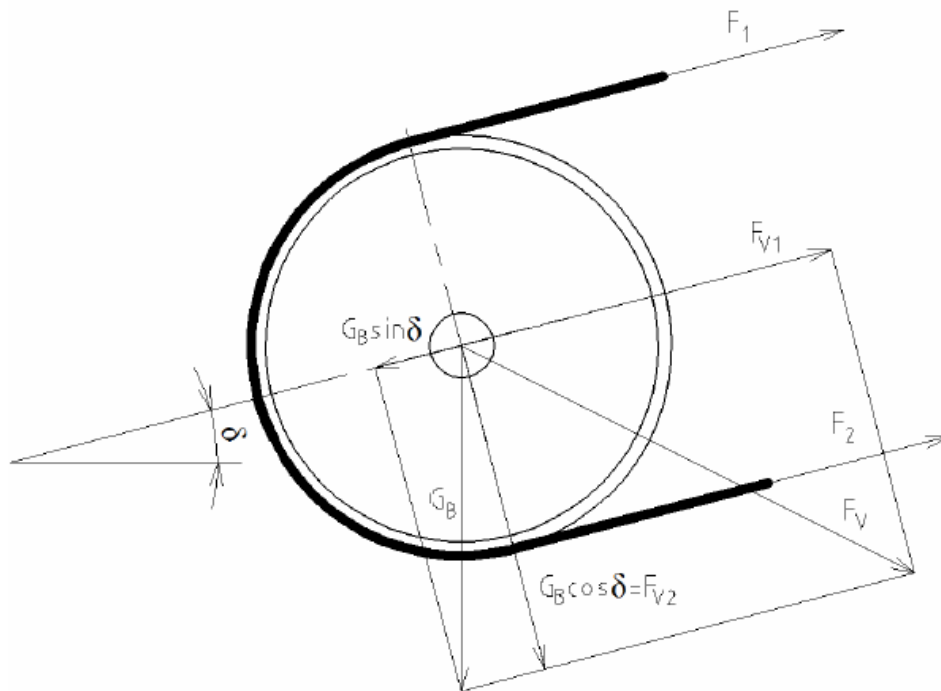
$$k_{O1} = 59$$

⇒ VYHOVUJE



## 4.2. PEVNOSTNÍ VÝPOČET OSY HNANÉHO BUBNU

### 4.2.1. VÝSLEDNÁ SÍLA PŮSOBÍCÍ NA OSU



Obr. 17: Rozbor sil působících na osu.

$$F_V = \sqrt{F_{V1}^2 + F_{V2}^2}$$

$$F_V = \sqrt{3098,9^2 + 217,9^2} \quad (55)$$

$$F_V = 3106N$$

#### 4.2.1.1. SÍLA V OSE X

$$F_{V1} = F_1 + F_2 - G_B \cdot \sin \delta$$

$$F_{V1} = 2264,97 + 882,57 - 223,3 \cdot \sin 12,56 \quad (56)$$

$$F_{V1} = 3098,9N$$



#### 4.2.1.2. SÍLA V OSE Y

$$F_{VY} = G_B \cdot \cos \delta$$

$$F_{VY} = 223,3 \cdot \cos 12,56 \quad (57)$$

$$F_{VY} = 217,9N$$

#### 4.2.1.3. TÍHOVÁ SÍLA BUBNU

$$G_B = m_B \cdot g$$

$$G_B = 22,76 \cdot 9,81 \quad (58)$$

$$G_B = 223,3N$$

#### 4.2.1.4. VÝPOČET HMOTNOSTI BUBNU

$$m_B = \rho_o \cdot V_{CB}$$

$$m_B = 7850 \cdot 2,9 \cdot 10^{-3} \quad (59)$$

$$m_B = 22,76kg$$

- dle literatury [3, str. 61] hustota oceli =  $7850kg \cdot m^{-3}$

#### 4.2.1.5. CELKOVÝ OBJEM MATERIÁLU PLÁŠTĚ A BOČNIC

$$V_{CB} = V_p + V_B$$

$$V_{CB} = 2,3 \cdot 10^{-3} + 5,99 \cdot 10^{-4} \quad (60)$$

$$V_{CB} = 2,9 \cdot 10^{-3} m^3$$

#### 4.2.1.6. OBJEM MATERIÁLU PLÁŠTĚ

$$V_p = \frac{\pi}{4} \cdot (D_B^2 - d_B^2) \cdot L_p$$

$$V_p = \frac{\pi}{4} \cdot (0,320^2 - 0,312^2) \cdot 0,58 \quad (61)$$

$$V_p = 2,3 \cdot 10^{-3} m^3$$



#### 4.2.1.7.OBJEM MATERIÁLU BOČNIC

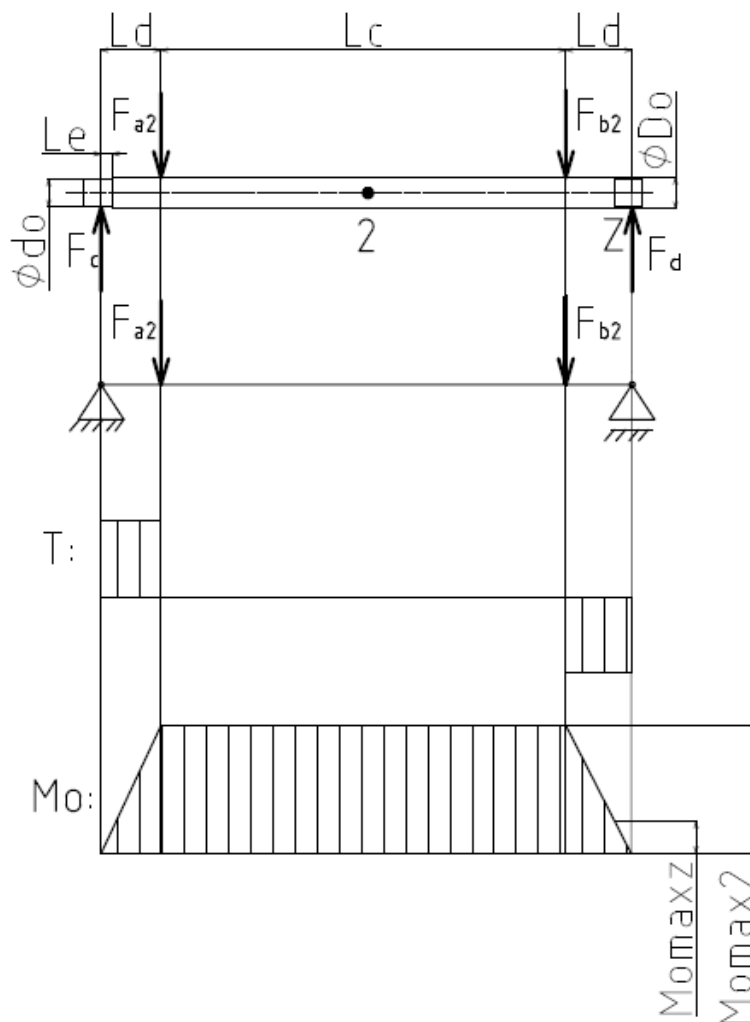
$$V_B = 2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d_B^2 - d_{B_1}^2) \cdot s_B$$

$$V_B = 2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,312^2 - 0,045^2) \cdot 0,004 \quad (62)$$

$$V_B = 5,99 \cdot 10^{-4} m^3$$

#### 4.2.2. ZATÍŽENÍ OSY BUBNU – VVÚ

-rozměry:  $L_c=560\text{mm}$ ,  $L_d=150\text{mm}$ ,  $L_e=20\text{mm}$ ,  $\phi D_o=45\text{mm}$ ,  $\phi d_o=40\text{mm}$



Obr. 18: Zatížení osy.



#### 4.2.3. VOLBA MATERIÁLU

-pro hřídel bubnu je volen materiál 11 373 ČSN 42 5524

- dovolené napětí v ohybu dle literatury [3, str. 54]  $\sigma_{O2Dov}=(70 -105)MPa$

-pro výpočet voleno ]  $\sigma_{O2Dov}=70MPa$

#### 4.2.4. VÝPOČET SILOVÝCH REAKCÍ

$$F_{a2} = F_{b2} = \frac{F_v}{2}$$

$$F_{a2} = F_{b2} = \frac{3106,6}{2} \quad (63)$$

$$F_{a2} = F_{b2} = 1553N$$

$$\sum T = 0$$

$$F_d + F_c - F_{a2} - F_{b2} = 0$$

$$F_d = F_{a2} + F_{b2} - F_c$$

$$F_d = 1553 + 1553 - 1553 \quad (64)$$

$$F_d = 1553N$$

$$\sum M_{OD} = 0$$

$$F_c \cdot (L_c + 2 \cdot L_d) - F_{a2}(L_c + L_d) - F_{b2} \cdot L_d = 0$$

$$F_c = \frac{F_{a2} \cdot (L_c + L_d) + F_{b2} \cdot L_d}{L_c + 2 \cdot L_d}$$

$$F_c = \frac{1553 \cdot (0,56 + 0,15) + 1553 \cdot 0,15}{0,56 + 2 \cdot 0,15} \quad (65)$$

$$F_c = 1553N$$



#### 4.2.5. MAXIMÁLNÍ OHYBOVÝ MOMENT V MÍSTĚ 2

$$M_{O_{\max 2}} = F_c \cdot \left( \frac{L_c}{2} + L_d \right) - F_{a2} \cdot \frac{L_c}{2}$$
$$M_{O_{\max 2}} = 1553 \cdot \left( \frac{0,56}{2} + 0,15 \right) - 1553 \cdot \frac{0,56}{2} \quad (66)$$

$$M_{O_{\max 2}} = 232 N \cdot m$$

#### 4.2.6. MAXIMÁLNÍ OHYBOVÉ NAPĚTÍ V MÍSTĚ 2

$$\sigma_{O_{\max 2}} = \frac{M_{O_{\max 2}}}{W_{O2}}$$
$$\sigma_{O_{\max 2}} = \frac{232}{8,95 \cdot 10^{-6}} \quad (67)$$

$$\sigma_{O_{\max 2}} = 25921787 Pa \approx 26 MPa$$

#### 4.2.7. MODUL PRŮŘEZU V OHYBU V MÍSTĚ 2

$$W_{O2} = \frac{\pi \cdot D_0^3}{32}$$
$$W_{O2} = \frac{\pi \cdot 0,045^3}{32} \quad (68)$$

$$W_{O2} = 8,95 \cdot 10^{-6} m^3$$

#### 4.2.8. BEZPEČNOST V MÍSTĚ NEJVĚTŠÍHO OHYBOVÉHO MOMENTU

$$k_{O2} = \frac{\sigma_{O2dov}}{\sigma_{O_{\max 2}}}$$
$$k_{O2} = \frac{70}{26} \quad (69)$$

$$k_{O2} = 2,7$$

⇒ VYHOVUJE



#### 4.2.9. OHYBOVÝ MOMENT V MÍSTĚ Z

$$M_{OZ} = F_c \cdot L_e$$

$$M_{OZ} = 1553 \cdot 0,02 \quad (70)$$

$$M_{OZ} = 31,06 N \cdot m$$

#### 4.2.10. OHYBOVÉ NAPĚTÍ V MÍSTĚ Z

$$\sigma_{OZ} = \frac{M_{OZ}}{W_{OZ}}$$

$$\sigma_{OZ} = \frac{31,06}{6,28 \cdot 10^{-6}} \quad (71)$$

$$\sigma_{OZ} = 4943352 Pa \approx 4,9 MPa$$

#### 4.2.11. MODUL PRŮŘEZU V OHYBU V MÍSTĚ Z

$$W_{OZ} = \frac{\pi \cdot d_o^3}{32}$$

$$W_{OZ} = \frac{\pi \cdot 0,04^3}{32} \quad (72)$$

$$W_{OZ} = 6,28 \cdot 10^{-6} m^3$$

#### 4.2.12. BEZPEČNOST OSY V OHYBU V MÍSTĚ Z

$$k_{OZ} = \frac{\sigma_{OZdov}}{\sigma_{OZ}}$$

$$k_{OZ} = \frac{70}{4,9} \quad (73)$$

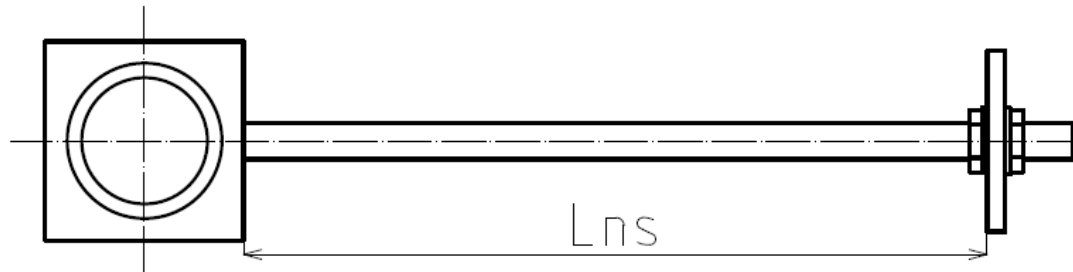
$$k_{OZ} = 14,3$$

⇒ VYHOVUJE



### 4.3. KONTROLNÍ VÝPOČET NAPÍNACÍCH ŠROUBŮ NA VZPĚR

#### 4.3.1. SÍLA PŮSOBÍCÍ NA NAPÍNACÍ ŠROUB



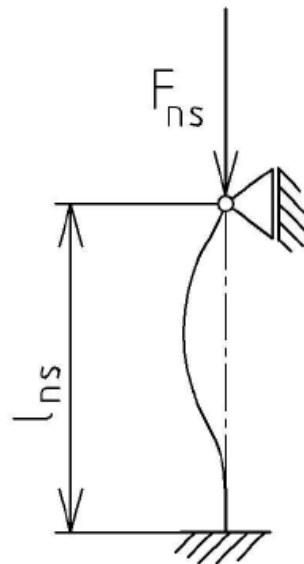
Obr. 19: Zatížený napínacího šroubu.

$$F_{ns} = \frac{F_c}{2}$$

$$F_{ns} = \frac{3147,5}{2} \tag{74}$$

$$F_{ns} = 1573,7N$$

#### 4.3.2. REDUKOVANÁ DÉLKA ŠROUBU



$$l_{red} = \frac{l_{ns}}{\sqrt{2}}$$

Obr. 20: Uložení napínacího šroubu.



$$l_{red} = \frac{l_{ns}}{\sqrt{2}}$$

$$l_{red} = \frac{460}{\sqrt{2}} \quad (75)$$

$$l_{red} = 325,3mm$$

### 4.3.3. POLOMĚR SETRVAČNOSTI

$$i = \sqrt{\frac{J_{min}}{S}}$$

$$i = \sqrt{\frac{4032,7}{225}} \quad (76)$$

$$i = 4,2$$

#### 4.3.3.1.KVADRATICKÝ MOMENT PRŮŘEZU

$$J_{min} = \frac{\pi \cdot d_{ns}^4}{64}$$

$$J_{min} = \frac{\pi \cdot 16,93^4}{64} \quad (77)$$

$$J_{min} = 4032,7mm^4$$

- dle literatury [3, str. 410] malý průměr napínacího šroubu  $d_{ns}=16,93mm$

#### 4.3.3.2. PLOCHA PRŮŘEZU

$$S_{ns} = \frac{\pi \cdot d_{ns}^2}{4}$$

$$S_{ns} = \frac{\pi \cdot 16,93_{ns}^2}{4} \quad (78)$$

$$S_{ns} = 225mm^2$$



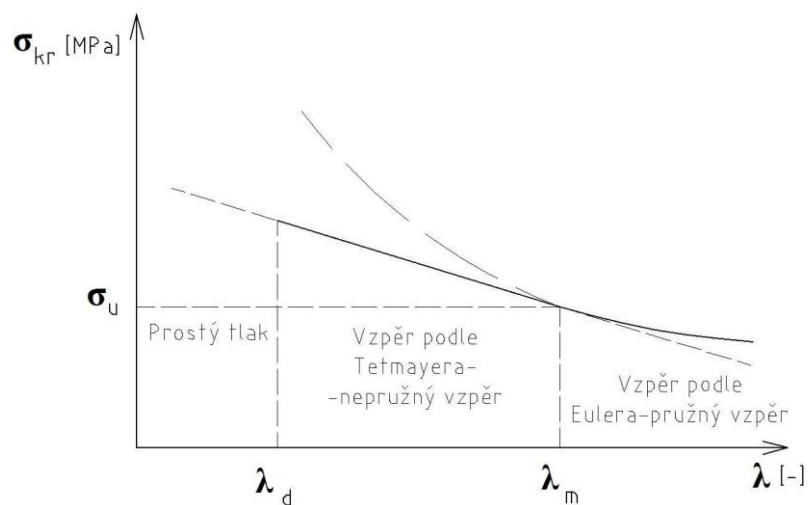
#### 4.3.4. ŠTÍHLOST

$$\lambda = \frac{l_{red}}{i}$$

$$\lambda = \frac{325,3}{4,2} \quad (79)$$

$$\lambda = 77,4$$

#### 4.3.5. VYHODNOCENÍ VÝPOČTU



Obr. 21 Rozlišení namáhání štíhlých prutů tlakovou silou.

dle literatury [3, str. 37] pro ocel  $\lambda_d = 60, \lambda_m = 100 \Rightarrow \lambda < \lambda_m$

#### 4.3.6. KRITICKÁ SÍLA - PROSTÝ TLAK

$$F_{kr1} = \sigma_{nsred} \cdot S_{ns}$$

$$F_{kr1} = 75 \cdot 225 \quad (80)$$

$$F_{kr1} = 16875N$$

- pro napínací šroub je volen materiál 11 523 ČSN 42 5715

- dovolené napětí v tlaku pro 11 523 dle literatury [3, str. 54]  $\sigma_{nsdov}=75-105\text{MPa}$

- pro výpočet  $\sigma_{nsdov}=75\text{MPa}$



#### 4.3.7. BEZPEČNOST NAPÍNACÍHO ŠROUBU - PROSTÝ TLAK

$$k_{v1} = \frac{F_{kr1}}{F_{ns}}$$

$$k_{v1} = \frac{16875}{1573} \quad (81)$$

$$k_{v1} = 10,7$$

#### 4.3.8. KRITICKÁ SÍLA – EULER

$$F_{kr2} = \frac{2 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot J_{\min}}{l_{ns}^2}$$

$$F_{kr2} = \frac{2 \cdot \pi^2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 4032,7}{460^2} \quad (82)$$

$$F_{kr2} = 75238N$$

#### 4.3.9. BEZPEČNOST NAPÍNACÍHO ŠROUBU – EULER

$$k_{v2} = \frac{F_{kr2}}{F_{ns}}$$

$$k_{v2} = \frac{75238}{1573,7} \quad (83)$$

$$k_{v2} = 47$$



## 5.ROZBOR VLASTNOSTÍ DOPRAVOVANÝCH MATERIÁLŮ

Obilniny nebo též obiloviny jsou rostliny využívané, šlechtěné a pěstované pro svá semena (zrna, zvaná též obilky nebo cereálie). Slouží především k lidské výživě, ať už celá rýže nebo rozemletá na mouku. Zrna se také zkrmují a celé rostliny se využívají jako zelená píče. Mezi obiloviny patří pšenice, žito, ječmen, oves, kukuřice, rýže, proso a pohanka. Jsou to semena ušlechtilých jednoletých travin.



Obr. 22 Složení obilního zrna. [13]

Obilovina	rozsah délky (mm)	rozsah šířky (mm)
pšenice	5 - 8	2,5 - 4,5
žito	4,5 - 10	1,5 - 3,5
ječmen	8 - 14	1,0 - 4,5
oves	6 - 13	1,0 - 4,5
tritikale	---	---
rýže	5 - 10	1,5 - 5,0
kukuřice	8 - 17	5 - 15
proso	---	---
čirok	3 - 5	2 - 5

tab.9: Rozdíly ve velikostech zrn.

### 5.1. FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI OBILNÍ HMOTY [13]

Obilní hmota se vyznačuje těmito fyzikálními vlastnostmi:

a) tepelná vodivost

- je schopnost obilek sdílet teplo (vedením nebo prouděním mezizrnového vzduchu - teplenosné medium) v obilné hmotě bez jejich přemísťování.



- součinitel tepelné vodivosti obilné hmoty kolísá v rozmezí ( $\lambda = 0,14 - 0,23 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ )
- má kladný význam v létě (možnost skladovat zrna při nízké teplotě)
- má záporný význam v zimě (přesušení, výskyt ohnisek samozahřívání)

b) sorpční schopnost - je schopnost poutat plyny a páry různých látek

c) sypkost

- je charakterizována úhlem přirozeného sklonu, který svírá povrchová plocha obilné hmoty s vodorovnou podložkou a úhlem tření, což je nejmenší úhel, při němž začne zrna klouzat po nakloněné rovině (závisí na třecích vlastnostech povrchu podložky).
- ovlivňuje dokonalost zaplnění komor obilného sila (OS) způsob jejich gravitačního vyprazdňování i průběhu horizontálního tlaku na stěny OS.

d) plnost a kyprost

- souvisí s tím, že obilní hmota není kompaktní, ale obsahuje větší množství vzduchu

e) samotřídění

- je způsobeno sypkostí a nestejnorodostí pevných částic obilné hmoty
- je proces rozvrstvení jednotlivých částic obilné hmoty podle hmotnosti, velikosti a tvarových znaků. Velká, plná, těžká zrna a příměsi padají svisle a rychle klesnou na dno nebo povrch násypu. Malá zrna a lehké příměsi naopak vířivými proudy vzduchu jsou vrhána ke stěnám komory, kde se hromadí hlavně zadina, lehké příměsi, prach a mikroorganismy.

### 5.2. Charakteristiky skladované obilní hmoty:

Obilí suché, posklizňově nevyrovnané

- vlhkost 15 %, teplota se zvyšuje důsledkem „dýchání obilovin“
- pravidelná kontrola a ošetřování AV chladnějším vzduchem nebo přehazováním

Obilí suché, teplé

- vlhkost 15 %, teplota 15 - 25 °C
- vyžaduje postupné zchlazování AV, chlazení účinnější při větším rozdílu teplot
- celková doba skladování by měla být omezena na 6 měsíců

Obilí vlhké - ve sklizňové kvalitě

- vlhkost 17 %, teplota do 25 °C
- aktivním větráním lze upravit bez použití horkovzdušného dosoušení

Obilí vlhké

- vlhkost 17 až 19 %, teplota do 25 °C
- doba uskladnění max. 7 týdnů
- možno volby, zda se bude obilí přednostně chladit, či sušit

Obilí o maximálních vlhkostech

- vlhkost 20 až 25 %, teplota do 25 °C
- doba uskladnění max. 3 týdnů
- vlhkost snižujeme současně probíhajícím chlazením



## **6.ZÁVĚR**

V této práci bylo za úkol provést konstrukční výpočet pásového dopravníku pro dopravu potravinářského zrna. Funkční výpočet byl proveden na základě zadaných parametrů, dopravního výkonu, osově vzdálenosti přesypů, výškového rozdílu a dopravovaného materiálu, dle platné normy ČSN ISO 5048 [6]. Dle vypočtených hodnot byly určeny základní rozměry pásového dopravníku společně s potřebným výkonem pohonu. Jako pohon dopravníku jsem volil elektrobuben od výrobce Rulmeca o výkonu 4kW.

Jednotlivé komponenty byly voleny z katalogů výrobců. Návrh hnané osy a hnaného bubnu byl ověřen pevnostním výpočtem. Výpočet prokázal, že hnaný buben je schopen odolávat danému provoznímu zatížení. Dále byla provedena kontrola napínacích šroubů napínacího zařízení na vzpěr. Výpočet vyhovuje danému provoznímu zatížení. V práci je zahrnut také rozbor vlastností dopravovaných materiálů.

Příložená výkresová dokumentace obsahuje sestavný výkres navrženého pásového dopravníku, podsestavu napínacího zařízení a podsestavu hnaného bubnu. Pro úplné vyhotovení této práce jsem použil níže uvedené zdroje, své znalosti získané předchozím studiem a rady získané od vedoucího práce.



## 7. POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

### 7.1. LITERATURY

[1] GAJDŮŠEK, Jaroslav, ŠKOPÁN, Miroslav. Teorie dopravních a manipulačních zařízení.

1. vyd. Brno: VUT v Brně, 1988. 277s. ISBN 1524

[2] KAŠPÁREK, Jaroslav. Dopravní a manipulační zařízení: pro uchazeče bakalářského studia FSI VUT v Brně. 126s.

[3] LEINVEBER, Jan, VÁVRA, Pavel. Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy

technického zaměření. 1.vyd. Úvaly: Albra, 2003. 865s. ISBN 80-86490-74-2.

[4] SVOBODA, Pavel, BRANDEJS, Jan, PROKEŠ, František. Výběry z norem. Brno: CERM. 2007. 223s. ISBN 978-80-7204-534-1.

[5] SVOBODA, Pavel, BRANDEJS, Jan, PROKEŠ, František. Základy konstruování. Brno:

CERM. 2008 234s. ISBN 978-80-7204-584-6.

### 7.2. NORMY

[6] Norma ČSN ISO 5048: 1994. Zařízení pro plynulou dopravu nákladů – Pásové dopravníky s nosnými válečky – Výpočet výkonu a tahových sil. Praha: Český normalizační institut, 1993. 16s

### 7.3. WEBOVÉ STRÁNKY

[7] *AB Technology* [online]. 2008 [cit. 2013-03-15]. Čistič pásu. Dostupné z WWW: <<http://www.abtech-cz.cz/cj-pu-fda>>.

[8] *Citace.com* [online]. 2009 [cit. 2011-05-10]. Citace. Dostupné z WWW: <[www.citace.com](http://www.citace.com)>.

[9] KULOVANÁ, Eliška. *AGROWEB* [online]. 17.12.2001 [cit. 2011-05-10]. DOPORUČENÍ PRO OŠETŘOVÁNÍ A SKLADOVÁNÍ ZRNA OBILNIN. Dostupné z WWW: <[http://www.agroweb.cz/roslinna-vyroba/DOPORUCENI-PROOSETROVANI-A-SKLADOVANI-ZRNA-OBILNIN\\_\\_s44x9470.html](http://www.agroweb.cz/roslinna-vyroba/DOPORUCENI-PROOSETROVANI-A-SKLADOVANI-ZRNA-OBILNIN__s44x9470.html)>.

[10] *NYPRO* [online]. 2007 [cit. 2011-04-15]. Katalog hutních materiálů. Dostupné z WWW: <[http://www.nyprohutni.cz/download/sortiment\\_komplet.pdf](http://www.nyprohutni.cz/download/sortiment_komplet.pdf)>.

[11] *Rulmeca* [online]. 2007 [cit. 2011-04-15]. Elektrobuben. Dostupné z WWW: <[http://www.rulmeca.com/download\\_cms/products/320drawings.pdf](http://www.rulmeca.com/download_cms/products/320drawings.pdf)>.

[12] *SKF* [online]. 2007 [cit. 2011-04-15]. Ložisková jednotka. Dostupné z WWW: <<http://www.skf.com/files/518262.pdf>>.



[13] SsssCZ [online]. 2006 [cit. 2011-05-10]. Obiloviny. Dostupné z WWW: <<http://www.ssss.cz/files/kpucebnice/p/pv/1/druhyobilovi.htm>>.

[14] *TechPlasty* [online]. 2002-2009 [cit. 2011-04-15]. Štandardné druhy pásov. Dostupné z WWW: <<http://www.techplasty.sk/pasy/index.html?http://www.techplasty.sk/pasy/esbelt/pasy/FitBandas.php3-IDM=EN&SERIE=ESP&ID=E30CC.htm>>.

[15] *TRANSROLL* [online]. 2010 [cit. 2011-04-15]. Katalog pražců. Dostupné z WWW: <[http://www.transroll.cz/download/TRANZA\\_IdlersEn.pdf](http://www.transroll.cz/download/TRANZA_IdlersEn.pdf)>.

[16] *TRANSROLL* [online]. 2010 [cit. 2011-04-15]. Katalog válečků. Dostupné z WWW: <[http://www.transroll.cz/download/TRANSROLL\\_RollersEn.pdf](http://www.transroll.cz/download/TRANSROLL_RollersEn.pdf)>.



## 8. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

A	Dotyková plocha mezi pásem a čističem pásu	[m <sup>2</sup> ]
a <sub>0</sub>	Rozteč horních válečkových stolic	[m]
a <sub>u</sub>	Rozteč dolních válečkových stolic	[m]
b	Ložná šířka pásu, využitelná šířka pásu	[m]
B	Šířka dopravního pásu	[m]
b <sub>1</sub>	Světlá šířka bočního vedení	[m]
d	Tloušťka pásu	[m]
D <sub>B</sub>	Průměr bubnu	[m]
d <sub>B</sub>	Vnitřní průměr bubnu	[m]
d <sub>B1</sub>	Největší průměr hřídele hnaného bubnu	[m]
d <sub>ns</sub>	Malý průměr napínacího šroubu	[m]
d <sub>o</sub>	Průměr hřídele v ložisku	[m]
D <sub>o</sub>	Průměr hřídele	[m]
e	Základ přirozených logaritmů	[-]
E	Modul pružnosti v tahu / tlaku	[MPa]
f	Globální součinitel tření	[-]
F	Průměrný tah v pásu na bubnu	[N]
F <sub>1</sub>	Tah v pásu ve větvi nabíhající na bubnu	[N]
F <sub>2</sub>	Tah v pásu ve větvi sbíhající z bubnu	[N]
F <sub>2min</sub>	Minimální tahová síla v pásu pro přenos obvodové síly	[N]
F <sub>a</sub>	Odpor shrnovače materiálu	[N]
F <sub>a1</sub>	Reakční síla působící na plášť bubnu	[N]
F <sub>a2</sub>	Síla namáhající osu hnaného bubnu	[N]
F <sub>b1</sub>	Reakční síla působící na plášť bubnu	[N]
F <sub>b2</sub>	Síla namáhající osu hnaného bubnu	[N]
F <sub>bA</sub>	Odpor setrvačných sil v místě nakládání a v oblasti urychlování	[N]
F <sub>c</sub>	Reakční síla působící na osu hnaného bubnu	[N]
F <sub>C</sub>	Výsledná síla namáhající plášť bubnu	[N]
F <sub>d</sub>	Reakční síla působící na osu hnaného bubnu	[N]
F <sub>Dp</sub>	Dovolená tahová síla v pásu	[N]
F <sub>f</sub>	Odpor tření mezi dopravovanou hmotou a bočním vedením v oblasti urychlování	[N]
F <sub>gL</sub>	Odpor tření mezi dopravovanou hmotou a bočním vedením	[N]
F <sub>H</sub>	Hlavní odpory	[N]
F <sub>kr1</sub>	Kritická síla - prostý tlak	[N]
F <sub>kr2</sub>	Kritická síla - Euler	[N]
F <sub>max</sub>	Maximální tahová síla v pásu	[N]
F <sub>mind</sub>	Minimální tahová síla v dolní větvi	[N]
F <sub>minh</sub>	Minimální tahová síla v horní větvi	[N]
F <sub>N</sub>	Vedlejší odpory	[N]
F <sub>ns</sub>	Síla působící na napínací šroub	[N]
F <sub>O</sub>	Odpor ohybu pásu na bubnech	[N]
F	Odpor stěrače pásu	[N]
F <sub>S1</sub>	Přídavné hlavní odpory	[N]
F <sub>S2</sub>	Přídavné vedlejší odpory	[N]
F <sub>St</sub>	Odpor k překonání dopravní výšky	[N]
F <sub>t</sub>	Odpor v ložiskách hnaného bubnu	[N]
F <sub>U</sub>	Obvodová síla na poháněcím bubnu	[N]



$F_{Umax}$	Maximální obvodová hnací síla	[N]
$F_{Up}$	Potřebná obvodová síla na poháněcím bubnu	[N]
$F_v$	Výsledná síla působící na osu	[N]
$F_{v1}$	Složka výsledné síly působící na osu ve směru x	[N]
$F_{v2}$	Složka výsledné síly působící na osu ve směru y	[N]
$F_\varepsilon$	Odpor vychýlených bočních válečků	[N]
$g$	Tíhové zrychlení	[m/s <sup>2</sup> ]
$G_B$	Tíhová síla bubnu (plášť+bočnice)	[N]
$H$	Dopravní výška	[m]
$(h/a)_{ad}$	Dovolený relativní průvės pásu mezi válečkovými stolicemi	[-]
$i$	Poloměr setrvačnosti	[m]
$I_m$	Největší hmotnostní výkonnost	[kg/h]
$I_v$	Největší objemová výkonnost	[m <sup>3</sup> /s]
$J_{min}$	Kvadratický moment průřezu	[m <sup>4</sup> ]
$K$	Součinitel sklonu	[-]
$k_1$	Součinitel korekce	[-]
$k_{O1}$	Bezpečnost v ohybu v místě 1	[-]
$k_{O2}$	Bezpečnost v ohybu v místě 2	[-]
$k_{OZ}$	Bezpečnost v ohybu v místě Z	[-]
$k_{v1}$	Bezpečnost napínacího šroubu na vzpěr - prostý tlak	[-]
$k_{v2}$	Bezpečnost napínacího šroubu na vzpěr - Euler	[-]
$l$	Délka bočního vedení	[m]
$L$	Délka dopravníku (vzdálenost os bubnů)	[m]
$L_a$	Délka spojitého zatížení	[m]
$L_b$	Urychlovací délka	[m]
$L_b$	Vzdálenost působišť sil $F_{a1}$ , $F_{b1}$ od spojitého zatížení	[m]
$L_c$	Vzdálenost působišť sil $F_{a2}$ a $F_{b2}$ působících na osu hnaného bubnu	[m]
$L_d$	Vzdálenost působišť sil $F_c$ a $F_{a2}$ a současně $F_d$ a $F_{b2}$ působících na osu hnaného bubnu	[m]
$L_e$	Vzdálenost reakční síly a místa zmenšení průměru osy hnaného bubnu	[m]
$L_{ns}$	Délka napínacího šroubu namáhána vzpěrem	[m]
$L_p$	Délka pláště hnaného bubnu	[m]
$l_{red}$	Redukovaná délka tyče	[m]
$m_B$	Hmotnost bubnu (plášť+bočnice)	[kg]
$M_{Omax1}$	Maximální ohybový moment v místě 1	[N.m]
$M_{Omax2}$	Maximální ohybový moment v místě 2	[N.m]
$M_{OZ}$	Ohybový moment v místě Z	[N.m]
$m_P$	Hmotnost pásu	[kg/m <sup>2</sup> ]
$P$	Tlak mezi čističem pásu a pásem	[N/m <sup>2</sup> ]
$P_1$	Počet řad válečků v horní větvi	[-]
$P_2$	Počet řad válečků v dolní větvi	[-]
$P_A$	Provozní výkon na poháněcím bubnu	[W]
$P_M$	Provozní výkon poháněcího motoru	[W]
$Q$	Velikost spojitého zatížení	[N]
$Q$	Dopravní výkon	[kg/h]
$Q_1$	Hmotnost rotujících částí válečků v horní větvi	[kg/m]
$Q_2$	Hmotnost rotujících částí válečků v dolní větvi	[kg/m]
$q_B$	Hmotnost 1m dopravního pásu	[kg/m]
$q_G$	Hmotnost nákladu na 1m délky pásu	[kg/m]
$q_{RO}$	Hmotnost rotujících částí válečků na 1m horní větve dopravníku	[kg/m]



$q_{RU}$	Hmotnost rotujících částí válečků na 1m dolní větve dopravníku	[kg/m]
$R_{mp}$	Dovolené namáhání pásu v tahu	[N/mm]
$S$	Průřez náplně pásu	[m <sup>2</sup> ]
$S_1$	Plocha horní části náplně	[m <sup>2</sup> ]
$S_2$	Plocha dolní části náplně	[m <sup>2</sup> ]
$S_K$	Skutečná plocha průřezu náplně	[m <sup>2</sup> ]
$S_{ns}$	Plocha průřezu napínacího šroubu	[m <sup>2</sup> ]
$S_T$	Teoretická potřebná minimální plocha průřezu náplně	[m <sup>2</sup> ]
$t_C$	Šířka stěrače pásu	[m]
$v$	Rychlost pásu	[m/s]
$v_0$	Složka rychlosti dopravované hmoty ve směru pohybu dopravníku	[m/s]
$V_B$	Objem materiálu bočnic	[m <sup>3</sup> ]
$V_{CB}$	Celkový objem materiálu bubnu (plášť+bočnice)	[m <sup>3</sup> ]
$V_P$	Objem materiálu pláště	[m <sup>3</sup> ]
$W_{O1}$	Modul průřezu v ohybu v místě 1	[m <sup>3</sup> ]
$W_{O2}$	Modul průřezu v ohybu v místě 2	[m <sup>3</sup> ]
$W_{OZ}$	Modul průřezu v ohybu v místě Z	[m <sup>3</sup> ]
$\alpha$	Sypný úhel	[°]
$\beta$	Sklon bočních válečků	[°]
$\delta$	Úhel sklonu dopravníku ve směru pohybu	[°]
$\eta$	Celková účinnost převodu	[-]
$\theta$	Dynamický sypný úhel (dpravované hmoty)	[°]
$\lambda$	Štíhlost	[-]
$\lambda_d$	Dolní mezní štíhlost	[-]
$\lambda_m$	Horní mezní štíhlost	[-]
$\mu$	Součinitel tření mezi poháněcím bubnem a pásem	[-]
$\mu_1$	Součinitel tření mezi dopravovanou hmotou a pásem	[-]
$\mu_2$	Součinitel tření mezi dopravovanou hmotou a bočním vedením	[-]
$\mu_3$	Součinitel tření mezi pásem a čističem pásu	[-]
$\xi$	Součinitel rozběhu	[-]
$\pi$	Ludolfovo číslo	[-]
$\rho$	Sypná hmotnost dopravované hmoty	[kg/m <sup>3</sup> ]
$\rho_o$	Hustota oceli	[kg/m <sup>3</sup> ]
$\sigma_{nsdov}$	Dovolené napětí v tlaku pro materiál napínacího šroubu	[MPa]
$\sigma_{O1dov}$	Dovolené napětí v ohybu pro materiál pláště	[MPa]
$\sigma_{O2dov}$	Dovolené napětí v ohybu pro materiál osy	[MPa]
$\sigma_{Omax1}$	Maximální ohybové napětí namáhající plášť v místě 1	[MPa]
$\sigma_{Omax2}$	Maximální ohybové napětí namáhající osu v místě 2	[MPa]
$\sigma_{OZ}$	Ohybové napětí namáhající osu v místě Z	[MPa]
$\phi$	Úhel opásání poháněcího bubnu	[rad]



## **9. SEZNAM PŘÍLOH**

Číslo výkresu	Název	Druh výkresu
1-3P/24-00	PÁSOVÝ DOPRAVNÍK	výkres sestavy
4-3P/24-00	PÁSOVÝ DOPRAVNÍK	seznam položek
4-3P/24-00	PÁSOVÝ DOPRAVNÍK	seznam položek
2-3P/24-M4	NAPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ	výkres podsestavy
4-3P/24-M4	NAPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ	seznam položek
4-3P/24-M4	NAPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ	seznam položek
2-3P/24-M5	HNANÝ BUBEN	výkres podsestavy

**CD:**

Pásový dopravník pro dopravu potravinářského zrna