



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

Yermek Kadyrgozhin

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Jiří Malášek, Ph.D.

BRNO 2017

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student:	Yermek Kadyrgozhin
Studijní program:	Strojrenství
Studijní obor:	Stavba strojů a zařízení
Vedoucí práce:	doc. Ing. Jiří Malášek, Ph.D.
Akademický rok:	2016/17

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:

- dopravní výkon 47 000 kg.h⁻¹,
- osová vzdálenost 21,7 m,
- výškový rozdíl 5,3 m,
- dopravovaný materiál - zrnitost - 0 až 15 mm.

Cíle bakalářské práce:

Vypracovat funkční výpočet dle ČSN a určení hlavních rozměrů, návrh pohonu, přibližný pevnostní výpočet hřídele hnaného bubnu.

Nakreslit sestavný výkres dopravníku, podsestavu napínací stanice.

Seznam literatury:

SHIGLEY, Joseph Edward, Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS, VLK, Miloš (ed.).
Konstruování strojních součástí. 1. vyd. Přeložil Martin HARTL. V Brně: VUTUM, 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 K LAPITA. Manipulácia s materiálom v doprave. 1. vyd. V Žiline: EDIS, 2003. ISBN 8080701741.

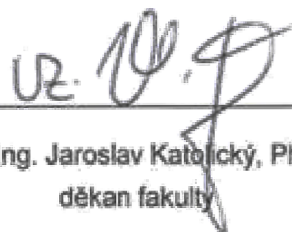
LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabuľky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření. 1. vyd. Úvaly: Albra, 2003. ISBN 8086490742.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17.

V Brně, dne 1. 11. 2016



prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.
ředitel ústavu



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



ABSTRAKT

Podstatou této bakalářské práce je provést konstrukční návrh a výpočet pásového dopravníku pro dopravu drceného vápence s dopravním výkonem $47\,000\text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$, výškovým rozdílem 5,3 metrů a osovou vzdáleností 21,7 metrů. Práce zahrnuje stručný popis hlavních částí pásového dopravníku, funkční výpočet dle normy ČSN ISO 5048, určení hlavních rozměrů, návrh pohonu a napínacího zařízení pásového dopravníku. Dále je proveden pevnostní výpočet vybraných částí pásového dopravníku, a rozbor vlastností dopravovaného materiálu. K práci je přiložena požadovaná výkresová dokumentace.

KLÍČOVÁ SLOVA

Pásový dopravník, drcený vápenec, dopravní pás, pohon dopravníku, napínací zařízení, hnaný buben.

ABSTRACT

The principle of this thesis is to design and calculation of belt conveyor for transport of crushed limestone with the capacity of 47,000 kg per hour, a height difference of 5,3 meters and 21,7 meters axial distance. The thesis includes a brief description of the main parts of the belt conveyor, the functional calculations according to standard ČSN ISO 5048, the determination of the main dimensions, the design of the drive and conveyor belt tensioning device. It is also performed stress analysis of selected parts of the conveyor belt, and analysis of the characteristics of the conveyed material. The thesis is accompanied by all the necessary technical drawings.

KEYWORDS

Conveyor belt, crushed limestone, conveyor drive, tensioning device, driven drum.



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KADYRGOZHIN, Y. *Pásový dopravník pro drcený vápenec*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2017. 70 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 doc. Ing. Jiřího Maláška, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 26. května 2017

.....

Yermek Kadyrgozhin



PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Jiřímu Maláškovi, Ph.D. za cenné a odborné rady, které jsem využil při zpracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za plnou podporu při studiu.



OBSAH

Úvod	12
1 Pásové dopravníky.....	13
1.1 Rozdělení pásových dopravníků	13
1.2 Schéma pásového dopravníku	14
2 Konstrukční prvky pásového dopravníku.....	15
2.1 Dopravní pás	15
2.1.1 Rozdělení dopravních pásů podle materiálu.....	15
2.1.2 Rozdělení dopravních pásů podle konstrukce	15
2.2 Válečkové stolice	16
2.3 Válečky	16
2.3.1 Nosné válečky	17
2.3.2 Nosné dopadové válečky	17
2.3.3 Diskové válečky	17
2.4 Bubny	17
2.4.1 Hnací bubny	18
2.4.2 Hnané bubny	18
2.5 Napínací zařízení	18
2.6 Nosná konstrukce.....	19
2.7 Čističe pásu	19
3 Funkční výpočet pásového dopravníku	21
3.1 Zadané hodnoty.....	21
3.2 Sklon dopravníku	21
3.3 Volba rychlosti pásu	22
3.4 Teoretický průřez náplně pásu	22
3.5 Volba šířky pásu	23
3.6 Celková plocha průřezu náplně pásu	23
3.6.1 Využitelná ložná šířka pásu.....	23
3.6.2 Dynamický sypný úhel	24
3.6.3 Plocha průřezu horní části náplně pásu	24
3.6.4 Plocha průřezu dolní části náplně pásu.....	24
3.7 Skutečná plocha náplně pásu	25
3.7.1 Součinitel korekce vrchlíku náplně pásu	25
3.7.2 Součinitel sklonu	25
3.8 Kontrola pásu na potřebný ložný prostor.....	26
3.9 Dopravní výkon	26



3.9.1	Objemový dopravní výkon	26
3.9.2	Hmotnostní dopravní výkon	26
3.10	Kontrola dopravního výkonu	27
3.11	Hlavní odpory	27
3.11.1	Počet válečkových stolic v nosné části dopravníku	28
3.11.2	Počet dopadových válečkových stolic v nosné části dopravníku	28
3.11.3	Hmotnost rotujících částí válečku na 1 m délky v nosné a dopadové větvi	29
3.11.4	Počet válečkových stolic ve nezátížené části dopravníku	29
3.11.5	Hmotnost rotujících částí válečku na 1 m ve nezátížené části dopravníku	29
3.11.6	Hmotnost dopravovaného materiálu na 1 m délky	30
3.12	Vedlejší odpory	30
3.12.1	Odpor setrvačných sil v oblasti nakládání a urychlování	31
3.12.2	Urychlovací délka	31
3.12.3	Odpor tření mezi dopravovaným materiálem a bočním vedením	32
3.12.4	Odpor ohybu pásu na bubnech	32
3.12.5	Odpor v ložiskách hnaného bubnu	33
3.13	Přídavné hlavní odpory	33
3.13.1	Odpor vychýlených bočních válečků	33
3.14	Přídavné vedlejší odpory	34
3.14.1	Odpor od čističe pásu	34
3.14.2	Plocha dotyku mezi pásem a čističem	35
3.14.3	Odpor od tření bočního vedení s materiálem	35
3.15	Odpor pro překonání dopravní výšky	36
3.16	Potřebný výkon a obvodová síla	36
3.16.1	Obvodová síla na hnacím bubnu	36
3.16.2	Provozní výkon na hnacím bubnu	37
3.16.3	Provozní výkon hnacího motoru	37
3.17	Síly působící na pás	37
3.17.1	Maximální obvodová hnací síla	38
3.17.2	Přenos obvodové síly na hnacím bubnu	38
3.17.3	Omezení podle průvěsi pásu na horní větvi	38
3.17.4	Omezení podle průvěsi pásu na dolní větvi	39
3.17.5	Největší tahová síla v pásu	39
3.17.6	Kontrola pásu	40
3.17.7	Síla v horní větvi	40
3.17.8	Síla v dolní větvi	40



3.17.9	Celková síla namáhající buben	41
4	Konstrukční řešení	42
4.1	Dopravní pás	42
4.1.1	Spojení pásu	42
4.2	Válečkové stolice a válečky	43
4.2.1	Válečková stolice nosné větve	43
4.2.2	Válečky nosné větve	43
4.2.3	Dopadové válečky nosné větve	44
4.2.4	Válečková stolice vratné větve	45
4.2.5	Válečky vratné větve	46
4.3	Pohon dopravníku	46
4.3.1	Držák elektrobubnu	47
4.4	Volba napínacího zařízení	48
4.4.1	Hnaný buben	49
4.4.2	Ložisková jednotka	49
4.4.3	Napínací pružina	50
4.5	Čistič pásu	50
4.6	Konstrukce rámu	51
4.7	Konstrukce stojin	52
5	Pevnostní výpočet	53
5.1	Pevnostní výpočet hřídele hnaného bubnu	53
5.1.1	Průběh VVÚ na hřídeli	53
5.1.2	Síly působící na hřídel	54
5.1.3	Maximální ohybový moment v bodě I	55
5.1.4	Modul ohybu v bodě I	55
5.1.5	Maximální ohybové napětí v bodě I	56
5.1.6	Bezpečnost k meznímu stavu pružnosti v bodě I	56
5.1.7	Maximální ohybový moment v bodě II	57
5.1.8	Modul ohybu v bodě II	57
5.1.9	Ohybové napětí v bodě II	57
5.1.10	Maximální ohybové napětí v bodě II	58
5.1.11	Bezpečnost k meznímu stavu pružnosti v bodě II	58
6	Rozbor dopravovaného materiálu	59
6.1	Pojem dopravovaného materiálu	59
6.2	Dělení vápeneců	59
6.2.1	Hodnocení podle velikosti zrna kusových vápenců a dolomitů	60



6.2.2	Hodnocení dle jemnosti mletí mletých vápenců a dolomitů	60
6.2.3	Barva vápenců	60
	Závěr.....	61
	Seznam použitých zkratk a symbolů	64
	Seznam obrázků.....	68
	Seznam tabulek.....	69
	Seznam příloh.....	70



ÚVOD

Dopravník je soustavné dopravní zařízení slouží k přemísťování různých materiálů v nejrůznějších průmyslových oborech [2]. Dopravníky jsou nedílnou součástí moderního technologického procesu, určují a regulují pracovní tempo, rychlost výroby, také přispívají ke zvýšení produktivity práce a zvýšení produkce. Projektované dopravníky musí být dostatečně pevné, spolehlivé, trvanlivé a nákladově efektivní v provozu a výroba by měla být provedena při co nejnižších nákladech na materiál a práce.

Mezi nejmodernější přepravní prostředky patří pásové dopravníky. Pásové dopravníky jsou dopravníky, jejichž unášecím prvkem je nekonečný dopravní pás obíhající mezi hnacím a vratným bubnem. Výhodou pásových dopravníků jsou v tom, že pásové dopravníky mají větší výkonnosti, hospodárnosti provozu a údržby oproti jiným dopravním prostředkům [3].

Pásové dopravníky se používají v průmyslu, stavebnictví, zemědělství a dalších oblastech hospodářství.



Obr. 1 Příklad pásového dopravníku [19]



1 PÁSOVÉ DOPRAVNÍKY

Pasové dopravníky jsou zařízení vhodné pro dopravu hmot sypkých, ale i kusových zboží a to v směru vodorovném, šikmém a ve zvláštních případech i ve směru strmém. Dopravní pás přitom tvoří jak tažný, tak nosný orgán pro přepravovaný materiál. Hlavní přednosti jsou vysoká dopravní rychlost, vysoký dopravní výkon, jednoduchá údržba, velká dopravní vzdálenosti, malá spotřeba energie, možnost nakládání a vykládání materiálu [1], [2].

1.1 ROZDĚLENÍ PÁSOVÝCH DOPRAVNÍKŮ

Dle literatury [1] se pasové dopravníky dělí do následujících skupin:

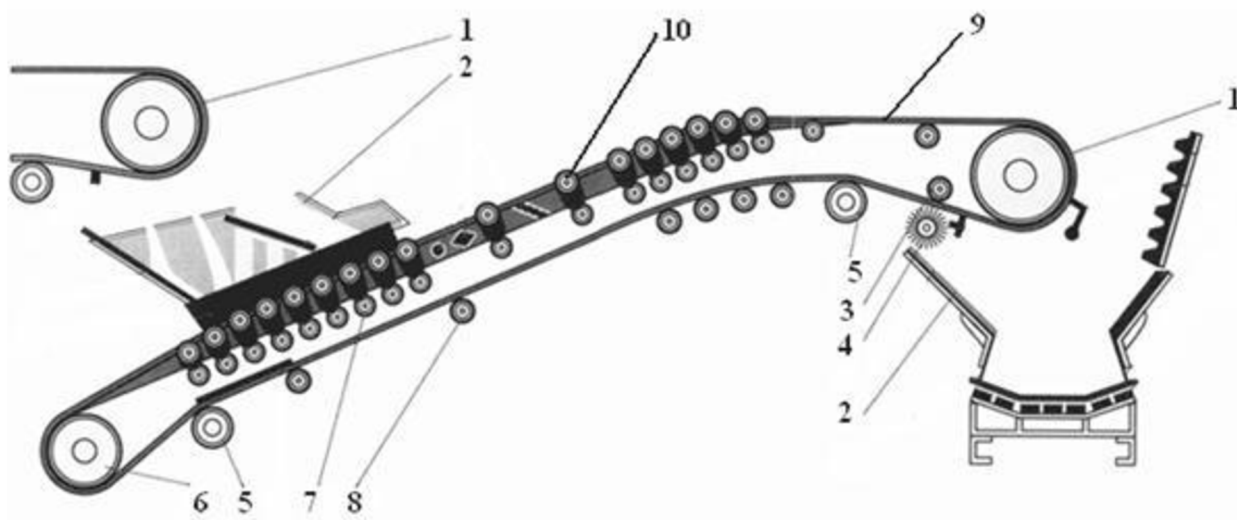
- a) podle tažného elementu (dopravního pásu):
 - dopravníky s gumovým pásem nebo pásem PVC
 - dopravníky s ocelovým pásem
 - dopravníky s ocelogumovým pásem
 - dopravníky s pásem z drátěného pletiva

- b) podle tvaru dopravníku:
 - dopravníky vodorovné
 - dopravníky šikmé
 - dopravníky konvexní (přechod ze šikmého směru na vodorovný)
 - dopravníky konkávní (přechod z vodorovného směru na šikmý)
 - dopravníky kombinované (kombinace konvexního a konkávního)

- c) podle provedení nosné konstrukce:
 - dopravníky stabilní
 - dopravníky pojízdné a přenosné
 - dopravníky přestavitelné



1.2 SCHÉMA PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU



Obr. 2 Schéma pásového dopravníku [20]

1 - hnací buben; 2 - násypka; 3 - vodící válečky; 4 - čistič pásu; 5 - vodící bubny; 6 - hnáný buben; 7 - dopadové válečky; 8 - válečky (dolní válečková stolice); 9 - dopravní pás; 10 - nosné válečky (horní válečková stolice)



2 KONSTRUKČNÍ PRVKY PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU

2.1 DOPRAVNÍ PÁS

Dopravní pás je nejdůležitější, cenově nejnáročnější a nejméně odolný prvek celého dopravníku, který je zároveň nosným a tažným elementem. Životnost pásu především závisí na správnosti jeho volby pro konkrétní dopravní aplikaci, charakteru provozu, okolních podmínkách a údržbě [1].

Požadavky kladené na dopravní pás [1]:

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

Dopravní pásy se skládají z nosné kostry tvořené textilními vložkami z bavlny, polyamidu, nebo z jejich kombinací oboustranně chráněné gumovými krycími vrstvami a gumovými ochrannými okraji. Textilní vložky jsou vzájemně spojené tenkými vrstvami z měkké pryže. Horní krycí vrstva má za účel chránit textilní kostru před abrazivními účinky materiálu, atmosferickými vlivy a případným jiným mechanickým poškozením, dolní krycí vrstva ji chrání před abrazivním účinky nosných válečků a bubnů, boční vrstvy před odíráním vodícími lištami nebo strážními válečky [1].

2.1.1 ROZDĚLENÍ DOPRAVNÍCH PÁSŮ PODLE MATERIÁLU

Dle literatury [3] se dělí:

- gumové
- polyvinylchloridové
- ocelové
- ocelovogumové
- z drátěného pletiva

2.1.2 ROZDĚLENÍ DOPRAVNÍCH PÁSŮ PODLE KONSTUKCE

Dle literatury [1] se dělí:

- kryté, jejichž textilní kostra je kryta ochrannými vrstvami gumy za všech stran
- řezané, vybavené pouze horní a dolní vrstvou gumy
- nekryté, bez ochranných vrstev



2.2 VÁLEČKOVÉ STOLICE

Úlohou válečkových stolic je podpírat horní větev pásu s materiálem a spodní prázdnou vratnou větev. Do válečkových stolic se vkládají válečky. Stolice nosných válečků se upevňují na konstrukci dopravníku. Rozteč stolic závisí na šířce pásu, ložném profilu a druhu dopravovaného materiálu. Jednoválečkové stolice se používají pro vratnou větev dopravníku. Ostatní, tzv. korýtkové válečkové stolice, skládající se ze dvou, tří či více válečků se používají pro nosnou větev dopravníku. Vnější válečky jsou skloněné vzhledem k horizontální rovině o 20°, 30°, 35°, případně i více. Zvětšení sklonu ovlivňuje zejména zvýšení příčného průřezu materiálu na pásu [1], [2], [3].

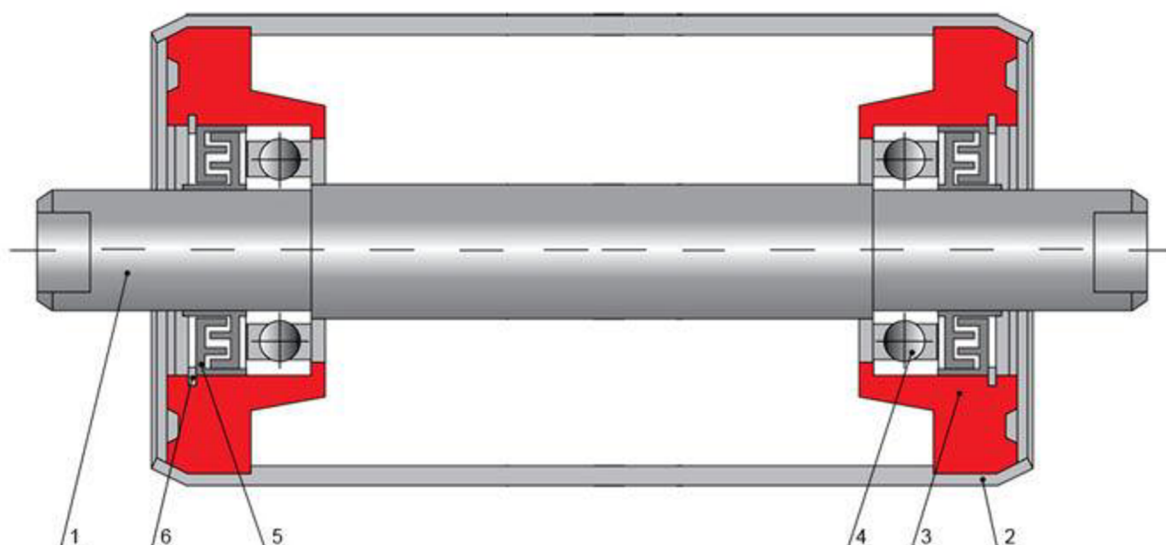


Obr. 3 Válečkové stolice [21]

1 - jednoválečková; 2 - dvouválečková; 3 - dvouválečková (letmé uložení); 4 - tříválečková; 5 - grilandová

2.3 VÁLEČKY

Válečky podírají a vedou dopravní pás a svým uspořádáním ve válečkové stolici vytvářejí požadovaný ložný průřez. Válečky jsou jednou z nejdůležitějších součástí dopravníku a mají značný vliv na jeho vlastnosti. Válečky mají mít malý odpor proti otáčení, malou hmotnost, jednoduchou konstrukci, mají být dokonale utěsněny proti vnikání nečistot, musí být náležitě vyváženy a mají být nenáročné na údržbu. Podle konstrukce existují válečky s pevnou osou a válečky s čepy ve víku [1].



Obr. 4 Váleček v řezu [22]

1 - pevná osa; 2 - plášť; 3 - skříň ložiska; 4 - ložisko; 5 - těsnění; 6 - opěrné kroužky;

2.3.1 NOSNÉ VÁLEČKY

Nosné válečky vedou a podírají horní i dolní větev dopravního pásu. Jsou uloženy v nosných válečkových stolicích a představují podstatnou část mechanických prvků pásového dopravníku. Tyto válečky musí mít vysokou spolehlivost, minimální odpory proti pohybu a vysokou životnost [3].

2.3.2 NOSNÉ DOPADOVÉ VÁLEČKY

Úlohou těchto válečků tlumit dynamické účinky dopadajícího materiálu na plnicích místech nebo přesypech [3].

2.3.3 DISKOVÉ VÁLEČKY

Tyto válečky se používají na vedení spodní větve dopravního pásu v těch případech, kdy je pás znečištěný dopravovaným materiálem. Diskové válečky se skládají z ocelového pláště, na kterém jsou navlečeny gumové disky. Tyto mohou být jednostranně nebo oboustranně zhuštěné [3].

2.4 BUBNY

Bubny pásových dopravníků mohou být lité nebo svařované. Povrch pláště bývá rovný s kónickými konci nebo mírně bombírován pro lepší vedení pásu [1].



Obr. 5 Příklad bubnu [23]

2.4.1 HNACÍ BUBNY

Hnací bubny jsou nejčastěji umístěné na přepadové straně dopravníku. Jejich úkolem je přenos obvodové síly z bubnu na dopravní pás. Pro přenos vyšších výkonů za účelem zvětšení součinitele smykového tření jejich povrch pogumován a případně i opatřen vzorkem (rýhami). Hnací bubny jsou převážně svařované konstrukce [1], [3].

2.4.2 HNANÉ BUBNY

Hnané bubny nebo vrtané bubny jsou běžných konstrukcí koncové, umístěné v místě násypu materiálu na dopravní pás. Jejich úkolem je směr pohybu pásu. Jsou oboustranně uloženy v ložiskových domcích. Ve většině případů jsou tyto bubny nepoháněcí a tedy nepřenášejí kroutící moment respektive obvodovou sílu na dopravní pás [1], [3].

2.5 NAPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ

Napínací síla je nezbytná k vyvolání vysokého tření mezi hnacím bubnem a pásem tak, aby mohla být přenesena na dopravní pás potřebná síla. Napínací zařízení tvoří nedílnou část pásového dopravníku. Na něm závisí správné napnutí pásu, životnost a hospodárnost celého zařízení [1].

Napínání pásu dle literatury [3] lze rozdělit na:

- tuhé (pomocí šroubu nebo ručního kladkostroje)
- konstantní napínací silou vyvozenou závažím
- napínací silou regulovatelnou ručně nebo automaticky

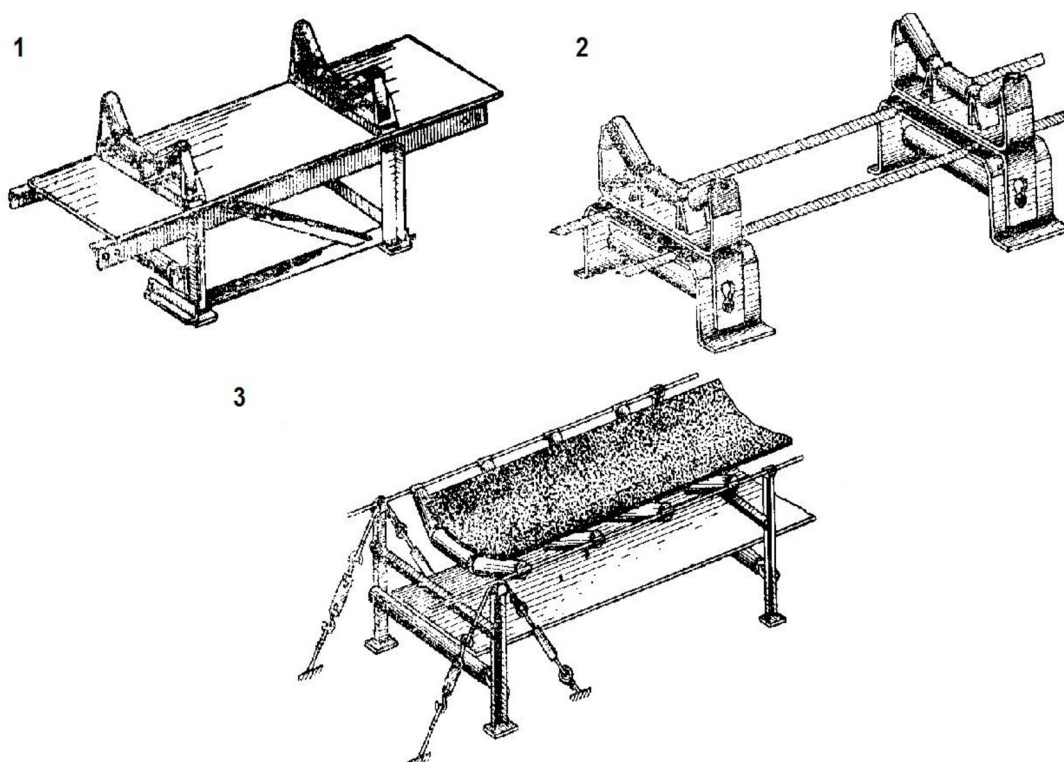


2.6 NOSNÁ KONSTRUKCE

Nosná konstrukce pásového dopravníku obsahuje všechny strojní části potřebné na jeho chod a vytváří trať pásového dopravníku. Nosná konstrukce je tvořena stojany, podélnými nosníky, válečkovými stolicemi a nosnými válečky. Stojany a podélnými nosníky jsou nejčastěji ocelové díly z profilu U, L nebo trubek. V případě spojování jednotlivých dílů dopravníkové tratě se používají šroubové spojení [3].

Nosné konstrukce dle [24] lze rozdělit na:

- stacionární
- mobilní (přesuvné)
- lanové



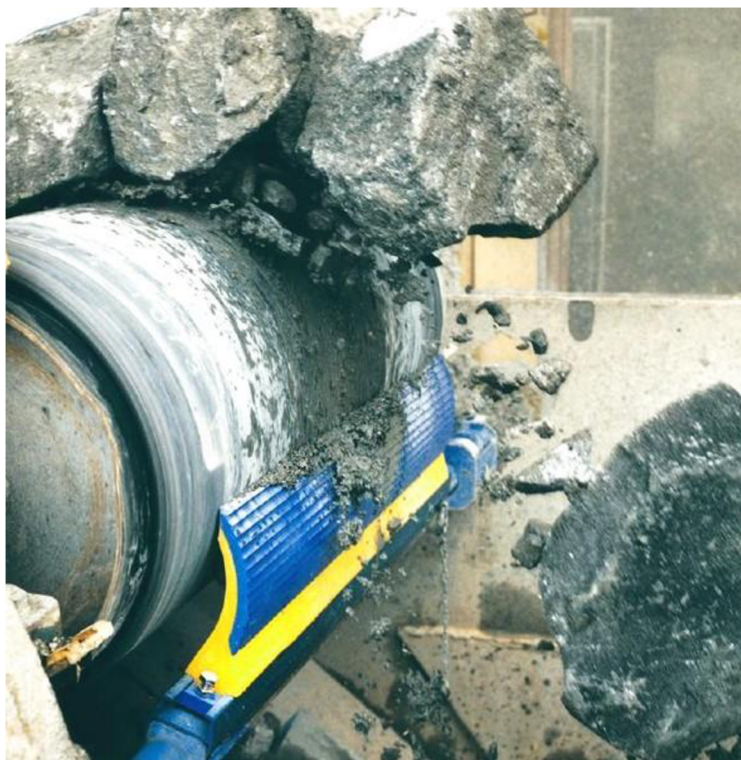
*Obr. 6 Nosné konstrukce [24]
1 - stacionární; 2 - mobilní; 3 - lanové;*

2.7 ČISTIČE PÁSU

Čističe pásu mají za úkol setřít nalepený materiál. Gumové pásy musí být během provozu dopravníku průběžně čištěny, aby nedocházelo k nalepování nečistot na válečky při dopravě lepkavých a vlhkých materiálů. Při vnikání nečistot na válečky dochází k zvýšení odporu a také opotřebení pásu i hnacího bubnu [1].



Tvar a typ čističe závisí na velikosti dopravníku a dopravovaného materiálu. Nejjednodušší je čistič z měkké gumy, který je na hnací buben přitlačován závažím. Lepší čistící účinek má rotační čistič, jehož čistícím orgánem jsou válcové kartáče nebo plochá ocel tvářená do šroubovice [1].



Obr. 7 Příklad čističe pásu [25]



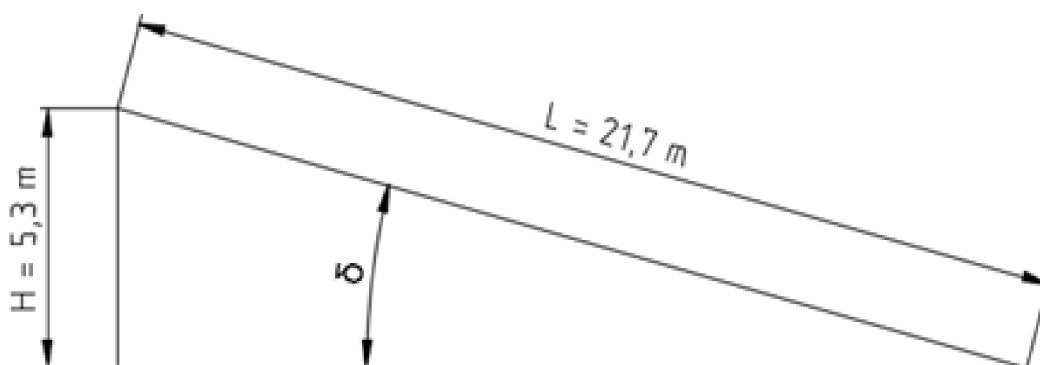
3 FUNKČNÍ VÝPOČET PÁSOVÉHO DOPRAVNÍKU

Funkční výpočet proveden dle normy ČSN ISO 5048 [4]

3.1 ZADANÉ HODNOTY

Dopravní výkon	$Q = 47000 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$
Osová vzdálenost:	$L = 21,7 \text{ m}$
Výškový rozdíl:	$H = 5,3 \text{ m}$
Dopravovaný materiál:	drcený vápenec o zrnitosti 0 – 15 mm

3.2 SKLON DOPRAVNÍKU



Obr. 8 Schéma sklonu pásového dopravníku

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

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

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

$$\delta = \arcsin \frac{5,3}{21,7}$$

$$\delta = 14^{\circ}8'$$

Úhel vyhovuje pro potřebný sklon pásového dopravníku dle kap. 3.6.2



Kde:

H	[m]	výškový rozdíl ... dle kap. 3.1
L	[m]	osová vzdálenost ... dle kap. 3.1

3.3 VOLBA RYCHLOSTI PÁSU

Dle lit. [1] str. 148, tab. 8.3.

Materiál:	odírající v kusech
Charakteristický materiál:	vápno
Rozmezí rychlosti:	1,25 – 2 [m·s ⁻¹]
Voleno:	v = 1,5 m·s ⁻¹

3.4 TEORETICKÝ PRŮŘEZ NÁPLNĚ PÁSU

$$Q = S_T \cdot \rho \cdot v \quad (2)$$

$$S_T = \frac{Q}{\rho \cdot v \cdot 3600}$$

$$S_T = \frac{47000}{1400 \cdot 1,5 \cdot 3600}$$

$$S_T = 0,0062 \text{ m}^2$$

Kde:

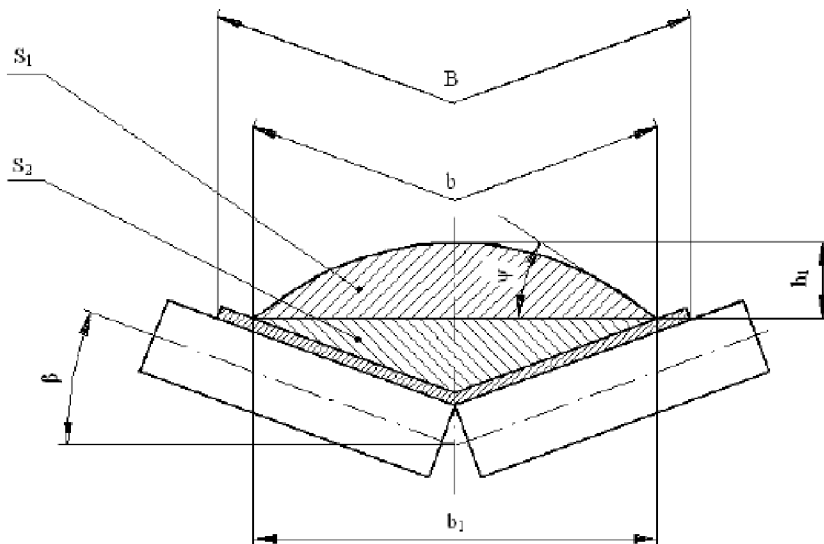
Q	[m]	dopravní výkon ... dle kap. 3.1
ρ	[kg·m ⁻³]	objemová sypná hmotnost ... voleno dle lit. [7] str. 21, tab. 3.1 pro drcený vápenec je ρ leží v rozmezí: 1360 – 1440 [kg·m ⁻³], voleno $\rho = 1400$ [kg·m ⁻³]
v	[m·s ⁻¹]	rychlost pásu ... dle kap. 3.3



3.5 VOLBA ŠÍŘKY PÁSU

Pro teoretický průřez náplně pásu $S_T = 0,0062 \text{ m}^2 \Rightarrow$ šířka pásu $B = 400 \text{ mm}$, voleno dle lit. [1] str. 149, tab. 8.4.

3.6 CELKOVÁ PLOCHA PRŮŘEZU NÁPLNĚ PÁSU



Obr. 9 Celková plocha průřezu náplně pásu[4]

$$S = S_1 + S_2 \quad (3)$$

$$S = 0,0033 + 0,0067$$

$$S = 0,01 \text{ m}^2$$

Kde:

S_1 [m²] plocha průřezu horní části náplně pásu ... dle kap. 3.6.3

S_2 [m²] plocha průřezu dolní části náplně pásu ... dle kap. 3.6.4

3.6.1 VYUŽITELNÁ LOŽNÁ ŠÍŘKA PÁSU

$$b = 0,85 \cdot B - 0,05 \quad (4)$$

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

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



Kde:

B [m] šířka dopravníkového pásu ... dle kap. 3.5

3.6.2 DYNAMICKÝ SYPNÝ ÚHEL

Pro drcený vápenec dynamický sypný úhel $\theta = 15^\circ$ a maximalní sklon pásového dopravníku $\delta_{\max} = 15^\circ$... dle lit. [7] str. 21, tab. 3.1.

3.6.3 PLOCHA PRŮŘEZU HORNÍ ČÁSTI NÁPLNĚ PÁSU

$$S_1 = (b \cdot \cos \beta)^2 \cdot \frac{\tan \theta}{6} \quad (5)$$

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

$$S_1 = 0,0033 \text{ m}^2$$

Kde:

b [m] využitelná ložná šířka pásu ... dle kap. 3.6.1

β [°] úhel sklonu nosných válečků ... voleno dle lit. [1] str. 149, tab. 8.4, použité dvouválečkové stolice, kdy $\beta=20^\circ$

θ [°] dynamický sypný úhel ... dle kap. 3.6.2

3.6.4 PLOCHA PRŮŘEZU DOLNÍ ČÁSTI NÁPLNĚ PÁSU

$$S_2 = \left(\cos \beta \cdot \frac{b}{2} \right) \cdot \left(\sin \beta \cdot \frac{b}{2} \right) \quad (6)$$

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

$$S_2 = 0,0067 \text{ m}^2$$

Kde:

b [m] využitelná ložná šířka pásu ... dle kap. 3.6.1

β [°] úhel sklonu nosných válečků ... voleno dle lit. [1] str. 149, tab. 8.4, použité dvouválečkové stolice, kdy $\beta = 20^\circ$



3.7 SKUTEČNÁ PLOCHA NÁPLNĚ PÁSU

$$S_K = S \cdot k \quad (7)$$

$$S_K = 0,0101 \cdot 0,78$$

$$S_K = 0,0079 \text{ m}^2$$

Kde:

k $[-]$ součinitel sklonu ... dle kap. 3.7.2

S $[\text{m}^2]$ celková plocha průřezu náplně ... dle rovnice (3)

3.7.1 SOUČINITEL KOREKCE VRCHLÍKU NÁPLNĚ PÁSU

$$k_1 = \sqrt{\frac{\cos^2 \delta - \cos^2 \theta}{1 - \cos^2 \theta}} \quad (8)$$

$$k_1 = \sqrt{\frac{\cos^2 14^\circ 8' - \cos^2 15^\circ}{1 - \cos^2 15^\circ}}$$

$$k_1 = 0,331$$

Kde:

δ $[\circ]$ sklon dopravníku ... dle kap. 3.2

θ $[\circ]$ dynamický sypný úhel ... dle kap. 3.6.2

3.7.2 SOUČINITEL SKLONU

$$k = 1 - \frac{S_1}{S} \cdot (1 - k_1) \quad (9)$$

$$k = 1 - \frac{0,0033}{0,0101} \cdot (1 - 0,331)$$

$$k = 0,78$$

Kde:

S_1 $[\text{m}^2]$ plocha průřezu horní části náplně pásu ... dle kap. 3.6.3



S	$[m^2]$	celková plocha průřezu náplně ... dle kap. 3.6 a rovnice (3)
k_1	$[-]$	součinitel korekce vrchlíku náplně pásu ... dle kap. 3.7.1

3.8 KONTROLA PÁSU NA POTŘEBNÝ LOŽNÝ PROSTOR

$$S_K \geq S_T \quad (10)$$

$$0,0079 \text{ m}^2 \geq 0,0062 \text{ m}^2 \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Kde:

S_K	$[m^2]$	skutečná plocha náplně pásu ... dle kap. 3.7 a rovnice (7)
S_T	$[m^2]$	teoretický průřez náplně pásu ... dle kap. 3.4

3.9 DOPRAVNÍ VÝKON

3.9.1 OBJEMOVÝ DOPRAVNÍ VÝKON

$$I_V = S \cdot v \cdot k \quad (11)$$

$$I_V = 0,0101 \cdot 1,5 \cdot 0,78$$

$$I_V = 0,0118 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Kde:

S	$[m^2]$	celková plocha průřezu náplně ... dle rovnice (3)
v	$[m \cdot s^{-1}]$	rychlost pásu ... dle kap. 3.3
k	$[-]$	součinitel sklonu ... dle kap. 3.7.2

3.9.2 HMOTNOSTNÍ DOPRAVNÍ VÝKON

$$I_m = 3600 \cdot I_V \cdot \rho \quad (12)$$

$$I_m = 3600 \cdot 0,0118 \cdot 1400$$

$$I_m = 59472 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$$



Kde:

I_V	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$	objemový dopravní výkon ... dle kap. 3.9.1
ρ	$[\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$	objemová sypná hmotnost ... voleno dle lit. [7] str. 21, tab. 3.1 pro drcený vápenec je ρ leží v rozmezí: 1360 – 1440 $[\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$, voleno $\rho = 1400 [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$

3.10 KONTROLA DOPRAVNÍHO VÝKONU

$$I_m \geq Q \quad (13)$$

$$59472 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1} \geq 47000 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Kde:

I_m	$[\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}]$	hmotnostní dopravní výkon ... dle kap. 3.9.2
Q	$[\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}]$	dopravní výkon ... dle kap. 3.1

3.11 HLAVNÍ ODPORY

$$F_H = f \cdot L \cdot g \cdot [q_{RO} + q_{RU} + (2 \cdot q_B + q_G) \cdot \cos \delta] \quad (14)$$

$$F_H = 0,02 \cdot 21,7 \cdot 9,81 \cdot [5,346 + 1,367 + (2 \cdot 3,7 + 10,997) \cdot \cos 14^\circ 8']$$

$$F_H = 104,53 \text{ N}$$

Kde:

f	$[-]$	globální součinitel tření ... dle lit. [4] str. 7, voleno $f = 0,02$
L	$[\text{m}]$	osová vzdálenost ... dle kap. 3.1
g	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$	tíhové zrychlení ... $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
q_{RO}	$[\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}]$	hmotnost rotujících částí válečku na 1 m délky v nosné a dopadové větvi ... dle kap. 3.11.3
q_{RU}	$[\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}]$	hmotnost rotujících částí válečku na 1 m ve nezátížené části dopravníku ... dle kap. 3.11.5
q_B	$[\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}]$	hmotnost 1 m dopravního pásu ... dle kap. 4.1



q_G [kg · m⁻¹] hmotnost dopravovaného materiálu na 1 m délky ... dle kap. 3.11.6

δ [°] sklon dopravníku ... dle kap. 3.2

3.11.1 POČET VÁLEČKOVÝCH STOLIC V NOSNÉ ČÁSTI DOPRAVNÍKU

$$P_1 = \frac{L - L_d}{a_0} \quad (15)$$

$$P_1 = \frac{21,7 - 1}{0,80}$$

$$P_1 = 25,8 \Rightarrow 25 \text{ ks.}$$

Kde:

L [m] osová vzdálenost ... dle kap. 3.1

L_d [m] délka dopadové části ... dle konstrukce, voleno $L_d = 1$ m

a_0 [m] rozteč válečkových stolic v nosné části ... dle lit. [1] str. 138, voleno $a_0 = 0,80$ m

3.11.2 POČET DOPADOVÝCH VÁLEČKOVÝCH STOLIC V NOSNÉ ČÁSTI DOPRAVNÍKU

$$P_{1d} = \frac{L_d}{a_{hd}} \quad (16)$$

$$P_{1d} = \frac{1}{0,45}$$

$$P_{1d} = 2,2 \Rightarrow 2 \text{ ks}$$

Kde:

L_d [m] délka dopadové části ... dle konstrukce, voleno $L_d = 1$ m

a_{hd} [m] rozteč válečkových stolic v dopadové části ... dle lit. [1] str. 139, voleno $a_{hd} = 0,45$ m

**3.11.3 HMOTNOST ROTUJÍCÍCH ČÁSTÍ VÁLEČKU NA 1 M DÉLKY V NOSNÉ A DOPADOVÉ VĚTVI**

$$q_{RO} = \frac{2 \cdot q_1 \cdot P_1}{L} + \frac{2 \cdot q_{1d} \cdot P_{1d}}{L} \quad (17)$$

$$q_{RO} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 25}{21,7} + \frac{2 \cdot 4 \cdot 2}{21,7}$$

$$q_{RO} = 5,346 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$$

Kde:

L	[m]	osová vzdálenost ... dle kap. 3.1
q ₁	[kg]	hmotnost rotujících částí válečku v nosné větvi ... dle 4.2.2
q _{1d}	[kg]	hmotnost rotujících částí válečku v dopadové větvi ... dle 4.2.3
P ₁	[ks]	počet válečkových stolic v nosné části ... dle kap. 3.11.1
P _{1d}	[ks]	počet dopadových válečkových stolic v nosné části ... dle kap. 3.11.2

3.11.4 POČET VÁLEČKOVÝCH STOLIC VE NEZATÍŽENÉ ČÁSTI DOPRAVNÍKU

$$P_2 = \frac{L}{a_s} \quad (18)$$

$$P_2 = \frac{21,7}{3}$$

$$P_2 = 7,2 \Rightarrow 7 \text{ ks}$$

Kde:

L	[m]	osová vzdálenost ... dle kap. 3.1
a _s	[m]	rozteč válečkových stolic v nezátížené větvi dopravníku ... dle lit. [1] str. 138, voleno a _s = 3 m

3.11.5 HMOTNOST ROTUJÍCÍCH ČÁSTÍ VÁLEČKU NA 1 M VE NEZATÍŽENÉ ČÁSTI DOPRAVNÍKU

$$q_{RU} = \frac{q_2 \cdot P_2}{L} \quad (19)$$

$$q_{RU} = \frac{4,1 \cdot 7}{21,7}$$

$$q_{RU} = 1,367 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$$



Kde:

q_2	[kg]	hmotnost rotujících částí válečku v nezátížené větvi ... dle 4.2.5
P_2	[ks]	počet válečkových stolic v nezátížené větvi ... dle kap. 3.11.4
L	[m]	osová vzdálenost ... dle kap. 3.1

3.11.6 HMOTNOST DOPRAVOVANÉHO MATERIÁLU NA 1 M DÉLKY

$$q_G = \frac{I_V \cdot \rho}{v} \quad (20)$$

$$q_G = \frac{0,0118 \cdot 1400}{1,5}$$

$$q_G = 10,997 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$$

Kde:

I_V	[$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]	objemový dopravní výkon ... dle kap. 3.9.1
ρ	[$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]	objemová sytná hmotnost ... voleno dle lit. [7] str. 21, tab. 3.1 pro drcený vápenec je ρ leží v rozmezí: 1360 – 1440 [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$], voleno $\rho = 1400$ [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]
v	[$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]	rychlost pásu ... dle kap. 3.3

3.12 VEDLĚJŠÍ ODPORY

$$F_N = F_{bA} + F_f + F_t + F_O \quad (21)$$

$$F_N = 24,742 + 5,234 + 2,734 + 20,2725$$

$$F_N = 52,983\text{N}$$

Kde:

F_{bA}	[N]	odpor setrvačných sil v oblasti nakládání a urychlování ... dle kap. 3.12.1
F_f	[N]	odpor tření mezi dopravovaným materiálem a bočním vedením ... dle kap. 3.12.3
F_O	[N]	odpor ohybu pásu na bubnech ... dle kap. 3.12.4
F_t	[N]	odpor v ložiskách hnaného bubnu ... dle kap. 3.12.5

**3.12.1 ODPOR SETRVAČNÝCH SIL V OBLASTI NAKLÁDÁNÍ A URYCHLOVÁNÍ**

$$F_{bA} = I_V \cdot \rho \cdot (v - v_0) \quad (22)$$

$$F_{bA} = 0,0118 \cdot 1400 \cdot (1,5 - 0)$$

$$F_{bA} = 24,742 \text{ N}$$

Kde:

I_V	$[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$	objemový dopravní výkon ... dle kap. 3.9.1
ρ	$[\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$	objemová sypaná hmotnost ... voleno dle lit. [7] str. 21, tab. 3.1 pro drcený vápenec je ρ leží v rozmezí: 1360 – 1440 $[\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$, voleno $\rho = 1400 [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$
v	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$	rychlost pásu ... dle kap. 3.3
v_0	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$	složka rychlosti dopravované hmoty ve směru pohybu pásu $v_0 = 0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

3.12.2 URYCHLOVACÍ DÉLKA

$$l_b = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot g \cdot \mu_1} \quad (23)$$

$$l_b = \frac{1,5^2 - 0^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,6}$$

$$l_b = 0,191 \text{ m}$$

Kde:

v	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$	rychlost pásu ... dle kap. 3.3
v_0	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$	složka rychlosti dopravované hmoty ve směru pohybu pásu
g	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-2}]$	tíhové zrychlení ... $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
μ_1	$[-]$	součinitel tření mezi materiálem a pásem ... dle lit. [4] str. 12, tab. 2, voleno $\mu_1 = 0,6$.

**3.12.3 ODPOR TŘENÍ MEZI DOPRAVOVANÝM MATERIÁLEM A BOČNÍM VEDENÍM**

$$F_f = \frac{\mu_2 \cdot I_V^2 \cdot \rho \cdot g \cdot l_b}{\left(\frac{v + v_0}{2}\right)^2 \cdot (b \cdot \cos \beta)^2} \quad (24)$$

$$F_f = \frac{0,6 \cdot 0,0118^2 \cdot 1400 \cdot 9,81 \cdot 0,191}{\left(\frac{1,5 + 0}{2}\right)^2 \cdot (0,29 \cdot \cos 0,29)^2}$$

$$F_f = 5,234 \text{ N}$$

Kde:

μ_2	[-]	součinitel tření mezi materiálem a bočním vedením ... dle lit. [4] str. 12, tab. 2, voleno $\mu_2 = 0,6$.
I_V	[m ³ · s ⁻¹]	objemový dopravní výkon ... dle kap. 3.9.1
ρ	[kg · m ⁻³]	objemová sypná hmotnost ... voleno dle lit. [7] str. 21, tab. 3.1 pro drcený vápenec je ρ leží v rozmezí: 1360 – 1440 [kg · m ⁻³], voleno $\rho = 1400$ [kg · m ⁻³]
g	[m · s ⁻²]	tíhové zrychlení ... $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
l_b	[m]	urychlovací délka ... dle kap. 3.12.2
v	[m · s ⁻¹]	rychlost pásu ... dle kap. 3.3
v_0	[m · s ⁻¹]	složka rychlosti dopravované hmoty ve směru pohybu pásu
b	[m]	využitelná ložná šířka pásu ... dle kap. 3.6.1
β	[°]	úhel sklonu nosných válečků ... voleno dle lit. [1] str. 149, tab. 8.4, použité dvouválečkové stolice, kdy $\beta = 20^\circ$

3.12.4 ODPOR OHYBU PÁSU NA BUBNECH

$$F_O = 9 \cdot B \cdot \left(140 + 0,01 \cdot \frac{F}{B}\right) \cdot \frac{d}{D_b} \quad (25)$$

$$F_O = 9 \cdot 0,4 \cdot \left(140 + 0,01 \cdot \frac{5000}{0,4}\right) \cdot \frac{0,068}{0,320}$$

$$F_O = 20,2725 \text{ N}$$

Kde:

B	[m]	šířka dopravníkového pásu ... dle kap. 3.5
-----	-----	--



F	[N]	průměrný tah v pásu na buben (tato hodnota je předběžně volena) ... F = 5000 N
d	[m]	tloušťka pásu ... dle kap. 4.1
D _b	[m]	průměr hnaného bubnu ... dle kap. 4.4

3.12.5 ODPOR V LOŽISKÁCH HANÉHO BUBNU

$$F_t = 0,005 \cdot \frac{d_0}{D_b} \cdot F \quad (26)$$

$$F_t = 0,005 \cdot \frac{0,035}{0,320} \cdot 5000$$

$$F_t = 2,734 \text{ N}$$

Kde:

d ₀	[m]	průměr hřídele hnaného bubnu ... dle kap 4.4
F	[N]	průměrný tah v pásu na buben (tato hodnota je předběžně volena) ... F = 5000 N
D _b	[m]	průměr hnaného bubnu ... dle kap. 4.4

3.13 PŘÍDAVNÉ HLAVNÍ ODPORY

$$F_{S1} = F_\varepsilon \quad (27)$$

$$F_{S1} = 11,117 \text{ N}$$

Kde:

F _ε	[N]	odpor vychýlených bočních válečků ... dle kap. 3.13.1
----------------	-----	---

3.13.1 ODPOR VYCHÝLENÝCH BOČNÍCH VÁLEČKŮ

$$F_\varepsilon = C_\varepsilon \cdot \mu \cdot L \cdot (q_B + q_G) \cdot g \cdot \cos \delta \cdot \sin \varepsilon \quad (28)$$

$$F_\varepsilon = 0,3 \cdot 0,35 \cdot 21,7 \cdot (3,7 + 10,997) \cdot 9,81 \cdot \cos 14^\circ 8' \cdot \sin 2^\circ$$

$$F_\varepsilon = 11,117 \text{ N}$$



Kde:

C_ε	[-]	součinitel korýtkovosti ... voleno dle lit. [4]
μ	[-]	součinitel tření mezi poháněcím bubnem a pásem ... dle lit. [4] str. 13, tab. 4, voleno $\mu = 0,35$
L	[m]	osová vzdálenost ... dle kap. 3.1
q_B	[kg · m ⁻¹]	hmotnost 1 m dopravního pásu ... dle kap 4.1
q_G	[kg · m ⁻¹]	hmotnost dopravovaného materiálu na 1 m délky ... dle kap. 3.11.6
g	[m · s ⁻²]	tíhové zrychlení ... $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
δ	[°]	sklon dopravníku ... dle kap. 3.2
ε	[°]	vyosení válečku ve směru dopravy materiálu ... dle konstrukce $\varepsilon = 2^\circ$

3.14 PŘÍDAVNÉ VEDLEJŠÍ ODPORY

$$F_{S2} = F_r + F_{gl} \quad (29)$$

$$F_{S2} = 288 + 10,269$$

$$F_{S2} = 298,269 \text{ N}$$

Kde:

F_r	[N]	odpor od čističe ... dle kap. 3.14.1
F_{gl}	[N]	pásu odpor od tření bočního vedení s materiálem ... dle kap. 3.14.3

3.14.1 ODPOR OD ČISTIČE PÁSU

$$F_r = A \cdot p \cdot \mu_3 \quad (30)$$

$$F_r = 0,008 \cdot 6 \cdot 10^6 \cdot 0,6 \quad (31)$$

$$F_r = 288 \text{ N}$$

Kde:

A	[m ²]	plocha dotyku mezi pásem a čističem ... dle kap. 3.14.2
-----	-------------------	---



p	[Pa]	tlak mezi pásem a čističem ... dle lit. [4], voleno $p = 6 \cdot 10^6$ Pa
μ_3	[N]	součinitel tření mezi pásem a čističem ... dle lit. [4], voleno $\mu_3 = 0,6$

3.14.2 PLOCHA DOTYKU MEZI PÁSEM A ČISTIČEM

$$A_{\xi} = B \cdot t_{\xi} \quad (32)$$

$$A_{\xi} = 0,4 \cdot 0,02$$

$$A_{\xi} = 0,008 \text{ m}^2$$

Kde:

B	[m]	šířka dopravníkového pásu ... dle kap. 4.1
t_{ξ}	[m]	tloušťka čističe pásu ... dle kap. 4.6

3.14.3 ODPOR OD TŘENÍ BOČNÍHO VEDENÍ S MATERIÁLEM

$$F_{gl} = \frac{\mu_2 \cdot I_V^2 \cdot \rho \cdot g \cdot L_d}{(b \cdot \cos \beta)^2 \cdot v^2} \quad (33)$$

$$F_{gl} = \frac{0,6 \cdot 0,0118 \cdot 1400 \cdot 9,81 \cdot 1}{(0,29 \cdot \cos 20^\circ)^2 \cdot 1,5^2}$$

$$F_{gl} = 10,269 \text{ N}$$

Kde:

μ_2	[-]	součinitel tření mezi materiálem a bočním vedením ... dle lit. [4] str. 12, tab. 2, voleno $\mu_2 = 0,6$.
I_V	[m ³ · s ⁻¹]	objemový dopravní výkon ... dle kap. 3.9.1
ρ	[kg · m ⁻³]	objemová sypná hmotnost ... voleno dle lit. [7] str. 21, tab. 3.1 pro drcený vápenec je ρ leží v rozmezí: 1360 – 1440 [kg · m ⁻³], voleno $\rho = 1400$ [kg · m ⁻³]
g	[m · s ⁻²]	tíhové zrychlení ... $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
L_d	[m]	délka dopadové části ... dle konstrukce, voleno $L_d = 1 \text{ m}$
b	[m]	využitelná ložná šířka pásu ... dle kap. 3.6.1



β	[°]	úhel sklonu nosných válečků ... voleno dle lit. [1] str. 149, tab. 8.4, použité dvouválečkové stolice, kdy $\beta = 20^\circ$
v	[m · s ⁻¹]	rychlost pásu ... dle kap. 3.3

3.15 ODPOR PRO PŘEKONÁNÍ DOPRAVNÍ VÝŠKY

$$F_{ST} = q_G \cdot H \cdot g \quad (34)$$

$$F_{ST} = 10,997 \cdot 5,3 \cdot 9,81$$

$$F_{ST} = 571,743 \text{ N}$$

Kde:

q_G	[kg · m ⁻¹]	hmotnost dopravovaného materiálu na 1 m délky ... dle kap. 3.11.6
H	[m]	výškový rozdíl ... dle kap. 3.1
g	[m · s ⁻²]	tíhové zrychlení ... $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

3.16 POTŘEBNÝ VÝKON A OBVODOVÁ SÍLA

3.16.1 OBVODOVÁ SÍLA NA HNACÍM BUBNU

$$F_U = F_H + F_N + F_{S1} + F_{S2} + F_{ST} \quad (35)$$

$$F_U = 104,53 + 52,983 + 11,117 + 298,269 + 571,743$$

$$F_U = 1039 \text{ N}$$

Kde:

F_H	[N]	hlavní odpory ... dle kap. 3.11 a rovnice (14)
F_N	[N]	vedlejší odpory ... dle kap. 3.12 a rovnice (21)
F_{S1}	[N]	přídavné hlavní odpory ... dle kap. 3.13 a rovnice (27)
F_{S2}	[N]	přídavné vedlejší odpory ... dle kap. 3.14 a rovnice (29)
F_{ST}	[N]	odpor k překonání dopravované výšky ... dle kap. 3.15 a rovnice (34)



3.16.2 PROVOZNÍ VÝKON NA HNACÍM BUBNU

$$P_A = F_U \cdot v \quad (36)$$

$$P_A = 1039 \cdot 1,5$$

$$P_A = 1558,5 \text{ W}$$

Kde:

F_U [N] potřebná obvodová síla na hnacím bubnu ... dle kap. 3.16.1

v [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$] rychlost pásu ... dle kap. 3.3

3.16.3 PROVOZNÍ VÝKON HNACÍHO MOTORU

$$P_M = \frac{P_A}{\eta} \quad (37)$$

$$P_M = \frac{1558,5}{0,9}$$

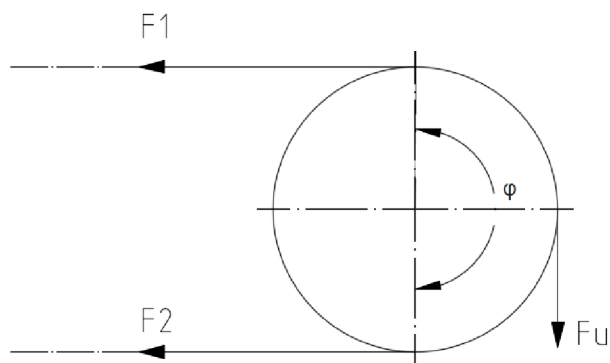
$$P_M = 1731,7 \text{ W}$$

Kde:

P_A [W] provozní výkon na hnacím bubnu ... dle kap. 3.16.2

η [–] účinnost elektromotoru ... dle lit. [4], voleno $\eta = 0,9$

3.17 SÍLY PŮSOBÍCÍ NA PÁS



Obr. 10 Schéma sil v pásu

**3.17.1 MAXIMÁLNÍ OBVODOVÁ HNACÍ SÍLA**

$$F_{U\max} = \xi \cdot F_U \quad (38)$$

$$F_{U\max} = 1,5 \cdot 1039$$

$$F_{U\max} = 1558,5 \text{ N}$$

Kde:

ξ [-] součinitel rozběhu ... dle lit. [4] str. 10, voleno $\xi = 1,5$

F_U [N] potřebná obvodová síla na hnacím bubnu ... dle kap. 3.16.1

3.17.2 PŘENOS OBVODOVÉ SÍLY NA HNACÍM BUBNU

$$F_{2\min} \geq F_{U\max} \cdot \frac{1}{e^{\mu \cdot \varphi} - 1} \quad (39)$$

$$F_{2\min} \geq 1558,5 \cdot \frac{1}{e^{0,35 \cdot \pi} - 1}$$

$$F_{2\min} \geq 777,878 \text{ N}$$

Kde:

$F_{U\max}$ [N] maximální obvodová hnací síla ... dle kap. 3.17.1

μ [-] součinitel tření mezi poháněcím bubnem a pásem ... dle lit. [4] str. 13, tab. 4, voleno $\mu = 0,35$

φ [°] úhel opásání poháněcího bubnu ... dle konstrukce, voleno $\varphi = 180^\circ$

3.17.3 OMEZENÍ PODLE PRŮVĚSI PÁSU NA HORNÍ VĚTVI

$$F_{\min h} = \frac{a_0 \cdot g \cdot (q_B + q_G)}{8 \cdot \left(\frac{h}{a_0}\right)_{\text{adm}}} \quad (40)$$

$$F_{\min h} = \frac{0,8 \cdot 9,81 \cdot (3,7 + 10,997)}{8 \cdot 0,015}$$

$$F_{\min h} = 961,154 \text{ N}$$

Kde:

a_0 [m] rozteč válečkových stolic v nosné části ... dle lit. [1] str. 138, voleno $a_0 = 0,8 \text{ m}$



g	$[m \cdot s^{-2}]$	tíhové zrychlení ... $g = 9,81 m \cdot s^{-2}$
q_B	$[kg \cdot m^{-1}]$	hmotnost 1 m dopravního pásu ... dle kap. 4.1
q_G	$[kg \cdot m^{-1}]$	hmotnost dopravovaného materiálu na 1 m délky ... dle kap. 3.11.6
$\left(\frac{h}{a_0}\right)_{adm}$	$[-]$	dovolený relativní průvès pásu mezi válečkovými stolicemi ... dle lit. [4] str. 10

3.17.4 OMEZENÍ PODLE PRŮVĚSI PÁSU NA DOLNÍ VĚTVI

$$F_{mind} = \frac{a_S \cdot g \cdot q_B}{8 \cdot \left(\frac{h}{a_0}\right)_{adm}} \quad (41)$$

$$F_{mind} = \frac{3 \cdot 9,81 \cdot 3,7}{8 \cdot 0,015}$$

$$F_{mind} = 907,425 \text{ N}$$

Kde:

a_S	$[m]$	rozteč válečkových stolic v nezátížené větvi dopravníku ... dle lit. [1] str. 138, voleno $a_S = 3 \text{ m}$
g	$[m \cdot s^{-2}]$	tíhové zrychlení ... $g = 9,81 m \cdot s^{-2}$
q_B	$[kg \cdot m^{-1}]$	hmotnost 1 m dopravního pásu ... dle kap. 4.1
$\left(\frac{h}{a_0}\right)_{adm}$	$[-]$	dovolený relativní průvès pásu mezi válečkovými stolicemi ... dle lit. [4] str. 10, voleno 0,015

3.17.5 NEJVĚTŠÍ TAHOVÁ SÍLA V PÁSU

$$F_{max} = F_U \cdot \xi \cdot \left(\frac{1}{e^{\mu \cdot \varphi} - 1} + 1\right) \quad (42)$$

$$F_{max} = 1039 \cdot 1,5 \cdot \left(\frac{1}{e^{0,35 \cdot \pi} - 1} + 1\right)$$

$$F_{max} = 2336 \text{ N}$$

Kde:

F_U	$[N]$	potřebná obvodová síla na hnacím bubnu ... dle kap. 3.16.1
-------	-------	--



ξ	[–]	součinitel rozběhu ... dle lit. [4] str. 10, voleno $\xi = 1,5$
μ	[–]	součinitel tření mezi poháněcím bubnem a pásem ... dle lit. [4] str. 13, tab. 4, voleno $\mu = 0,35$
φ	[°]	úhel opásání poháněcího bubnu ... dle konstrukce, voleno $\varphi = 180^\circ$

3.17.6 KONTROLA PÁSU

$$F_{DP} \geq F_{\max} \quad (43)$$

$$B \cdot R_d \geq F_{\max}$$

$$0,4 \cdot 250 \cdot 10^3 \geq 2336$$

$$10^5 N \geq 2336 N$$

Kde:

B [m] šířka dopravníkového pásu ... dle kap. 3.5

R_d [$N \cdot m^{-1}$] dovolené zatížení pásu ... dle kap. 4.1

F_{\max} [N] největší tahová síla v pásu ... dle kap. 3.17.5

3.17.7 SÍLA V HORNÍ VĚTVI

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

$$F_1 \approx 2336 N$$

Kde:

F_{\max} [N] největší tahová síla v pásu ... dle kap. 3.17.5

3.17.8 SÍLA V DOLNÍ VĚTVI

$$F_2 = F_{2\min} \quad (45)$$

$$F_2 = 777,878 N$$

Kde:

$F_{2\min}$ [N] přenos obvodové síly na hnacím bubnu ... dle 3.17.2

**3.17.9 CELKOVÁ SÍLA NAMÁHAJÍCÍ BUBEN**

$$F_C = F_1 + F_2 \quad (46)$$

$$F_C = 2336 + 777,878$$

$$F_C = 3114 \text{ N}$$

Kde:

F_1 [N] síla ve horní větvi ... dle kap. 3.17.7

F_2 [N] síla ve vratné větvi ... dle kap. 3.17.8



4 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

4.1 DOPRAVNÍ PÁS

Na základě vypočtených a zvolených hodnot v kapitole 3.5 volím pryžový pás pro všeobecné použití od firmy Gumex s označením EP 250/2. Tento pás velmi odolný proti opotřebení a vhodný pro přepravu vysoce abrazivního sypkého, zrnitého materiálu, obrusivost max. 90 mm³ [10]. Základní technické parametry pásu jsou uvedeny v tab. 1.



Obr. 11 Dopravní pás Gumex EP250/2 [10]

Tab. 1 Parametry dopravního pásu Gumex EP250/2 [10]

Pevnost [N/mm]	Typ	Počet vložek	Šířka [mm]	Krycí vrstvy	Síla [mm]	Min. Ø hnacího bubnu [mm]	Hmotnost [kg]
250	EP 250	2	400	3+2	6,8	200	3,7

4.1.1 SPOJENÍ PÁSU

Spojení pásu je provedeno pomocí spojky typu FLEXCO R2 od firmy Gumex s šířkou 40 mm. Spojka vyrobena z pozinkované oceli [8].



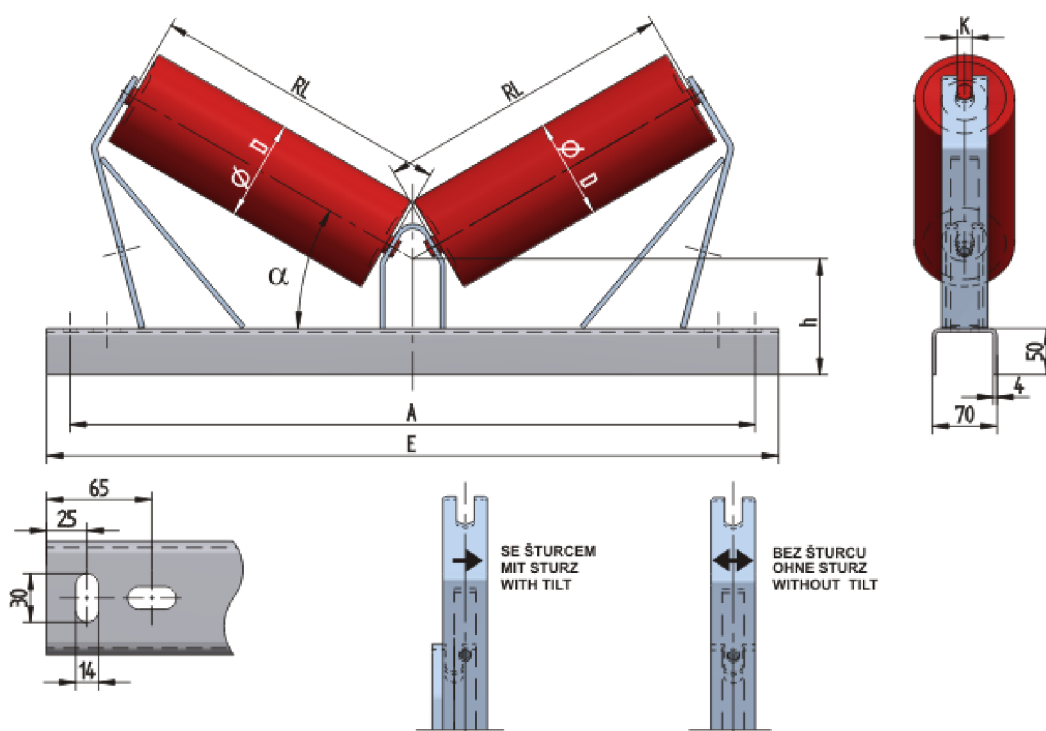
Obr. 12 Spojka typu FLEXCO R2 [8]



4.2 VÁLEČKOVÉ STOLICE A VÁLEČKY

4.2.1 VÁLEČKOVÁ STOLICE NOSNÉ VĚTVE

Dle šířky pásu volím dvouválečkové stolice typu PE2-125 od firmy GTK se sklonem válečků 20° . Do konstrukce pásového dopravníku stolice přimontuje pomocí šroubů nebo pomocí klemů [11]. Technické parametry a rozměry těchto stolic jsou uvedeny v tab. 2 a na obr. 13.



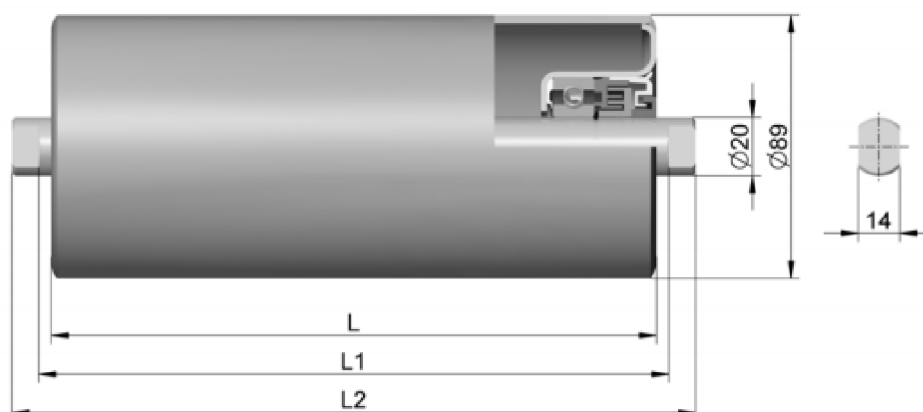
Obr. 13 Dvouválečkové stolice GTK typu PE2-125 [11]

Tab. 2 Parametry dvouválečkové stolice GTK typu PE2-125 [11]

Šířka pásu [mm]	ØD [mm]	RL [mm]	h [mm]	A [mm]	E [mm]	Hmotnost [kg]
400	89	250	125	640	690	4,9

4.2.2 VÁLEČKY NOSNÉ VĚTVE

Na nosnou větev pásového dle rozměrů nosné válečkové stolice volím hladké válečky od firmy Transroll s označením 89 x 250 / 6204 [9]. Technické parametry a rozměry válečků jsou uvedeny v tab. 3 a na obr. 14.



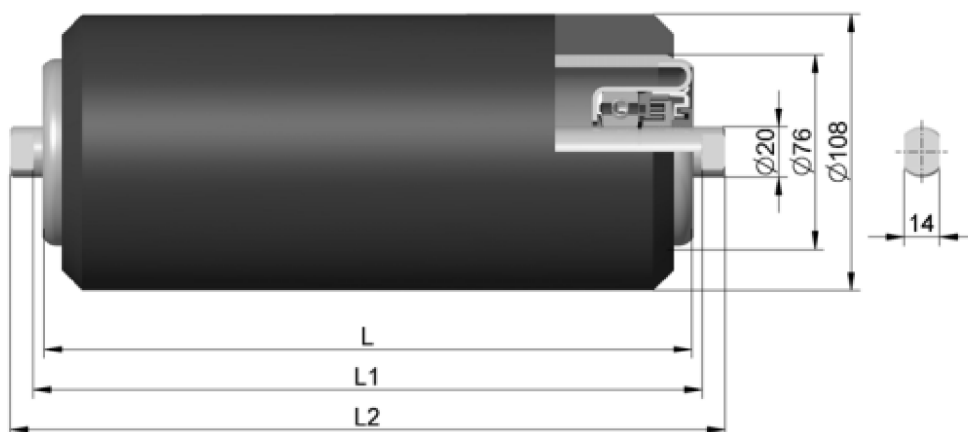
Obr. 14 Váleček nosné větve typu 89 x 250 / 6204 [9]

Tab. 3 Parametry válečku nosné větve Transroll typu 89 x 250 / 6204 [9]

Šířka pásu [mm]	ØD [mm]	L [mm]	Ložisko	L ₁ [mm]	L ₂ [mm]	Hmotnost rot. částí [kg]	Celková hmotnost [kg]
400	89	250	6204	258	276	2,0	2,8

4.2.3 DOPADOVÉ VÁLEČKY NOSNÉ VĚTVE

V oblasti nakládání materiálu jsou použity pogumované válečky od firmy Transroll s označením 108/76×250 / 6204 [9]. Technické parametry a rozměry válečků jsou uvedeny v tab. 4 a na obr. 15.



Obr. 15 Pogumovaný váleček typu 108/76×250 / 6204 [9]

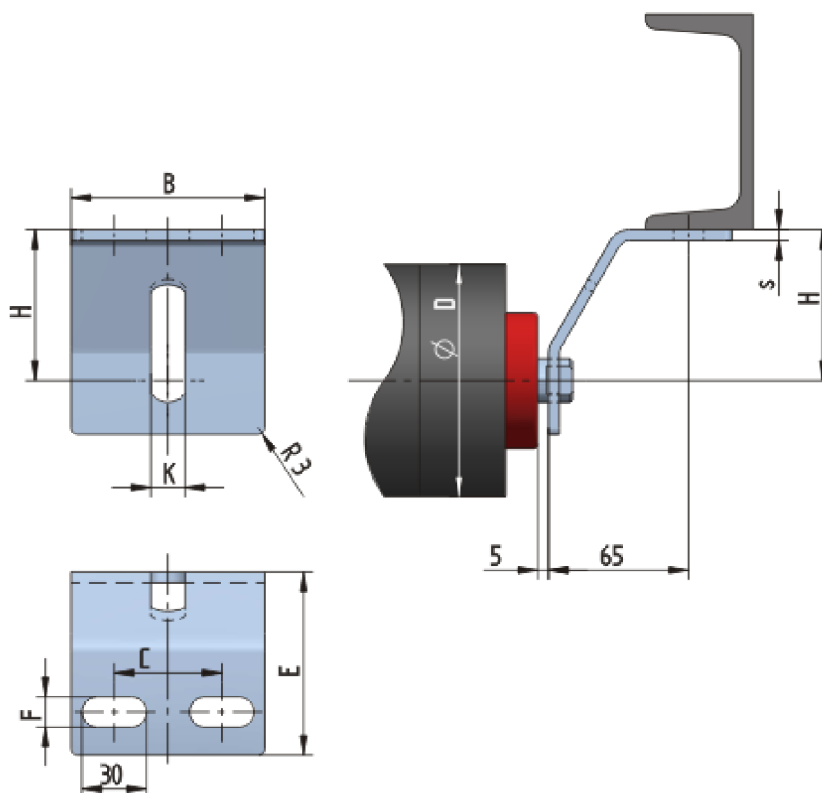


Tab. 4 Parametry progumovaného válečku typu 108/76×250 / 6204 [9]

Šířka pásu [mm]	ØD [mm]	L [mm]	Ložisko	L ₁ [mm]	L ₂ [mm]	Hmotnost rot. částí [kg]	Celková hmotnost [kg]
400	108	250	6204	258	276	4,0	4,8

4.2.4 VÁLEČKOVÁ STOLICE VRATNÉ VĚTVĚ

Dle šířky pásu volím jednoválečkové stolice typu UB1 od firmy GTK [12]. Technické parametry a rozměry těchto stolic jsou uvedeny v tab. 5 a na obr. 16.



Obr. 16 Držák - UB1[12]

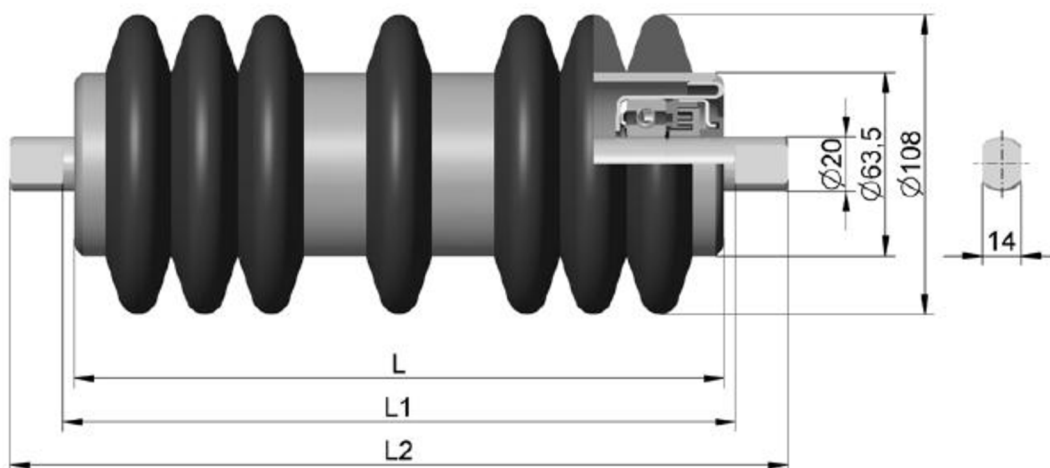
Tab. 5 Parametry vratné větve jednoválečkové stolice UB1[12]

Šířky pásů BB [mm]	B [mm]	s [mm]	F [mm]	E [mm]	H [mm]	C [mm]	ØD [mm]	K [mm]
400 - 1200	90	5	14	85	70	50	63,5-108	16



4.2.5 VÁLEČKY VRATNÉ VĚTVY

Dle rozměrů vrtané válečkové stolice volím diskové válečky od firmy Transroll s označením 108/63 x 500 / 6204 [9]. Tyto válečky se používají pro čištění dopravního pásu od zbytkových znečištění. Technické parametry a rozměry válečků jsou uvedeny v tab. 6 a na obr. 17.



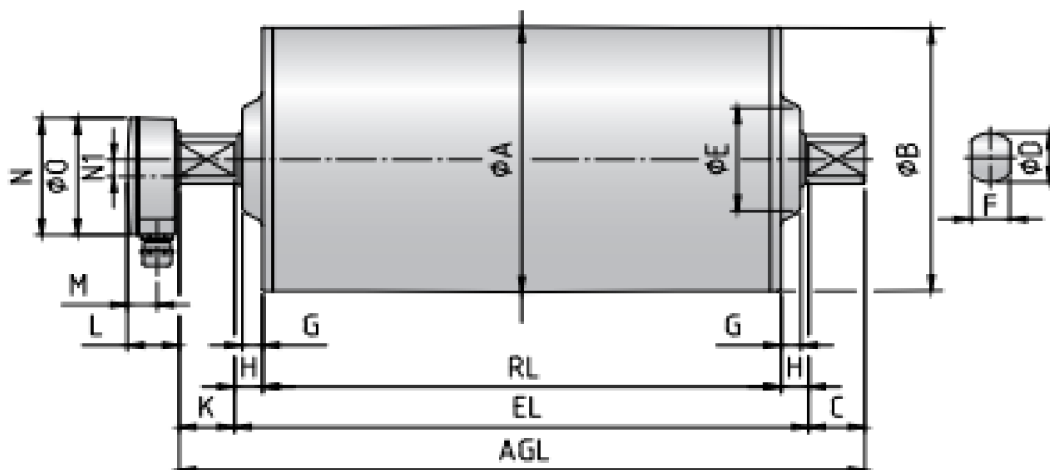
Obr. 17 Diskový váleček vratné větve typu 108/63 x 500 / 6204 [9]

Tab. 6 Parametry diskového válečku vratné větve Transroll typu 108/63 x 500 / 6204 [9]

Šířka pásu [mm]	ØD [mm]	L [mm]	Ložisko	L ₁ [mm]	L ₂ [mm]	Hmotnost rot. částí [kg]	Celková hmotnost [kg]
400	108/63	500	6204	508	546	4,1	5,6

4.3 POHON DOPRAVNÍKU

Na základě vypočteného výkonu a šířky pásu volím elektrobuben od firmy Rulmeca označení 320M s výkonem 2,2 kW a šířkou 500 mm [13]. Výhody tohoto elektrobubnu jsou: kompaktní typ konstrukce, menší potřeba údržby, dlouhá životnost, vysoká energetická účinnost a chráněn před povětrnostními vlivy. Technické parametry elektrobubnu jsou uvedeny v tab. 8 a rozměry elektrobubnu jsou uvedeny v tab. 7 a na obr. 18.



Obr. 18 Elektrobuben 320M [13]

Tab. 7 Rozměry elektrobubnu 320M [13]

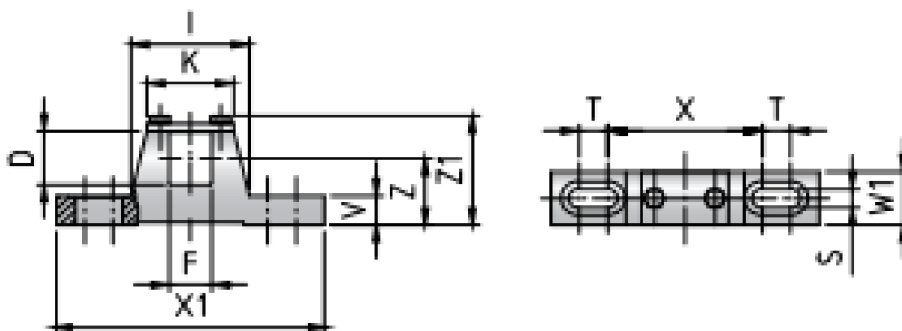
A	B	C	D	E	F	G	H	K	L	M	N	N1	RL
321	319	50	40	125	30	17,5	22,5	54	41	24	95	14	500

Tab. 8 Technické parametry elektrobubnu 320M [13]

Výkon [kW]	Počet pólů	Převodový stupeň	Rychlost pásu [$m \cdot s^{-1}$]	Točivý moment [N·m]	Tah pásu [N]	Dovolené zatížení [N]
2,2	4	2	1,6	209	1302	20000

4.3.1 DRŽÁK ELEKTROBUBNU

Držáky pro elektrobuben 320M volím od firmy Rulmeca s označením KL41-HD [13]. Rozměry držáku jsou uvedeny v tab. 9 a na obr. 19.



Obr. 19 Držák elektrobubnu [13]

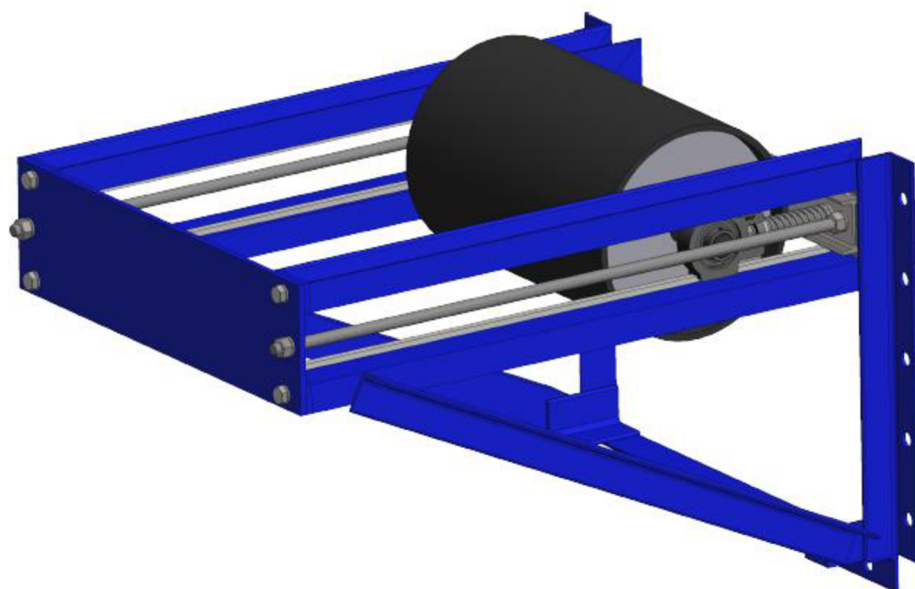


Tab. 9. Rozměry držáku [13];

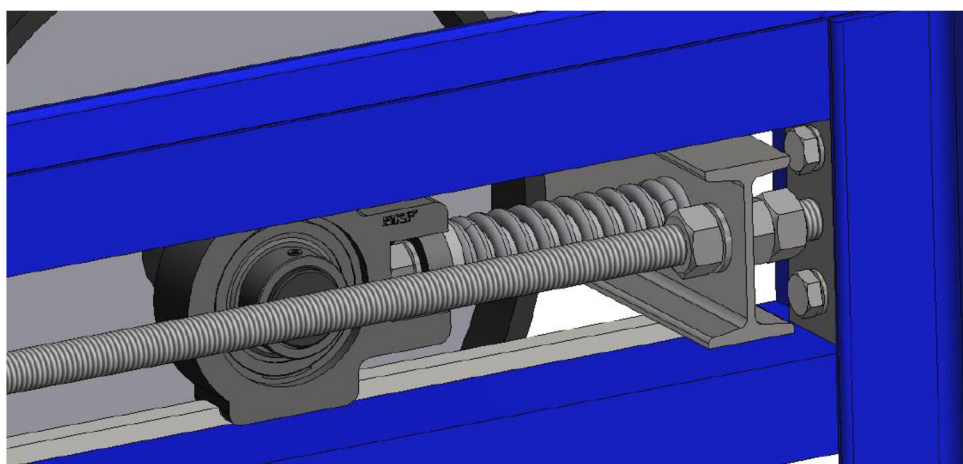
D [mm]	F [mm]	I [mm]	K [mm]	S [mm]	T [mm]	V [mm]	W1 [mm]	X [mm]	X1 [mm]	Z [mm]	Z1 [mm]
40	30	84	62	14	20	22	40	110	190	50	83

4.4 VOLBA NAPÍNACÍHO ZAŘÍZENÍ

Napínání pásu je provedeno pomocí dvou šroubů a pružin od firmy Hennlich. Hnaný buben je upevněn v ložiskových jednotkách od firmy SKF. Rám napínacího zařízení je tvořen z profilu U80 ČSN 42 5570. Délku posuvu napínacího bubnu vzhledem k délce pásu a typu pásu je přibližně 2%.



Obr. 20 Napínací zařízení (pohled 1)



Obr. 21 Napínací zařízení (pohled 2)



4.4.1 HNANÝ BUBEN

Hnaný buben je svařenec vyroben z materiálu S235JRG1 (ČSN 11 373.0). Rozměry bubnu jsou uvedeny v tab. 10.



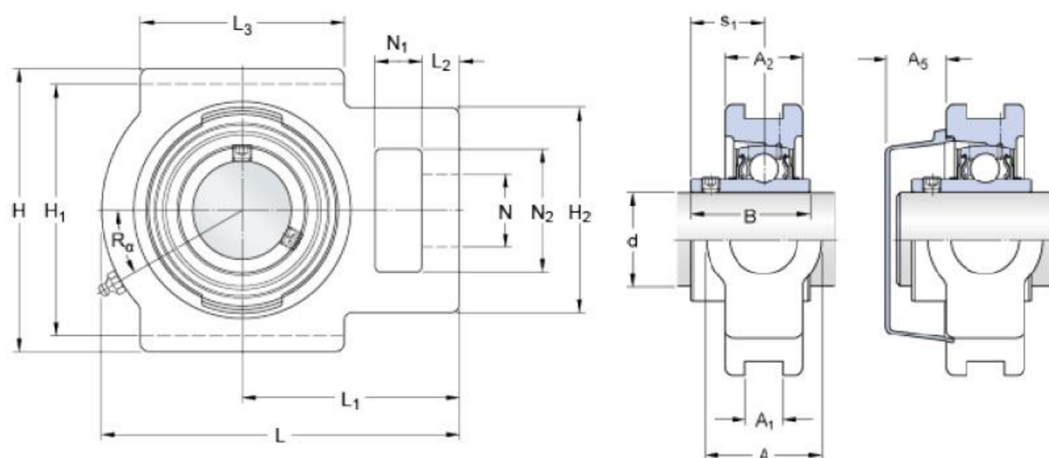
Obr. 22 Hnaný buben

Tab. 10 Rozměry hnaného bubnu

Průměr bubnu D [mm]	Šířka bubnu B [mm]	Délka osy bubnu l_0 [mm]	Průměr osy pro ložisko d_0 [mm]	Průměr osy pro bočnice D_0 [mm]
320	500	650	35	45

4.4.2 LOŽISKOVÁ JEDNOTKA

Dle konstrukce pásového dopravníku volím ložiskové jednotky TU 35 TF od firmy SKF [14]. Rozměry ložiskové jednotky jsou uvedeny v tab. 11 a na obr. 23.



Obr. 23 Ložiskové jednotka TU 35 TF [14]

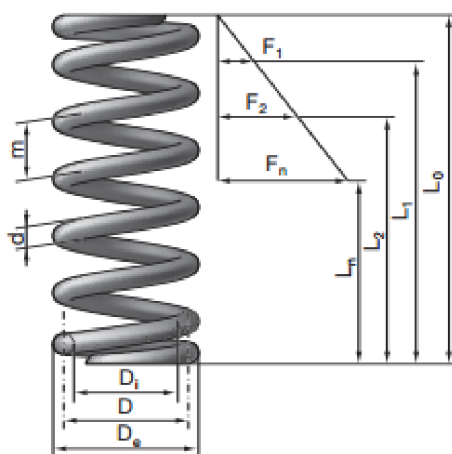


Tab. 11 Rozměry ložiskové jednotky TU 35 TF [14]

d	[mm]	35	H	[mm]	103	L ₃	[mm]	64
A	[mm]	37	H ₁	[mm]	89	N	[mm]	22
A ₁	[mm]	13,5	H ₂	[mm]	64	N ₁	[mm]	17
A ₂	[mm]	30	L	[mm]	129	N ₂	[mm]	38
A ₅	[mm]	22	L ₁	[mm]	78	s ₁	[mm]	25,4
B	[mm]	42,9	L ₂	[mm]	12			

4.4.3 NAPÍNAČÍ PRUŽINA

K napínání bubnu volím dvě tlačné pružiny od firmy Hennlich [15]. Rozměry pružiny jsou uvedeny v tab. 12 a na obr. 24.



Obr. 24 Tlačná pružina Hennlich [15]

Tab. 12 Technické parametry tlačné pružiny [15]

Průměr drátu d [mm]	Střední průměr pružiny D [mm]	Délka pružiny ve volném stavu L ₀ [mm]	Délka pružiny v plně zatíženém stavu L _n [mm]	Počet činných závitů n [-]	Celkový počet závitů n _t [-]	Tuhost pružiny k _p [N/mm]	Maximální síla zatížení F _{pn} [N]
7,0	27,8	125,0	88,2	9,5	10,5	113,22	4168,5

4.5 ČISTIČ PÁSU

Pro čištění pásu volím čelní stěrač od firmy AB Technology s označením CJ 1.1, který má jednoduchou konstrukci. Tento stěrač je vhodný pro stírání vysoce abrazivních materiálů,



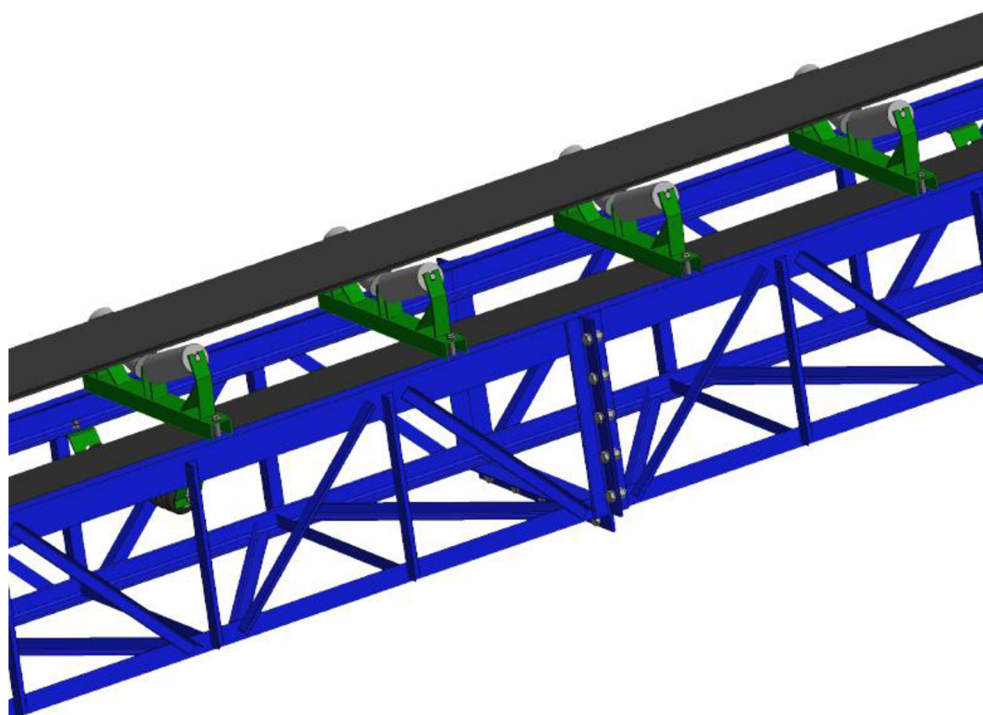
kteřá zaručuje výbornou kvalitu stírání po celou dobu životnosti stíracího segmentu z polyuretanu zakončeného plátkem z tvrdokovu (karbidu wolframu) [16].



Obr. 25 Čelní stěrač s břity z karbidu wolframu CJ 1.1 [16]

4.6 KONSTRUKCE RÁMU

Nosná konstrukce pásového dopravníku je tvořena příhradovou konstrukcí, příhradová konstrukce je zvolena z důvodu zmenšení průhybů rámu mezi stojinami a je svařená z normalizovaných profilů L40 a L60 ČSN 42 5541. Z transportních důvodů celá konstrukce je rozdělena na pět segmentů, včetně napínacího zařízení. Konstruktivní řešení segmentů a jejich spojení je zobrazeno na obr. 26.



Obr. 26 Nosná konstrukce



4.7 KONSTRUKCE STOJIN

Po délce pásového dopravníku jsou použity čtyři stojiny, které podpírají nosný rám a jsou přišroubovány pomocí patek do betonového základu. Stojiny jsou k rámu přidělaný osmi šrouby, pro větší stabilitu jsou svařeny z příhradové konstrukce a poslední dvě stojiny jsou v podélném směru zpevněny vzpěrami. Použité profily: U120 ČSN 42 5570, L60 ČSN 42 5541.



Obr. 27 Konstrukce stojin



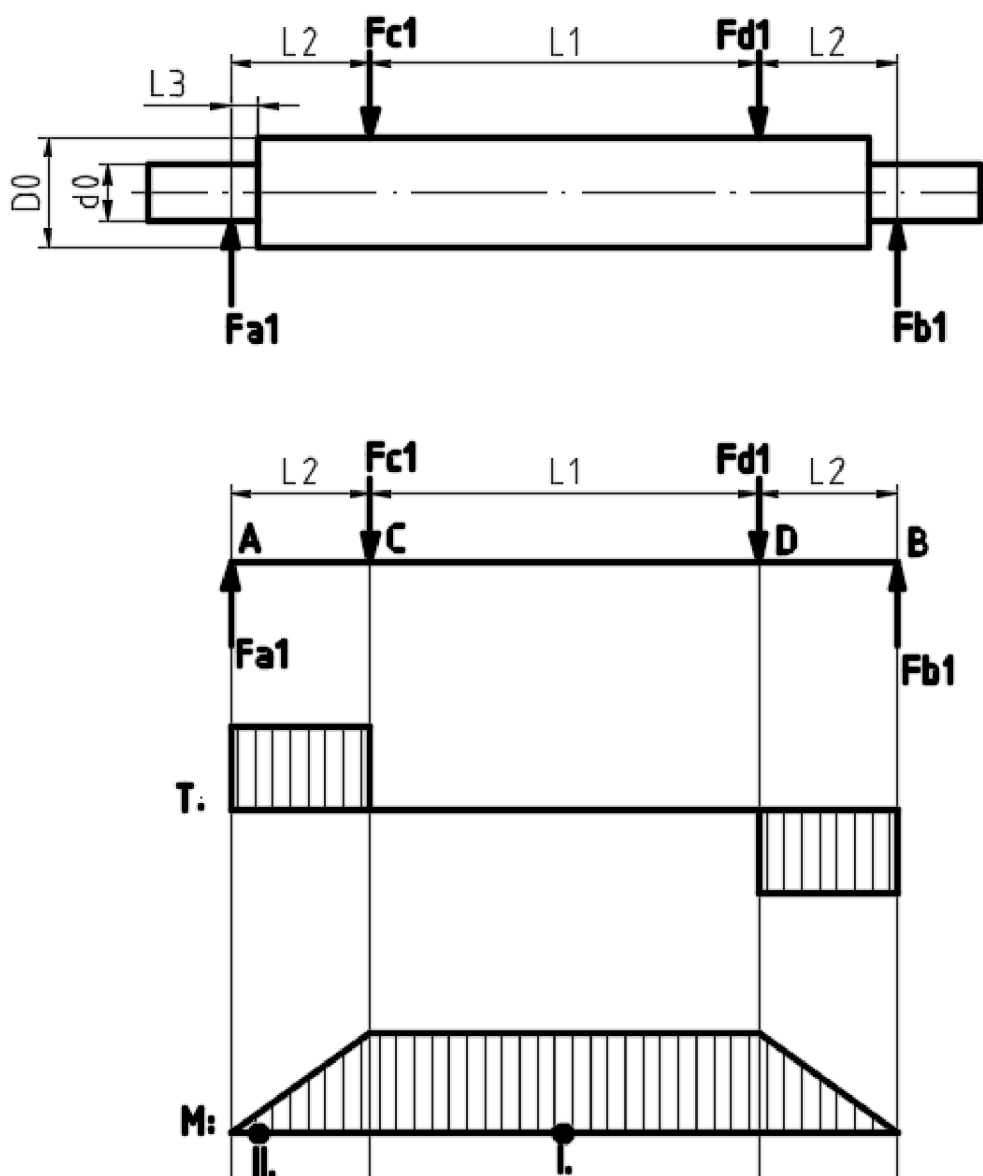
5 PEVNOSTNÍ VÝPOČET

Výpočet proveden dle lit. [6].

5.1 PEVNOSTNÍ VÝPOČET HŘÍDELE HNANÉHO BUBNU

Hřídel hnaného bubnu je namáhán střídavým ohybem. Vyroben z materiálu S235JRG1 (ČSN 11 373.0). Dovolené napětí pro střídavý ohyb dle lit. [5] je: $\sigma_{\text{Odob}} = 50 - 75 \text{ MPa}$. Volím 50 MPa.

5.1.1 PRŮBĚH VVÚ NA HŘÍDELI



Obr. 28 Průběh VVÚ na hřídeli



Rozměry: $L_1 = 465 \text{ mm}$
 $L_2 = 68 \text{ mm}$
 $L_3 = 21,45 \text{ mm}$
 $D_0 = 45 \text{ mm}$
 $d_0 = 35 \text{ mm}$

5.1.2 SÍLY PŮSOBÍCÍ NA HŘÍDEL

$$F_{c1} = F_{d1} = \frac{F_C}{2} \quad (47)$$

$$F_{c1} = F_{d1} = \frac{3114}{2} = 1557 \text{ N}$$

$$F_{c1} = F_{d1} = 1557 \text{ N}$$

Kde:

F_C [N] celková síla namáhající buben ... dle kap. 3.17.9

MOMENTOVÁ PODMÍNKA:

$$\Sigma M_A = 0 \quad (48)$$

$$-F_{c1} \cdot L_2 - F_{d1} \cdot (L_2 + L_1) + F_{b1} \cdot (2 \cdot L_2 + L_1) = 0$$

$$F_{b1} = \frac{-F_{c1} \cdot L_2 - F_{d1} \cdot (L_2 + L_1)}{2 \cdot L_2 + L_1}$$

$$F_{b1} = \frac{1557 \cdot 0,068 + 1557 \cdot (0,068 + 0,465)}{2 \cdot 0,068 + 0,465}$$

$$F_{b1} = 1557 \text{ N}$$

Kde:

F_{c1} [N] síla působící v bodě C... dle kap. 5.1.2

F_{d1} [N] síla působící v bodě D... dle kap. 5.1.2

L_1 [m] vzdálenost C - D ... dle kap. 5.1.1

L_2 [m] vzdálenost A - C a D - B ... dle kap. 5.1.1

**SÍLOVÁ PODMÍNKA:**

$$\Sigma T = 0 \quad (49)$$

$$F_{a1} + F_{b1} - F_{c1} - F_{d1} = 0$$

$$F_{a1} = F_{c1} + F_{d1} - F_{b1}$$

$$F_{a1} = 1557 + 1557 - 1557$$

$$F_{a1} = 1557 \text{ N}$$

Kde:

$$F_{c1} \quad [\text{N}] \quad \text{síla působící v bodě C... dle kap. 5.1.2 a rovnice (47)}$$

$$F_{d1} \quad [\text{N}] \quad \text{síla působící v bodě D... dle kap. 5.1.2 a rovnice (47)}$$

$$F_{b1} \quad [\text{N}] \quad \text{síla působící v bodě B... dle kap. 5.1.2 a rovnice (48)}$$

5.1.3 MAXIMÁLNÍ OHYBOVÝ MOMENT V BODĚ I

Z průběhu VVÚ dle kap. 5.1.1 je výrazně vidět, že maximální ohybový moment se nachází mezi působišti sil F_{c1} a F_{d1} . Počítám k bodu I.

$$M_{Omax_I} = F_{b1} \cdot \left(\frac{L1}{2} + L2 \right) - F_{d1} \cdot \frac{L1}{2} \quad (50)$$

$$M_{Omax_I} = 1557 \cdot \left(\frac{0,465}{2} + 0,068 \right) - 1557 \cdot \frac{0,465}{2}$$

$$M_{Omax_I} = 112,9 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Kde:

$$F_{b1} \quad [\text{N}] \quad \text{síla působící v bodě B... dle kap. 5.1.2 a rovnice (48)}$$

$$F_{d1} \quad [\text{N}] \quad \text{síla působící v bodě D... dle kap. 5.1.2 a rovnice (47)}$$

$$L1 \quad [\text{m}] \quad \text{vzáhlednost C - D ... dle kap. 5.1.1}$$

$$L2 \quad [\text{m}] \quad \text{vzáhlednost A - C a D - B ... dle kap. 5.1.1}$$

5.1.4 MODUL OHYBU V BODĚ I

$$W_{O_I} = \frac{\pi \cdot D_0^3}{32} \quad (51)$$



$$W_{O,I} = \frac{\pi \cdot 0,045^3}{32}$$

$$W_{O,I} = 0,000008946 \text{ m}^3$$

Kde:

D_0 [m] průměr osy pro bočnice... dle kap. 5.1.1

5.1.5 MAXIMÁLNÍ OHYBOVÉ NÁPĚTÍ V BODĚ I

$$\sigma_{Omax,I} = \frac{M_{Omax,I}}{W_{O,I}} \quad (52)$$

$$\sigma_{Omax,I} = \frac{112,9}{0,000008946}$$

$$\sigma_{Omax,I} = 12,62 \text{ MPa}$$

Kde:

$M_{Omax,I}$ [N · m] maximální ohybový moment v bodě I ... dle kap. 5.1.3

$W_{O,I}$ [m³] modul ohybu v bodě I ... dle kap. 5.1.4

5.1.6 BEZPEČNOST K MEZNÍMU STAVU PRUŽNOSTI V BODĚ I

$$k_{0,I} = \frac{\sigma_{Odov}}{\sigma_{Omax,I}} \quad (53)$$

$$k_{0,I} = \frac{50}{12,62}$$

$$k_{0,I} = 3,9$$

Kde:

σ_{Odov} [MPa] dovolené napětí v ohybu ... dle kap. 5.1

$\sigma_{Omax,I}$ [MPa] maximální ohybové napětí v bodě I ... dle kap. 5.1.5

**5.1.7 MAXIMÁLNÍ OHYBOVÝ MOMENT V BODĚ II**

$$M_{O_{\max_II}} = F_{a1} \cdot L3 \quad (54)$$

$$M_{O_{\max_II}} = 1557 \cdot 0,02145$$

$$M_{O_{\max_II}} = 33,39 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Kde:

F_{a1} [N] síla působící v bodě A... dle kap. 5.1.2 a rovnice (49)

$L3$ [m] vzdálenost A - II ... dle kap. 5.1.1

5.1.8 MODUL OHYBU V BODĚ II

$$W_{O_II} = \frac{\pi \cdot d_0^3}{32} \quad (55)$$

$$W_{O_II} = \frac{\pi \cdot 0,035^3}{32}$$

$$W_{O_II} = 0,000004209 \text{ m}^3$$

Kde:

d_0 [m] průměr osy pro ložisko ... dle kap. 5.1.1

5.1.9 OHYBOVÉ NÁPĚTÍ V BODĚ II

$$\sigma_{O_II} = \frac{M_{O_{\max_II}}}{W_{O_II}} \quad (56)$$

$$\sigma_{O_II} = \frac{33,39}{0,000004209}$$

$$\sigma_{O_II} = 7,93 \text{ MPa}$$

Kde:

$M_{O_{\max_II}}$ [N · m] maximální ohybový moment v bodě II ... dle kap. 5.1.7

W_{O_II} [m³] modul ohybu v bodě II ... dle kap. 5.1.8

**5.1.10 MAXIMÁLNÍ OHYBOVÉ NÁPĚTÍ V BODĚ II**

$$\sigma_{Omax_II} = \alpha \cdot \sigma_{O_II} \quad (57)$$

$$\sigma_{Omax_II} = 2 \cdot 7,93$$

$$\sigma_{Omax_II} = 15,86 \text{ MPa}$$

Kde:

α [–] tvarový součinitel ... dle lit. [5]

σ_{O_II} [MPa] ohybové napětí v bodě II ... dle kap. 5.1.9

5.1.11 BEZPEČNOST K MEZNÍMU STAVU PRUŽNOSTI V BODĚ II

$$k_{0_II} = \frac{\sigma_{O\text{dov}}}{\sigma_{Omax_II}} \quad (58)$$

$$k_{0_II} = \frac{50}{15,86}$$

$$k_{0_II} = 3,15$$

Kde:

$\sigma_{O\text{dov}}$ [MPa] dovolené napětí v ohybu ... dle kap. 5.1

σ_{Omax_II} [MPa] maximální ohybové napětí v bodě II ... dle kap. 5.1.9



6 ROZBOR DOPRAVOVANÉHO MATERIÁLU

Pásový dopravník je dimenzován na dopravu drceného vápence o zrnitosti 0 až 15 mm.

6.1 POJEM DOPRAVOVANÉHO MATERIÁLU

Vápenec patří mezi horniny sedimentární. Vápence jsou horniny tvořené převážně nerostem kalcitem (kalciový uhličitán vápenatý CaCO_3). Jsou to celistvé až zrnité sedimentární horniny organického nebo chemického původu, obsah uhličitanu vápenatého je často nad 95%. Vznikaly usazováním vápnatých schránek živočichů a rostlin v mořských sedimentačních pánvích. Takto vzniklé vápence se označují jako organogenní. V malé míře vápence vznikaly vylučováním z vodních roztoků v krasových krajinách. Působením vysoké teploty a tlaku došlo ke vzniku krystalických vápenců (mramorů), ve kterých kalcit překrystalizoval [17], [18].



Obr. 29 Vápenec [18]

6.2 DĚLENÍ VÁPENCŮ

Vápence dělíme do jednotlivých tříd podle různých hledisek. Jak již bylo řečeno, vápence se pouze vzácně vyskytují čisté, většinou mají příměsi jílu, karbonátů, dolomitu, písku, případně fosfátů nebo minerálů s obsahem železa (křemen, grafit, limonit, hematit) i organické hmoty.

Tab. 13 Rozdělení podle Vachta (řada vápenec – jíl) [17]

Sediment	Obsah CaCO_3	Obsah jílu
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



Tab. 14 Dělení dle obsahu vápence a dolomitu dle ČSN 72 1210 [17]

Název	Obsah minerálu [%]		Chemické složení [%]	
	kalcit	dolomit	CaCO ₃	MgCO ₃
Vápenec	100 – 90	0 – 10	100 – 95,4	0 – 4,6
Dolomitický vápenec	90 – 50	10 – 50	95,4 – 77,1	4,6 – 22,9
Vápnitý dolomit	50 – 10	50 – 90	77,1 – 58,8	22,9 – 41,2
Dolomit	10 – 0	90 – 100	58,8 – 54,3	41,2 – 45,7

6.2.1 HODNOCENÍ PODLE VELIKOSTI ZRNA KUSOVÝCH VÁPENCŮ A DOLOMITŮ

Všechny vyráběné a dodávané druhy kusových vápenců a dolomitů se třídí podle zrnění podle normy ČSN 72 1218 a navazujících norem ČSN 72 1210 a ČSN 72 1217. Hodnoty v tab.15 platí pro síta se čtvercovými otvory podle ČSN 15 3330 [17].

Tab. 15 Třídění kusových vápenců a dolomitů podle zrnění [17]

Druh	Rozměr [mm]
1	22,5 – 63
2	22,5 – 80
3	63 – 125
4	80 – 125
5	80 – 160
6	125 – 200
7	125 – 300
8	300 – 400
9	nad 400

6.2.2 HODNOCENÍ DLE JEMNOSTI MLETÍ MLETÝCH VÁPENCŮ A DOLOMITŮ

Všechny vyráběné a dodávané druhy mletých vápenců a dolomitů se třídí podle normy ČSN 72 1220 [17]:

Mleté vápence se třídí podle způsobu mletí na [17]:

- a) hrubě mleté č. 1 – 3
- b) jemně mleté č. 4 – 6
- c) velmi jemně mleté č. 7 – 13

6.2.3 BARVA VÁPENCŮ

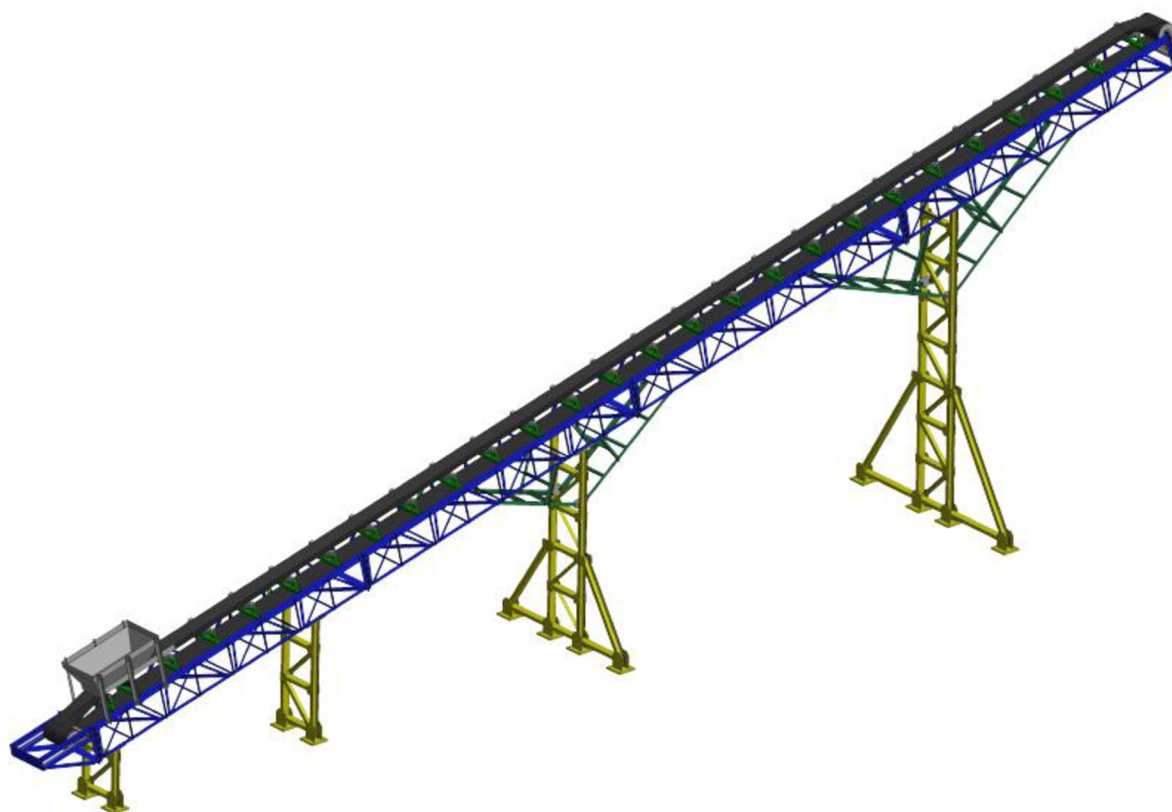
Čisté vápence jsou bílé. Barva vápenců je proměnlivá a závisí na obsahu příměsí (samotný kalcit je bezbarvý). Kolísá od bílé nažloutlé, červenohnědé přes šedou a hnědou až k tmavé (modré, šedé až šedočerné). Barva je závislá na tom, jaké příměsí vápenec obsahuje. Například vápence obsahující Fe₂O₃ bývají zbarveny nažloutle až červenohnědě, glaukonitické vápence zelenavě, vápence s příměsí bitumenu nebo grafitu bývají tmavošedé až černé [17], [18].



ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout dopravník pro dopravu drceného vápence. Funkční výpočet byl proveden na základě zadaných parametrů hmotnostního výkonu, výškového rozdílu, osové vzdálenosti a dopravovaného materiálu dle normy ČSN ISO 5048. Podle výpočtu byly určeny základní rozměry pásového dopravníku a vybrány jednotlivé komponenty dopravníku z katalogů firem a potřebný výkon pohonu. Dále byla provedena pevnostní kontrola osy hnaného bubnu a proveden rozbor vlastností přepravovaného materiálu.

Z konstrukčního hlediska dopravník byl navržen jako svařovaná, příhradová konstrukce z pěti segmentů a rozebíratelných komponentů volených z katalogů firem. K pohonu dopravníku byl zvolen elektrobuben od výrobce Rulmeca. Napínání pásu bylo vyřešeno pomocí pružin, jejichž předpětí se bude regulovat pomocí šroubů. K práci je přiložena výkresová dokumentace, která obsahuje sestavný výkres dopravníku a podsestavu napínacího zařízení.



Obr. 30 Navržený pásový dopravník



POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] GAJDŮŠEK, Jaroslav a Miroslav ŠKOPÁN. *Teorie dopravních a manipulačních zařízení*. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 1988. 277 s. ISBN 1524.
- [2] DRAŽAN, František. *Teorie a stavba dopravníků*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1983. 290 s.
- [3] FRIES, Jiří. *Pásové dopravníky, bubny a jejich výpočet*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2009. ISBN 978-80-248-2080-4.
- [4] 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.
- [5] LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 3., dopl. vyd. Úvaly: Albra, 2006. ISBN 80-7361-033-7.
- [6] SHIGLEY, Joseph Edward, Charles R MISCHKE, Richard G BUDYNAS a Miloš VLK. *Konstruování strojních součástí*. 1. vyd. Brno: VUTIUM, 2010. 1159 s. ISBN 978-80-214-2629-0.
- [7] POLÁK, Jaromír, Jiří PAVLISKA a Aleš SLÍVA. *Dopravní a manipulační zařízení I*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2001. ISBN 80-248-0043-8.
- [8] Gumex. *Spojky FLEXCO R2, R2S* [online]. 2015 [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: <https://www.gumex.cz/spojky-flexco-r2-r2s-24896.html#prettyPhoto>
- [9] Transroll. *Katalog válečků* [online]. 2013 [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: http://www.transroll.cz/obrazky-soubory/produktovy-katalog_cz_2015-10-0a9fb.pdf?redir
- [10] Gumex. *Pryžové pásy pro průmyslové použití* [online]. 2015 [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: <https://www.gumex.cz/ep250-2-aa-pryzove-pasy-pro-vseobecne-pouziti-52692.html>
- [11] GTK. *Dopravníková stolice - PE2-125* [online]. 2015 [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: <http://www.gtktupesy.cz/index.php?page=stanicka&skupina=PE2-125&language=cz>
- [12] GTK. *Držák - UB1* [online]. 2015 [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: <http://www.gtktupesy.cz/index.php?page=stanicka&skupina=UB1&language=cz>
- [13] Rulmec. *Motorized Pulley 320M & 320H* [online]. 2013 [cit. 2017-02-19]. Dostupné z: http://www.rulmeca.it/en/products_bulk/catalogue/6/mototamburi/15/motorized_pulleys_for_belt_conveyors_bulk/75/motorized_pulley_320l_320m_320h
- [14] SKF. *Napínací ložiskové jednotky Y* [online]. 2015 [cit. 2017-02-19]. Dostupné z: <http://www.skf.com/cz/products/bearings-units-housings/bearing-units/ball-bearing-units/y-bearing-take-up-units/y-bearing-take-up-units/index.html?designation=TU%2035%20TF>



- [15] Hennlich. *Středisko pružiny* [online]. 2015 [cit. 2017-02-19]. Dostupné z: https://www.hennlich.cz/uploads/cz_Tla%C4%8Dn%C3%A9_pru%C5%BEiny_-_tabulky_deltatone_reduce.pdf
- [16] Techbelt. *Stěrače dopravních pásů* [online]. 2014 [cit. 2017-02-22]. Dostupné z: <http://www.dopravnipasy.com/sterace-dopravnich-pasu>
- [17] Vumo. *Uplatnění vápencové suroviny z hlediska kvality v různých průmyslových odvětvích* [online]. 2008 [cit. 2017-03-19]. Dostupné z: <http://www.vumo.cz/wp-content/uploads/2015/05/22-uplatneni-vapencove-suroviny-z-hlediska-kvality-v-ruznych-prumyslovych-odvetvych.pdf>
- [18] FSV. *Vápenec* [online]. 2011 [cit. 2017-03-19]. Dostupné z: <http://departments.fsv.cvut.cz/k135/wwwold/webkurzy/mikro/vapenec.html>
- [19] Tehtron. *Pásový dopravník* [online]. 2013 [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://tehtron.com/oborudovanie/lentochnuitransporter>
- [20] Studopedia. *Schéma pásového dopravníku* [online]. 2013 [cit. 2017-01-25]. Dostupné z: http://studopedia.su/4_15434_obshchee-ustroystvo-tipi-i-oblasti-primeneniya.html
- [21] Rollven. *Válečkové stolice* [online]. 2012 [cit. 2017-01-25]. Dostupné z: <http://www.rollven.com/rollers-gravity-conveyors-belt/idler-driven-special-rollers/rollers-belt-conveyorsaccessories/>
- [22] Promoborydovanie. *Dopravníkové válečky* [online]. 2010 [cit. 2017-01-25]. Dostupné z: http://promoborydovanie.ru/komplektuyuschie_k_konveyeram
- [23] Uralremdetal. *Bubny pásových dopravníků* [online]. 2007 [cit. 2017-01-25]. Dostupné z: <http://www.uralremdetal.ru/kranovoe-oborudovanie/lent-barabany/>
- [24] TST. *Pásové dopravníky* [online]. 2012 [cit. 2017-01-25]. Dostupné z: http://tst.nmu.org.ua/ua/Lentjch_konv.doc
- [25] Alyansoil. *Čističe pásu* [online]. 2015 [cit. 2017-01-25]. Dostupné z: <https://alyansoil.com/ochistiteli-i-skrebki-dlya-konvejernoj-lenty.html>



SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

$\left(\frac{h}{a_0}\right)_{adm}$	[-]	dovolený relativní průvės pásu mezi válečkovými stolicemi
A_{ζ}	[m ²]	plocha dotyku mezi pásem a čističem
a_0	[m]	rozteč válečkových stolic v nosné části
a_{hd}	[m]	rozteč válečkových stolic v dopadové části
a_s	[m]	rozteč válečkových stolic v nezátíženě větvi dopravníku
B	[m]	šířka dopravníkového pásu
b	[m]	využitelná ložná šířka pásu
C_{ε}	[-]	součinitel korýtkovosti
D_b	[m]	průměr hnaného bubnu
d_0	[m]	průměr hřídele hnaného bubnu
d	[m]	tloušťka pásu
D_0	[m]	průměr osy pro bočnice
d_0	[m]	průměr osy pro ložisko
f	[-]	globální součinitel tření
F_{bA}	[N]	odpor setrvačných sil v oblasti nakládání a urychlování
F_f	[N]	odpor tření mezi dopravovaným materiálem a bočním vedením
F_O	[N]	odpor ohybu pásu na bubnech
F_t	[N]	odpor v ložiskách hnaného bubnu
F	[N]	průměrný tah v pásu na buben
F_{ε}	[N]	odpor vychýlených bočních válečků
F_r	[N]	odpor od čističe
F_{gl}	[N]	odpor od tření bočního vedení s materiálem
F_H	[N]	hlavní odpory
F_N	[N]	vedlejší odpory



F_{S1}	[N]	přídavné hlavní odpory
F_{S2}	[N]	přídavné vedlejší odpory
F_{ST}	[N]	odpor k překonání dopravované výšky
F_U	[N]	potřebná obvodová síla na hnacím bubnu
F_{Umax}	[N]	maximální obvodová hnací síla
F_{max}	[N]	největší tahová síla v pásu
F_{2min}	[N]	přenos obvodové síly na hnacím bubnu
F_1	[N]	síla ve horní větvi
F_2	[N]	síla ve vratné větvi
F_C	[N]	celková síla namáhající buben
F_{c1}	[N]	síla působící v bodě C
F_{d1}	[N]	síla působící v bodě D
F_{b1}	[N]	síla působící v bodě B
F_{a1}	[N]	síla působící v bodě A
g	$[m \cdot s^{-2}]$	tíhové zrychlení
H	[m]	výškový rozdíl
I_V	$[m^3 \cdot s^{-1}]$	objemový dropravní výkon
I_m	$[kg \cdot h^{-1}]$	hmotnostní dopravní výkon
k	[-]	součinitel sklonu
k_1	[-]	součinitel korekce vrchlíku náplně pásu
k_{0_I}	[-]	bezpečnost k MSP v bodě I
$k_{0_{II}}$	[-]	bezpečnost k MSP v bodě II
L	[m]	osová vzdálenost
L_d	[m]	délka dopadové části
l_b	[m]	urychlovací délka



L1	[m]	vzádlenost C - D
L2	[m]	vzádlenost A - C a D - B
L3	[m]	vzádlenost A - II
M_{Omax_I}	[N · m]	maximální ohybový moment v bodě I
M_{Omax_II}	[N · m]	maximální ohybový moment v bodě II
P_1	[ks]	počet válečkových stolic v nosné části
P_{1d}	[ks]	počet dopadových válečkových stolic v nosné části
P_2	[ks]	počet válečkových stolic v nezátížené větvi
p	[Pa]	tlak mezi pásem a čističem
P_M	[W]	provozní výkon hnacího motoru
P_A	[W]	provozní výkon na hnacím bubnu
Q	[m]	dopravní výkon
q_{RO}	[kg · m ⁻¹]	hmotnost rotujících částí válečku na 1 m délky v nosné a dopadové větvi
q_{RU}	[kg · m ⁻¹]	hmotnost rotujících částí válečku na 1 m ve nezátížené části dopravníku
q_B	[kg · m ⁻¹]	hmotnost 1 m dopravního pásu
q_G	[kg · m ⁻¹]	hmotnost dopravovaného materiálu na 1 m délky
q_{RO}	[kg · m ⁻¹]	hmotnost rotujících částí válečku na 1 m délky v nosné a dopadové větvi
q_1	[kg]	hmotnost rotujících částí válečku v nosné větvi
q_{1d}	[kg]	hmotnost rotujících částí válečku v dopadové větvi
q_2	[kg]	hmotnost rotujících částí válečku v nezátížené větvi
R_d	[N · m ⁻¹]	dovolené zatížení pásu
S_T	[m ²]	teoretický průřez náplně pásu
S_1	[m ²]	plocha průřezu horní části náplně pásu ... dle kap. 3.6.3
S_2	[m ²]	plocha průřezu dolní části náplně pásu ... dle kap. 3.6.4
S_K	[m ²]	skuteční plocha náplně pásu



S	$[m^2]$	celková plocha průřezu náplně
t_{ξ}	$[m]$	tloušťka čističe pásu
v	$[m \cdot s^{-1}]$	rychlost pásu
v_0	$[m \cdot s^{-1}]$	složka rychlosti dopravované hmoty ve směru pohybu pásu
W_{O_I}	$[m^3]$	modul ohybu v bodě I
$W_{O_{II}}$	$[m^3]$	modul ohybu v bodě II
μ	$[-]$	součinitel tření mezi poháněcím bubnem a pásem
μ_1	$[-]$	součinitel tření mezi materiálem a pásem
μ_2	$[-]$	součinitel tření mezi materiálem a bočním vedením
μ_3	$[N]$	součinitel tření mezi pásem a čističem
δ	$[^\circ]$	sklon dopravníku
η	$[-]$	účinnost elektromotoru
θ	$[^\circ]$	dynamický sypný úhel
ξ	$[-]$	součinitel rozběhu
ρ	$[kg \cdot m^{-3}]$	objemová sypná hmotnost
$\sigma_{O_{dov}}$	$[MPa]$	dovolené napětí v ohybu
$\sigma_{O_{max_I}}$	$[MPa]$	maximální ohybové napětí v bodě I
$\sigma_{O_{max_{II}}}$	$[MPa]$	maximální ohybové napětí v bodě II
β	$[^\circ]$	úhel sklonu nosných válečků
ε	$[^\circ]$	vyosení válečku ve směru dopravy materiálu
φ	$[^\circ]$	úhel opásání poháněcího bubnu



SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 31. Příklad pásového dopravníku [19]	13
Obr. 32. Schéma pásového dopravníku [20]	14
Obr. 33. Válečkové stolice [21]	16
Obr. 34. Váleček v řezu [22]	17
Obr. 35. Příklad bubnu [23]	18
Obr. 36. Nosné konstrukce [24]	19
Obr. 37. Příklad čističe pásu [25]	20
Obr. 38. Schéma sklonu pásového dopravníku	21
Obr. 39. Celková plocha průřezu náplně pásu [4]	23
Obr. 40. Schéma sil v pásu	37
Obr. 41. Dopravní pás Gumex EP250/2 [10]	42
Obr. 42. Spojka typu FLEXCO R2 [8].....	42
Obr. 43. Dvouválečkové stolice GTK typu PE2-125 [11]	43
Obr. 44. Váleček nosné větve typu 89 x 250 / 6204 [9]	44
Obr. 45. Progumovaný váleček typu 108/76×250 / 6204 [9].....	44
Obr. 46. Držák - UB1 [12].....	45
Obr. 47. Diskový váleček vratné větve typu 108/63 x 500 / 6204 [9].....	46
Obr. 48. Elektrobuben 320M [13]	47
Obr. 49. Držák elektrobubnu [13]	47
Obr. 50. Nápínací zařízení (pohled 1)	48
Obr. 51. Nápínací zařízení (pohled 2)	48
Obr. 52. Hnaný buben	49
Obr. 53. Ložiskové jednotka TU 35 TF [14].....	49
Obr. 54. Tlačná pružina Hennlich [15].....	50
Obr. 55. Čelní stěrač s břity z karbidu wolframu CJ 1.1 [16]	51
Obr. 56. Nosná konstrukce	51
Obr. 57. Konstrukce stojin	52
Obr. 58. Průběh VVÚ na hřídeli	53
Obr. 59. Vápenec [18]	59
Obr. 60. Navržený pásový dopravník	61



SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Parametry dopravního pásu Gumex EP250/2 [10]	42
Tab. 2. Parametry dvouválečkové stolice GTK typu PE2-125 [11]	43
Tab. 3. Parametry válečku nosné větve Transroll typu 89 x 250 / 6204 [9]	44
Tab. 4. Parametry progumovaného válečku typu 108/76×250 / 6204 [9]	45
Tab. 5. Parametry vratné větve jednoválečkové stolice UB1[12]	45
Tab. 6. Parametry diskového válečku vratné větve Transroll typu 108/63 x 500 / 6204 [9]..	46
Tab. 7. Rozměry elektrobubnu 320M [13]	47
Tab. 8. Technické parametry elektrobubnu 320M [13].....	48
Tab. 9. Rozměry držáku [13]	48
Tab. 10. Rozměry hnaného bubnu	49
Tab. 11. Rozměry ložiskové jednotky TU 35 TF [14]	50
Tab. 12. Technické parametry tlačné pružiny [15].....	50
Tab. 13. Rozdělení podle Vachta (řada vápenec – jííl) [17]	59
Tab. 14. Dělení dle obsahu vápence a dolomitu dle ČSN 72 1210 [17]	60
Tab. 15. Třídění kusových vápenců a dolomitů podle zrnění [17].....	60



SEZNAM PŘÍLOH

Výkresová dokumentace

Typ výkresu	Název	Číslo výkresu	List
Výkres sestavy	PÁSOVÝ DOPRAVNÍK	0-PD/ÚADI-00	1/4
Seznam položek	PÁSOVÝ DOPRAVNÍK	0-PD/ÚADI-00	2/4
Seznam položek	PÁSOVÝ DOPRAVNÍK	0-PD/ÚADI-00	3/4
Seznam položek	PÁSOVÝ DOPRAVNÍK	0-PD/ÚADI-00	4/4
Výkres sestavy	NAPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ	2-PD/ÚADI-01	1/3
Seznam položek	NAPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ	2-PD/ÚADI-01	2/3
Seznam položek	NAPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ	2-PD/ÚADI-01	3/3

CD

Elektronická verze bakalářské práce

Výkresová dokumentace

3D model