



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

PÁSOVÝ DOPRAVNÍK PRO DRCENÝ VÁPENEC

BELT CONVEYOR FOR CRUSHED LIMESTONE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jakub Haša

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Jiří Malášek, Ph.D.

BRNO 2019

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student:	Jakub Haša
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce:	doc. Ing. Jiří Malášek, Ph.D.
Akademický rok:	2018/19

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 drcený vápenec

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Výpočet a konstrukční řešení dopravníku pro zadané rozměrové a výkonnostní parametry a materiál.

Technické parametry:

- dopravní výkon 43 000 kg.h⁻¹,
- dopravní délka 28 m,
- dopravní výška 7,5 m,
- dopravovaný materiál – zrnitost 0 až 20 mm.

Cíle bakalářské práce:

Provedení funkčního výpočtu a určení hlavních rozměrů, návrh pohonu.

Vypracování rozboru dopravovaného materiálu včetně technických parametrů.

Nakreslení sestavného výkresu dopravníku a podsestavy napínací stanice.

Seznam doporučené literatury:

SHIGLEY, Joseph Edward, Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS, VLK, Miloš (ed.). Konstruování strojních součástí. 1. vyd. Přeložil Martin HARTL. V Brně: VUTIUM, 2010. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 9788021426290.

BIGOŠ, Peter, Jozef KULKA, Melichar KOPAS a Martin MANTIČ. Teória a stavba zdvíhacích a dopravných zariadení. Vyd. 1. Košice: TU v Košiciach, Strojnícka fakulta, 2012. Edícia vedeckej a odbornej literatúry (Technická univerzita v Košiciach). ISBN 9788055311876.

POLÁK, Jaromír, Jiří PAVLISKA a Aleš SLÍVA. Dopravní a manipulační zařízení I. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2001. ISBN 8024800438.

KOVÁČ, Milan a Vladimír KLAPITA. Manipulácia s materiálom v doprave. 1. vyd. V Žiline: EDIS, 2003. ISBN 8080701741.

LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření. 1. vyd. Úvaly: Albra, 2003. ISBN 8086490742.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je přednést konstrukční návrh pásového dopravníku pro drcený vápenec. Dopravní vzdálenost činí 28 metrů s převýšením 7 metrů. Dopravní výkon pásu je stanoven na 43 000 kg.h⁻¹. Konstrukční návrh se odvíjí od výpočtu dle normy ČSN ISO 5048. Práce obsahuje stručný popis základních částí, dále pak kontrolní výpočty sypného materiálu a hnacího bubnu. Příloha zahrnuje nezbytnou výkresovou dokumentaci.

KLÍČOVÁ SLOVA

Pásový dopravník, drcený vápenec, napínací zařízení, dopravní pás, dopravníkový pohon

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis is to present a structural design of a belt conveyor for crushed limestone. The transport distance is 28 meters with superelevation of 7 meters. The traffic performance of the belt is set at 43,000 kg.h⁻¹. The structural design depends on calculation according to the standard ČSN ISO 5048. The study contains brief description of basic parts, followed by control calculation of bulk material and drive pulley. The attachment includes necessary drawing documentation.

KEYWORDS

Belt conveyor, crushed limestone, tensioning device, conveyor belt, conveyor drive

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HAŠA, J. Pásový dopravník pro drcený vápenec. Brno, 2019. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. 41 s. Vedoucí diplomové práce Jiří Malášek.



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 25. května 2019

.....

Jakub Haša

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji všem, kteří mi poskytli důležité informace a znalosti při řešení této bakalářské práce. Zejména chci poděkovat panu doc. Ing. Jiřímu Maláškovi Ph.D. za příkladné vedení a také své mamince za podporu ve studiu.

OBSAH

Úvod	11
1 Pásové dopravníky	12
1.1 Rozdělení pásových dopravníků dle literatury	12
1.2 Schéma pásového dopravníku	12
2 Konstrukční prvky pásového dopravníku	13
2.1 Dopravní pás	13
2.2 Válečky	13
2.3 Válečkové stolice	14
2.4 Bubny	14
2.4.1 Hnané bubny	14
2.4.2 Hnací bubny	15
2.5 Nosný rám	15
2.6 Stojiny	15
2.7 Napínání pásu	15
2.8 Čistič pásu	16
3 Funkční výpočet pásového dopravníku	17
3.1 Zadané hodnoty	17
3.2 Funkční výpočet	17
3.3 Sklon dopravníku	17
3.4 Volba rychlosti pásu	17
3.5 Teoretický průřez náplně pásu	18
3.6 Šířka dopravníkového pásu	18
3.6.1 Využitelná ložná šířka pásu	18
3.6.2 Dynamický sypaný úhel	18
3.6.3 Plocha průřezu horní části náplně pásu	19
3.6.4 Plocha průřezu dolní části náplně pásu	19
3.6.5 Celková plocha náplně pásu	19
3.7 Skutečná plocha náplně pásu	19
3.7.1 Součinitel korekce vrchlíku náplně	20
3.7.2 Součinitel sklonu	20
3.7.3 Skutečná plocha	20
3.8 Dopravní výkon	20
3.8.1 Objemový dopravní výkon	20
3.8.2 Hmotnostní dopravní výkon	20
3.8.3 Kontrola dopravního výkonu	21

3.9	Válečkové stolice	21
3.9.1	Vzdálenost nosné části dopravníku	21
3.9.2	Počet válečkových stolic v nosné části dopravníku.....	21
3.9.3	Počet válečkových stolic v dopadové části dopravníku	21
3.9.4	Počet válečkových stolic v nezátížené části dopravníku.....	22
3.10	Pohybové odpory pásového dopravníku	22
3.10.1	Hmotnosti rotujících částí dopravníku na 1m délky.....	22
3.10.2	Hmotnosti statických dopravovaných částí dopravníku na 1m délky.....	22
3.10.3	Součet hlavních odporů	22
3.10.4	Odpor setrvačných sil při nakládání materiálu	23
3.10.5	Odpor ohybu pásu na bubnech	23
3.10.6	Odpor čističe pásu	23
3.10.7	Odpor pro překonání dopravní výšky	24
3.10.8	Obvodová síla na hnacím bubnu	24
3.11	Výkon potřebný k dopravě materiálu.....	24
3.11.1	Provozní výkon na hnacím bubnu	24
3.11.2	Provozní výkon hnacího motoru	24
4	Volba komponent	25
4.1	Dopravní pás	25
4.1.1	Spojení pásu.....	25
4.2	Pohon	26
4.2.1	Elektrobuben.....	26
4.2.2	Ukotvení elektrobubnu	26
4.2.3	Hnaný buben.....	27
4.3	Válečkové stolice	27
4.3.1	Nosná větev tratě	27
4.3.2	Válečky nosné větve tratě.....	28
4.3.3	Válečky dopadové části tratě.....	28
4.3.4	Vratná větev tratě.....	29
4.3.5	Válečky vratné větve tratě	29
4.4	Napínací stanice	30
4.4.1	Ložisková jednotka.....	31
4.4.2	Napínací pružina.....	31
4.5	Čistič pásu.....	32
4.6	Nosná konstrukce.....	32
4.6.1	Rám.....	32

4.6.2	Stojiny.....	33
5	Vápenec	34
5.1	Rozbor vápence.....	34
5.2	Využití vápence	34
5.3	Dělení vápence.....	35
5.4	Zpracování vápence	35
	Závěr.....	36
	Seznam použitých zkratk a symbolů	39
	Seznam příloh.....	41

ÚVOD

Dopravník je jednoduché zařízení pro přemísťování různých druhů materiálů v různých průmyslových odvětvích. Dopravníky výrazně přispívají k zrychlení procesu výroby, zvyšují efektivitu práce. Dále také určují, či regulují pracovní tempo výroby a tím napomáhají optimalizaci technologického procesu. Dopravník musí být optimálně navrhnout pro danou činnost, aby jeho provoz byl nízkonákladový, bezproblémový a napomáhal efektivitě práce.

Mezi spoustou typů dopravníků se nejčastěji setkáváme s dopravníkovým pásem. Jde o dopravník, jehož hlavní složkou je nekonečný pás, jenž slouží jako unášecí prvek pro daný materiál. Pás obíhá mezi bubny, z nichž jeden je hnáný.

Pásové dopravníky najdou využití ve stavebnictví, potravinářství, zemědělství a dalších oblastech průmyslu. [3]



Obr. 1 Příklad použití dopravního pásu [13]

1 PÁSOVÉ DOPRAVNÍKY

Pásový dopravník má schopnost dopravovat sypký i kusový materiál. Materiál lze přepravovat ve vodorovném, šikmém, ale i strmém směru při nezměněném dopravním výkonu. Toho je dosaženo nekonečným pásem, který slouží jako tažný i nosný orgán zároveň. Díky jednoduchosti zařízení je tak provoz nízkonákladový a jeho údržba jednoduchá.

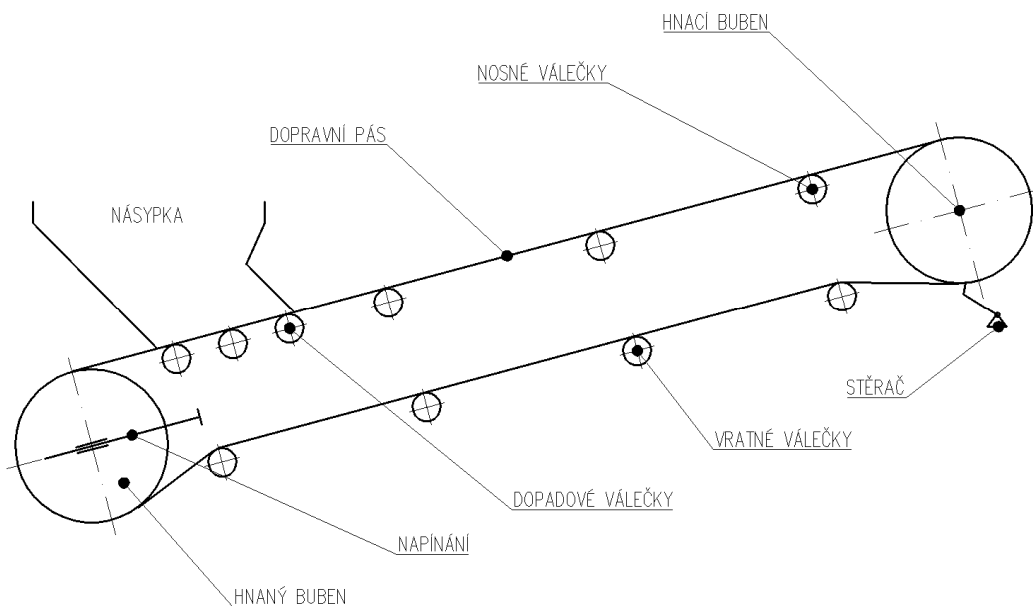
1.1 ROZDĚLENÍ PÁSOVÝCH DOPRAVNÍKŮ DLE LITERATURY

- a) Podle tažného elementu [1]:
 - dopravníky s gumovým pásem nebo pásem z PVC
 - dopravníky s ocelovým pásem
 - dopravníky s ocelogumovým pásem
 - dopravníky s pásem z drátěného pletiva

- b) Podle tvaru dopravníku [1]:
 - dopravníky vodorovné
 - dopravníky šikmé
 - dopravníky konvexní (přechod ze šikmého směru na vodorovný)
 - dopravníky konkávní (přechod z vodorovného směru na šikmý)
 - dopravníky kombinované

- c) Podle provedení nosné konstrukce [1]:
 - dopravníky stabilní (ocelová konstrukce je pevně spojena se základem)
 - dopravníky pojízdné a přenosné (malé dopravní délky)
 - dopravníky přestavitelné (jsou podobné jako stabilní, vyšší rychlosti)

1.2 SCHÉMA PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU



Obr. 2 Schéma pásového dopravníku

2 KONSTRUKČNÍ PRVKY PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU

2.1 DOPRAVNÍ PÁS

Dopravní pás tvoří hlavní prvek soustavy tvořící nekonečnou smyčku. Je to nejvíce namáhaný člen a zároveň ten nejdražší. Zastupuje funkci nosnou i tažnou, proto je kladen velký důraz na konkrétní aplikaci, ve které má pás pracovat. Životnost pásu je úzce spjata s volbou materiálu pro konkrétní aplikaci. Životnost může také zvýšit správná údržba, okolní podmínky a charakter provozu. [3]

Požadavky kladené na dopravní pás:

- vysoká odolnost proti opotřebení
- vysoká životnost
- vysoká podélná tuhost
- vysoká pevnost při nízké vlastní hmotnosti
- schopnost odolávat účinkům střídavého namáhání
- minimální navlhavost

Dopravní pás se skládá ze dvou hlavních komponent. Vnitřní nosná kostra je tvořena kombinací textilní, bavlněné a polyamidové vložky s podporou ocelových lanek. Vnější obal tvoří samotný gumový potah, jenž chrání kostru před abrazivními účinky materiálu.



Obr. 3 Dopravníkový pás s drážkováním typu Chevron [14]

2.2 VÁLEČKY

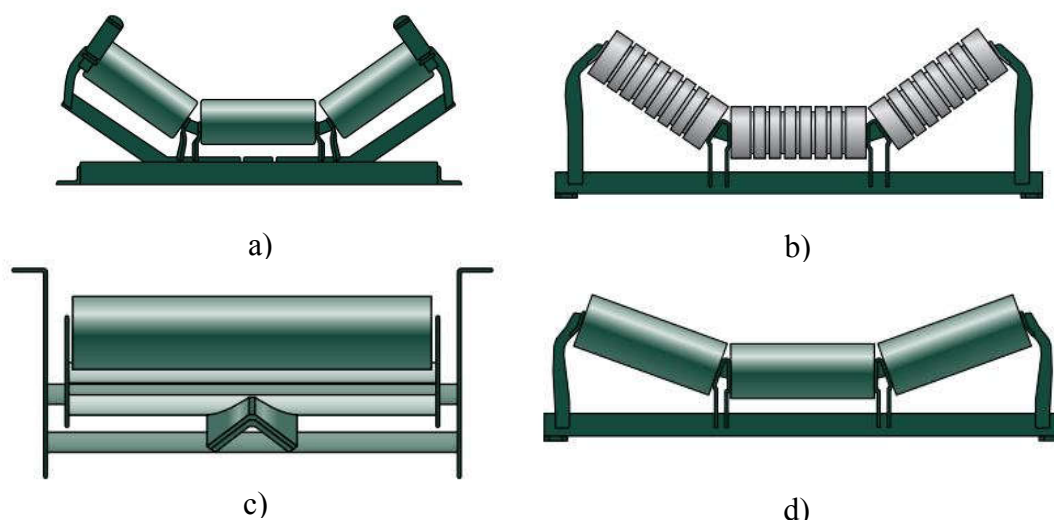
Válečky zajišťují funkci podpory pásu. Přenášejí zatížení materiálu do válečkové stolice a z ní dále do nosného rámu. Samotné válečky jsou pak jedním z nejdůležitějších prvků soustavy. Podle konstrukce rozdělujeme válečky s pevnou osou a válečky s čepem ve víku.

Požadavky kladené na válečky:

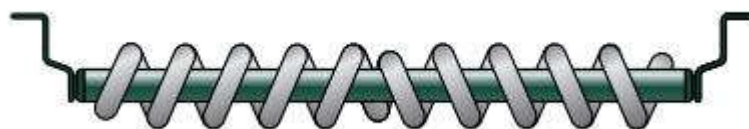
- minimální odpor při otáčení
- malá hmotnost
- jednoduchá konstrukce
- dokonalá těsnost vůči prachu
- nenáročná na údržbu

2.3 VÁLEČKOVÉ STOLICE

Válečkové stolice slouží jako podpora horní větve pásu, který je zatížen materiálem. Spodní stolice pak zamezuje průhybu pásu. Válečková stolice je umístěna na nosné konstrukci, při požadované rozteči. V dopadové části jsou použity válečky pogumované. Pro zpětnou větev se zpravidla používají jedno válečkové stolice. Ostatní stolice používají více válečků najednou, nejčastěji uložené pod úhlem. V praxi to pak znamená zvětšení příčného průřezu dopravovaného materiálu v případě, že se jedná o sypaný materiál. [3]



Obr. 4 Válečková stolice [20]
a) s bočním vedením b) dopadová c) naklápěcí d) standartní



Obr. 5 Spirálová stolice [20]

2.4 BUBNY

Bubny slouží jako pohonný prvek pásu. Zajišťují také převrácení pásu z nosné větve na větev vratnou. Bubny dopravníkových pásů jsou vyrobeny zpravidla svařováním, případně odléváním. Povrch pláště je rovný, nejčastěji pogumovaný. Můžou se také vyskytovat s bubny s keramickým obložením.

2.4.1 HANÉ BUBNY

Hnané bubny jsou prosté válce umístěné v násypné části dopravníku. Bubny jsou oboustranně uloženy v ložiskových domcích a mají za úkol držet pás ve správném směru. Často bývají spojené s napínacím zařízením.

2.4.2 HNACÍ BUBNY

Hnací bubny jsou zpravidla umístěny v přepadové části dopravníku, aby zatížená větev byla větví tažnou. Mají za úkol přenos hnací síly z motoru na dopravní pás. Pro přenos větších výkonů bývá povrch pogumován, případně opatřen rýhami. Hnací bubny jsou převážně vyráběny svařováním.



Obr. 6 Řez elektrobubnem [16]

2.5 NOSNÝ RÁM

Nosná konstrukce dopravníku je tvořena podélným nosným rámem a stojany. Trať zahrnuje všechny prvky, které jsou nezbytné pro chod dopravníku. Většinou se jedná o svařované sestavy z profilů typu U, L, nebo trubek. Pro dlouhé tratě se používá segmentové dělení, kde spojení je řešeno šroubovým spojením. [3]

2.6 STOJINY

Nosná konstrukce je umístěna na stojinách. Ty jsou od sebe vzdáleny roztečí. V případě velkého převýšení dopravníku je nutné tyto stojiny vyztužit z boku, aby nedošlo k převrácení celé konstrukce. [3]

2.7 NAPÍNÁNÍ PÁSU

Napínání je nezbytné pro správný chod dopravníku. V principu jde o jednoduchý mechanismus, který napíná nejčastěji spodní hnaný buben. Napínací síla je důležitá pro správný přenos síly z hnacího bubnu na pás. Na správném nastavení síly závisí životnost pásu a s nimi spojené další náklady.

Možností napínání pásu [3]:

- tuhá napínací zařízení
- napínací zařízení se závažím
- pneumatické napínací zařízení
- elektrické napínací zařízení
- elektrohydraulické napínání zařízení

2.8 ČISTIČ PÁSU

V provozu dochází k zalepení pásu materiálem například kvůli zvýšené vlhkosti. Čistič pásu tyto nečistoty odstraňuje, aby nedocházelo k jejich nalepování. Při absenci čistícího pásu se nečistoty rozmístí po celém dopravníku a sníží tak celkovou efektivitu dopravníku. [3]



Obr. 7 Aplikace čističe pásu [15]

3 FUNKČNÍ VÝPOČET PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU

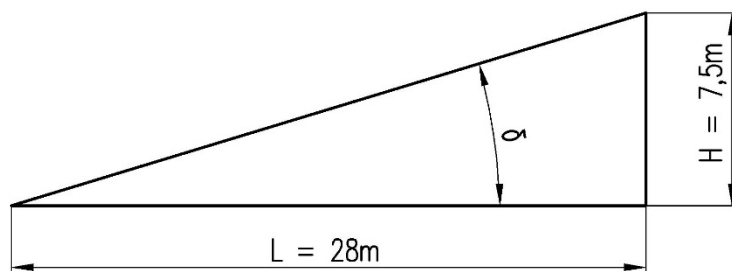
3.1 ZADANÉ HODNOTY

Dopravní výkon:	$Q = 43000 \text{ kg/h}$
Dopravní délka:	$L = 28\text{m}$
Převýšení:	$H = 7,5\text{m}$
Dpravovaný materiál:	drcený vápenec (0-20mm zrnitost)

3.2 FUNKČNÍ VÝPOČET

Výpočet je přímo závislý na normě ČSN ISO 5048. Od této normy se odvíjí volba komponent a konstrukční návrh. [1]

3.3 SKLON DOPRAVNÍKU



Obr. 8 Schéma sklonu dopravníku

$$\tan\delta = \frac{H}{L} \Rightarrow \delta = \arctan\frac{H}{L} \quad (1)$$

$$\delta = \arctan\frac{7,5}{28}$$

$$\delta = 14^{\circ}59' \Rightarrow 15^{\circ}$$

Kde:	H	[m]	převýšení
	L	[m]	dopravní délka

3.4 VOLBA RYCHLOSTI PÁSU

- zvolena rychlost pásu $v=1,6\text{m/s}$ dle lit. [3] str. 148, tab.8.3
- rychlost koresponduje s nominální hodnotou danou výrobcem pro vybraný typ elektrobubnu. [8]

3.5 TEORETICKÝ PRŮŘEZ NÁPLNĚ PÁSU

- dle zdroje [19] byla zvolena objemová sypná hmotnost $\rho=1550\text{kg/m}^3$ při okolní teplotě 20°C .

$$Q = S_t \cdot \rho \cdot v \Rightarrow S_t = \frac{Q}{\rho \cdot v \cdot 3\,600} \quad (2)$$

$$S_t = \frac{43\,000}{1\,550 \cdot 1,6 \cdot 3\,600}$$

$$S_t = 0,00481 \text{ m}^2$$

Kde:	Q	[m]	dopravní výkon
	ρ	[kg·m ⁻³]	objemová sypná hmotnost
	v	[m·s ⁻¹]	rychlost pásu

3.6 ŠÍŘKA DOPRAVNÍKOVÉHO PÁSU

- dle teoretického průřezu náplně $S_t = 0,00481 \text{ m}^2$ volím šířku pásu $B = 400 \text{ mm}$ dle lit. [3] str.149, tab. 8.4

3.6.1 VYUŽITELNÁ LOŽNÁ ŠÍŘKA PÁSU

$$b = 0,85 \cdot B - 0,05 \quad (3)$$

$$b = 0,85 \cdot 0,4 - 0,05$$

$$b = 0,29\text{m}$$

Kde:	B	[m]	šířka dopravníkového pásu
------	---	-----	---------------------------

3.6.2 DYNAMICKÝ SYPNÝ ÚHEL

Pro drcený vápenec je dynamický sypný úhel roven $\theta = 15^\circ$ a maximální sklon dopravníku $\delta_{\max} = 15^\circ$ dle lit. [5] str.21, tab. 3.1

Vzhledem k výpočtu (1) se jedná o limitní aplikaci dopravníku. Po překročení úhlu stoupání dopravníku o maximální povolenou hodnotu by bylo nutné zvolit jiné konstrukční řešení pro daný problém.

3.6.3 PLOCHA PRŮŘEZU HORNÍ ČÁSTI NÁPLNĚ PÁSU

$$S_1 = (b \cdot \cos\beta)^2 \cdot \frac{\tan\theta}{6} \quad (4)$$

$$S_1 = (0,29 \cdot \cos 20^\circ)^2 \cdot \frac{\tan 15^\circ}{6}$$

$$S_1 = 0,00332 \text{ m}^2$$

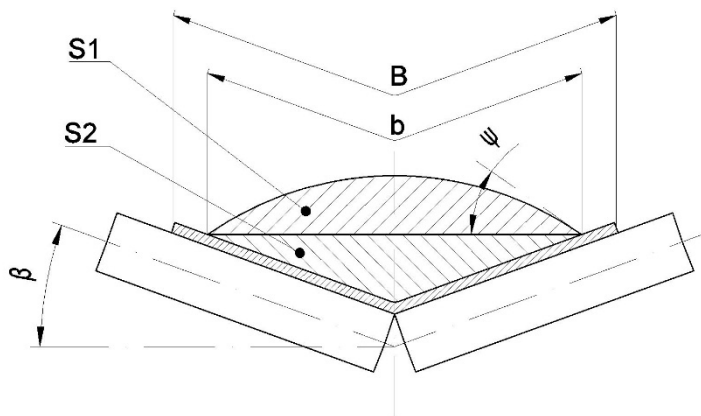
Kde: β [°] úhel sklonu nosných válečků dle kap. 4.3.1

3.6.4 PLOCHA PRŮŘEZU DOLNÍ ČÁSTI NÁPLNĚ PÁSU

$$S_2 = \left(\cos\beta \cdot \frac{b}{2}\right) \cdot \left(\sin\beta \cdot \frac{b}{2}\right) \quad (5)$$

$$S_2 = \left(\cos 20^\circ \cdot \frac{0,29}{2}\right) \cdot \left(\sin 20^\circ \cdot \frac{0,29}{2}\right)$$

$$S_2 = 0,00676 \text{ m}^2$$

3.6.5 CELKOVÁ PLOCHA NÁPLNĚ PÁSU

$$S = S_1 + S_2 \quad (6)$$

$$S = 0,00332 + 0,00676$$

$$S = 0,01008 \text{ m}^2$$

3.7 SKUTEČNÁ PLOCHA NÁPLNĚ PÁSU

Skutečná plocha náplně pásu je ovlivněna vlastnostmi materiálu, jeho mezerovitostí, konzistencí a dalšími parametry jako je sklon pásu, sklon trasy, klimatické podmínky a jiné. Všechny tyto vlivy je nutné respektovat, avšak odhadnout jejich vliv chce zkušenosti. Z tohoto důvodu se dopravníky předdimenzovávají. [2] str. 28, kap. 2.2.1

3.7.1 SOUČINITEL KOREKCE VRCHLÍKU NÁPLNĚ

$$k_1 = \sqrt{\frac{\cos^2 \delta - \cos^2 \theta}{1 - \cos^2 \theta}} \quad (7)$$

$$k_1 = \sqrt{\frac{\cos^2 20^\circ - \cos^2 15^\circ}{1 - \cos^2 15^\circ}}$$

$$k_1 = 0$$

3.7.2 SOUČINITEL SKLONU

$$k = 1 - \frac{S_1}{S} \cdot (1 - k_1) \quad (8)$$

$$k = 1 - \frac{0,00332}{0,01008} \cdot (1 - 0)$$

$$k = 0,671$$

3.7.3 SKUTEČNÁ PLOCHA

$$S_k = S \cdot k \quad (9)$$

$$S_k = 0,01008 \cdot 0,671$$

$$S_k = 0,00676$$

$$S_k \geq S_t \Rightarrow 0,00676 \geq 0,00569$$

3.8 DOPRAVNÍ VÝKON**3.8.1 OBJEMOVÝ DOPRAVNÍ VÝKON**

$$I_v = S \cdot v \cdot k \quad (10)$$

$$I_v = 0,01008 \cdot 1,6 \cdot 0,671$$

$$I_v = 0,01082 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

3.8.2 HMOTNOSTNÍ DOPRAVNÍ VÝKON

$$I_m = 3\,600 \cdot I_v \cdot \rho \quad (11)$$

$$I_m = 3\,600 \cdot 0,01082 \cdot 1\,550$$

$$I_m = 60\,385 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$

3.8.3 KONTROLA DOPRAVNÍHO VÝKONU

$$I_m \geq Q \Rightarrow 60\,375 \geq 43\,000 \Rightarrow \text{vyhovuje} \quad (12)$$

3.9 VÁLEČKOVÉ STOLICE**3.9.1 VZDÁLENOST NOSNÉ ČÁSTI DOPRAVNÍKU**

$$L_n = \sqrt{L^2 + H^2} \quad (13)$$

$$L_n = \sqrt{28^2 + 7,5^2}$$

$$L_n = 28,98\text{m}$$

3.9.2 POČET VÁLEČKOVÝCH STOLIC V NOSNÉ ČÁSTI DOPRAVNÍKU

$$P_1 = \frac{L_n - l}{a_h} - 1 \quad (14)$$

$$P_1 = \frac{28,98 - 1,8}{1} - 1$$

$$P_1 = 28,09 \doteq 28\text{ks}$$

Z konstrukčních důvodů volím pouze 26 stolic. Hodnota upravena v závislosti nadměrného namáhání pásu v místě přechodu mezi stolicí a hnacím bubnem v tažné části dopravníku.

Kde: a_h [m] rozteč válečkových stolic dle lit. [3] str.138

3.9.3 POČET VÁLEČKOVÝCH STOLIC V DOPADOVÉ ČÁSTI DOPRAVNÍKU

$$P_{1d} = \frac{l}{a_{hd}} \quad (15)$$

$$P_{1d} = \frac{1,8}{0,5}$$

$$P_{1d} = 3,6 \doteq 4\text{ks}$$

Kde: l [m] délka dopadové části z konstrukce volena 1,8m

a_{hd} [m] rozteč válečkových stolic v dopadové části dle lit. [3] str.139

3.9.4 POČET VÁLEČKOVÝCH STOLIC V NEZATÍŽENÉ ČÁSTI DOPRAVNÍKU

$$P_2 = \frac{L_n}{a_s} \quad (16)$$

$$P_2 = \frac{28,98}{3}$$

$$P_2 = 9,66 \doteq 9\text{ks}$$

Kde: a_s [m] rozteč válečkových stolic v nezatížené části dle lit. [3] str.138

3.10 POHYBOVÉ ODPORY PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU**3.10.1 HMOTNOSTI ROTUJÍCÍCH ČÁSTÍ DOPRAVNÍKU NA 1M DÉLKY**

$$q_R = \frac{m_{rh} \cdot (P_1 + P_{1d}) \cdot 2}{L_n} + \frac{m_{rd} \cdot P_2}{L_n} \quad (17)$$

$$q_R = \frac{2,2 \cdot (26 + 4) \cdot 2}{28,98} + \frac{4,1 \cdot 9 \cdot 2}{28,98}$$

$$q_R = 5,82 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$$

Kde: m_{rh} [kg] hmotnost rotujících částí horní větve viz kap 4.3.2, tab. 6

m_{rd} [kg] hmotnost rotujících částí spodní větve viz kap 4.3.5, tab.9

3.10.2 HMOTNOSTI STATICKÝCH DOPRAVOVANÝCH ČÁSTÍ DOPRAVNÍKU NA 1M DÉLKY

$$q_S = q_B + \frac{I_v \cdot \rho}{v} \quad (18)$$

$$q_S = 4,854 + \frac{0,01082 \cdot 1\,550}{1,6}$$

$$q_S = 15,33 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$$

Kde: q_B [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$] hmotnost 1 metru pásu viz kap. 4.1 tab.1

3.10.3 SOUČET HLAVNÍCH ODPORŮ

$$F_h = f \cdot L_n \cdot g \cdot (q_R + 2 \cdot q_S \cdot \cos\delta) \quad (19)$$

$$F_h = 0,02 \cdot 28,98 \cdot 9,81 \cdot (12,16 + 2 \cdot 5,82 \cdot \cos 15^\circ)$$

$$F_h = 133,07 \text{ N}$$

Kde: f [-] globální součinitel tření dle lit. [1] voleno $f=0,02$

g [$m \cdot s^{-2}$] tíhové zrychlení, $g=9,81 m \cdot s^{-2}$

3.10.4 ODPOR SETRVAČNÝCH SIL PŘI NAKLÁDÁNÍ MATERIÁLU

$$F_{ba} = I_V \cdot \rho \cdot (v - v_0) \quad (20)$$

$$F_{ba} = 0,01082 \cdot 1\,550 \cdot (1,6 - 0)$$

$$F_{ba} = 26,83 \text{ N}$$

Kde: v_0 [$m \cdot s^{-1}$] rychlost materiálu ve směru pohybu dopravníku při pohybu, voleno $v_0=0$ m/s

3.10.5 ODPOR OHYBU PÁSU NA BUBNECH

$$F_o = 9 \cdot B \cdot (140 + 0,01 \cdot \frac{F}{B}) \cdot \frac{d}{D_b} \quad (21)$$

$$F_o = 9 \cdot 0,4 \cdot (140 + 0,01 \cdot \frac{5000}{0,4}) \cdot \frac{0,009}{0,36}$$

$$F_o = 125,1 \text{ N}$$

Kde: D_b [m] průměr hnaného bubnu viz kap. 4.2.3, tab.4

F [N] průměrný tah v pásu, hodnota volena $F=5000$ N

d [m] tloušťka pásu viz kap. 4.1, tab. 1

3.10.6 ODPOR ČISTIČE PÁSU

$$F_{\zeta} = B \cdot t_{\zeta} \cdot p \cdot \mu_3 \quad (22)$$

$$F_{\zeta} = 0,4 \cdot 0,02 \cdot 6 \cdot 10^4 \cdot 0,6$$

$$F_{\zeta} = 288 \text{ N}$$

Kde: μ_3 [N] součinitel tření mezi pásem a čističem dle lit [1] voleno $\mu_3=0,6$

t_{ζ} [m] tloušťka čističe pásu

p [Pa] tlak mezi pásem a čističem dle lit. [1] voleno $p=6 \cdot 10^4$ Pa

3.10.7 ODPOR PRO PŘEKONÁNÍ DOPRAVNÍ VÝŠKY

$$F_{st} = \frac{I_v \cdot \rho}{v} \cdot H \cdot g \quad (23)$$

$$F_{st} = \frac{0,01082 \cdot 1550}{1,6} \cdot 7,5 \cdot 9,81$$

$$F_{st} = 771,20 \text{ N}$$

3.10.8 OBVODOVÁ SÍLA NA HNACÍM BUBNU

$$F_U = (F_{st} + F_{\check{c}} + F_o + F_{ba} + F_h) \cdot v \quad (24)$$

$$F_U = (771,20 + 288 + 125,1 + 26,83 + 133,07)$$

$$F_U = 1324,2 \text{ N}$$

Kde:	F_{st}	[N]	odpor pro překonání dopravní výšky
	$F_{\check{c}}$	[N]	odpor čističe pásu
	F_o	[N]	odpor ohybu pásu na bubnech
	F_{ba}	[N]	odpor setrvačných sil při nakládání materiálu
	F_h	[N]	součet hlavních odporů

3.11 VÝKON POTŘEBNÝ K DOPRAVĚ MATERIÁLU**3.11.1 PROVOZNÍ VÝKON NA HNACÍM BUBNU**

$$P_A = F_U \cdot v \quad (25)$$

$$P_A = 1324,2 \cdot 1,6$$

$$P_A = 2118,72 \text{ W}$$

3.11.2 PROVOZNÍ VÝKON HNACÍHO MOTORU

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

$$P_M = \frac{2118,72}{0,9} \quad (26)$$

$$P_M = 2354,13 \text{ W}$$

Kde:	η	[-]	účinnost elektromotoru dle lit. [1] voleno $\eta=0,9$
------	--------	-----	---

4 VOLBA KOMPONENT

4.1 DOPRAVNÍ PÁS

Volím pryžový pás EP 400/3 Y od firmy Gumex [6] na základě výpočtu 3.5. Pás je odolný proti opotřebení a zároveň výrobcem doporučován pro transport abrazivního materiálu. Rozměry pásu jsou uvedeny v tab. 1



Obr. 9 Dopravní pás [6]

Tab. 1 Rozměry dopravního pásu [6]

Typ	Pevnost pásu	Šířka pásu	Tloušťka pásu	Min. ϕ hnacího bubnu	Hmotnost	Počet vložek	Rozsah pracovních teplot
	[N/mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/m]	[-]	[°C]
EP 400/3 Y	400	400	9	315	4,854	3	-20/+60

4.1.1 SPOJENÍ PÁSU

Volím spojku Rivet R2 od firmy Gumex [7]. Spojka je výrobcem doporučována k výše zvolenému typu pásu.

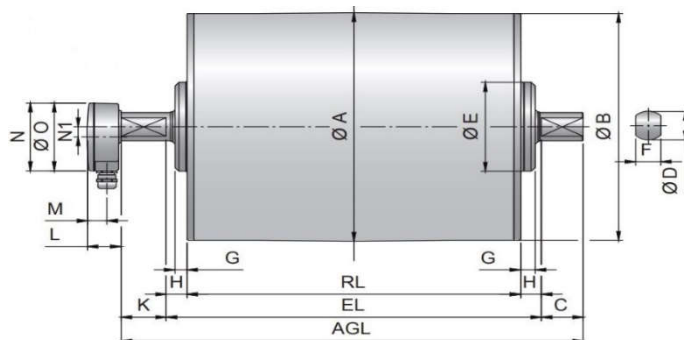


Obr. 10 Spojka pásu Flexco Rivet R2[7]

4.2 POHON

4.2.1 ELEKTROBUBEN

Volím elektrobuben 320M od firmy Rulmeca [8]. Dle bližších specifikací vybírám variantu M, jež je vhodná pro středně těžké provozy. Celkový příkon volím 4kW. Charakteristika a rozměry elektrobubnu jsou uvedeny v tab. 1



Obr. 11 Elektrobuben Rulmeca 320M [8]

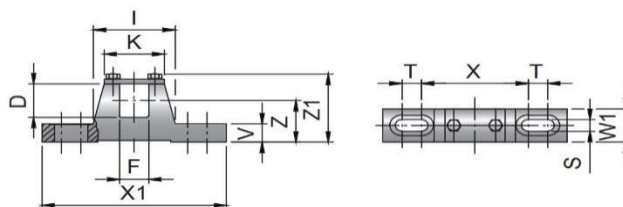
Tab. 2 Charakteristika a rozměry elektrobubnu [8]

Typ	Výkon	Počet pólů	Rychlost pásu	Převodový stupeň	Točivý moment	Dovolené zatížení	Tah pásu
	[kW]	[-]	[m/s]	[mm]	[Nm]	[N]	[N]
320M	4	4	1,6	2	380	20000	2368

A	B	C	D	E	F	G	H	K	L	M	N	N1	RL
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
321	319	50	40	125	30	17,5	22	54	41	27	107	14	500

4.2.2 UKOTVENÍ ELEKTROBUBNU

Patky pro upevnění jsou součástí dodávky elektrobubnu. Rozměry patek jsou v tab.3. [8]



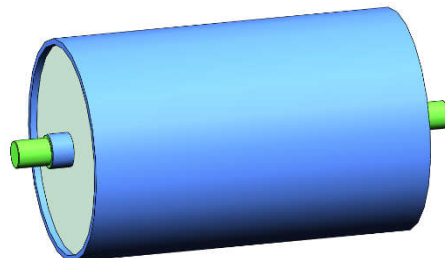
Obr. 12 Ukotvení elektrobubnu [8]

Tab. 3 Rozměry ukotvení elektrobubnu [8]

D	F	I	K	S	T	V	W1	X	X1	Z	Z1
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
40	30	84	62	14	20	22	40	110	190	50	83

4.2.3 Hnaný buben

Hnaný buben je uvažován jako svařovaná sestava. Buben je po svaření obroben, pro zamezení obvodového házení. Základní rozměry jsou uvedeny v tab. 4.



Obr. 13 Hnaný buben

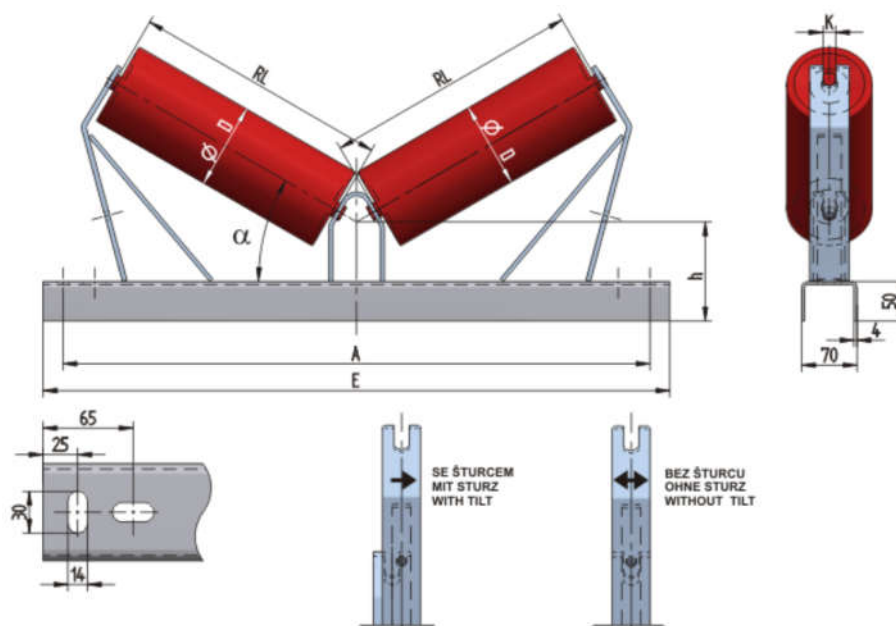
Tab. 4 Rozměry hnaného bubnu

Průměr hřídele pro ložisko	Průměr bubnu	Celková délka bubnu	Délka hřídele pro ložisko	Délka nosné části bubnu
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
40	320	643	49	500

4.3 VÁLEČKOVÉ STOLICE

4.3.1 NOSNÁ VĚTEV TRATĚ

Volím dvouválečkovou stolicí typ PE2-125 od firmy GTK Tupesy pro nominální šířku pásu 400mm a sklonem válečků 20°. [9] Rozměry stolice jsou uvedeny v tab. 5.



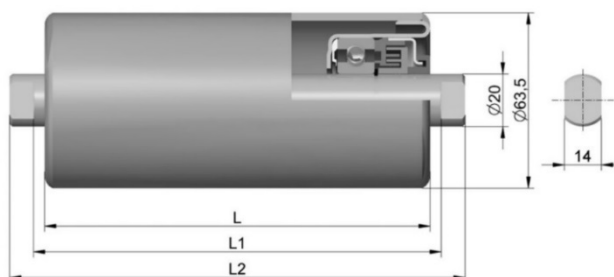
Obr. 14 Dvouválečková stolice typu PE2-125[9]

Tab. 5 Rozměry dvouválečkové stolice [9]

Šířka pásu	D	RL	α	h	A	E	K	hmotnost
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/ks]
400	63,5	250	20	125	640	690	14	4,9

4.3.2 VÁLEČKY NOSNÉ VĚTVE TRATĚ

Volím hladké válečky typ 63×250 / 6204 od firmy Transroll [11]. Rozměry válečků jsou v tab. 6.



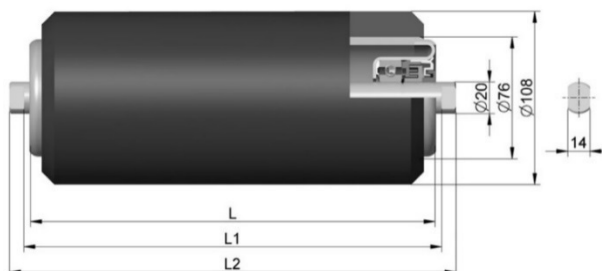
Obr. 15 Hladký váleček typu 63x250/6204 [11]

Tab. 6 Rozměry hladkého válečku [11]

L	L1	L2	hmotnost
[mm]	[mm]	[mm]	[kg/ks]
250	258	276	2,2

4.3.3 VÁLEČKY DOPADOVÉ ČÁSTI TRATĚ

Volím pogumované válečky typ 108/76×250 / 6204 od firmy Transroll [11]. Rozměry válečků jsou v tab. 7.



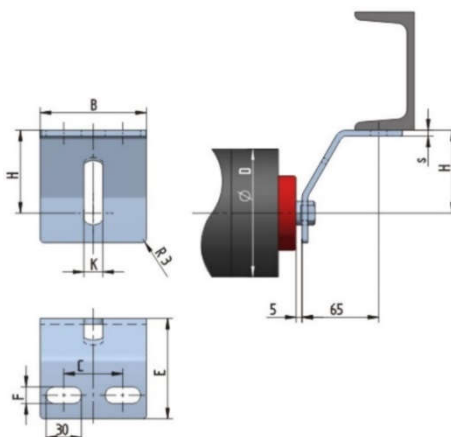
Obr. 16 Pogumovaný váleček typu 108/76x250/6204 [11]

Tab. 7 Rozměry pogumovaného válečku [11]

L	L1	L2	hmotnost
[mm]	[mm]	[mm]	[kg/ks]
250	258	276	2,2

4.3.4 VRATNÁ VĚTEV TRATĚ

Volím upevnění typu UB2 od firmy GTK Tupesy. Pro ukotvení válečku je potřeba dvojice patek. Základní rozměry jsou uvedeny v tab. 8. [10]



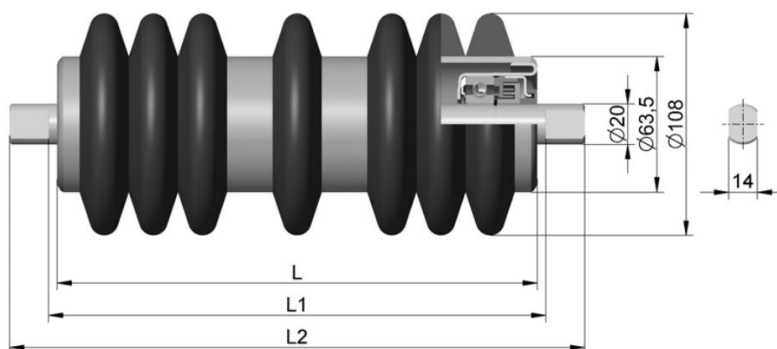
Obr. 17 Upevnění typu UB2 [10]

Tab. 8 Rozměry upevnění válečků

Šířka pásu	B	s	F	E	H	C	D	hmotnost
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/ks]
400	90	5	14	85	70	50	108	4,9

4.3.5 VÁLEČKY VRATNÉ VĚTVE TRATĚ

Volím diskové válečky typ 108/63×500 / 6204 od firmy Transroll [11]. Rozměry válečků jsou v tab. 9.



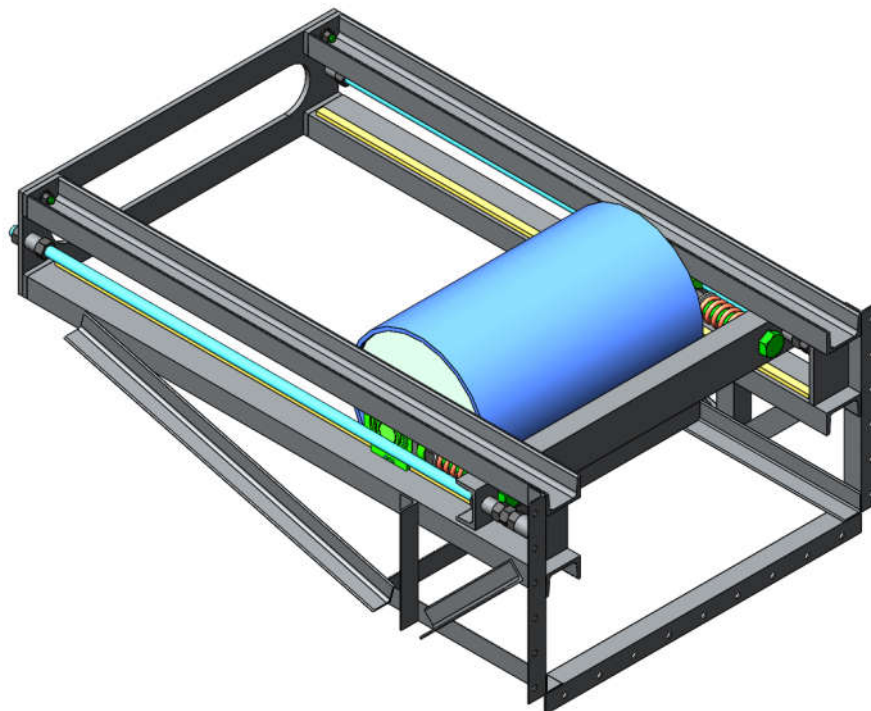
Obr. 18 Diskový váleček typu 108/63x500/6204 [11]

Tab. 9 Rozměry diskového válečku [11]

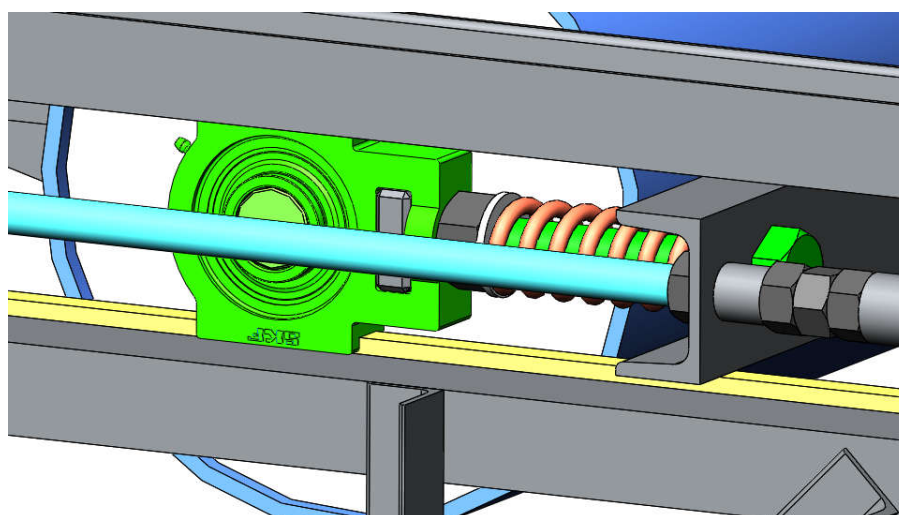
L	L1	L2	hmotnost
[mm]	[mm]	[mm]	[kg/ks]
500	508	546	4,1

4.4 NAPÍNACÍ STANICE

Napínání pásu je provedeno jednoduchým mechanismem. Hlavní napnutí zajišťují dvě závitové tyče. Vedlejší tlumení následně tvoří dvě pružiny, schopné vyrovnat chvění při provozu. Buben samotný je uložen ve dvou ložiskových jednotkách s vedením. Rám stanice je tvořen profily U80 ČSN 42 5570 a L40 ČSN 42 5541. Délka posuvu bubnu je úměrná délky osových vzdáleností přibližně 2%. [4][17][18]



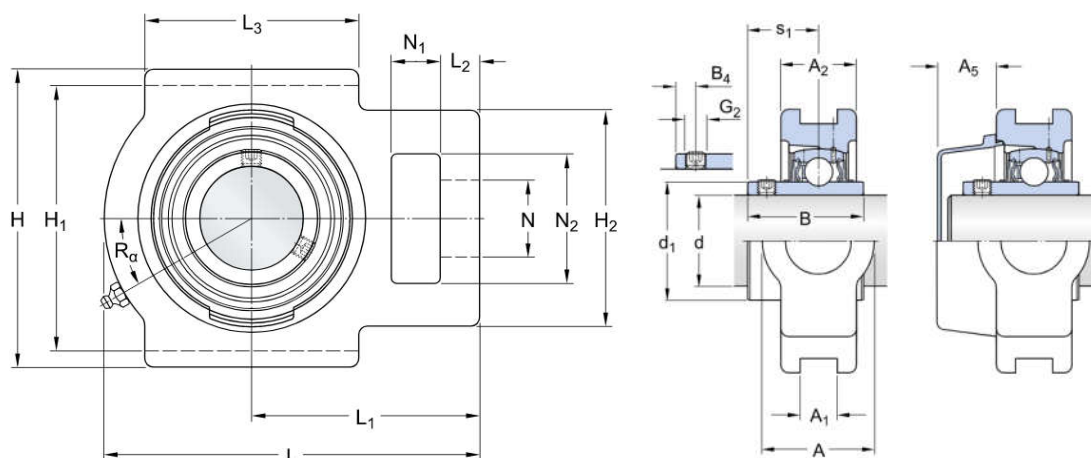
Obr. 19 Izometrický pohled napínací stanice



Obr. 20 Detail napínání bubnu

4.4.1 LOŽISKOVÁ JEDNOTKA

Volím ložiskovou jednotku typ TU 40 TF od firmy SKF. [17]



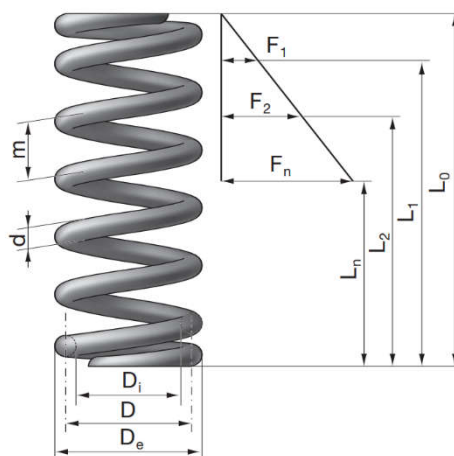
Obr. 21 Ložisková jednotka typu TU 40TF [17]

Tab. 10 Rozměry ložiskové jednotky [17]

d	A	A_1	A_2	A_5	B	H	H_1	H_2
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
40	49	17,5	33	24	49,2	115	101	83
L	L_1	L_2	L_3	N	N_1	N_2	s_1	-
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	-
145	88	15	83	29	19	50	30,2	-

4.4.2 NAPÍNACÍ PRUŽINA

Volím napínací pružinu 8x48x135x8,5 od firmy Hennlich. [18]



Obr. 22 Tlačná pružina typu 8x48x135x8,5 [18]

Tab. 11 Rozměry tlačné pružiny [18]

d	D	D1	De	L0	Ln	n	Fn	k	hmotnost
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[N]	[N/mm]	[kg/ks]
8	40	48	32	135	92	8,5	3305,4	76,8	0,5

4.5 ČISTIČ PÁSU

Volím čelní stěrač typ CJ 1.1 od firmy AB Technology. Pás je jednoduché konstrukce, osazen břitovými destičkami z karbidu wolframu. Pás je vhodný pro stírání vysoce abrazivního materiálu. [12]

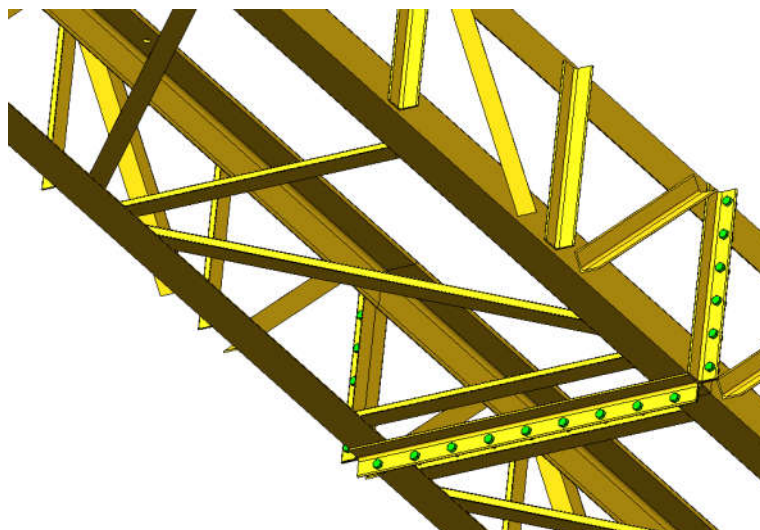


Obr. 23 Čelní stěrač typu CJ 1.1 [12]

4.6 NOSNÁ KONSTRUKCE

4.6.1 RÁM

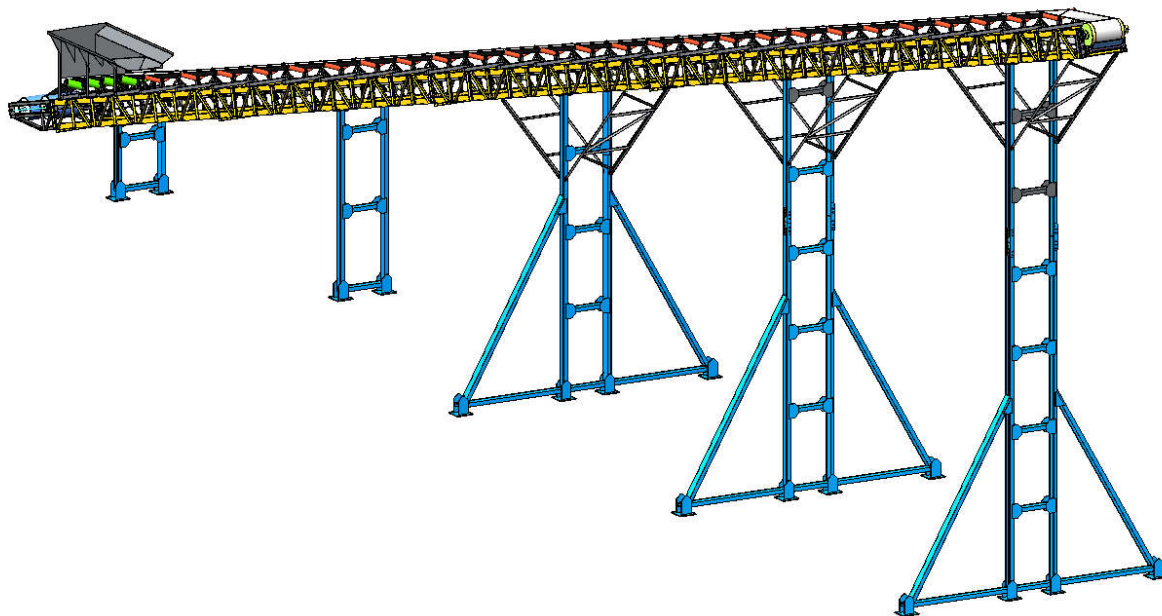
Rám tvoří příhradovou konstrukci z profilů L80 a L40 ČSN 42 5541. Použitý typ konstrukce má dostatečnou tuhost k vlastní hmotnosti. Celý rám je rozdělen do 5 segmentů z manipulačních důvodů. Spojení segmentů je provedeno standartními šrouby. [4]



Obr. 24 Detail spojení segmentového rámu

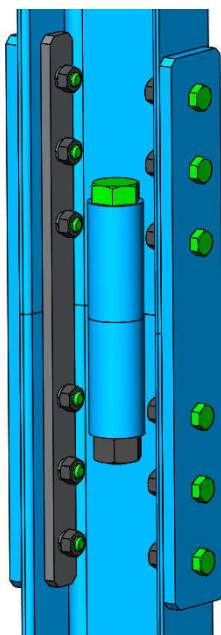
4.6.2 STOJINY

Stojiny tvoří svařenec z profilů U120 ČSN 42 5570 a doplňkových plechů. Stojiny podpírají rám v pěti místech. Jsou uchyceny kotevními šrouby do betonového základu. Na posledních třech stojinách jsou použity vzpěry pro větší bezpečnost.



Obr. 25 Celkové rozmístění stojin v plné délce dopravniku

Z manipulačních důvodů jsou rozděleny i poslední nejvyšší dvě stojiny. Spojení je provedeno skrze příložky a centrální šroub.



5 VÁPENEC

Pásový dopravník je dimenzován a konstruován na přesun drceného vápence se zrnitostí 0-20mm.



Obr. 26 Vápenec s příměsí jílu [21]

5.1 ROZBOR VÁPENCE

Vápenec je usazená hornina jejíž hlavní složkou je uhličitan vápenatý, tj, kalcit a aragonit. Jako příměsí se vyskytují dolomit, siderit, křemen a jílové minerály. Vápenec je jednou z nejzastoupenějších sedimentů na planetě

Můžeme jej rozdělit dle chemického složení. Čistý vápenec má bílou barvu. Příměsí vápenec zabarvují do šeda až červena. Zvláště viditelný tento úkaz je při zvětrávání.

Ložiska vápence vznikají biochemickou a biomechanickou cestou. První z uvedených využívá biochemických procesů k vytvoření organických struktur, například korálových útesů. Druhý je založen na nahromadění skořápek a ulit měkkýšů. [21]

5.2 VYUŽITÍ VÁPENCE

V dnešní době je využití vápence velice rozsáhlé. Využívá se v jakékoliv formě, od velkých kusů skály až po namletý prach. Největší použití lze najít ve stavebnictví k výrobě páleného vápna, cementu. Kamenicí jej využívají i pro okrasnou kamenickou výrobu. Své podstatné zastoupení má i v jiných odvětvích. Jde zejména o metalurgii, chemický průmysl, a papírnictví. [24]

5.3 DĚLENÍ VÁPENCE

Vápenec se ve své čisté podobě vyskytuje zřídka. Většinou je v příměsi s jílem, karbonitem nebo dolomitem. Rozdělení podle příměsí uvádí tabč.12, která dává v poměr vápenec a jíl.

Tab. 12 Rozdělení vápence podle příměsí [24]

<i>Sediment</i>	<i>Obsah CaCO₃</i>	<i>Obsah jílu</i>
Vápenec vysokoprocentní	100-98	0-2
Vápenec chemicky čistý	98-95	2-5
Vápenec	95-90	5-10
Jílovitý vápenec	90-75	10-25
Slín vysokoprocentní	75-40	25-60
Slín nízkoprocentní	40-15	60-85
Vápnitý jíl	15-5	85-95
Jíl	5-0	95-100

5.4 ZPRACOVÁNÍ VÁPENCE

Těžba a zpracování vápence probíhá v několika fázích. Prvotním je vytěžení suroviny z ložisek a dutin. Následně se materiál převezde do drtíren, kde se z velkých celků rozbije na menší frakce. Poté je skrze soustavu dopravníků vápenec tříděn, nebo dále zpracováván například v mlýně. [22]



Obr. 27 Mobilní vápencová drtička se čtyřmi pásovými dopravníky [23]

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce je přednést konstrukční návrh pásového dopravníku pro drcený vápenec. Konstrukční návrh se odvíjí od výpočtu dle normy ČSN ISO 5048. Pomocí normy je možné sestavit přehled základních parametrů nutných pro volbu komponentů. Jde zejména o šířku pásu, výkon hnacího bubnu a počet válečkových stolic. Vzhledem k dopravované délce jsem zvolil příhradový rám, dělený na segmenty pro snazší manipulaci. Stojiny jsou z nosníků vhodných pro velké zatížení. V násypné části se nachází napínací stanice s dostatečnou délkou napínání pro dlouhou životnost zařízení. Komponenty jsou od tradičních výrobců, z čehož vyplývá dlouhá provozuschopnost dopravníku. Práce obsahuje nezbytnou výkresovou dokumentaci kompletního pásového dopravníku a podsestavy napínací stanice.

POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] ČSN ISO 5048. Zařízení pro plynulou dopravu nákladů - Pásové dopravníky s nosnými válečky - Výpočet výkonu a tahových sil. Praha: Český normalizační institut, 1994. 16 s.
- [2] DRAŽAN, František. Teorie a stavba dopravníků. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1983. 290 s.
- [3] GAJDŮŠEK, Jaroslav a Miroslav ŠKOPÁN. Teorie dopravních a manipulačních zařízení. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 1988. ISBN 1524. 277 s.
- [4] LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření. 5., upr. vyd. Úvaly: Albra, 2011. ISBN 978-80-7361-081-4.
- [5] POLÁK, Jaromír, Jiří PAVLIŠKA a Aleš SLÍVA. *Dopravní a manipulační zařízení I.* 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2001. ISBN 80-248-0043-8
- [6] Gumex: Pryžový dopravníkový pás [online]. [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.gumex.cz/h/ep-4003-y-pryzovy-dopravnikovy-pas-00867?Filter=True>
- [7] Gumex: Spojky pro pryžové pásy [online]. [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.gumex.cz/h/spojky-r2-r2s-pro-pryzove-pasy-01851?Filter=True>
- [8] Rulmeca: Motorizované hnací bubny [online]. [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: https://www.rulmeca.com/en/products_bulk/catalogue/6/motorized_pulleys/15/motorized_pulleys_for_belt_conveyors_bulk/75/motorized_pulley_320l_320m_320h
- [9] GTK Tupesy: Válečkové stolice [online]. [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.gtktupesy.cz/index.php?page=stanicka&skupina=PE2-125&language=cz>
- [10] GTK Tupesy: Úchyty vratných větví [online]. [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.gtktupesy.cz/index.php?page=stanicka&skupina=UB1&language=cz>
- [11] Transroll: Produktový katalog [online]. [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <http://www.transroll.cz/obrazky-soubory/produktovy-katalog-cz-815fa.pdf?redir>
- [12] Techbelt: Stěrače dopravních pásů [online]. [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.dopravnipasy.com/sterace-dopravnich-pasu>
- [13] IndiaMart: Příklad použití pásového dopravníku [online]. [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.indiamart.com/proddetail/n17-conveyor-belts-4562275812.html>
- [14] JVMmetal: Dopravníkové pásy [online]. [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://jvmmetal.cz/dopravnikove-pasy/>
- [15] Stavební Technika: Článek [online]. [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.stavebni-technika.cz/clanky/m-technik-zaruka-dlouhodobé-ochrany-pasovych-dopravniku-byh>
- [16] I-Tes: Elektrobubny [online]. [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <http://www.i-tes.com/profile/elektrobubny-rulmeca-320mm--sypke-materialy--4950>

- [17] *SKF: Ložisková jednotka* [online]. [cit. 2019-05-22]. Dostupné z: <https://www.skf.com/in/products/bearings-units-housings/bearing-units/ball-bearing-units/y-bearing-take-up-units/y-bearing-take-up-units/index.html?designation=TU%2040%20TF>
- [18] *Hennlich: Tlačné pružiny* [online]. [cit. 2019-05-22]. Dostupné z: https://www.hennlich.cz/fileadmin/_migrated/cz_Tlačné_pružiny_-_tabulky_patent_5_6-10.pdf
- [19] *E-konstruktor: Hustota materiálů* [online]. [cit. 2019-05-22]. Dostupné z: <https://e-konstruktor.cz/prakticka-informace/hustota-materialu-a-latek>
- [20] *Rexnord: Přehled produktů* [online]. [cit. 2019-05-22]. Dostupné z: https://www.rexnord.com/contentitems/techlibrary/documents/ce1-001_brochure
- [21] *ČVUT: Internetový kurz* [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <http://departments.fsv.cvut.cz/k135/wwwold/webkurzy/mikro/vapenec.html>
- [22] *Lhoist: Optimalizace těžby a zpracování vápence* [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.vumo.cz/wp-content/uploads/2015/05/06-optimalizace-tezby-a-zpracovani-vapencu.pdf>
- [23] *Kefid: Mobilní vápencová drtírna* [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: https://www.kefid.com/v3/Solution/Different/150TPH_Mobile_Limestone_Crusher_Plant_633.html
- [24] *VUMO: Uplatnění vápencové suroviny* [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.vumo.cz/wp-content/uploads/2015/05/22-uplatneni-vapencove-suroviny-z-hlediska-kvality-v-ruznych-prumyslovych-odvetvych.pdf>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

a_h	[m]	rozteč válečkových stolic
a_{hd}	[m]	rozteč válečkových stolic v dopadové části
a_s	[m]	rozteč válečkových stolic v nezátížené části
B	[m]	šířka dopravníkového pásu
b	[m]	využitelná ložná šířka pásu
d	[m]	tloušťka pásu
D_b	[m]	průměr hnaného bubnu
f	[-]	globální součinitel tření
F	[N]	průměrný tah v pásu
F_{ba}	[N]	odpor setrvačných sil při nakládání materiálu
$F_{\check{c}}$	[N]	odpor čističe pásu
F_h	[N]	součet hlavních odporů
F_o	[N]	odpor ohybu pásu na bubnech
F_{st}	[N]	odpor pro překonání dopravní výšky
F_U	[N]	odpor pro překonání dopravní výšky
g	$[m \cdot s^{-2}]$	tíhové zrychlení
H	[m]	převýšení
I_m	$[kg \cdot h^{-1}]$	hmotnostní dopravní výkon
I_v	$[m^3 \cdot s^{-1}]$	objemový dopravní výkon
k	[-]	součinitel sklonu
k_1	[-]	součinitel sklonu dopravníku
L	[m]	dopravní délka
l	[m]	délka dopadové části
L_n	[m]	dopravní délka nosné části
m_{rd}	[kg]	hmotnost rotujících částí spodní větve
m_{rh}	[kg]	hmotnost rotujících částí horní větve
η	[-]	účinnost elektromotoru
p	[Pa]	tlak mezi pásem a čističem
P_1	[m]	počet válečků v horní části větve
P_{1d}	[m]	počet dopadových válečků v horní části větve
P_2	[m]	počet válečků v dolní části větve

P_A	[W]	provozní výkon na hnacím bubnu
P_M	[W]	celkový výkon hnacího bubnu
Q	[kg·h ⁻¹]	dopravní výkon
q_B	[kg·m ⁻¹]	hmotnost 1 metru pásu
q_R	[kg·m ⁻¹]	hmotnost rotujících částí dopravníku na 1m délky
q_S	[kg·m ⁻¹]	hmotnost statických částí dopravníku na 1m délky
S	[m ²]	celková plocha průřezu náplně
S_1	[m ²]	plocha horní části náplně pásu
S_2	[m ²]	plocha dolní části náplně pásu
S_t	[m ²]	teoretická plocha náplně pásu
S_k	[m ²]	skutečná plocha náplně pásu
t_c	[m]	tloušťka čističe pásu
v	[m·s ⁻¹]	rychlost pásu
v_o	[m·s ⁻¹]	rychlost materiálu ve směru pohybu dopravníku při pohybu
β	[°]	úhel sklonu nosných válečků
δ	[°]	sklon dopravníku
θ	[°]	dynamický sypný úhel
μ_3	[N]	součinitel tření mezi pásem a čističem
ρ	[kg·m ⁻³]	objemová sypná hmotnost

SEZNAM PŘÍLOH

Výkresová dokumentace:

Číslo výkresu	Název	Typ výkresu	List
PD-001000	Pásový dopravník	Výkres sestavy	1/4
PD-001000-01	Pásový dopravník	Kusovník	2/4
PD-001000-02	Pásový dopravník	Kusovník	3/4
PD-001000-03	Pásový dopravník	Kusovník	4/4
PD-014000	Napínací stanice	Výkres sestavy	1/2
PD-014000-01	Napínací stanice	Kusovník	2/2