

Aplikace 3D modelů jako předloh sestav výrobních celků

Štěpán Kotrla

Bakalářská práce
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Štěpán Kotrla

Osobní číslo: T120055

Studijní program: B3909 Procesní inženýrství

Studijní obor: Technologická zařízení

Forma studia: kombinovaná

Téma práce: Aplikace 3D modelů jako předloh sestav výrobních celků

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši na téma "pásové dopravníky"
2. Provedte návrh a výpočet hnaného a hnacího hřídele
3. Dle zadání vytvořte výkresovou dokumentaci vybraných celků
4. Vytvořte trojrozměrné modely součástí pro uložení hnaného a hnacího bubnu pásového dopravníku

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Dle pokynů vedoucího práce

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Libuše Sýkorová, Ph.D.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

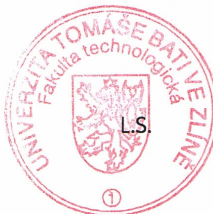
30. ledna 2015

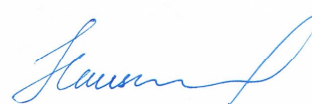
Termín odevzdání bakalářské práce:

22. května 2015

Ve Zlíně dne 9. února 2015


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan




prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno:

Obor:

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se v teoretické části zabývá popisem dopravní manipulační techniky. Je zaměřena na problematiku související s článkovými, válečkovými a pásovými dopravníky.

V praktické části je popsán návrh konstrukce 3D modelu pásového dopravníku. Pozornost je zaměřena na hlavní rám, hnanou a hnací část dopravníku. Detailně popisuje vnitřní uložení bubnu spolu s uložení hřídele. Součástí praktické náplně je výpočet řetězového převodu, ohybového momentu napínací hřídele a kroutícího momentu hnané hřídele.

Klíčová slova: pásový dopravník, hřídel, rám, buben

ABSTRACT

Theoretical section of this bachelor thesis describes traffic handling. In particular, are described sectional, roller and belt conveyors.

Practical section is focused on the structural desing of the 3D model of the conveyor belt. Attention is focused on the main frame, driven and driving part of the conveyor. It describes in detail the inner storing drum, along with the imposition of the shafts. Part of the practical content of the calculation and control chain drive, bending moment tension shaft and torque output shaft.

Keywords: belt conveyor, shaft, frame, drum

Poděkování:

Na tomto místě bych rád poděkoval paní doc. Ing. Libuši Sýkorové Ph.D. za vlídný přístup, ochotu, cenné rady při řešení bakalářské práce.

Dále děkuji všem kantorům, kteří byli vždy vstřícní a přátelští.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně.....

.....

Štěpán Kotrla

OBSAH

ÚVOD.....	2
1 PŘEPRAVA REALIZOVANÁ DOPRAVNÍKY	4
2 ČLÁNKOVÉ DOPRAVNÍKY.....	7
2.1 Gallovy řetězy	7
2.2 Pouzdrové řetězy.....	8
2.3 Válečkové řetězy	9
2.4 Kladkové řetězy	9
3 VÁLEČKOVÉ DOPRAVNÍKY	10
3.1 Gravitační válečkové dopravníky	10
3.2 Poháněné válečkové dopravníky	11
4 PÁSOVÉ DOPRAVNÍKY	12
4.1 Dopravní pás.....	14
4.2 Bubny.....	17
4.3 Válečky, válečkové pražce	19
4.3.1 Válečky	20
4.3.2 Válečkové pražce.....	21
4.4 Podavače a násypky	22
4.5 Stěrače dopravních pásů.....	23
4.6 Kryty pásových dopravníků	25
4.7 Čidla.....	26
4.7.1 Detekce materiálu	26
4.7.2 Detekce kovových částic	28
4.7.3 Snímače otáček.....	28
4.7.4 Snímače vybočení dopravního pásu	29
5 CÍL PRÁCE	32
6 KONSTRUKCE DOPRAVNÍKU.....	33
7 NAPÍNACÍ ČÁST	34
7.1 Kontrola napínací hřídele.....	38
8 RÁM DOPRAVNÍKU.....	42
9 HNACÍ ČÁST	46
9.1 Parametry hnací části dopravníku.....	50
9.1.1 Řetězový převod	51
9.2 Kontrola hnací hřídele.....	55
9.2.1 Návrh řetězového převodu	55
9.2.2 Kontrola hřídele.....	57
9.2.3 Kontrola pera hnaného kola:	58
10 SESTAVENÍ DOPRAVNÍKU	60
10.1 Krytování dopravníku	60
ZÁVĚR.....	63
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	64
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	66
SEZNAM OBRÁZKŮ	68
SEZNAM TABULEK.....	72
SEZNAM PŘÍLOH.....	73

ÚVOD

Dopravní systémy tvoří ve většině případů nedílnou součást procesu výroby. Umožňují lépe automatizovat procesy, optimalizovat přepravu vstupních surovin, výrobků, i odpadů, které při výrobě vznikají, a v neposlední řadě vhodnou konstrukcí umožňují využívat potenciál hlavních výrobních strojů.

Dopravní systémy lze členit z mnoha hledisek, ať již dle přepravovaného materiálu, nebo podle způsobu, jakým je doprava realizována. Velmi často je možné přesun realizovat více způsoby, výběr vhodné varianty je pak řešen na základě upřesňujících požadavků.

V některých případech se však využívá již léty odzkoušených řešení, například doprava stlačeného vzduchu ve firmách je běžně realizována za použití rozvodů trubek a hadic. Zde se pak řeší, jakým způsobem je optimální realizovat tyto trasy k předem určeným místům s ohledem na ostatní vstupní proměnné (rozmístění strojů, pracovišť, předpokládaný další rozvoj firmy...).

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukcí pásového dopravníku, který bude sloužit pro přepravu kusového materiálu. V teoretické části je úvodem popsán výběr jednotlivých dopravníků, většina teoretické části se následně zaměřuje na jednotlivé prvky, které se běžně při konstrukci gumových dopravníků využívají.

V praktické části je řešena samotná konstrukce dopravníku, kdy na základě vstupních údajů jsou navrženy varianty řešení a následně je jedno řešení zpracováno do podoby výkresové dokumentace.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PŘEPRAVA REALIZOVANÁ DOPRAVNÍKY

V současné době činí doprava neodmyslitelnou součást výroby. Zefektivňuje ji, umožňuje využít logistiku v podnicích, snižuje náročnost na obsluhu apod. Dopravníky lze členit na:

A) Dopravníky s tažným elementem

1) Pásové

Doprava sypkého i kusového materiálu je realizována za pomoci pásu, který je tažným i unášecím elementem.

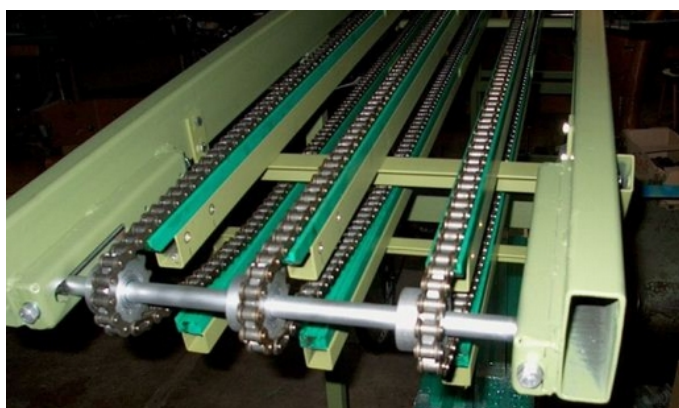


Obr. 1 Pásový dopravník

[Dostupné z [www stránek: strand.cz](http://www.strand.cz), ke dni 11. 1. 2015]

2) Článekové

Doprava kusového materiálu, kde by při použití pásového dopravníku docházelo k rychlému opotřebení.



Obr. 2 Článekový dopravník

[Dostupné z [www stránek: obalar.cz.web.webcloud.cz](http://www.obalar.cz.web.webcloud.cz), ke dni 11. 1. 2015]

3) Hřeblové (žlábkové transportéry)

Doprava sypkých a zrnitých materiálů, kde se rozbíjením snižuje užitná hodnota.

4) Adlery

Redlerové dopravníky slouží pro dopravu sypkých a zrnitých materiálů, vůči hřeblovým mají plně uzavřené žlaby.

5) Korečkové elevátory

Přeprava sypkého materiálu ve svislém, nebo strmém směru.

6) Jiné

B) Dopravníky bez tažného elementu

1) Šnekové

Doprava sypkého, popřípadě práškového, materiálu v plechovém žlabu otáčejícím se šnekem.

2) Válečkové

Doprava kusového materiálu po nepoháněných (gravitační), nebo poháněných válečcích.

3) Jiné



Obr. 3 Válečkový dopravník

[Dostupné z www stránek: www.dasfm.cz, ke dni 11. 1. 2015]

C) Dopravníky vibrační

1) Pohyblivé dopravní žlaby

Materiál ve formě zrnitého, nebo kusového, materiálu je posouván vpřed pomocí nesymetrického klikového mechanismu, kdy první je materiálu udělena dopředná energie žlabem, žlab se následně rychlým pohybem vrací zpět do výchozí polohy, ale materiál vlivem udělené energie pokračuje v pohybu.

2) Třasadla

Dopravují materiál v oblasti sunutí, kdy třasadlo vykonává vodorovný i svislý pohyb.

3) S mikrovrhem

Konstrukčně podobné třasadlům, ale jelikož se materiál po většinu doby nedotýká žlabu, jsou potřebné menší energetické nároky na provoz.

4) Jiné

2 ČLÁNKOVÉ DOPRAVNÍKY

Tažným elementem článkových dopravníků jsou řetězy. Tyto jsou buď již přímo i unášecím elementem, nebo jsou ještě dále opatřeny unášecími packami. Řetěz bývá mezi hnací hřídelí a napínací hřídelí veden kluzně, nebo valivě. Valivé uložení zvyšuje konstrukční a montážní náročnost dopravníku, taktéž i následnou údržbu, ale zároveň snižuje energetické nároky nutné pro provoz dopravníku. Tažná síla bývá přenášena stykem zubů hnacího kola s čepy řetězů.

Článkové dopravníky jsou díky možnostem připevnění unášecích elementů velmi variabilní (doprava i pod úhlem 50°). Běžně mohou dopravovat 50 až 100 tun materiálu za hodinu při vzdálenosti 100m, na základě požadavků zákazníka však může přepravované množství vzrůst až na 2000 tun přepravovaného materiálu za hodinu, anebo mohou být přepravní vzdálenosti až 1 km.

Článkové dopravníky mohou být řešeny jako jedno řetězové, nebo více řetězové. Využívají se při přepravě těžkých, ostrohranných, abrazivních, nebo horkých předmětů. Další výhodou vůči pásovým dopravníkům je samočinné nabírání materiálu ze zásobníku. Na druhé straně vyžadují vyšší energetické nároky na provoz a mazání. Toto je způsobeno samotnou konstrukcí řetězů.

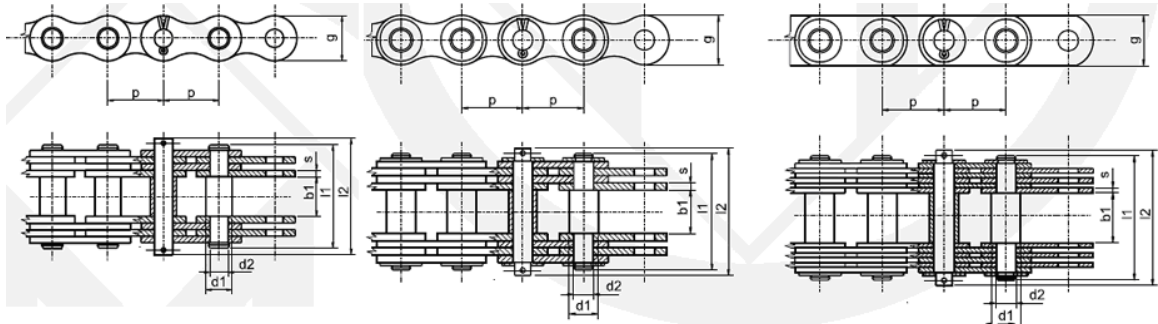
Řetězy lze dělit dle konstrukce na:

- 1) Gallovy řetězy
- 2) Pouzdrové řetězy
- 3) Válečkové řetězy
- 4) Kladkové řetězy

2.1 Gallovy řetězy

Ploché lamely řetězů z materiálu 11 523 jsou spojeny čepy z materiálu 12 061. Čepy jsou zajištěny vhodným způsobem vůči vypadnutí (pojistný kroužek, roznytování...). Tato konstrukce zaručuje velkou ohebnost, díky čemuž umožňuje využít kola s malým počtem zubů. Na druhé straně jsou tyto řetězy vystaveny velkému měrnému tlaku (malá styková

plocha, která navíc není mazána), nejsou vhodné pro zatížení příčnými silami, dosahují velkých hmotností a zároveň se vytahují. Další velkou nevýhodou je provozní rychlost, která by neměla přesáhnout 0,3m/s.

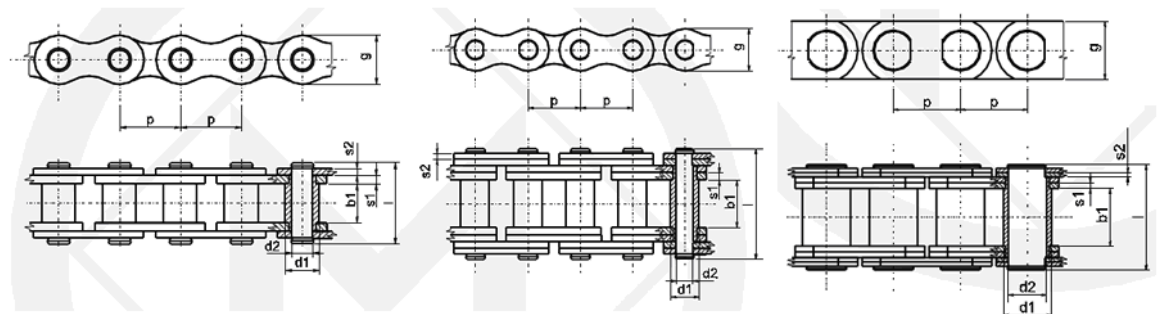


Obr. 4 Gallovy řetězy

[Dostupné z www stránek: <http://www.mch-retezy.cz>, ke dni 11. 1. 2015]

2.2 Pouzdrové řetězy

Skládají se ze dvou druhů desek, vnějších a vnitřních, pouzdra a čepu. Vnitřní desky jsou nalisovány na pouzdro. Do tohoto pouzdra je vsazen čep a následně umístěny vnější desky. Čep je opět zajištěn vůči vypadnutí. Díky pouzdru je tlak rozložen na větší plochu, takže snesou větší zatížení než Gallovy řetězy. Životnost těchto řetězů je možné prodloužit pravidelným mazáním.

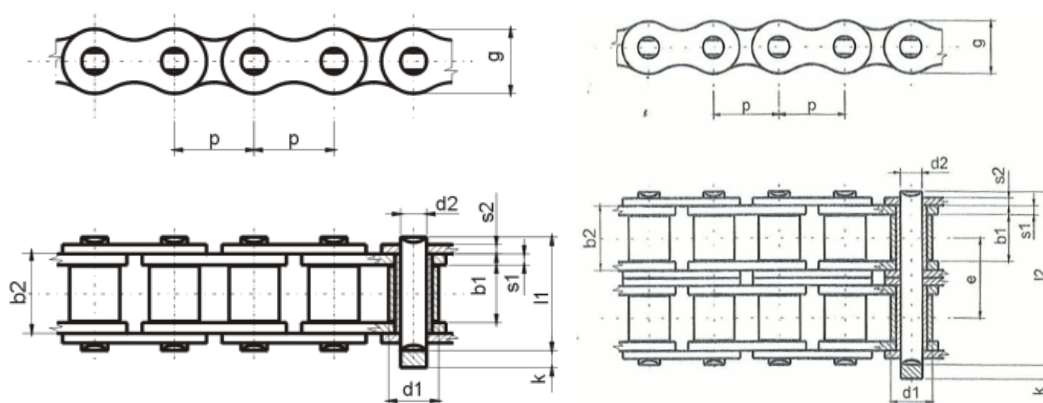


Obr. 5 Pouzdrové řetězy

[Dostupné z www stránek: <http://www.mch-retezy.cz>, ke dni 11. 1. 2015]

2.3 Válečkové řetězy

Válečkové řetězy jsou konstrukčně velmi podobné řetězům pouzdrovým. Hlavní odlišností je to, že je na pouzdro vsazen kalený váleček z oceli 12 061. Tento zajišťuje odvalování řetězu během provozu, což snižuje energetické nároky. Kalené válečky navíc umožňují využívat větších pracovních rychlostí než za použití pouzdrových řetězů, což zvyšuje produktivitu strojů.

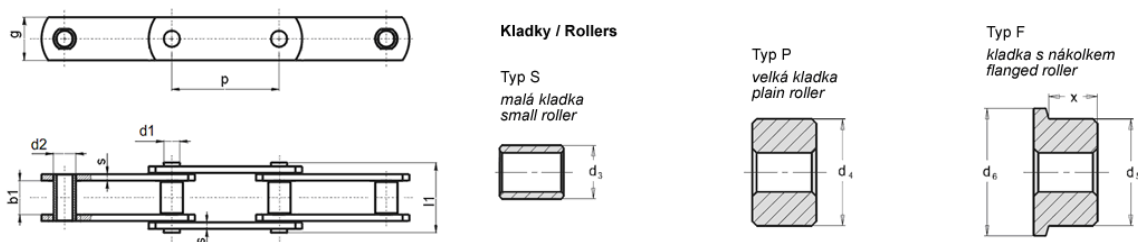


Obr. 6 Válečkové řetězy

[Dostupné z www stránek: <http://www.mch-retezy.cz>, ke dni 11. 1. 2015]

2.4 Kladkové řetězy

Kladkové řetězy opět vychází svou konstrukcí z řetězů pouzdrových, kdy na pouzdro jsou vloženy kladky zpravidla z šedé litiny. Tyto kladky lze ještě v případě příčného vedení řešit s nákolky.



Obr. 7 Kladkové řetězy

[Dostupné z www stránek: <http://www.mch-retezy.cz>, ke dni 11. 1. 2015]

3 VÁLEČKOVÉ DOPRAVNÍKY

Doprava je realizována pomocí válečků, které jsou vsazeny do rámu. Nejčastěji se válečkové dopravníky rozdělují dle toho, jakým způsobem vzniká pohyb. Rozlišujeme:

- 1) Gravitační doprava
- 2) Poháněné válečky

Válečkové dopravníky jsou využívány pro přepravu kusových předmětů, drobný přepravovaný materiál musí být umístěn ve vhodných přepravních boxech. Samotné válečky jsou normalizovány a vyrábějí se s vnějším průměrem od 66 do 133mm, v délkách 400, 500, 650, 800mm. Přepravovaný materiál by se měl vždy nacházet minimálně na dvou válečcích.

3.1 Gravitační válečkové dopravníky

Doprava je realizována, buď vlastní vahou dopravovaných předmětů, nebo vnější silou, kdy samotné válečky pouze snižují výsledný odpor vůči pohybu. Pokud je přesun řešen gravitací, tak jsou dopravníky řešeny pod úhlem 1,5° až 5°. Na delší vzdálenosti jsou ještě po délce trati instalovány brzdy, které napomáhají kontrolovat rychlost dopravovaného předmětu.



Obr. 8 Gravitační válečková doprava

[Dostupné z [www stránek: www.logismarket.cz](http://www.logismarket.cz), ke dni 11. 1. 2015]

3.2 Poháněné válečkové dopravníky

Pohon válečků umožňuje automatizaci výroby. Pohon válečků může být realizován přes společně hnaný řetěz, nebo pohonem každého válečku. Společný řetěz je využíván hlavně pro přepravu mezi jednotlivými operacemi. Pohon samostatného válečku se často objevuje před nebo za samotným hlavním strojem.



Obr. 9 Dopravník s hnanými válečky

[Dostupné z [www stránek](http://www.stranek): www.agrocs.cz, ke dni 11. 1. 2015]

4 PÁSOVÉ DOPRAVNÍKY

Pásové dopravníky jsou řazeny mezi dopravníky s tažným elementem. Umožňují dopravovat materiál v horizontálním i šikmém směru. Speciální konstrukce umožňují dopravu materiálu i ve vertikálním směru. Dopravní pás přenáší krouticí moment od motoru, zajišťuje tah, a tím i dopravu materiálu a v neposlední řadě slouží i pro samostatnou přepravu.



Obr. 10 Pásový dopravník

[Dostupné z [www stránek: www.besel.sk](http://www.besel.sk), ke dni 11. 1. 2015]

Pásové dopravníky jsou často využívány při přepravě sypkých látek a kusového zboží. Mezi hlavní výhody těchto dopravníků patří:

- vysoká rychlost přepravy
- vysoký dopravní výkon (až 20 000 t/hod)
- vzdálenost přepravy (až 5km)
- nízká spotřeba energie
- jednoduchost údržby
- nakládání a vykládání je umožněno kdekoliv po trase

Pásové dopravníky ovšem mají svá omezení, mezi nejběžnější se řadí:

- doprava materiálu šikmým směrem
- přeprava horkých materiálů
- přeprava ostrých předmětů

Tyto aspekty je však možné kompenzovat úpravami pásu (opěrky různých tvarů), popřípadě nahrazení pásu za ocelový. Pásové dopravníky lze členit podle více hledisek například:

- a) podle tažného elementu (dopravního pásu) [1]
 - dopravníky s gumovým pásem nebo pásem PVC
 - dopravníky s ocelovým pásem
 - dopravníky s celogumovým 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 (např. s dvojitou změnou – kombinace konkávního a konvexního)

- c) podle provedení nosné konstrukce [1]
 - dopravníky stabilní – ocelová konstrukce je pevně spojena se základem
 - dopravníky pojízdné a přenosné – pro malá dopravní množství a malé dopravní délky

- dopravníky přestavitelné – podobné jako stabilní – vysoké dopravní rychlosti, velké dopravní vzdálenosti, užití převážně v povrchových dolech

Pásové dopravníky jsou řešeny z jednotlivých částí, přičemž při konstrukci nemusí být všechny tyto části využity. Hlavními prvky pásových dopravníků jsou:

- dopravní pásy
- bubny
- válečky, válečkové pražce
- podavače a násypky
- stěrače dopravních pásů
- kryty pásových dopravníků
- čidla

4.1 Dopravní pás

Dopravní pás přenáší tah a zároveň unáší přepravovaný materiál. Z toho plynou i hlavní nároky kladené na pás:

- odolnost vůči opotřebení
- životnost
- podélná tuhost (aby prodloužení vlivem tahu v pásu bylo co nejmenší)
- vysoký poměr pevnost / vlastní hmotnost, aby byla energie pohonu efektivně využívána pro transport požadované suroviny
- minimální navlhavost
- nízká příčná tuhost – umožňuje vytvářet korýtkový profil pásu

Aby byly splněny tyto požadavky, bývají v současné době pásy řešeny jako více komponentní, kdy hlavní nosná kostra, která je tvořena zpravidla textilními vložkami

z bavlny, polyamidu atd., je chráněná gumovými krycími vrstvami. Hlavní kostra může být v případě potřeby přenášet velká zatížení tvořena také ocelovými kordy.

Vnější vrstva je volena podle toho, kde a za jakých podmínek bude pás pracovat. Horní krycí vrstva musí odolávat opotřebení, které je způsobeno přepravovaným materiálem, dolní krycí vrstva umožňuje efektivně přenášet tažnou sílu z hnacího bubnu a zároveň chrání kostru před opotřebením, které bývá způsobováno nosnými válečky a bubny, boční krycí vrstva slouží v případě vybočení válečku. Tloušťka krycí vrstvy je uzpůsobena přepravovanému materiálu.

Šířka dopravních pásů je normalizována, nejužší dosahují šířky 400mm, nejširší pak až 2400mm. Na přání zákazníka je ovšem možné vyrobit i vlastní požadovaný rozměr.

Dopravní pásy je možné dělit dle několika kritérií:

1) dle konstrukce

a) kryté

- vnější ochranná vrstva se nachází na všech stranách dopravního pásu

b) řezané

- pás je při výrobě řezán na požadovanou šířku, z tohoto důvodu se ochranná vrstva nachází pouze na horní a spodní straně pásu

c) nekryté

- bez ochranných vrstev

2) dle spoje

a) celistvé

- na základě požadované délky (délka vnitřního obvodu pásu) je pás spojen již při výrobě

b) nespojené

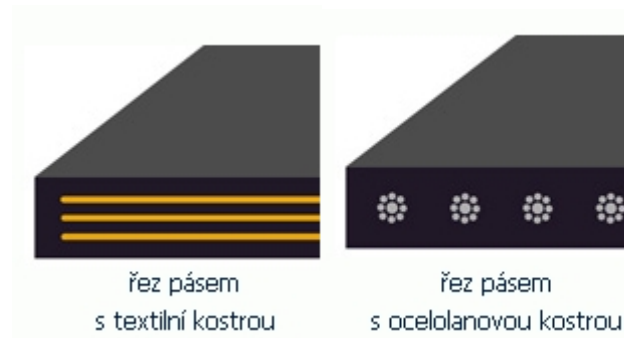
- pás je vyráběn v nekonečné délce, u zákazníka dochází k jeho spojení, ať již lepením, vulkanizací, nebo za použití mechanických spojek

- mechanické spojky je možné využít pouze tam, kde není požadována maximální tažná síla, jelikož toto spojení neumožňuje maximální sílu přenášet (zpravidla cca 70%)

3) dle typu

a) hladké

- hladké pásy lze využít u kusového materiálu i sybkých látek
- lze je využít i pro malé průměry hnacích a hnaných bubnů

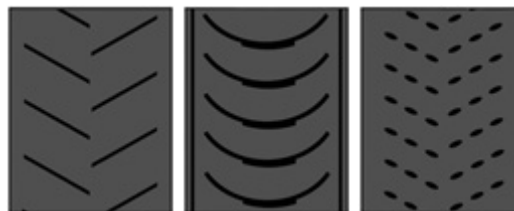


Obr. 11 Řez hladkým dopravním pásem

[Dostupné z www stránek: <http://vvmmost.cz>, ke dni 11. 1. 2015]

b) profilové

- díky profilům umožňují dosahovat většího transportního množství za stejný čas v porovnání s hladkými pásy
- vhodné pro dopravu v šikmých směrech



Obr. 12 Profily na pásu

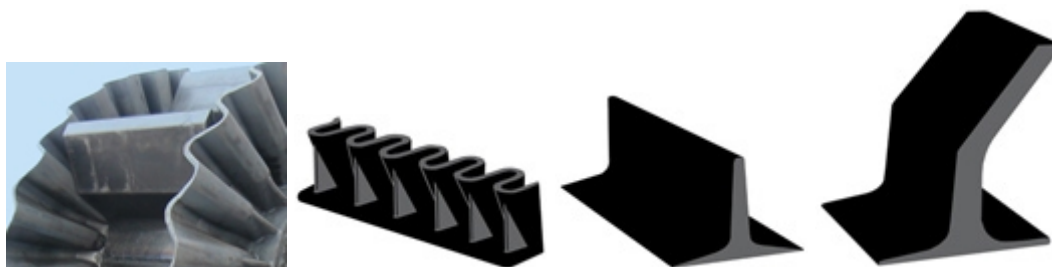
[Dostupné z www stránek: <http://vvmmost.cz>, ke dni 11. 1. 2015]

c) s bočními vlnovci

- efektivní při přepravě sypkých materiálů

- umožňují přepravovat materiál v šikmém i svislém směru (i 90°)

- v závislosti na trase dochází při přesypech ke spadu a ztrátám dopravovaného materiálu



Obr. 13 Boční vlnovec s příčkou

[Dostupné z www stránek: <http://vvvmost.cz>, ke dni 11. 1. 2015]

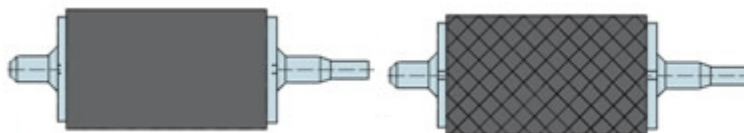
4.2 Bubny

Bubny pásových dopravníků zajišťují pohon pásu a svými rozměry umožňují přechod z pracovní části na vratnou větev. Bubny jsou řešeny jako odlitky, nebo jako svařence. Aby nedocházelo k vybočování pásu, a tím i jeho nadměrnému opotřebení, jsou bubny bombírovány, popřípadě jsou alespoň na konci kónické.

Pro výhodnější vlastnosti jsou bubny (zvláště hnací) pogumovány, popřípadě obloženy keramikou. Tato úprava má za následek zvýšení koeficientu tření a tím i přenosu tažné síly, lepší samočistící efekt bubnů a v neposlední řadě také umožňuje lépe odvádět vodu, sníh i nečistoty.

Běžně je úprava obvodu bubnu rozdělena na:

- 1) pryžové obložení
 - a) Hladké provedení
 - b) Kosočtverečné provedení

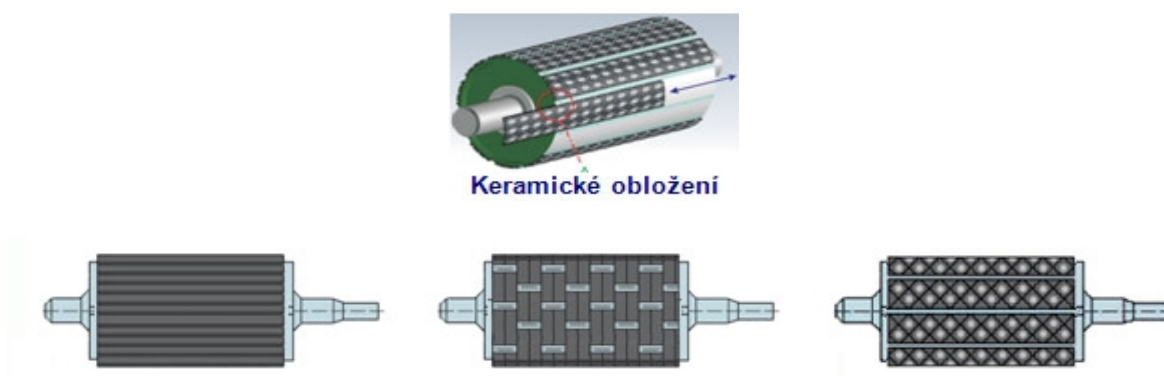


Obr. 14 Hladké a kosočtverečné obložení válce pásového dopravníku

[Dostupné z www stránek: <http://vvvmmost.cz>, ke dni 11. 1. 2015]

2) Keramické obložení

- a) obkládací proužky, na buben se nalepí
- b) obkládací proužky na kovovém plátu, který umožňuje přivaření
- c) keramické destičky na kovovém plátu, sestavení přivařením



Obr. 15 Keramické obložení válce pásového dopravníku

[Dostupné z www stránek: <http://vvvmmost.cz>, ke dni 11. 1. 2015]

Průměr hnacího bubnu lze vypočítat ze vztahu:

$$D_B = \frac{2 \cdot F_o}{p \cdot \alpha \cdot B} [m] \quad [1]$$

kde F_o [kN] je přenášená obvodová síla, p [kPa] je dovolený tlak mezi bubnem a pásem, α [rad] úhel opásání, B [m] šířka pásu.

Průměr nehnaného bubnu může být v porovnání s hnacím bubnem menší dle vztahu:

$$D_{VB} = 0,8 \cdot D_B [m] \quad [2]$$

4.3 Válečky, válečkové pražce

Válečky a válečkové pražce jsou nedílnou součástí pásových dopravníků. Podpírají pás po délce dopravníku, ovlivňují přímost chodu pásu a také umožňují vytvořit požadovaný ložný průřez.

Při rozmístování rozteče válečků musí být bráno v potaz maximální přípustné prověšení pásu, které by nemělo přesáhnout 2% rozteče. V dopadové části jsou rozestupy ještě menší s ohledem na přiváděný materiál. V místě dopadu lze rovněž použít dopadové stolice, které snesou i poměrně velká rázová zatížení. Nevhodná rozteč válečků a válečkových stolic má za následek:

- velké prověšení
- pás má tendenci vybočovat
- nepříznivé dynamické účinky
- poškozování pásu – toto je tím větší, čím větší je rozteč válečků a čím větší je kusovitost materiálu
- větší energetické nároky

V zatížené větvi lze potřebnou rozteč určit ze vztahu:

$$t_{sz} = \frac{576 \cdot F \cdot v}{(Q_m + 3600 \cdot v \cdot q_p) \cdot g} [m] \quad [3]$$

V nezatížené větvi má pak rozteč válečků tvar:

$$t_{sp} = \frac{160 \cdot F}{3600 \cdot q_p \cdot g} [m] \quad [4]$$

Kde $F [N]$ je síla v pásu, $v [m \cdot s^{-1}]$ je přepravní rychlost pásu, $Q_m [kg \cdot hod^{-1}]$ určuje, kolik materiálu má být za hodinu přepraveno, $q_p [kg \cdot m^{-1}]$ je vlastní váha pásu.

4.3.1 Válečky

Konstrukce válečků musí být řešena s ohledem na provoz, údržbu i následnou výměnu jednotlivých dílů. Válečky také ovlivňují odpor proti pohybu při provozu, proto by měla být tato skutečnost při konstrukci zohledněna.

Válečky lze členit na:

1) válečky hladké

- povrch válečků není nijak dodatečně upravován, ale je hladký bez vzoru
- váleček se skládá zpravidla z pevné osy, na kterou jsou osazena ložiska, která jsou buď již uzpůsobena proti vnikání nečistot, nebo je tomuto zabráněno celkovou konstrukcí válečku
- nosná část válečku je tvořena pláštěm

2) válečky diskové

- váleček je opatřen diskem, díky čemuž může podepírat na vratné větvi i některé typy profilových pásů

3) válečky pogumované

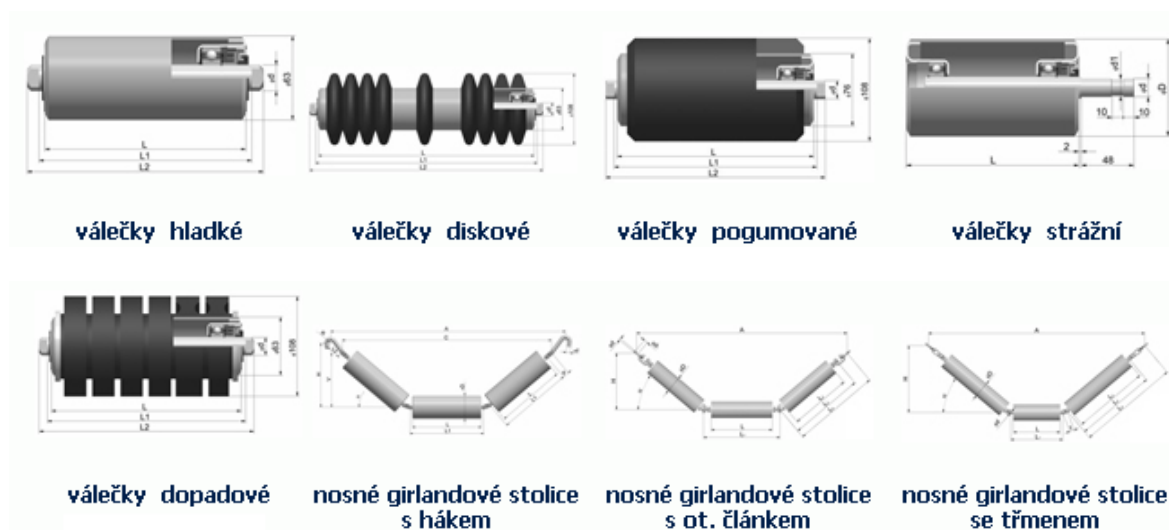
- pogumováním válečků jsou tlumeny rázy od materiálu a zároveň je dosaženo většího tření mezi pásem a válečkem, což má za následek lepší vedení pásu

4) válečky strážní

- nepřesnostmi při výrobě není nikdy dosaženo zcela ideálního umístění os nosných válečků, což přispívá k vybočování pásu za provozu
- strážní válečky mají svislou osu otáčení

5) válečky dopadové

- dopadové válečky jsou opatřeny vrstvou, zpravidla pryže, která tlumí rázy dopadajícího materiálu, a tím pozitivně ovlivňuje funkční dobu pásového dopravníku



Obr. 16 Typy válečků

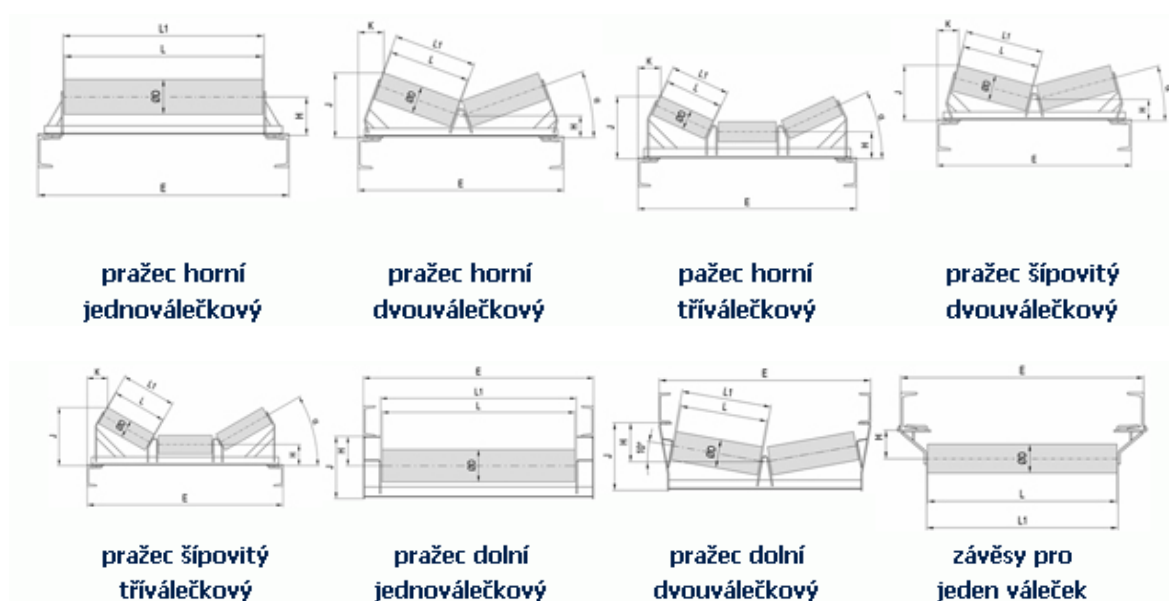
[Dostupné z www stránek: <http://vvmmost.cz>, ke dni 11. 1. 2015]

4.3.2 Válečkové pražce

Válečkové pražce jsou sestavy tvořící váleček, popřípadě více válečků, a úchyty válečků, které jsou řešeny tak, aby bylo možné celý pražec pohodlně namontovat na nosný rám. Válečkové pražce je možné použít jak v zatížené větvi, tak ve vratné větvi. Válečkové pražce také tvarují pás do požadovaného tvaru a zpravidla bývají jedno až tři válečkové.

V poslední době jsou také využívány girlandové válečkové stolice, které jsou řešeny jako válečky uchycené na ocelovém laně. Toto lano je pak přichyceno na rám pásového dopravníku. Tato úprava má proti válečkovým pražcům několik výhod:

- navýšení úhlu okrajů pásu a tím i funkčního průřezu, což vede k dosažení vyššího přepravního výkonu za jednotku času
- nižší hmotnost
- nižší počet ložisek
- nižší opotřebení rámu



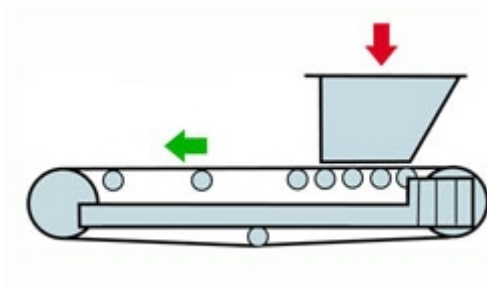
Obr. 17 Typy válečkových pražců

[Dostupné z www stránek: <http://vvmmost.cz>, ke dni 11. 1. 2015]

4.4 Podavače a násypky

Podavače a násypky usměrňují tok materiálu na pás a zajišťují dopravu v požadovaném množství a čase.

Násypky jsou obvykle řešeny jako plechování se zužujícím se profilem směrem k dopravnímu pásu. Jejich konstrukce by měla být řešena tak, aby nedocházelo ke ztrátám materiálu a znečištění okolí dopravníku, a zároveň musí být zabráněno tomu, aby materiál ulpíval na stěnách, popřípadě, aby se z materiálu vytvářely tak zvané mosty, kdy materiál přehradí otvor násypky a nedochází k zásobování pásového dopravníku.

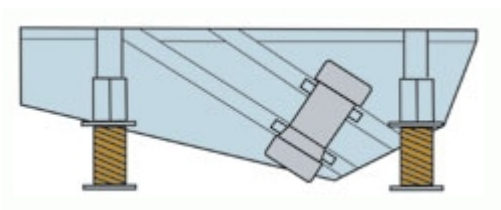


Obr. 18 Násypka na pásový dopravník

[Dostupné z www stránek: <http://vvmmost.cz>, ke dni 11. 1. 2015]

Podavače plní obdobnou funkci jako násypky, ale zpravidla bývají sofistikovanější a mohou být dovybaveny dle požadavků zákazníka. Podavač lze například řešit jako pásový dopravník, který může být vybaven pásovou vahou a jeho rychlost je regulována dle požadavku na množství materiálu (umožňuje dávkování).

Podavač pro sypké materiály může být řešen jako vibrační, díky čemuž je eliminována možnost vzniku mostů. Vibrační podavače ovšem nejsou vhodné pro dopravu lepkavých, jemných a prachových materiálů, jelikož může docházet k ulpívání částic na stěnách podavače.



Obr. 19 Vibrační podavač

[Dostupné z www stránek: <http://vvmmost.cz>, ke dni 11. 1. 2015]

4.5 Stěrače dopravních pásů

Vlivem dopravy materiálu dochází na pásu dopravníku k ulpívání částic (tyto ulpívají tím více, čím je přepravovaný materiál lepkavější a vlhčí), což by mělo za následek zvýšení odporu válečků na vratné větvi a vyšší opotřebení pásu a hnacího bubnu.

Aby byly tyto negativní účinky minimalizovány, bývají pásové dopravníky opatřeny čističi dopravních pásů. Tvar a typ čističe je volen se zřetelem na samotný dopravník, jakožto i na přepravovaný materiál. Velký vliv na typu stěrače a množství stěračů mají také okolní podmínky. Stěrače lze rozdělovat dle více hledisek.

- 1) Dle pohonu
 - a) nepoháněné
 - čištění je realizováno vhodnou geometrií stěrače a přitlakem na pás
 - jednoduchá konstrukce i údržba
 - b) poháněné

- kvůli úspoře bývá pohon realizován klínovými řemeny od hřídele hnacího bubnu
- lepší čistící účinek vůči nepoháněným
- obvodová rychlost čističe bývá 4 až 5 m/s pro suchý materiál a 6 až 7 m/s pro materiál vlhký a lepkavý

2) Dle konstrukce

a) stěrače čelní

- čistí pás od dopravovaného materiálu
- zpravidla u shozu na poháněném bubnu
- vhodné i pro reverzní pohon dopravníku

b) stěrače lopatkové

- stěrače jsou konstrukčně řešeny jako segmenty skládající se z patky a stěrky
- nejsou vhodné pro reverzní chod dopravníku

c) stěrače přímé a šikmé

- čistí spodní větev pásu
- zabraňují, aby se nečistoty dostaly mezi pás a buben a zkrátily tak životnost výrobku
- umístění před vratnou stanicí, přesypem, pohonem a zásobníkem s napínacím zařízením

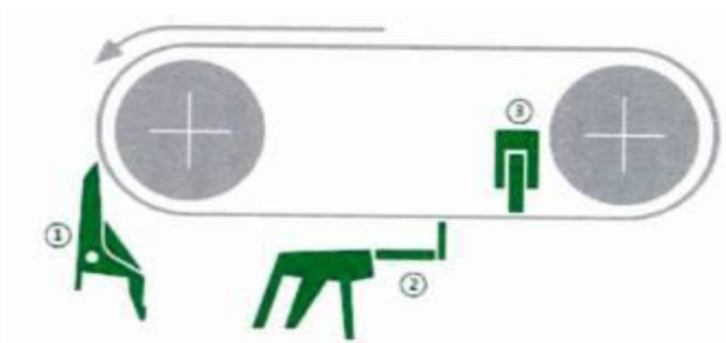
d) válcové kartáče

- hnaný válec je řešen jako kartáč, a tím je docíleno vyššího čistícího účinku

e) stěrače šroubovicové

- na válec je stočena ocel s velkým stoupáním a tato je dále opatřena gumovými pásky
- čištění je realizováno díky pohonu od hnací hřídele

f) jiné konstrukce



Obr. 20 Stěrače pásového dopravníku

[Dostupné z www stránek: <http://www.alta.cz>, ke dni 11. 1. 2015]

4.6 Kryty pásových dopravníků

Pásové dopravníky je možné realizovat s otevřenou dopravní trasou, nebo s trasou uzavřenou. Kryty dopravníků zabráňují vnikání případných nečistot po trase, chrání přepravovaný materiál před vnějšími vlivy, zvyšují bezpečnost provozu, a jiné.

Kryty jsou vyráběny dle požadavků zákazníka, mohou být opatřeny požadovaným příslušenstvím, například:

- kryty nehořlavé
- kryty odnímatelné
- kryty vyrobeny s inspekčními otvory
- kryty ventilační
- jiné



odnímatelné kryty

ventilační kryty

kryty se sklápěným vikem

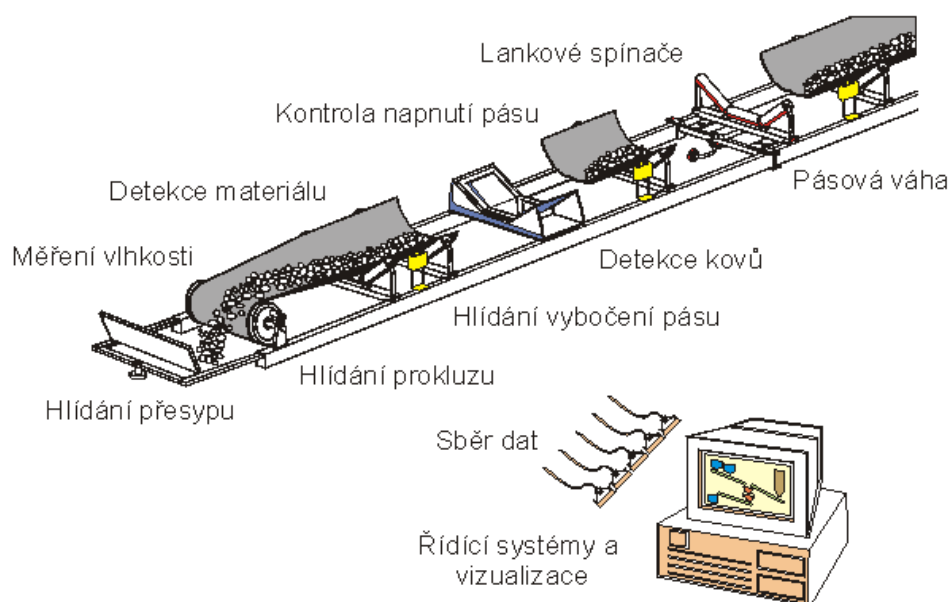
Obr. 21 Krytování pásových dopravníků

[Dostupné z www stránek: <http://vwmmost.cz>, ke dni 11. 1. 2015]

Kromě samotných krytů mohou být pásové dopravníky opatřeny těsníci systémy, které napomáhají dodržet požadované podmínky.

4.7 Čidla

Pásové dopravníky mohou být na přání zákazníka vybaveny celou řadou snímačů, které zajišťují bezproblémovou dopravu, včas upozorňují na případné chyby provozu, které by mohly způsobit dřívější opotřebení součástí a v neposlední řadě podávají informace o přepravovaném materiálu.



Obr. 22 Snímače pásového dopravníku

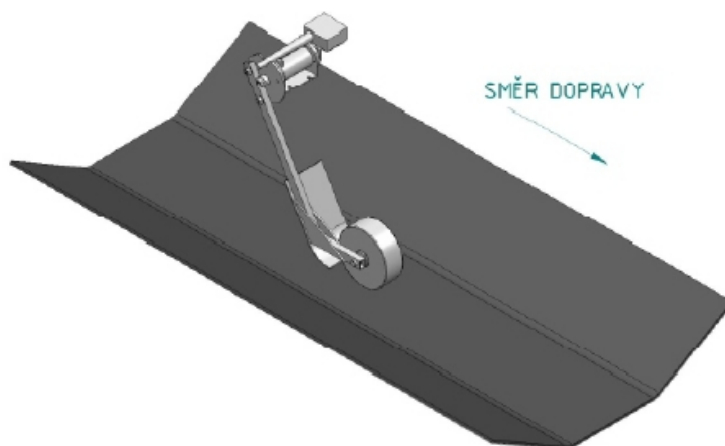
[Dostupné z www stránek: <http://www.zam.cz>, ke dni 11. 1. 2015]

4.7.1 Detekce materiálu

Detekce materiálu kontroluje, zda se na pásu nachází v daném místě materiál. Tohoto lze docílit dvěma možnostmi:

- a) kontaktní způsob
 - využívá se za nepříznivých okolních podmínek (prach, vlhkost, teplota)
 - lze použít i v prostorech s nebezpečím výbuchu

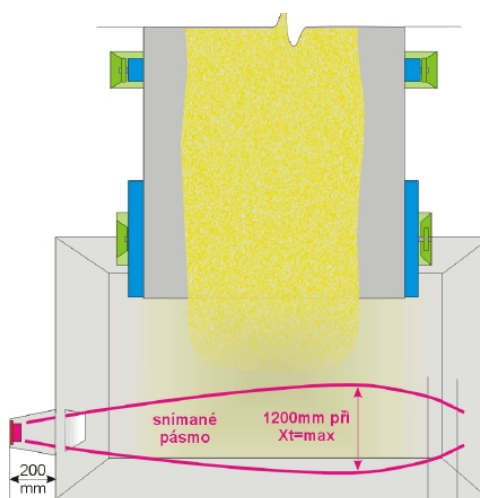
- kolečko se odvaluje po pásu a v případě přítomnosti materiálu je sepnut (popřípadě rozepnut) senzor
- zařízení bývá upevněno na vhodnou konstrukci nad pásem



Obr. 23 Kontaktní detekce materiálu

[Dostupné z www stránek: <http://www.zam.cz>, ke dni 11. 1. 2015]

- b) bezkontaktní způsob
- realizován například pomocí ultrazvuku
 - snímač kontroluje nastavené pásmo
 - zpravidla bývá opatřen časovým relé pro eliminaci náhodných vlivů



Obr. 24 Bezkontaktní detekce materiálu

[Dostupné z www stránek: <http://www.zam.cz>, ke dni 11. 1. 2015]

4.7.2 Detekce kovových částic

Detektor kovových částic umožňuje detekovat částice v nekovovém materiálu. Rozlišení záleží na typu použitého detektoru a vzdálenosti od zdroje měření. Lze také nastavit požadovanou velikost částic, kdy má dojít k rozepnutí relé a zastavení pásu. Relé také umožňuje nastavit zarážku, která sama inkriminovanou část materiálu vyřadí z pásového dopravníku. Detektor nevyžaduje, aby částice měly magnetické vlastnosti (nejsou odstranitelné magnetickým separátorem).



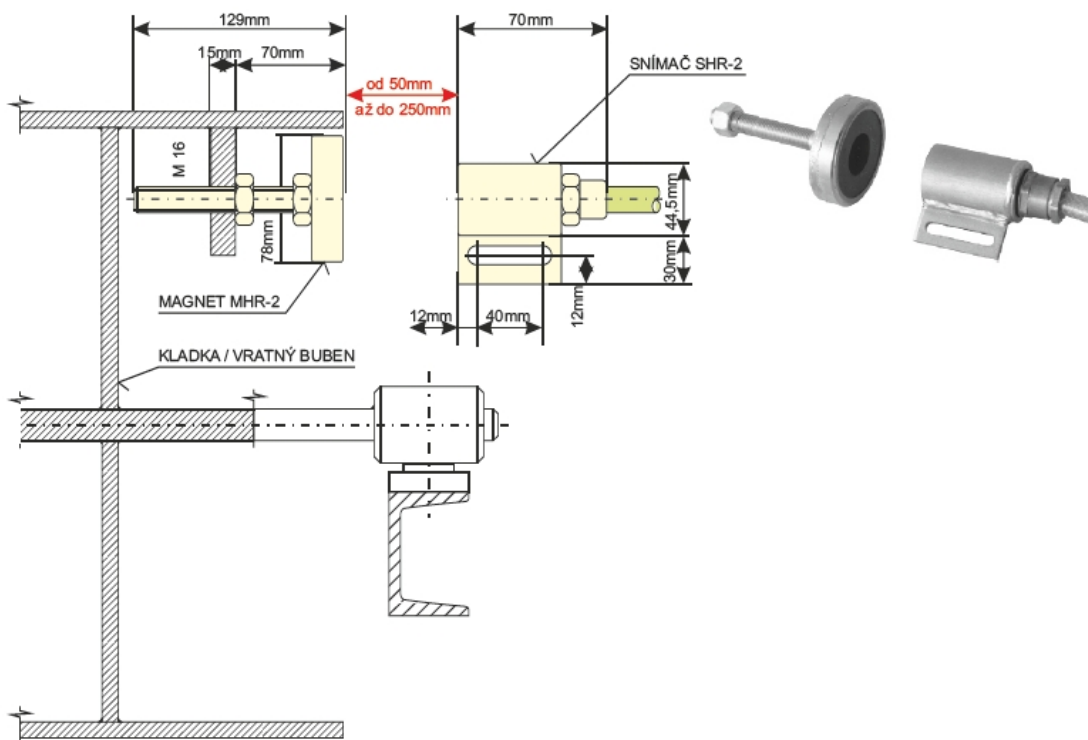
Obr. 25 Detekce kovových částic

[Dostupné z www stránek: <http://www.zam.cz>, ke dni 11. 1. 2015]

4.7.3 Snímače otáček

Snímače otáček jsou umístovány na vratný buben. Skládají se ze dvou částí, jedna je uchycena na samotném bubnu a vykonává rotační pohyb. Druhá část je stacionární. Na základě impulsů je vyhodnocován okamžitý stav pásového dopravníku (aby například nedošlo k přetížení vlivem velkého množství materiálu v daném čase).

Na obrázku je zobrazen indukční snímač, který se sestává z magnetu, který je umístěn na buben, snímače (pevná část) a z vyhodnocovací jednotky.



Obr. 26 Snímač otáček bubnu

[Dostupné z www stránek: <http://www.zam.cz>, ke dni 11. 1. 2015]

4.7.4 Snímače vybočení dopravního pásu

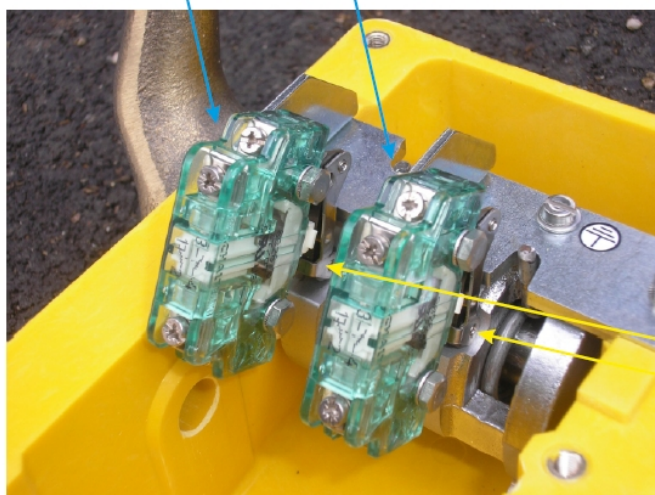
Kontrolu vybočení pásu je dopravník chráněn proti případnému poškození okraje pásu, což prodlužuje jeho životnost. Spínač je zpravidla řešen pákovým systémem, kdy proti síle pásu působí síla pružiny. Tyto síly jsou přenášeny díky válcové páce a je snímána poloha páky. V případě vybočení pásu dojde k sepnutí (rozepnutí) kontaktů.

Snímače vybočení mohou být také řešeny jako dvou stupňové, kdy při překročení prvního nastaveného vybočení pásový dopravník sice nevypne, ale je tato skutečnost nahlášena operátorovi. V případě překročení druhé meze nastává okamžité vypnutí dopravníku.

Spínače se na dopravník umísťují v párech proti sobě, zpravidla na vstupu a výstupu materiálu. U dopravníků delších než 30 metrů je doporučeno umísťovat snímače i doprostřed.



Kontakt B spíná při 15°
Kontakt A spíná při 25°



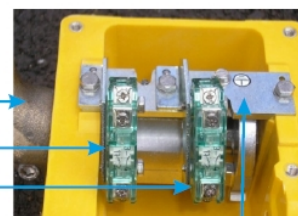
Řazení kontaktů ve spínači

Páka spínače

Kontakt A

Kontakt B

Zemní šroub



Vybrání pro spínaný úhel 25°

Vybrání pro spínaný úhel 15°

Obr. 27 Snímač vybočení pásu

[Dostupné z www stránek: <http://www.zam.cz>, ke dni 11. 1. 2015]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL PRÁCE

Cílem práce je navrhnout gumový dopravník, který bude přizpůsoben přesunu kusového materiálu. Materiál bude dopadat na vstupu (začátku) dopravníku. Praktická náplň bude řešit tyto čtyři celky:

1. napínací část, popis uložení vnitřní části hnaného bubnu a výpočet ohybového momentu hřídele
2. rám pásového dopravníku
3. hnací část, popis uložení hnacího bubnu, výpočet řetězového převodu, výpočet kroutícího momentu hnané hřídele, výpočet kontroly pera na stříh a otláčení
4. vymodelování 3D modelů uložení bubnu, vypracování výkresové dokumentace

6 KONSTRUKCE DOPRAVNÍKU

Pásový dopravník je skládán ze tří hlavních částí:

1) rám

- zajišťuje spojení se zemí, vede a podpírá pás a zároveň slouží jako nosná konstrukce pro zbývající části

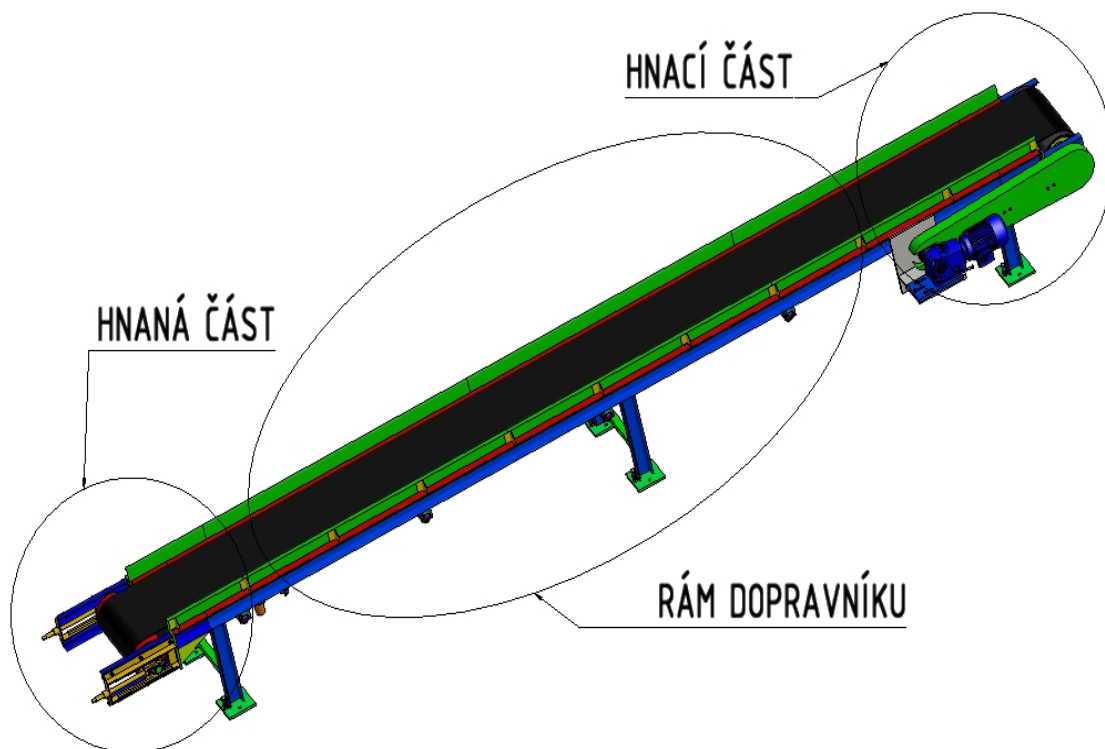
2) hnací část

- je uzpůsobena pro pohon pásu, hlavními prvky jsou hřídel pro pohon a pogumovaný válec pro lepší přenos síly na pás

3) napínací část

- pro správný chod dopravníku musí být pás udržován dostatečně napnutý, správně navržená napínací část má také vliv na životnost pásu

Poté, co jsou jednotlivé části ustaveny a svařeny k sobě, je možné dopravník dokompletovat (kryty, pohon...).

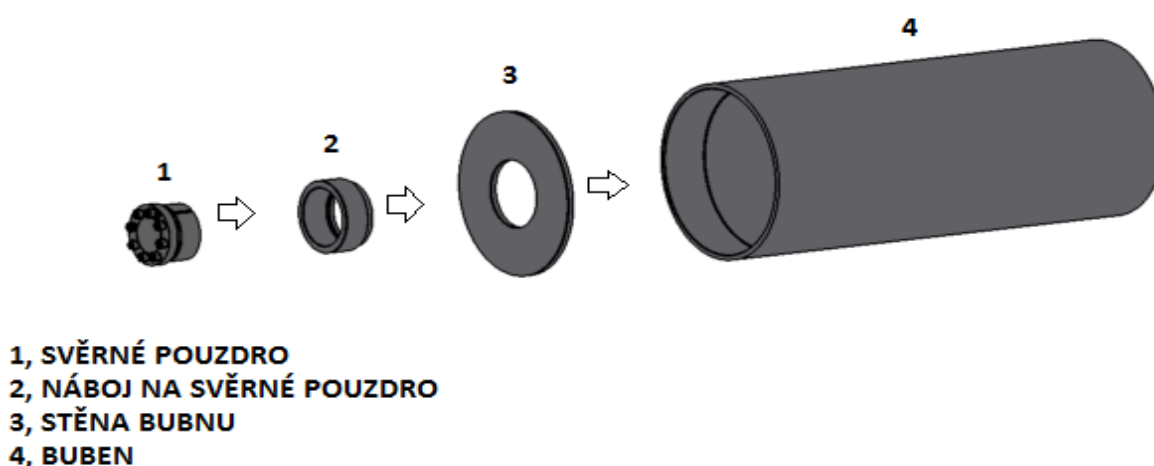


Obr. 28 Pásový dopravník

7 NAPÍNACÍ ČÁST

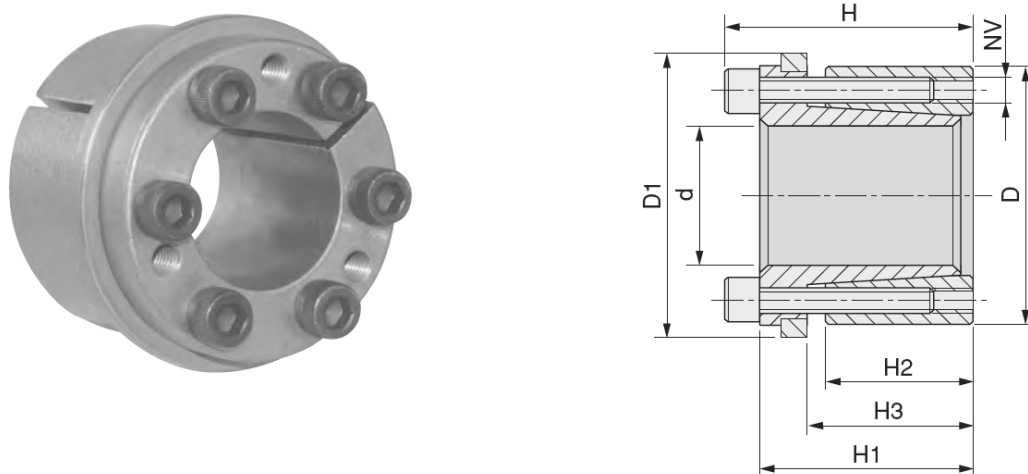
Napínací část slouží pro správné napnutí pásu, a tím i k bezproblémovému chodu dopravníku. Vzhledem ke konstrukci dopravníku (konkrétně ocelový plech na zatížené větvi) je vhodné, aby se horní část napínacího válce nacházela zhruba 1 cm až 2 cm nad plechem. Tato úprava výrazně prodlouží životnost pásu. Pokud by byl válec ve stejné výšce nebo níž, docházelo by k odírání pásu o hranu plechu. K rychlejšímu opotřebení by docházelo i v případě sražených hran. Zvláště náchylné jsou k tomuto poškození pásy lepené.

Šířka napínacího bubnu je opět závislá na šířce v pásu. Pro pás šířky 500 mm je tedy buben o šířce 580 mm. Průměr bubnu by zvolen vzhledem k doporučeným průměrům dle tloušťky gumového pásu a i zkušenostem z praxe. Stěnu bubnu tvoří ocelová trubka ČSN 42 5715 materiál – 11 373 o vnějším průměru 245 mm a délky 580 mm. Vnitřní stěna bubnu je z každé strany osoustružena do délky 60 mm a hloubky 3 mm. Do bubnu je pak vložena a přivařena stěna bubnu, která je vyřezána laserem z ocelového plechu ČSN 42 5310 materiál – 11 373 s otvorem pro náboj na svěrné pouzdro. Náboj na svěrné pouzdro je ocelová trubka ČSN 42 5715 materiál – 11 373. Náboj je opracován na požadovaný rozměr, zasunut do otvoru ve stěně bubnu a posléze přivařen koutovým svarem o tloušťce 4 mm. Z opačného konce z vnitřní strany je drážka pro osazení svěrného pouzdra.



Obr. 29 Popis jednotlivých částí bubnu

Takto svářený komplet bubny je přichycen k hřídeli přes svěrná pouzdra firmy SATI. Svěrné pouzdro KLDB050 má následující parametry:

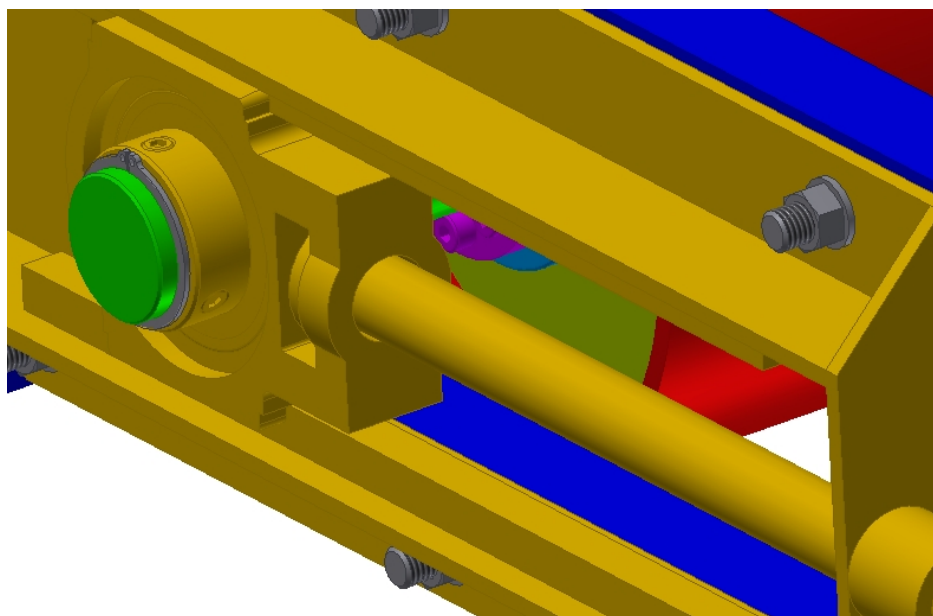


Obr. 30 Svěrné pouzdro

Tab. 1: Rozměry svěrného pouzdra

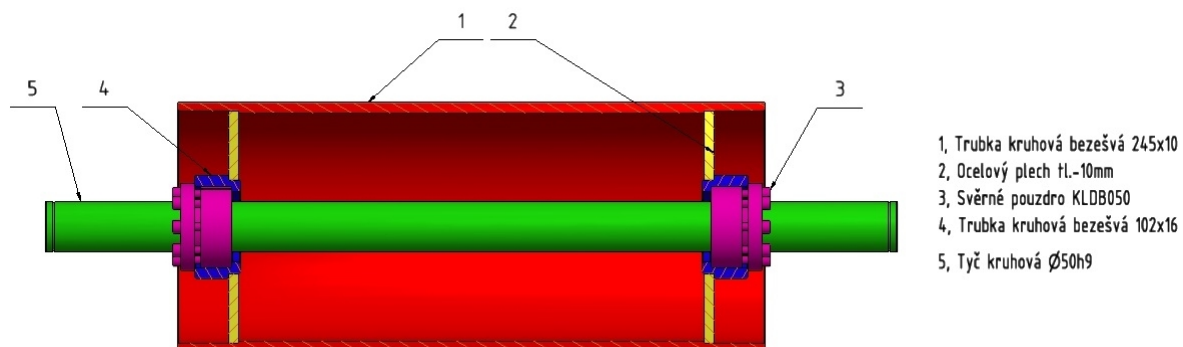
	d	D	D1	H	H1	H2	H3	Nv
KLDB050	50	80	86	55	47	30	36	M8x30

Samotná hřídel je zajištěna proti posunutí stavěcími šrouby umístěnými v ložiscích a pojistnými kroužky, které se nachází na obou koncích hřídele.



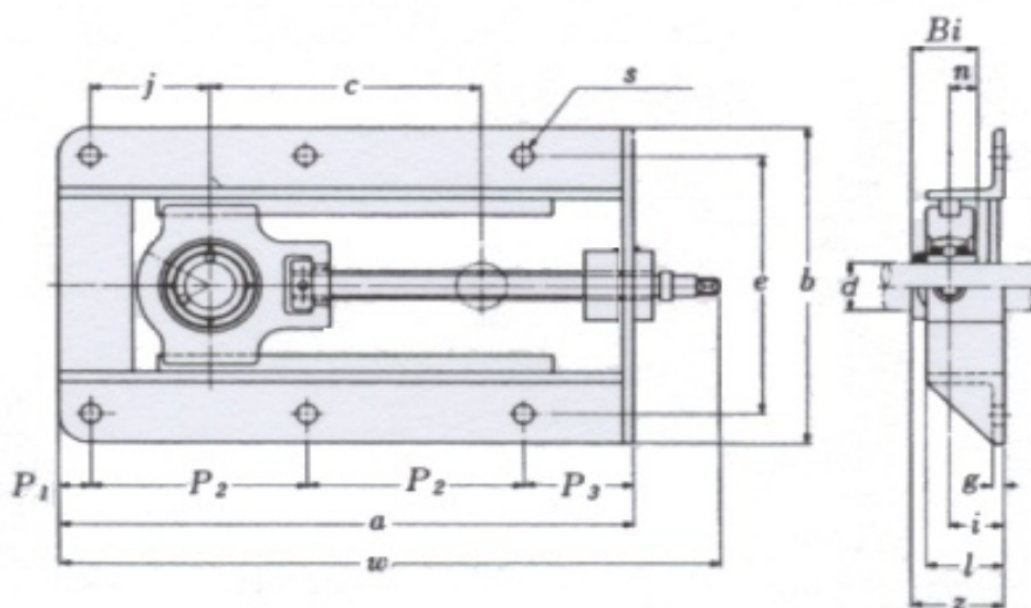
Obr. 31 Zajištění hřídele

Kompletní sestavení hnaného bubnu je znázorněno v následujícím obrázku.



Obr. 32 Sestavení hnaného bubnu

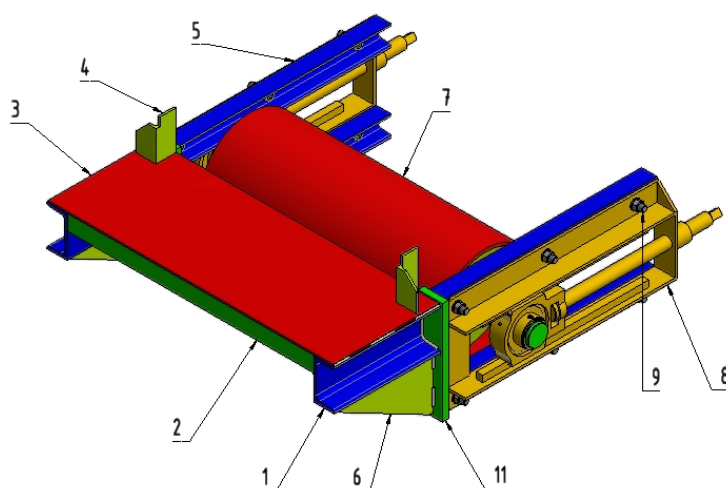
Délku napínací části lze řešit s ohledem na protažení pásu a samotné spojování pásu lepením se provádí přímo na dopravníku. Na tento dopravník byl použit napínací komplet od firmy PTI, s následujícími parametry (průměr hřídele 50mm):



Obr. 33 Napínací těleso

Tab. 2: Parametry napínacího tělesa

Označení	UCT 210-30			
D	50		P3	64
A	520		s	15
B	233		w	597
C	300		z	67,6
J	92		Bi	51,6
E	192		n	19
G	6		Číslo ložiska	UC210
I	35		Hmotnost (kg)	16
L	50		C0	23200
P1	22		Max. nap. v tahu [N]	23200
P2	219		Max. nap. v tlaku [N]	5800



- 1, Tyč průřezu U-100
- 2, Tyč průřezu U-50
- 3, Ocelový plech tl.-5mm
- 4, Tyč průřezu rovnoramenné L-50x50x5
- 5, Tyč průřezu U-50
- 6, Ocelový plech tl.-15mm
- 7, Sestava hnaný buben
- 8, Ložiskové pouzdro napínací SNR UCT-210
- 9, Šroub válcová hlava s vnitřním šestihranem M12, matice M12, podložka 13
- 10, Pojistný kroužek 50
- 11, Ocel plochá 60x15

Obr. 34 Napínací část

7.1 Kontrola napínací hřídele

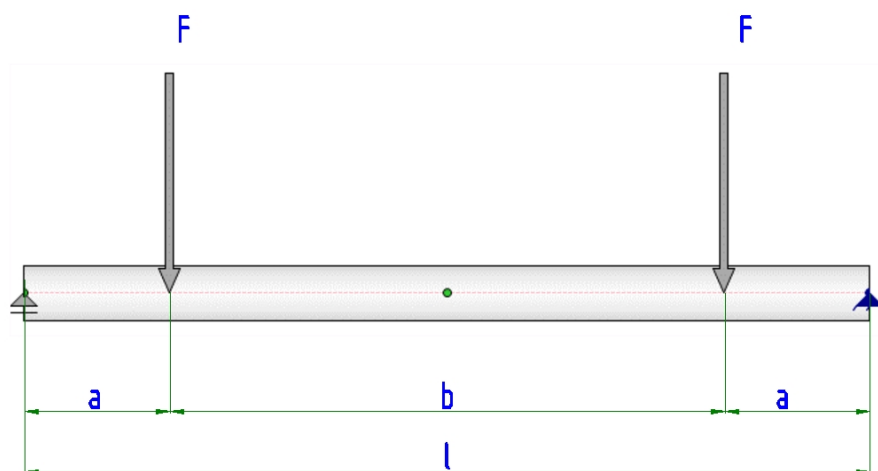
Hřídel napínacího válce bude při provozu zatěžována ohybovým momentem, který bude způsoben napnutím pásu. Z praktické zkušenosti je napínací síla výrazně nižší, než síla, kterou umožňuje vyvodit napínací těleso, i pokud je šroub namáhán tlakem (popřípadě na vzpěr).

Z těchto zkušeností pak plyne zjednodušení pro kontrolu napínací hřídele a to, že pokud ohybové napětí nepřesáhne dovolenou mez (150 MPa) ani při dovoleném zatížení napínacího tělesa na tlak (5800 N), pak tato hřídel vydrží i při provozu.



Obr. 35 Řez hnaným bubnem

Pro výpočet uvažujeme uložení hřídele ve středu napínacího tělesa pro oba konce a zatěžující sílu uprostřed svěrných pouzder (tj. pás je napnutý a díky tomu vyvolává na svěrná pouzdra sílu, která se rovná dovolenému namáhání tělesa v tlaku).



Obr. 36 Zatížení nosníku

Jelikož je zatížení i uložení symetrické ke středu nosníku a nepůsobí axiální síla, lze stanovit reakční síly jako síly stejně velké, ale opačného směru, než zatěžující síly, tedy

$F_A = F_B = 5800\text{N}$. Tento předpoklad ověříme na základě podmínek rovnováhy:

$$\sum_{i=1}^n F_{ix} = 0$$

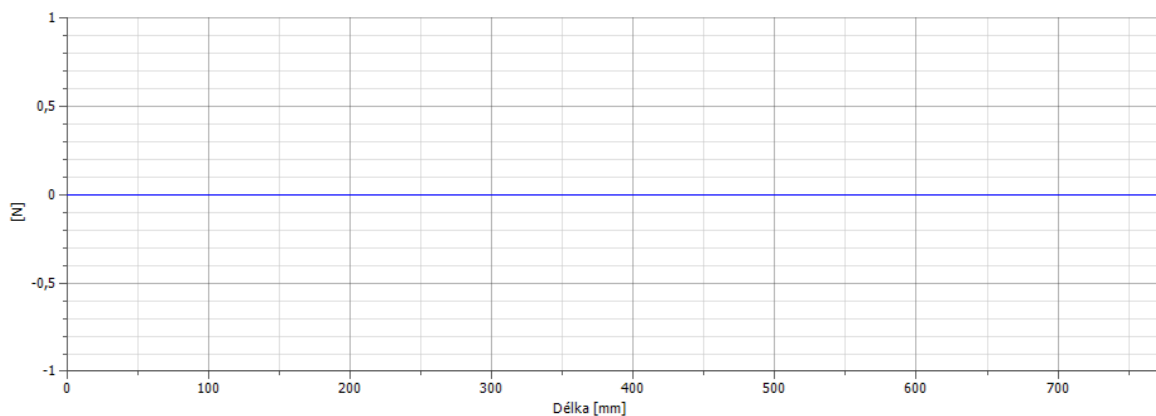
$$\sum_{j=1}^n F_{jy} = 0$$

$$\sum_{k=1}^n M_k = 0$$

Jelikož není nosník axiálně zatížen, tak nám pro rovnici rovnováhy v ose X vyjde 0 N.

$$\sum_{i=1}^n F_{ix} = 0$$

$$F_{BX} = 0$$



Obr. 37 Průběh sil v ose X

Pro stanovení radiálních sil vypočteme reakci z momentové podmínky a tuto reakci následně dosadíme do podmínky rovnováhy v ose Y:

$$\sum_{k=1}^n M_{Bk} = 0$$

$$F_A \cdot l - F \cdot (l - a) - F \cdot (l - a - b) = 0$$

$$F_A = \frac{F \cdot (l - a) + F \cdot (l - a - b)}{l}$$

$$F_A = \frac{5800 \cdot (770 - 133) + 5800 \cdot (770 - 133 - 504)}{770}$$

$$F_A = 5800\text{N}$$

$$\sum_{j=1}^n F_{jy} = 0$$

$$F_A - 2 \cdot F + F_B = 0$$

$$F_B = 2 \cdot F - F_A$$

$$F_B = 2 \cdot 5800 - 5800$$

$$F_B = 5800 \text{ N}$$

Průběh posouvajících sil po délce nosníku je pak:

$$T_1 = F_A$$

$$T_1 = 5800 \text{ N}$$

$$T_2 = F_A - F$$

$$T_2 = 5800 - 5800$$

$$T_2 = 0 \text{ N}$$

$$T_3 = T_2 - F$$

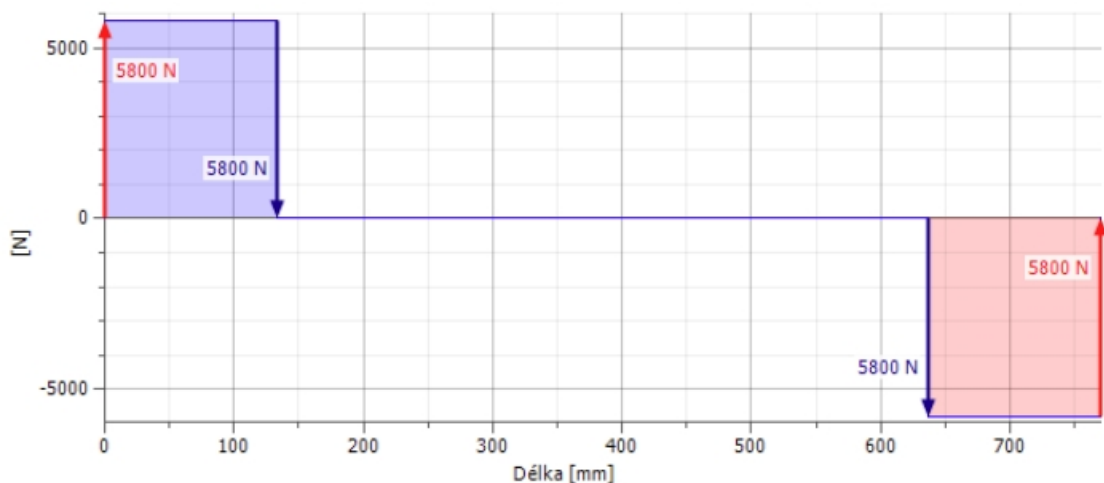
$$T_3 = 0 - 5800$$

$$T_3 = -5800 \text{ N}$$

$$T_4 = T_3 + F_B$$

$$T_4 = -5800 + 5800$$

$$T_4 = 0 \text{ N}$$



Obr. 38 Průběh sil v ose Y

Průběh ohybového momentu po délce nosníku:

$$M_2 = F_A \cdot (a + x_2) - F \cdot x_2$$

$$x_2 = 0: M_2 = 5800 \cdot (133 + 0) - 5800 \cdot 0$$

$$M_2 = 771400 \text{ Nmm}$$

$$x_2 = b: M_2 = 5800 \cdot (133 + 504) - 5800 \cdot 504$$

$$M_2 = 771400 \text{ Nmm}$$

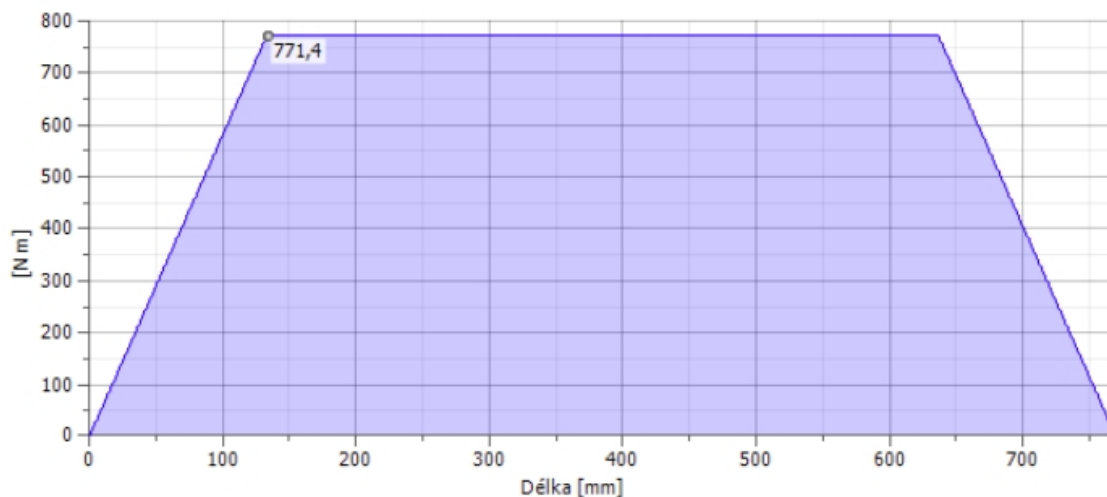
$$M_3 = F_A \cdot (a + b + x_3) - F \cdot (b + x_3) - F \cdot x_3$$

$$x_3 = 0: M_3 = 5800 \cdot (133 + 504 + 0) - 5800 \cdot (504 + 0) - 5800 \cdot 0$$

$$M_3 = 771400 \text{ Nmm}$$

$$x_3 = a: M_3 = 5800 \cdot (133 + 504 + 133) - 5800 \cdot (504 + 133) - 5800 \cdot 133$$

$$M_3 = 0 \text{ Nmm}$$



Obr. 39 Průběh ohybového momentu po délce nosníku

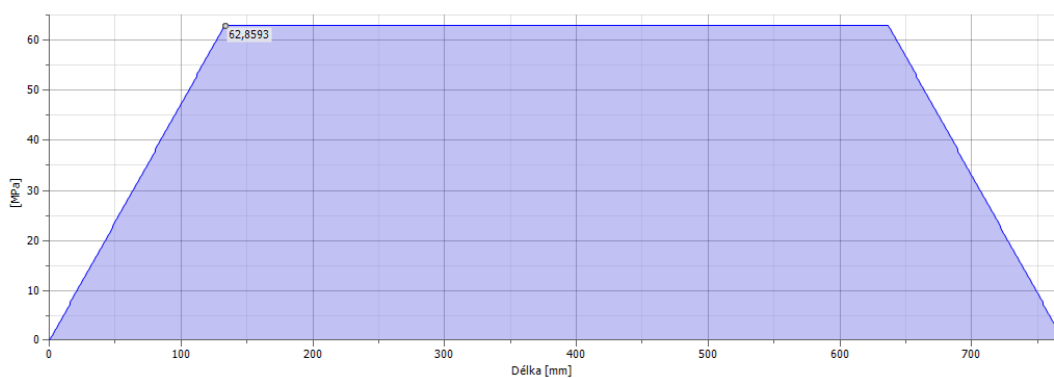
$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{Do}$$

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} = \frac{M_o}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} = \frac{32 \cdot M_o}{\pi \cdot d^3}$$

$$\sigma_o = \frac{32 \cdot 771400}{\pi \cdot 50^3}$$

$$\sigma_o = 62,86 \text{ MPa}$$

Vzhledem k tomu, že průřez hřídele je po délce konstantní, je průběh napětí shodný s průběhem ohybového momentu poděleného průřezovým modulem v ohybu.

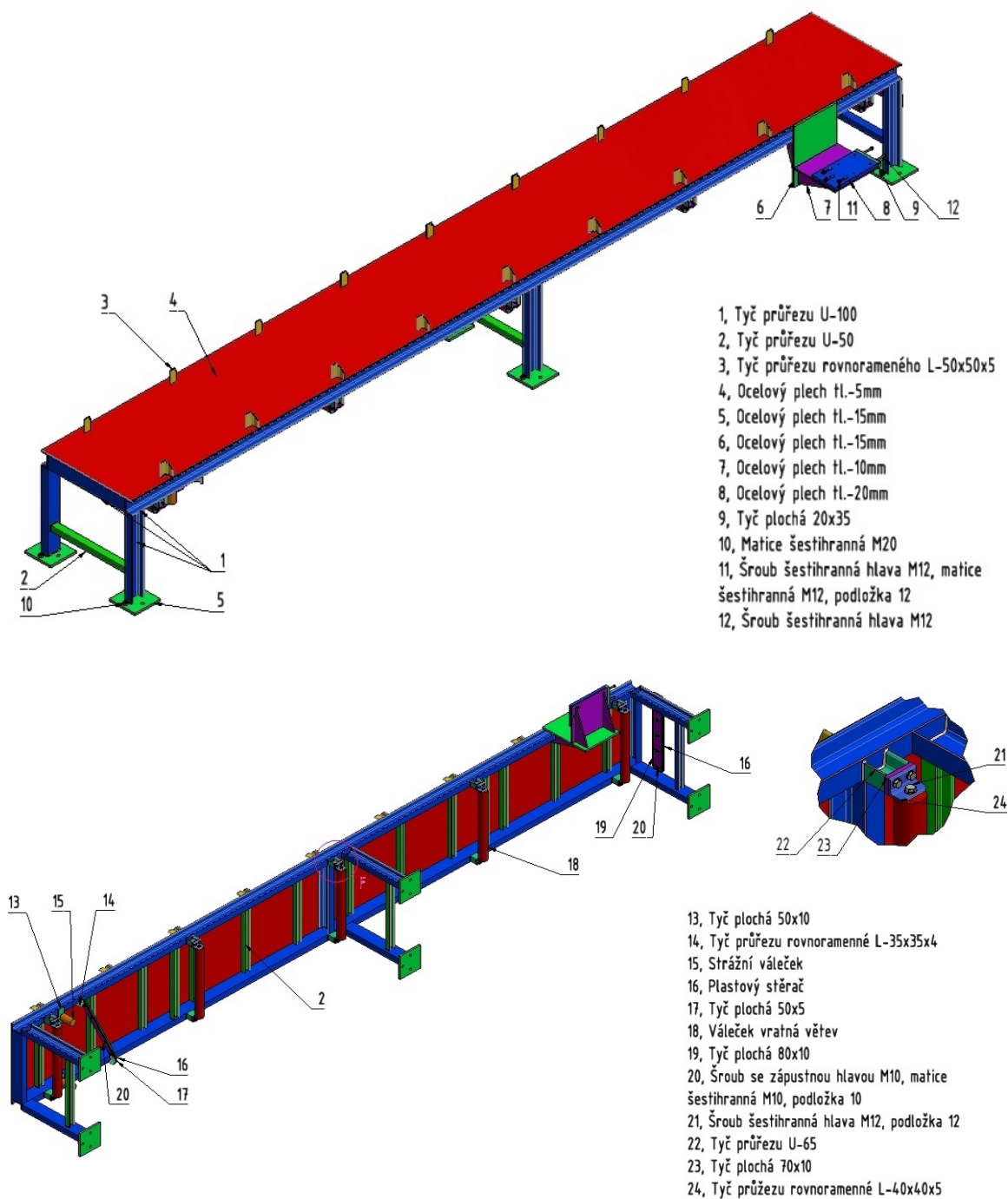


Obr. 40 Průběh ohybového napětí po délce nosníku

Hřídel na ohyb vyhovuje, jelikož σ_o (63 MPa) je menší než σ_{Do} (150 MPa).

8 RÁM DOPRAVNÍKU

Rám pásového dopravníku tvoří nosnou kostru a zároveň umožňuje přesun materiálu a podpěru pásu. V neposlední řadě jsou na něm umístěny prvky, které pomáhají střídit a čistit pás.



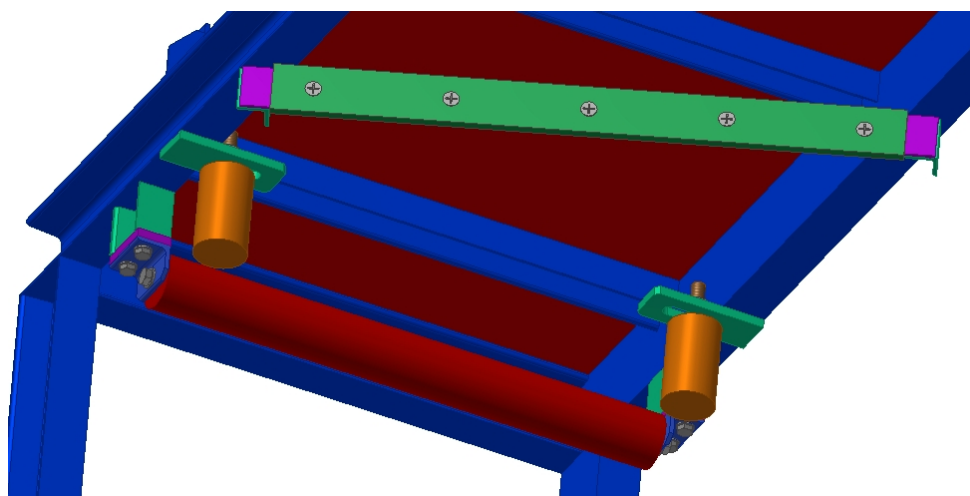
Obr. 41 Sestavení rámu dopravníku

Pro nosnou konstrukci jsou použity U profily, na které je navařen plech. Na plech jsou následně přivařeny L profily vyřezané tak, aby mohl být po celé délce osazen plechový kryt.

Tato konstrukce má hlavní výhodu v podepření pásu po celé délce, což je důležité pro dopadající materiál. Pokud by totiž bylo použito válečků, popřípadě pogumovaných válečků, na místo plechu, docházelo by k lokálním nárazům materiálu na pás, což by vedlo k celkovému snížení životnosti pásu.

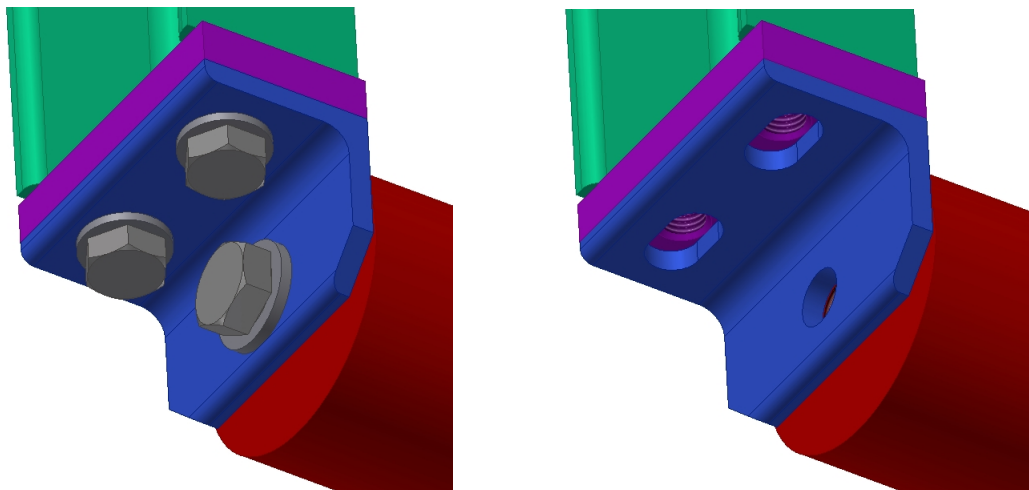
Krytování boků dopravníku sice zvyšuje nároky na centrování pásu (při dlouhodobějším styku boku pásu s krytováním by docházelo k rychlejšímu opotřebenosti), ale zaručuje, že nemůže dojít k tomu, aby kusový materiál přepadával přes okraj. Mezera mezi krytováním a bokem pásu je volena na základě požadavků zákazníka tak, aby žádný kusový materiál nezůstal v části nepokryté pásem.

Vratná větev umožňuje přechod nezatíženého pásu z hnací části na hnanou část a je tvořena čističi, podpěrnými a středícími válečky.



Obr. 42 Vratná větev

Podpěrné válečky podírají pás v nezatíženém stavu tak, aby nedocházelo k velkému prověšení mezi válečky. Samotné držáky válečků jsou vyrobeny s drážkami, aby bylo možné podpěrné válečky natáčet, a tím centrovat pás. Vhodným umístěním podpěrných válečků je možné dosáhnout vyššího opásání hnacího bubnu, což má za následek lepší přenos kroutícího momentu.



Obr. 43 Detail nastavení podpěrných válečků

Strážní válečky slouží k hlídání středu pásu. Zpravidla se umísťují na začátek a konec vratné větve, tj. za hnací válec a před hnaný válec. Umožňují i centrování, nikdy by však nemělo docházet k trvalému styku boku pásu a strážního válečku, jelikož by hrozilo poškození boku pásu obdobně jako u krytování.

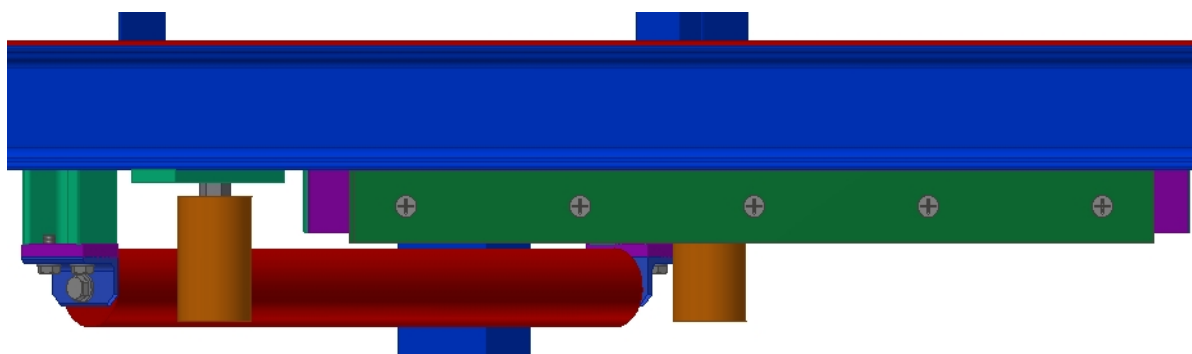
Držáky strážních válečků jsou opatřeny drážkami, aby je bylo možné nastavit dle potřeby. Strážní válečky by měly být nastaveny tak, aby při vycentrovaném pásu byl okraj válečku vzdálen cca 10mm (minimálně 5mm) od boku pásu.



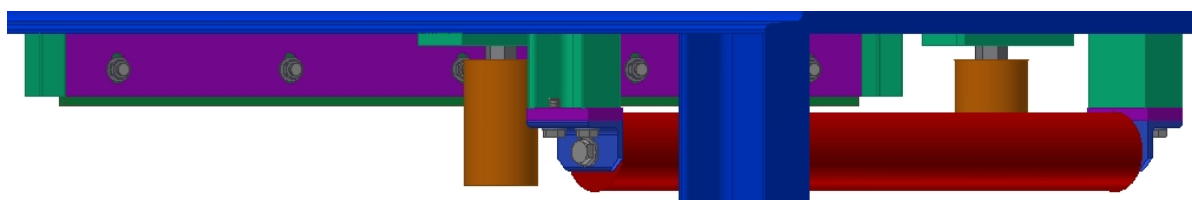
Obr. 44 Detail nastavení strážních válečků

Čistič pásu odstraňuje nečistoty z pásu, a tím napomáhá k správnému chodu dopravníku. Vzhledem k tomu, že dopravník bude sloužit pro přepravu kusového materiálu, je čistič proveden jako deska z polyethylenu, která je přišroubována k ploché oceli. Ocel je

vyrobena s drážkami, aby bylo možné regulovat velikost přitlaku. Zároveň drážky umožňují více využít plast (postupné ustavení na základě opotřebení stěrače).

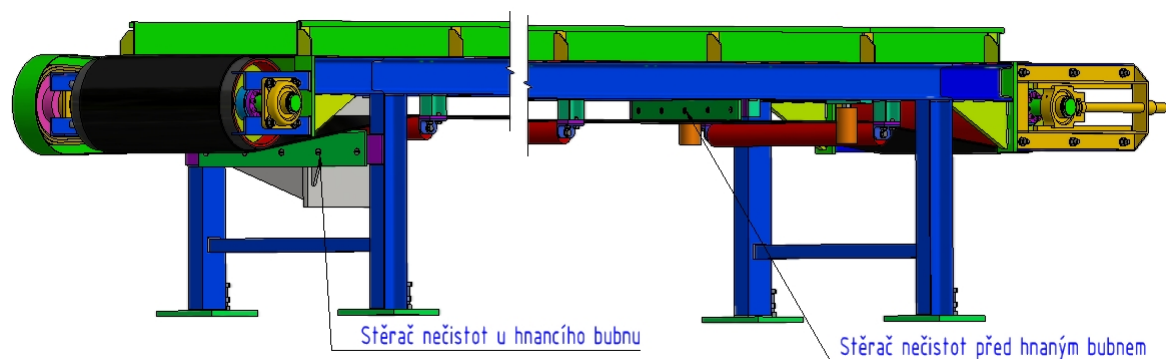


Obr. 45 Čistič vnitřní strany pásu



Obr. 46 Uchycení čističe

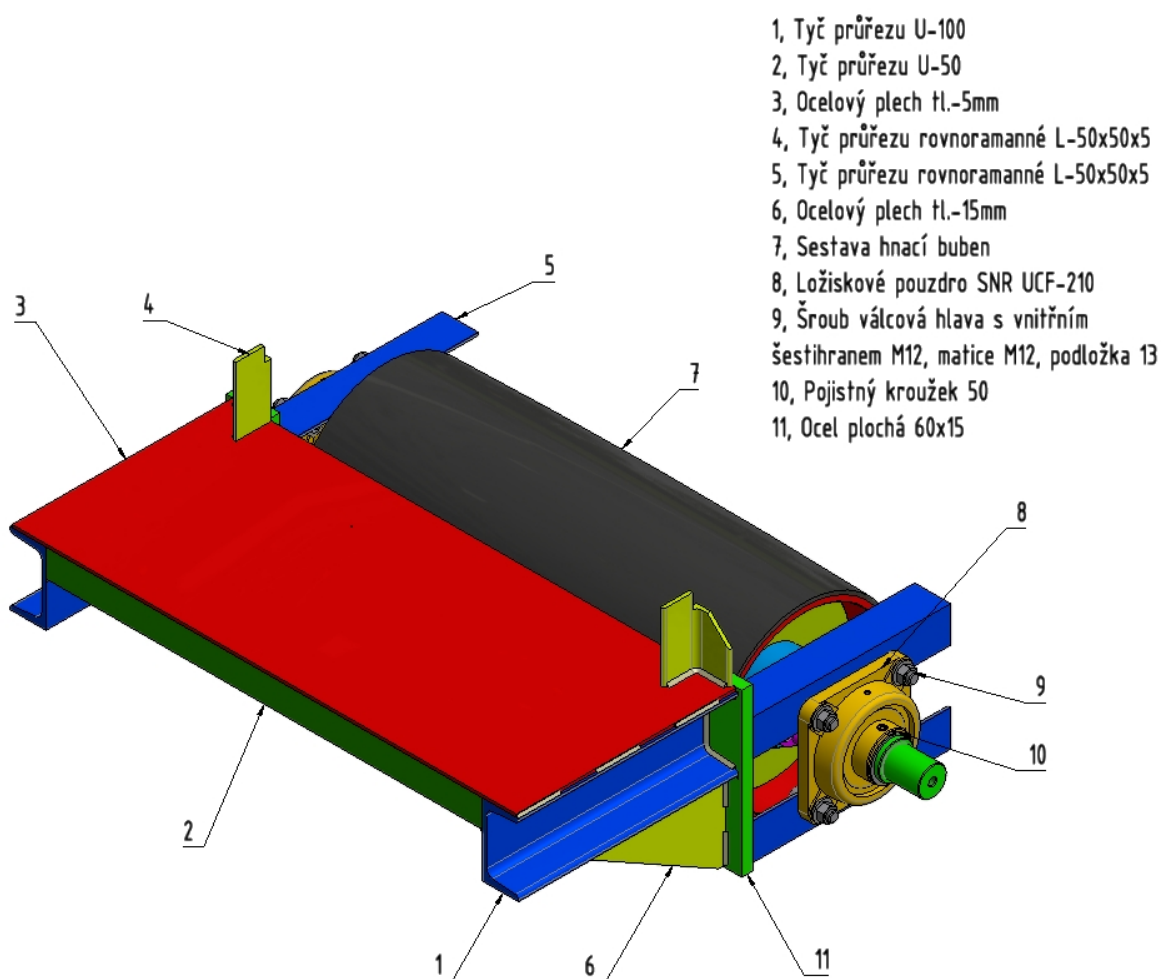
Vnitřní stěrač se upevňuje na vratné větvi před hnaný buben, aby na hnaném bubnu i na hnacím bubnu ulpívalo co nejméně nečistot. Vnější stěrač se montuje k hnacímu bubnu, aby nedocházelo k zanášení podpěrných válečků.



Obr. 47 Umístění čističů na dopravníku

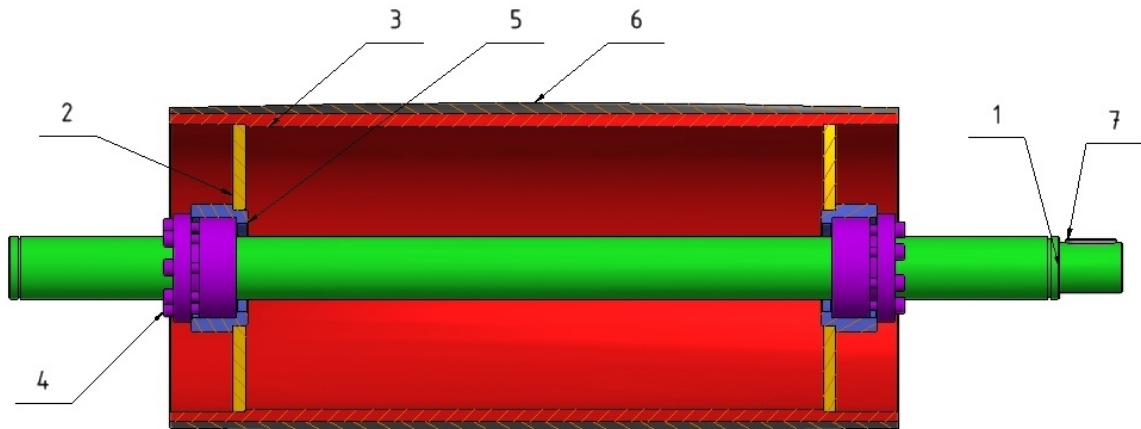
9 HNACÍ ČÁST

Hnací část zajišťuje přenos síly od motoru na pás. Pro dosažení vyšší efektivity bývá hnací válec pogumován. Vzhledem k celkové délce dopravníku se hnací část skládá také z U profilu, na kterém je přivařen plech. Tento se následně spojí s rámem dopravníku (při větší zátěži by bylo nutné spoj přeplátovat).



Obr. 48 Sestavení hnací části

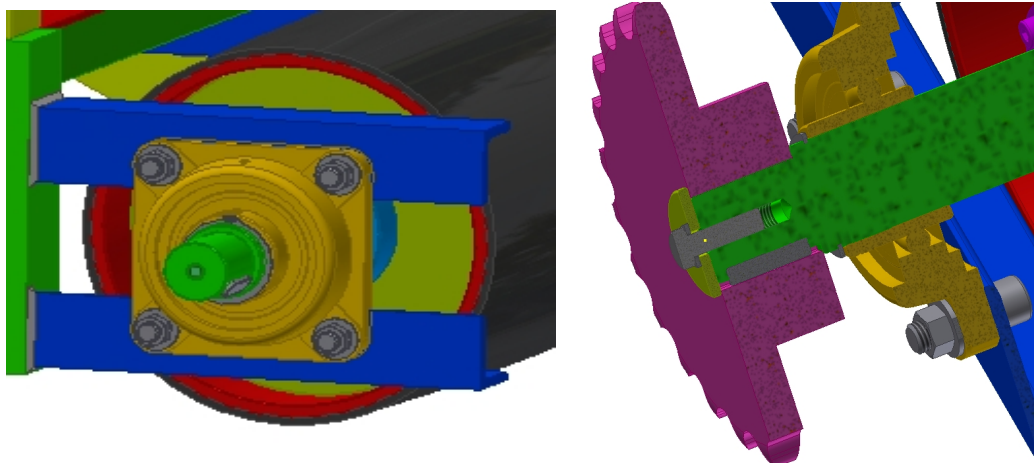
Svařenec hnacího bubnu je složený se stejných dílů jako je hnací buben. A rovněž je uchycen na hřídeli za pomoci svěrných pouzder. Taktéž šířka bubnu je shodná se šířkou napínacího bubnu.



- 1, Tyč kruhová $\varnothing 50h9$
- 2, Ocelový plech tl.-10mm
- 3, Trubka kruhová bezešvá 245x10
- 4, Svěrné pouzdro KLDB050
- 5, Trubka kruhová bezešvá 102x16
- 6, Pogumování válce
- 7, Pero těsné 12x8x40

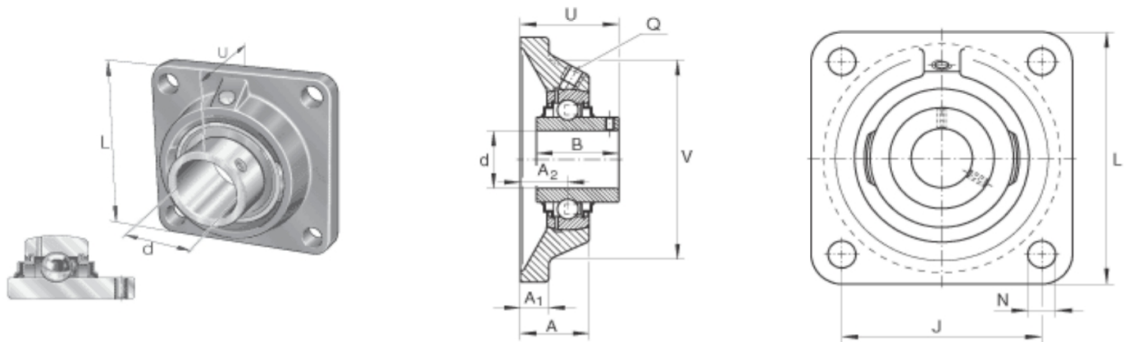
Obr. 49 Uchycení hnacího bubnu na hřídeli

Hřídel je zajištěna proti posunutí stavěcími šrouby umístěnými v ložiscích a pojistnými kroužky, které se nachází na obou koncích hřídele. Poloha řetězového kola je vymezena z jedné strany osazením. Toto osazení na šířku řetězového kola s nábojem zabrání posunu po hřídeli. Ze strany druhé bude umístěna zajišťovací podložka uchycená šroubem.



Obr. 50 Zajištění hřídele a řetězového kola vůči posunu

Ložiskový domek nese označení UCF 210 od firmy PTI a má následující rozměry:



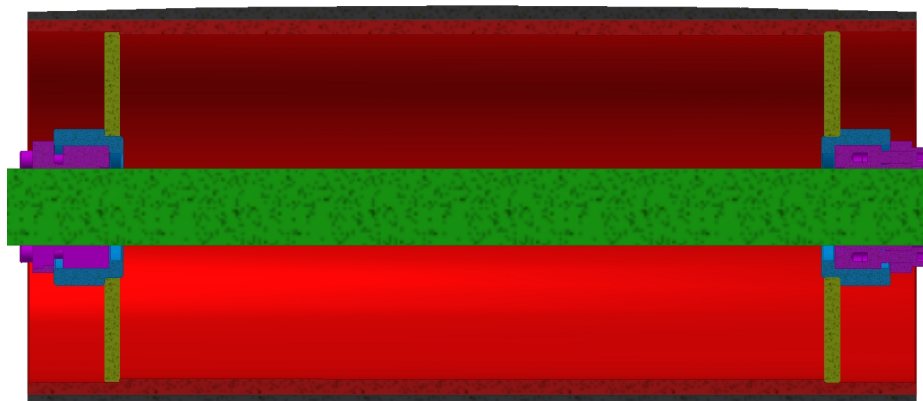
Obr. 51 Rozměry ložiskového domku

Tab. 3: Rozměry ložiskového domku

d	50		U	54,6
L	143		N	16
J	111		Q	M6 - Rp1/8"
B	52		Velikost šroubu	M12
A2	22		Ložisko číslo	UC210
A1	16		Domek číslo	F210
A	40		Hmotnost	2,4

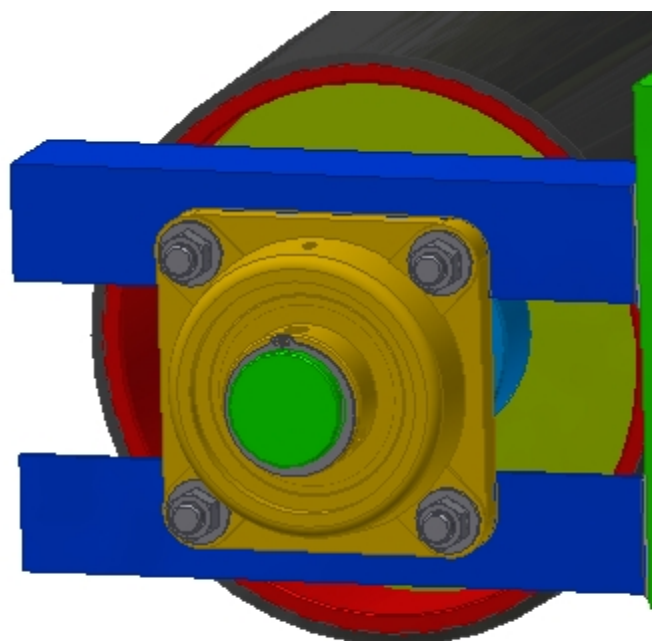
Samotný buben bývá kvůli zefektivnění přenosu kroutícího momentu pogumován. Výška pogumování je závislá hlavně na průměru bubnu a přenášeném kroutícím momentu.

Jelikož jsou okraje dopravníku plechovány, je vhodné zajistit co nejlepší středění pásu, aby bylo omezeno poškozování okrajů pásu dopravníku. Kromě samotných podpěrných válečků, které lze ve vratné větvi posouvat, je vhodné provést bombírování hnacího bubnu (pogumování nebude provedeno se stejnou tloušťkou po celé šířce válce, ale ve středu bude vyšší). Toto opatření má za následek, že je ve středu mírně vyšší rychlost pásu, a tím dochází k jeho středění. Obdobný princip se používá pro ploché řemeny.



Obr. 52 Pogumovaný bombírovaný hnací buben

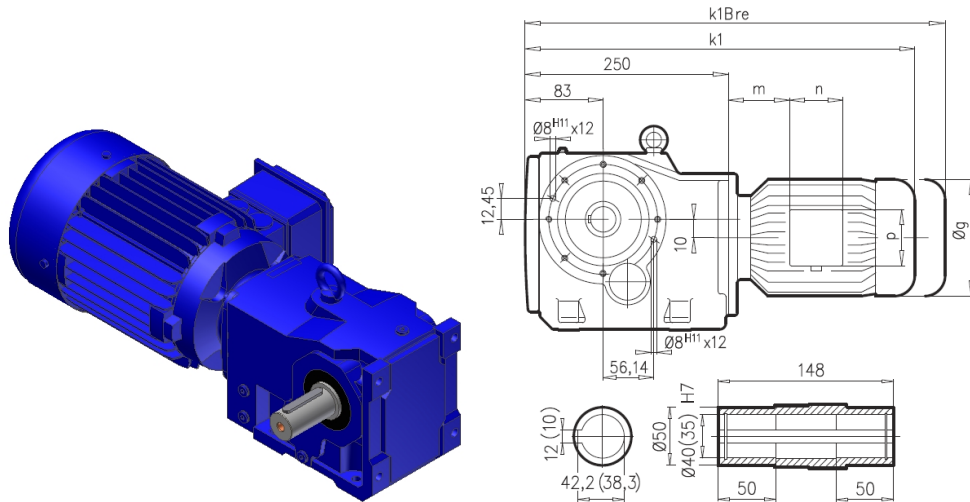
Další možností středění pásu je, že bude umožněn mírný pohyb hřídele vůči rámu (doustavení). Toho lze docílit většími otvory pro šrouby uchycení ložiskového domku, nebo ještě lépe místo otvorů vyfrézovat krátké drážky.



Obr. 53 Uchycení ložiskového domku k rámu

9.1 Parametry hnací části dopravníku

Parametry motoru



	63 S/L	71 S/L	80 SH/LH	90 SH/LH	100 LH/AH	112 MH
g	130	145	165	183	201	228
g1 / g1Bre	115 / 123	124 / 132	142 / 142	147 / 147	169 / 173	179 / 182
k1 / k1Bre	445 / 501	485 / 543	510 / 574	551 / 626	581 / 672	629 / 722
m / mBre	16 / 22	42 / 43	47 / 51	52 / 56	58 / 62	74 / 78
n / Bre	100 / 134	100 / 134	114 / 153	114 / 153	114 / 153	114 / 153
p / pBre	100 / 89	100 / 89	114 / 108	114 / 108	114 / 108	114 / 108

Obr. 54 Hlavní rozměry motoru s převodovkou

400 SK9016.1 VL-100LH/4

Označení výrobku: Kuželočelní převodovka s motorem

Otáčky motoru: 1.445 ot/min

Převodový poměr: 17,45

Výstupní otáčky: 83,000 ot/min

Provozní faktor: 2,10

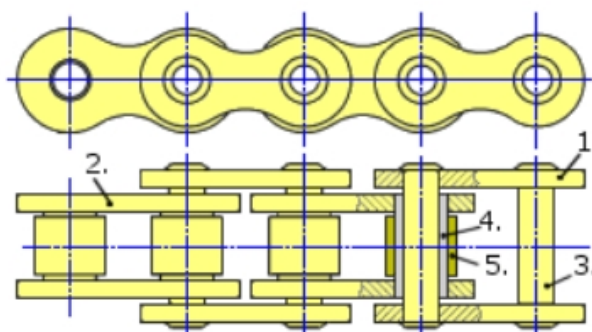
Výstupní moment M2: 254000 N.mm

Max. výstup. moment M2max: 540000 N.mm

Výkon: 2,2 kW

Napětí:	230/400 V
Frekvence:	50 Hz
Pracovní poloha převodovky:	M1
Typ skříně:	Patky
Provedení ložisek:	Zesílená ložiska výstupní hřídele VL
Poloha výstupní hřídele:	Hřídel na straně A
Rozměry hřídele:	35x70
Materiál hřídele:	1.7225 / 42CrMo4 / AISI 4140
Odvzdušnění:	Tlakové odvzdušnění
Typ maziva:	Syntetický olej ISO VG 220
Množství maziva:	0,7l
Hmotnost cca.:	46 Kg/Ks

9.1.1 Řetězový převod



Obr. 55 Komponenty válečkového řetězu

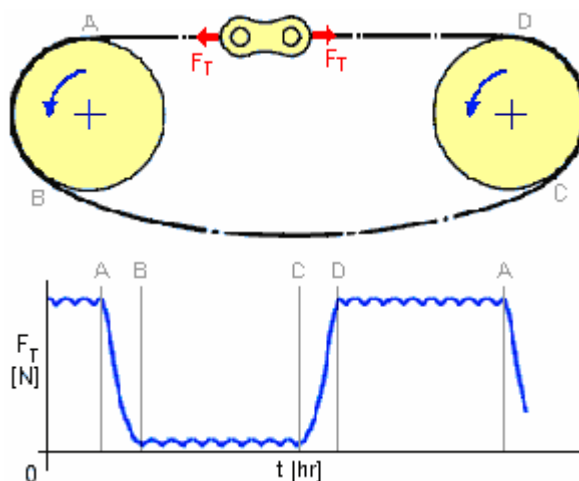
1. vnější destička
2. vnitřní destička
3. ložiskové čepy
4. pouzdro
5. váleček

Pokud má délka řetězu sudý počet článků, lze použít na jeho spojení standardní spojovací článek. Výkonová kapacita řetězu se nezmenší.

Má-li délka řetězu lichý počet článků, ke spojení je třeba použít vyrovnávací spojovací článek. Výkonová kapacita řetězu se zmenší. Míru zmenšení určuje typ a konstrukce spojovacího článku.

9.1.1.1 Napětí při opakovaném zatížení

Řetězy jsou zatěžovány převážně cyklickým napětím, což způsobuje u řetězových pohonů únavový jev. Schéma zatížení řetězového převodu je znázorněno dole na obrázku.

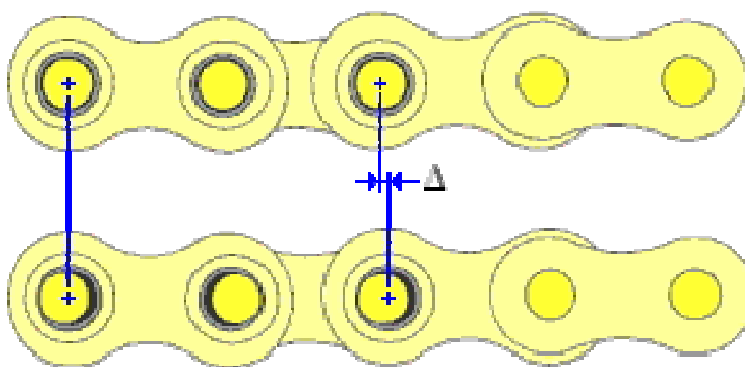


Obr. 56 Cyklus zatížení řetězu

9.1.1.2 Opotřebení řetězového spoje

Počítat s opotřebením řetězového pohonu musíme už při jeho návrhu. Při zatížení řetězového pohonu dochází nejčastěji k opotřebení řetězového spoje a také opotřebení řetězového kola.

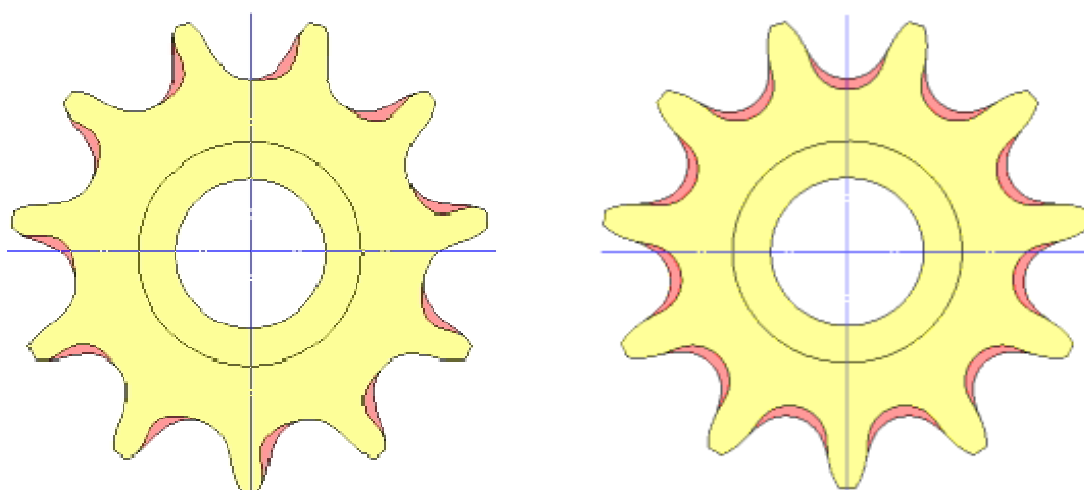
Při opotřebení řetězového kola dochází k prodloužení válečkového řetězu. Proto se řetězová kola navrhují tak, aby maximální dovolené prodloužení válečkového řetězu při opotřebení činilo 3%. Pokud se řetěz prodlouží nad tuto hranici, řetězový převod přestane správně fungovat a proto je ho potřeba vyměnit. Doporučuje se s opotřebeným řetězem vyměnit taky řetězová kola.



Obr. 57 Prodloužení opotřebovaného řetězu

9.1.1.3 Opotřebení řetězového kola

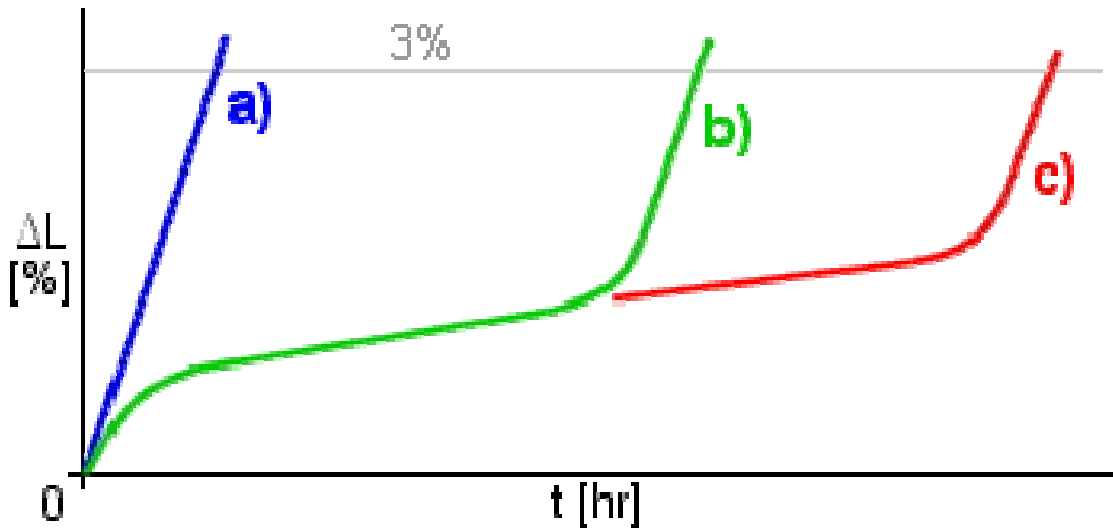
U řetězového kola dochází nejčastěji k opotřebení zubů. Opotřeбенé zuby mají nejčastěji hákovitý tvar. U napínacího (vodícího) řetězového kola dochází k opotřebení ve spodní části ozubení. Naopak u hnacího řetězového kola dochází k opotřebení z boční strany zubů. Jakmile dosáhne opotřebení ozubení určité hloubky, začnou se řetězové články zachytávat o vrcholky zubů. Což může způsobit rázové namáhání řetězu.



Opotřeбенé hnací kolo válečkového řetězu Opotřeбенé napínací kolo válečkového řetězu

Obr. 58 Opotřebení řetězových kol

Jak probíhá opotřebení řetězového spojení během životnosti řetězu v závislosti na mazání je graficky znázorněno v následujícím obrázku:



Obr. 59 Opotřebení řetězového spoje v závislosti na kvalitě mazání

- a) řetěz nemazaný v znečištěném prostředí
- b) řetěz nedostatečně mazaný
- c) řetěz přiměřeně mazaný

Na začátku, kdy je řetěz uveden do provozu, probíhá jeho opotřebení rychle, což se označuje jako počáteční opotřebení. Počáteční opotřebení se minimalizuje tzv. předpětím řetězu, které může prodloužit jeho životnost. Dále prodloužíme životnost řetězu přiměřeným mazáním.

I když opotřebení řetězu stále pokračuje, je jeho průběh malý, často označovaný jako normální opotřebení. Na konci životnosti řetězu se opotřebení opět zvyšuje.

9.2 Kontrola hnací hřídele

9.2.1 Návrh řetězového převodu

Tab. 4: Řetěz: ISO 606:2004 - Přesné válečkové řetězy pro převody s krátkou roztečí (EU)

Označení velikosti řetězu	16B-1-106
Rozteč	25,400 mm
Počet článků řetězu	106,000
Počet řad	1,000
Minimální vnitřní šířka	17,020 mm
Max. průměr válečku nebo pouzdra	15,880 mm
Maximální průměr čepu	8,280 mm
Max. výška vnitřního článku	21,080 mm
Max. výška vnějšího nebo středového článku	21,080 mm
Maximální délka čepu řetězu	36,100 mm
Maximální tloušťka vnitřního článku	4,000 mm
Maximální tloušťka vnějšího nebo středového článku	3,200 mm

Tab. 5: Zadání vstupních údajů do programu Autodesk Inventor 2015

Pracovní podmínky:	Řetězové kolo 16B-1 hnací:	Řetězové kolo 16B-1 hnané:
Výkon motoru – 2,2 kW	Počet zubů - 15	Počet zubů - 25
Krouticí moment motoru – 254000 N.mm	Kružnice roztečná – 122,167 mm	Kružnice roztečná – 202,660 mm
Otáčky motoru – 83 ot/min	Kružnice hlavová – 134,738 mm	Kružnice hlavová – 216,302 mm
Účinnost motoru – 0,98	Kružnice patní – 106,128 mm	Kružnice patní - 186,621 mm
Požadovaná životnost převodu – 10000 hod		
Maximální prodloužení řetězu – 0,03		

Tab. 6: Výsledky návrhu řetězového převodu vypočítané programem Autodesk Inventor 2015

Výsledky:	Kolo 16B-1 hnací:	Kolo 16B-1 hnané:
Výkon dovolený - 2,785 kW	Počet zubů - 15	Počet zubů - 25
Zatížení v tahu – 4143,73 N	Roztečná kružnice - 122,167 mm	Roztečná kružnice – 202,660 mm
Odstředivá síla – 0,761 N	Výkon – 2,2 kW	Výkon – 2,156 kW
Max. napětí v napnutém řetězu – 4144,49 N	Otáčky řetězového kola – 83 ot/min	Otáčky řetězového kola – 49,8 ot/min
Předpokládaná životnost řetězu kvůli únavě spojovací destičky – 80008 hod	Krouticí moment - 254000 N.mm	Krouticí moment – 413417 N.mm

9.2.2 Kontrola hřídele

Přenášený kroutící moment, kterým bude namáhána hřídel činí 413417 N.mm. Pro polohu hnaného kola je průměr hřídele 40mm, hloubka drážky pro pero 4,9 mm a zajištění je provedeno šroubem M10, tedy:

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_k} \leq \tau_{Dk}$$

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_k} = \frac{M_k}{\frac{\pi \cdot ((d-t)^3 - (d_s)^3)}{16}} \quad [MPa] \quad \tau_k = \frac{16 \cdot 413417}{\pi \cdot ((40-4,9)^3 - (10)^3)}$$

$$\tau_k = 49,84 MPa$$

Hřídel v místě ozubeného kola vyhovuje, protože $\tau_k (49,84 MPa) < \tau_{Dk} (85 MPa)$.

Za prvním ložiskem se kromě kroutícího momentu přidává i moment ohybový a působí tak kombinované namáhání. Jelikož je rozmístění ložisek shodné s polohou ložisek napínací části a svěrná pouzdra hnacího bubnu jsou shodně s napínacím bubnem, je možné přenést na hnací buben zatěžující síly, které se budou rovnat silám působícím na napínací buben. Z tohoto předpokladu také vyplývá, že maximální ohybový moment a výsledné ohybové napětí musí být ve shodě s napínací částí, proto:

$$\sigma_o = 62,86 MPa$$

Kromě ohybového napětí působí i napětí v krutu. Hřídel po celé délce má průměr 50mm.

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_k} \leq \tau_{Dk}$$

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_k} = \frac{M_k}{\frac{\pi \cdot d^3}{16}} = \frac{16 \cdot M_k}{\pi \cdot d^3} \quad [MPa] \quad \tau_k = \frac{16 \cdot 413417}{\pi \cdot 50^3}$$

$$\tau_k = 16,84 MPa$$

Výsledné napětí se vypočte jako redukované a musí být menší, než napětí dovolené pro jednoosou napjatost (v tahu):

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_o^2 + 3 \cdot \tau_k^2} \leq \sigma_D \quad [MPa] \quad \sigma_{red} = \sqrt{62,86^2 + 3 \cdot 16,84^2}$$

$$\sigma_{red} = 69,30 MPa$$

Hřídel na kombinované namáhání vyhovuje, jelikož σ_{red} (69,3 MPa) je menší než σ_{Do} (140 MPa).

9.2.3 Kontrola pera hnaného kola:

Průměr hřídele: 40 mm

Šířka ozubeného kola: 50 mm

Délka pera: 40 mm

Šířka pera: 12 mm

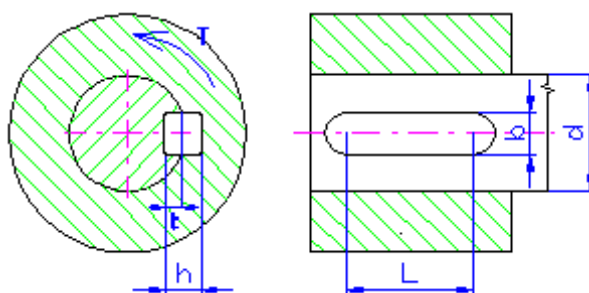
Hloubka drážky v hřídeli: 4,9 mm

Hloubka drážky v náboji: 3,1 mm

Kroučící moment: 413417 N.mm

Materiál pera: 11 600

Materiál hřídele: 11 523



Obr. 60 Obrázek s označením rozměrů pera

Kontrola pera na stříh:

$$F = 2 \cdot \frac{M_k}{d} \quad [N]$$

$$F = 2 \cdot \frac{413417}{40}$$

$$F = 20671N$$

$$\tau_s = \frac{F}{S} \leq \tau_{Ds}$$

$$\tau_s = \frac{F}{b \cdot L} \quad [MPa]$$

$$\tau_s = \frac{20671}{12 \cdot 40}$$

$$\tau_s = 43,06 MPa$$

Pero na stříh vyhovuje, jelikož τ_s (43,06 MPa) je menší než τ_{Ds} (105 MPa).

Kontrola perového spoje na otláčení v hřídeli:

$$p = \frac{F_1}{S} \leq p_D$$

$$p = \frac{M_k}{\left(\frac{d}{2} - \frac{t}{2}\right) \cdot t \cdot L} \quad [MPa]$$

$$p = \frac{413417}{\left(\frac{40}{2} - \frac{4,9}{2}\right) \cdot 4,9 \cdot 40}$$

$$p = 120,19 MPa$$

Perový spoj v hřídeli vyhovuje, jelikož P (120,19 MPa) je menší než dovolený tlak na pero P_{Dp} (150 MPa) i než dovolený tlak v hřídeli P_{Dp} (140 MPa).

Kontrola perového spoje na otláčení v hřídeli:

$$p = \frac{F_2}{S} \leq p_D$$

$$p = \frac{M_k}{\left(\frac{d}{2} + \frac{t_1}{2}\right) \cdot t_1 \cdot (L - b)} \quad [MPa]$$

$$p = \frac{413417}{\left(\frac{40}{2} + \frac{3,1}{2}\right) \cdot 3,1 \cdot (40 - 12)}$$

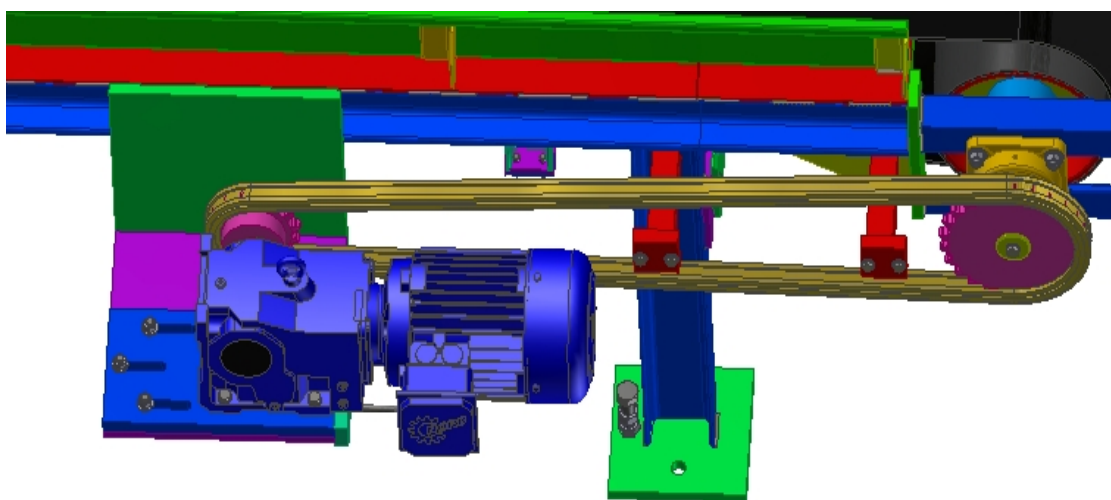
$$p = 221,01 MPa$$

Perový spoj v hřídeli vyhovuje, jelikož P (221,01 MPa) je menší než dovolený tlak na pero P_{Dp} (230 MPa) i než dovolený tlak v náboji P_{Dp} (250 MPa).

10 SESTAVENÍ DOPRAVNÍKU

Poté, co jsou jednotlivé části vyrobeny, může být dopravník sestaven a dokompletován. Hnací a hnaná část je ustavena do polohy a svařena s rámem. Pás bude svařován přímo na dopravníku a to tak, že potřebná délka se na napínací části co nejvíce zkrátí, natáhne se pás, který se svaří a poté dopne.

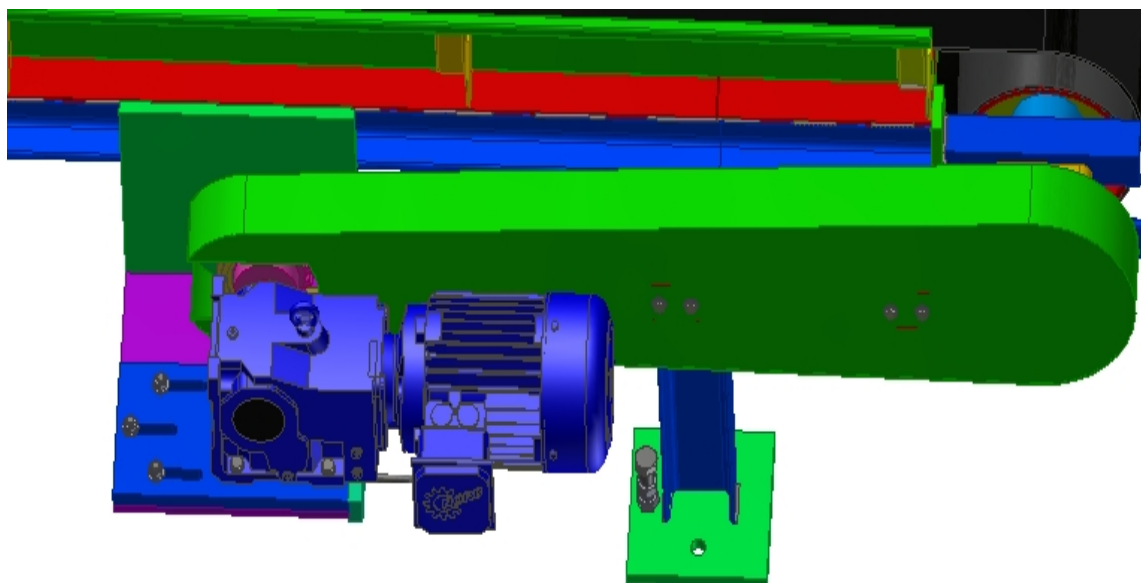
Na dopravník je umístěn motor firmy NORD typ - SK9016.1 VL-100LH/4, na kterém je nasazené řetězové kolo typ - 16B-1 s 15 zuby. Na hnaném válci je umístěno kolo typ - 16B-1 s 25 zuby. Řetězové kola jsou od firmy SATI. Vše je propojeno řetězem typ - 16B-1 s 106 články. Napínání řetězu je řešeno povolením třech šroubů, které jsou umístěny u motoru a následným dopnutím dvěma napínacími šrouby, umístěných v přední části úchyty motoru.



Obr. 61 Ustavení motoru

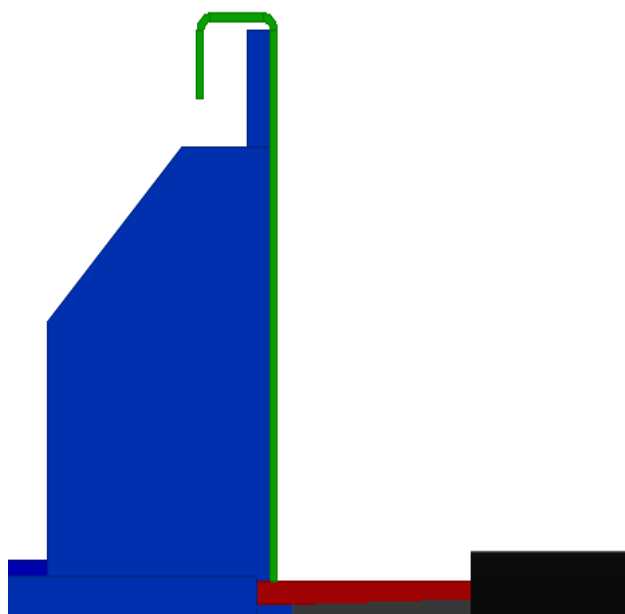
10.1 Krytování dopravníku

Vzhledem k bezpečnosti provozu je nutné opatřit řetězový převod vhodným krytem. V tomto případě je krytování provedeno z plechu, kdy je vystřihnout rozvinutý tvar. Ten je následně složen a svařen. Spojení je zajištěno čtyřmi šrouby.

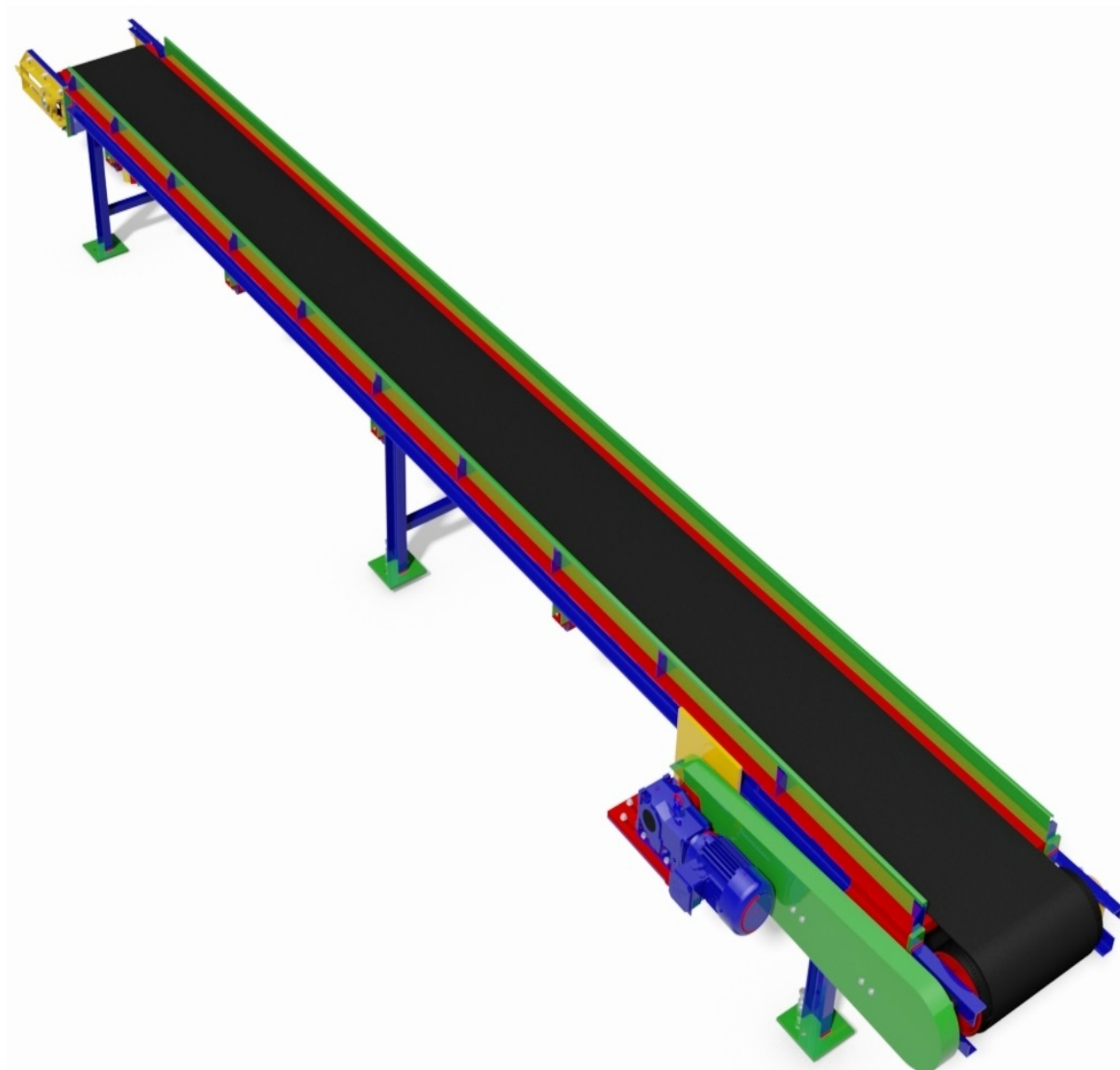


Obr. 62 Krytování řetězového převodu

Boční dorazy pásového dopravníku jsou taktéž vyrobeny z plechu. V tomto případě je plech ustříhnut na požadovaný rozměr a ohnut. Dvojitý ohyb zvýší bezpečnost proti poranění, tvar je volen s ohledem na ohýbačku.



Obr. 63 Detail bočního dorazu



Obr. 64 Sestavení dopravníku

ZÁVĚR

Dopravní systémy tvoří ve většině případů nedílnou součást procesu výroby. Pomáhají optimalizovat trasy a snižovat množství manuální práce. Dopravník navržený v této bakalářské práci bude sloužit v dřevařské výrobě k přepravě prizem a hranolů jako součást komplexní linky zpracování řeziva, čímž bude docíleno zefektivnění výroby.

Teoretická část bakalářské práce se zabývá popisem manipulační techniky. Zejména jsou zde popsány válečkové, článkové a pásové dopravníky. Praktická část je zaměřena na návrh konstrukce pásového dopravníku. Rámová konstrukce se skládá ze třech hlavních částí: hnané, hnací a rámu.

V první části je proveden popis jednotlivých komponentů, které jsou zde obsaženy. Je zde popsáno vnitřní uložení hnaného bubnu spolu s uložení hřídele. Součástí je výpočet ohybového momentu hnané hřídele.

Druhá část se zabývá konstrukcí hlavního nosného rámu. Jsou zde popsány druhy profilů, ze kterých se skládá konstrukce rámu. Dále je uveden popis uchycení válečku na vratné větvi a funkce čističe dopravního pásu.

Třetí hnací částí řeší sestavení hnacího rámu. Jedná se o uchycení hřídele hnacího válce. Na základě motoru s převodovkou a návrhu řetězového převodu je následně vypočítán kroutící moment hnacího hřídele a kontrola perového spoje na stříh a otláčení. V závěru praktické části je znázorněno sestavení pásového dopravníku.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VOLEK, František. *Základy konstruování a části strojů 1*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009, 167 s., ISBN 987-80-7318-654-8.
- [2] RULÍK, František. *Aplikovaná mechanika – Statika: sbírka úloh*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009, 78 s., ISBN 987-80-7318-686-9.
- [3] VALENDIN, Miroslav. *Vybrané statě z mechaniky - Dynamika*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 165 s., ISBN 987-80-7318-917-4.
- [4] VALENDIN, Miroslav. *Vybrané statě z mechaniky - Statika*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009, 179 s., ISBN 987-80-7318-849-8.
- [5] KAŇKOVSKÝ Jiří, VAŠEK Vladimír, MACHÁLKA Stanislav. *Cvičení z části strojů*. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 1979, 161 s.
- [6] GAJDŮŠEK Jaroslav, ŠKOPÁN Miroslav. *Teorie dopravních a manipulačních zařízení*. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 1988, 277 s.
- [7] Jaroslav Klečka, Petr Fořt. *Technické kreslení*. Brno: Computer pres Brno, 1999, ISBN 80-7226-542-3.
- [8] SVOBODA Pavel, BRANDEJS Jan, PROKEŠ František. *Základy konstruování*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 2007, ISBN 987-80-7204-535-8.
- [9] LEINVEBER Jan, VÁVRA Pavel. *Strojnické Tabulky*. Úvaly: Albra – pedagogické nakladatelství, Úvaly, 2003, ISBN 80-86490-74-2
- [10] PUSTKA, Zdeněk. *Základy konstruování: tvorba výkresové dokumentace*. Vyd. 2. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2010, 218 s., ISBN 978-80-7312-615-7
- [11] VOLEK, František. *Základy pružnosti a pevnosti*. Vyd. 2 (dotisk). Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007, 157 s., ISBN 987-80-7318-440-7.
- [12] ŠUBA, Oldřich. *Mechanické chování těles*. Vyd. 5 Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 101 s., ISBN 987-80-7318-907-5.
- [13] www.strand.cz
- [14] www.obalar.cz.web.webcloud.cz
- [15] www.dasfm.cz

[16] www.mch-retezy.cz

[17] www.besel.sk

[18] www.logismarket.cz

[19] www.agrocs.cz

[20] www.vvvmost.cz

[21] www.alta.cz

[22] www.zam.cz

[23] www.drasar.cz

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

D_B	Průměr hnacího bubnu.
F_o	Obvodová síla.
p	Tlak.
D_{VB}	Průměr nehnaného bubnu.
F	Síla.
t_{sz}	Rozteč válečků v zatížené větvi.
t_{sp}	Rozteč válečků v nezatížené větvi.
v	Rychlost.
Q_m	Přepavní rychlost pásu.
q_p	Váha pásu.
σ_o	Napětí ohybové.
M_o	Ohybový moment.
W_o	Modul průřezu v ohybu.
σ_{Do}	Napětí ohybové dovolené.
τ_k	Napětí v krutu.
τ_{Dk}	Napětí v krutu dovolené.
M_k	Kroutící moment.
W_k	Modul průřezu v krutu.
σ_{red}	Napětí redukované.
τ_s	Napětí na střih.
τ_{Ds}	Napětí na střih dovolené.
S	Obsah.
p_D	Tlak dovolený.
M	Moment.

MPa Megapascal.

mm Milimetr.

D,d Průměr.

N Newton.

N.mm Newton.milimetr.

ot/min Otáčky za minutu.

kW Kilowatt.

V Volt.

A Ampér.

kg/ks Kilogram na kus.

W Watt.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Pásový dopravník [Dostupné z www stránek: strand.cz, ke dni 11. 1. 2015].....	4
Obr. 2 Článkový dopravník [Dostupné z www stránek: obalar.cz.web.webcloud.cz, ke dni 11. 1. 2015].....	4
Obr. 3 Válečkový dopravník [Dostupné z www stránek: www.dasfm.cz, ke dni 11. 1. 2015].....	5
Obr. 4 Gallovy řetězy [Dostupné z www stránek: http://www.mch-retezy.cz , ke dni 11. 1. 2015].....	8
Obr. 5 Pouzdrové řetězy [Dostupné z www stránek: http://www.mch-retezy.cz , ke dni 11. 1. 2015].....	8
Obr. 6 Válečkové řetězy [Dostupné z www stránek: http://www.mch-retezy.cz , ke dni 11. 1. 2015].....	9
Obr. 7 Kladkové řetězy [Dostupné z www stránek: http://www.mch-retezy.cz , ke dni 11. 1. 2015].....	9
Obr. 8 Gravitační válečková doprava [Dostupné z www stránek: www.logismarket.cz, ke dni 11. 1. 2015].....	10
Obr. 9 Dopravník s hnanými válečky [Dostupné z www stránek: www.agrocs.cz, ke dni 11. 1. 2015].....	11
Obr. 10 Pásový dopravník [Dostupné z www stránek: www.besel.sk, ke dni 11. 1. 2015].....	12
Obr. 11 Řez hladkým dopravním pásem [Dostupné z www stránek: http://vvmmost.cz , ke dni 11. 1. 2015].....	16
Obr. 12 Profily na pásu [Dostupné z www stránek: http://vvmmost.cz , ke dni 11. 1. 2015].....	16
Obr. 13 Boční vlnovec s příčkou [Dostupné z www stránek: http://vvmmost.cz , ke dni 11. 1. 2015].....	17
Obr. 14 Hladké a kosočtverečné obložení válce pásového dopravníku [Dostupné z www stránek: http://vvmmost.cz , ke dni 11. 1. 2015].....	18

Obr. 15 Keramické obložení válce pásového dopravníku [Dostupné z www stránek: http://vvmmost.cz , ke dni 11. 1. 2015].....	18
Obr. 16 Typy válečků [Dostupné z www stránek: http://vvmmost.cz , ke dni 11. 1. 2015].....	21
Obr. 17 Typy válečkových pražců [Dostupné z www stránek: http://vvmmost.cz , ke dni 11. 1. 2015].....	22
Obr. 18 Násypka na pásový dopravník [Dostupné z www stránek: http://vvmmost.cz , ke dni 11. 1. 2015].....	22
Obr. 19 Vibrační podavač [Dostupné z www stránek: http://vvmmost.cz , ke dni 11. 1. 2015].....	23
Obr. 20 Stěrače pásového dopravníku [Dostupné z www stránek: http://www.alta.cz , ke dni 11. 1. 2015].....	25
Obr. 21 Krytování pásových dopravníků [Dostupné z www stránek: http://vvmmost.cz , ke dni 11. 1. 2015].....	25
Obr. 22 Snímače pásového dopravníku [Dostupné z www stránek: http://www.zam.cz , ke dni 11. 1. 2015].....	26
Obr. 23 Kontaktní detekce materiálu [Dostupné z www stránek: http://www.zam.cz , ke dni 11. 1. 2015].....	27
Obr. 24 Bezkontaktní detekce materiálu [Dostupné z www stránek: http://www.zam.cz , ke dni 11. 1. 2015].....	27
Obr. 25 Detekce kovových částic [Dostupné z www stránek: http://www.zam.cz , ke dni 11. 1. 2015].....	28
Obr. 26 Snímač otáček bubnu [Dostupné z www stránek: http://www.zam.cz , ke dni 11. 1. 2015].....	29
Obr. 27 Snímač vybočení pásu [Dostupné z www stránek: http://www.zam.cz , ke dni 11. 1. 2015].....	30
Obr. 28 Pásový dopravník.....	33
Obr. 29 Popis jednotlivých částí bubnu	34

Obr. 30 Svěrné pouzdro.....	35
Obr. 31 Zajištění hřídele.....	35
Obr. 32 Sestavení hnaného bubnu.....	36
Obr. 33 Napínací těleso.....	36
Obr. 34 Napínací část.....	37
Obr. 35 Řez hnaným bubnem.....	38
Obr. 36 Zatížení nosníku.....	38
Obr. 37 Průběh sil v ose X.....	39
Obr. 38 Průběh sil v ose Y.....	40
Obr. 39 Průběh ohybového momentu po délce nosníku.....	41
Obr. 40 Průběh ohybového napětí po délce nosníku.....	41
Obr. 41 Sestavení rámu dopravníku.....	42
Obr. 42 Vratná větev.....	43
Obr. 43 Detail nastavení podpěrných válečků.....	44
Obr. 44 Detail nastavení strážních válečků.....	44
Obr. 45 Čistič vnitřní strany pásu.....	45
Obr. 46 Uchycení čističe.....	45
Obr. 47 Umístění čističů na dopravníku.....	45
Obr. 48 Sestavení hnací části.....	46
Obr. 49 Uchycení hnacího bubnu na hřídeli.....	47
Obr. 50 Zajištění hřídele a řetězového kola vůči posunu.....	47
Obr. 51 Rozměry ložiskového domku.....	48
Obr. 52 Pogumovaný bombírovaný hnací buben.....	49
Obr. 53 Uchycení ložiskového domku k rámu.....	49
Obr. 54 Hlavní rozměry motoru s převodovkou.....	50

Obr. 55 Komponenty válečkového řetězu.....	51
Obr. 56 Cyklus zatížení řetězu.....	52
Obr. 57 Prodloužení opotřebovaného řetězu.....	53
Obr. 58 Opotřebení řetězových kol.....	53
Obr. 59 Opotřebení řetězového spoje v závislosti na kvalitě mazání.....	54
Obr. 60 Obrázek s označením rozměrů pera.....	58
Obr. 61 Ustavení motoru.....	60
Obr. 62 Krytování řetězového převodu.....	61
Obr. 63 Detail bočního dorazu.....	61
Obr. 64 Sestavení dopravníku.....	62

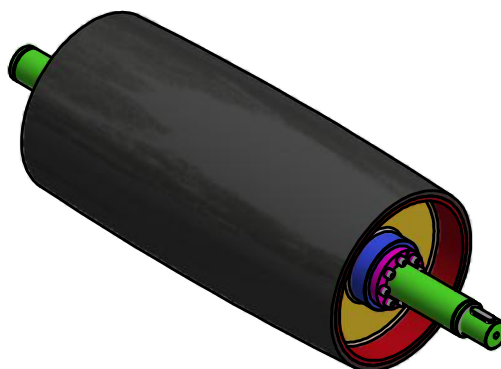
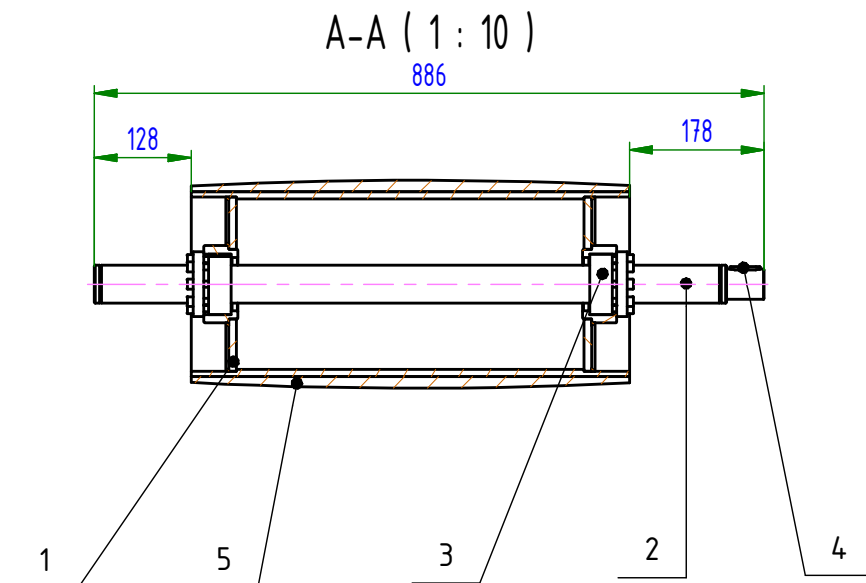
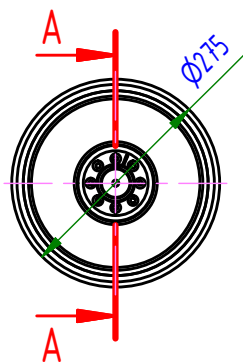
SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Rozměry svěrného pouzdra.....	35
Tab. 2: Parametry napínacího tělesa.....	37
Tab. 3: Rozměry ložiskového domku.....	48
Tab. 4: Řetěz: ISO 606:2004 - Přesné válečkové řetězy pro převody s krátkou roztečí (EU).....	55
Tab. 5: Zadání vstupních údajů do programu Autodesk Inventor 2015.....	56
Tab. 6: Výsledky návrhu řetězového převodu vypočítané programem Autodesk Inventor 2015.....	56

SEZNAM PŘÍLOH

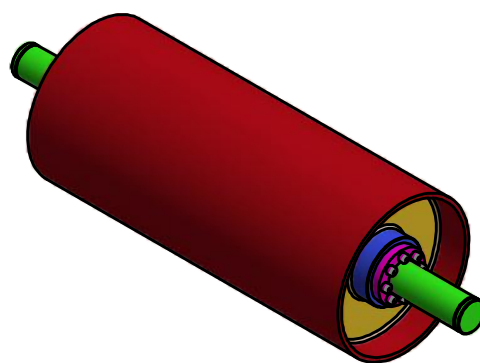
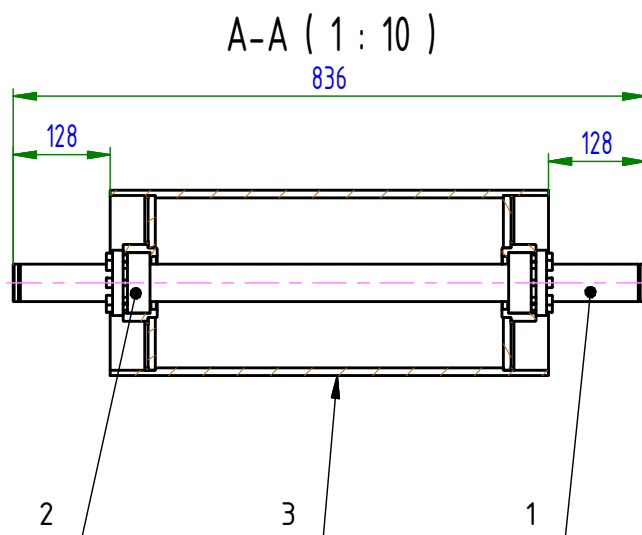
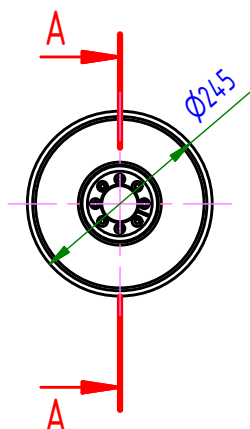
P I – VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

P II – DVD

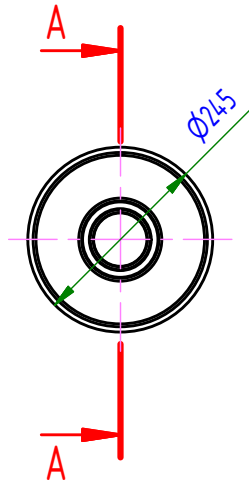


5	Pogumování hnací válec	-	-	-	1	5,501 kg
4	Pero těsné CSN 02 2562 - 12x8x40	12x8x40	-	11 600	1	0,028 kg
3	Svěrné pouzdro KLDB050	-	-	-	2	1,644 kg
2	Hřídel hnací válec	Ø50 - 890	BP-15B-00-00-01	11 523	1	13,333 kg
1	Svařenec buben	-	BP-15-01-00-00	-	1	39,288 kg

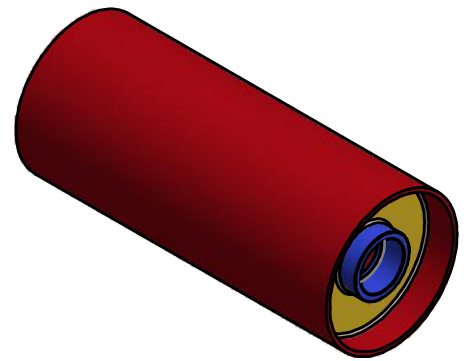
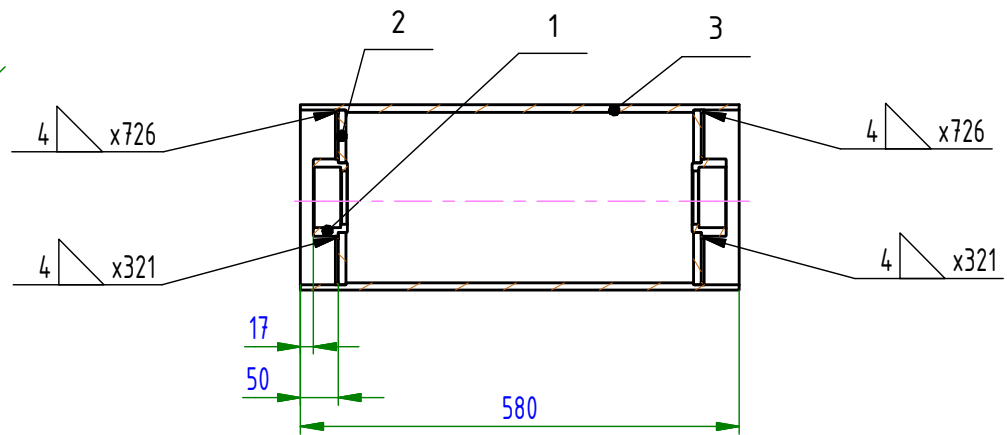
Poz.	Název	Rozměr	Výkres / Popis	Materiál	Ks	Hmotnost	
INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	<h1>UTB ZLÍN</h1>			
MATERIÁL :	Ks.	T.O.	HMOTNOST				Nejí k dispozici
ROZMĚR:			OBJEM	Nejí k dispozici			
VYPR.	Štěpán Kotrla	PŘESNOST	ISO 2768-mK	POZN.		FORMÁT	A4
PŘÉZK.		TOLEROVÁNÍ	ISO 8015				
TECHNOL.		PROMÍTÁNÍ	19. 5. 2015	PŮVODNÍ V. :		Č.V. :	BP-15B-00-00-00
NÁZEV	Sestava hnací buben			BP-15B-00-00-00			
				Listů	1	List	1



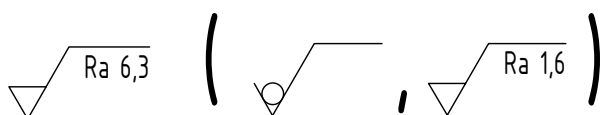
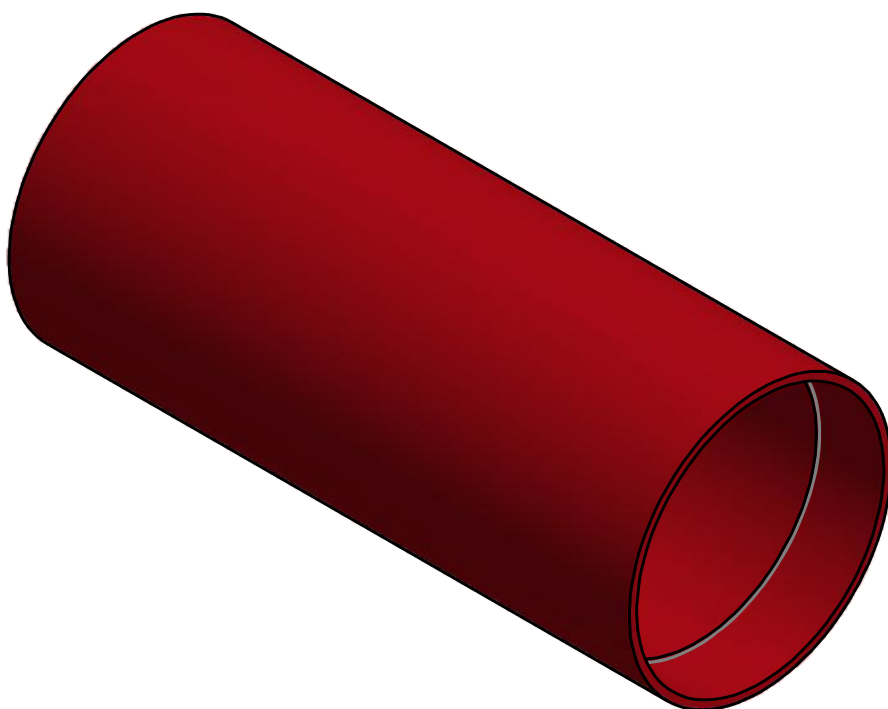
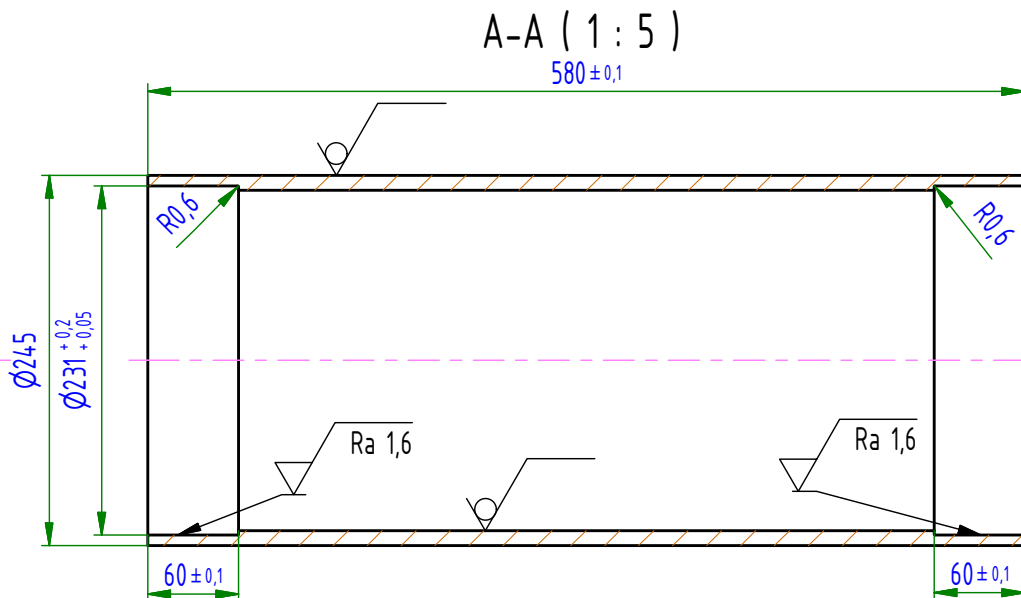
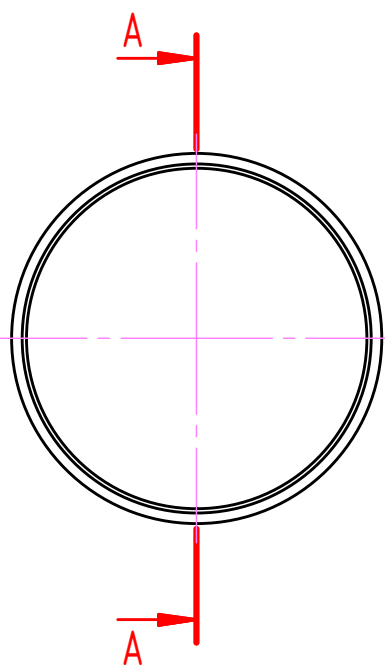
3	Svařenec buben	-	BP-15S-01-00-00	-	1	39,288 kg	
2	Svěrné pouzdro KLDB050	-	-	-	2	1,644 kg	
1	Hřídel hnaný válec	$\varnothing 50 - 840$	BP-15A-00-00-01	11 523	1	12,877 kg	
Poz.	Název	Rozměr	Výkres / Popis	Materiál	Ks	Hmotnost	
INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	<h1>UTB ZLÍN</h1>			
MATERIÁL :	Ks.	T.O.	HMOTNOST				Nejí k dispozici
ROZMĚR:			OBJEM	Nejí k dispozici			
VYPR.	Štěpán Kotrla	PŘESNOST	ISO 2768-mK	POZN.		FORMÁT	A4
PŘÉZK.		TOLEROVÁNÍ	ISO 8015				
TECHNOL.		PROMÍTÁNÍ	19. 5. 2015	PŮVODNÍ V. :		Č.V. :	BP-15A-00-00-00
NÁZEV	Sestava hnaný buben			BP-15A-00-00-00			
				Listů	1	List	1



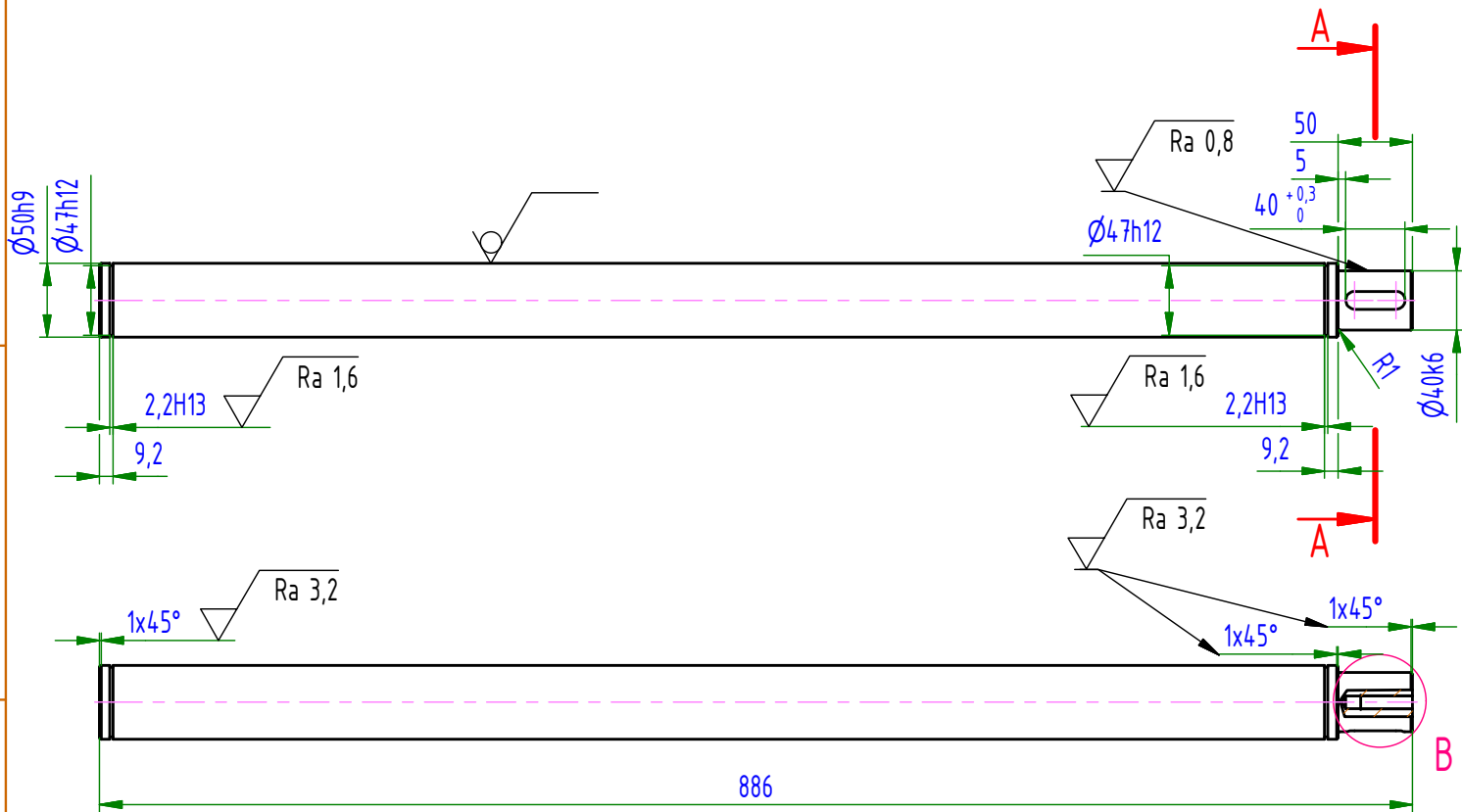
A-A (1 : 10)



3	Buben 245x10 - 580	Ø245x10 - 585	BP-15S-01-00-02	11 373	1	31,631 kg	
2	Stěna buben	Ø233x10	BP-15S-01-00-03	11 373	2	2,760 kg	
1	Náboj na svěrné pouzdro	Ø120x16 - 50	BP-15S-01-00-01	11 373	2	1,046 kg	
Poz.	Název	Rozměr	Výkres / Popis	Materiál	Ks	Hmotnost	
INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	<h1>UTB ZLÍN</h1>			
MATERIÁL :	Ks.	T.O.	HMOTNOST				Nejí k dispozici
ROZMĚR:			OBJEM	Nejí k dispozici			
VYPR.	Štěpán Kotrla	PŘESNOST	ISO 2768-mK	POZN.		FORMÁT	A4
PŘÉZK.		TOLEROVÁNÍ	ISO 8015				
TECHNOL.		PROMÍTÁNÍ	19. 5. 2015	PŮVODNÍ V. :		Č.V. :	BP-15S-01-00-00
NÁZEV	Svařenec buben			BP-15S-01-00-00			
				Listů	1	List	1

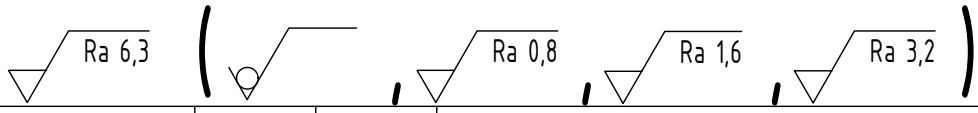
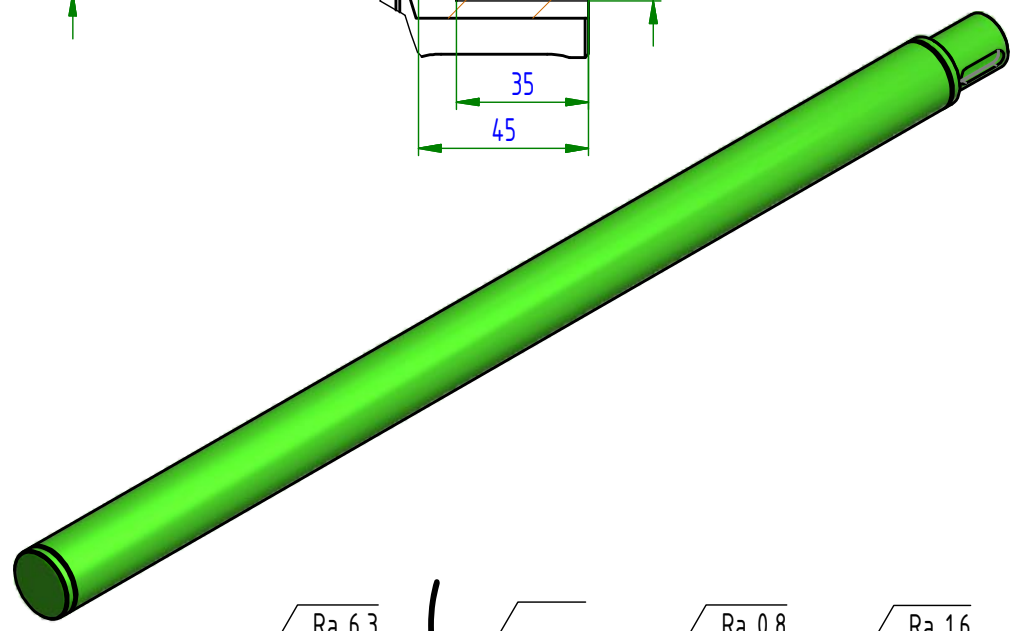
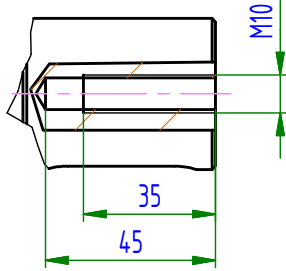
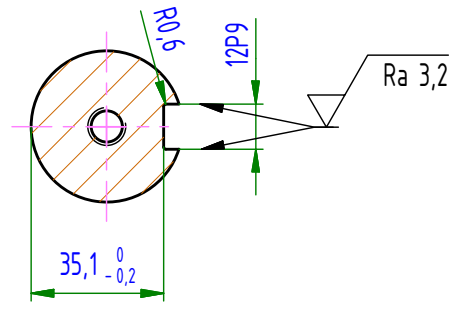


INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	UTB ZLÍN			
MATERIÁL :	CSN 42 5715, 11 373	Ks. 2	T.O.	HMOTNOST	31,63 kg	MĚR.	1 : 5
ROZMĚR:	Ø245X10 - 585			OBJEM	4024240,86 mm ³		
VYPR.	Stěpán Kotrla	PŘESNOST	ISO 2768-mK	POZN.		FORMÁT	A4
PŘEZK.		TOLEROVÁNÍ	ISO 8015				
TECHNOL.		PROMÍTÁNÍ	14. 5. 2015	PŮVODNÍ V. :		Č.V. :	BP-15S-01-00-02
NÁZEV	Buben 245x10 - 580			BP-15S-01-00-02			
				Listů 1			List 1

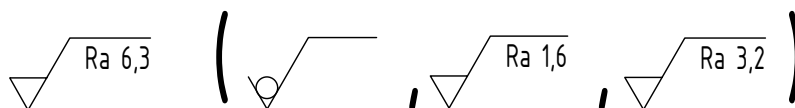
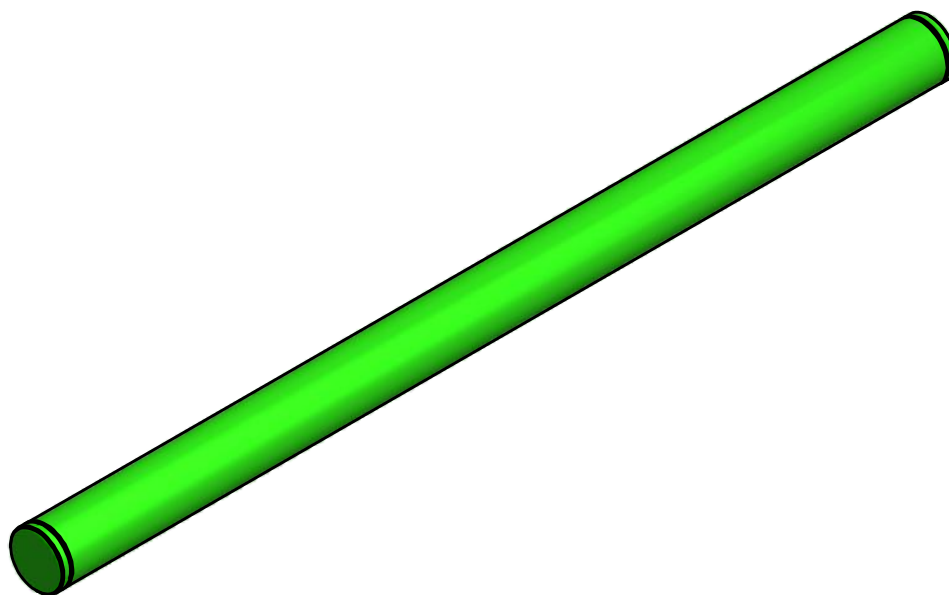
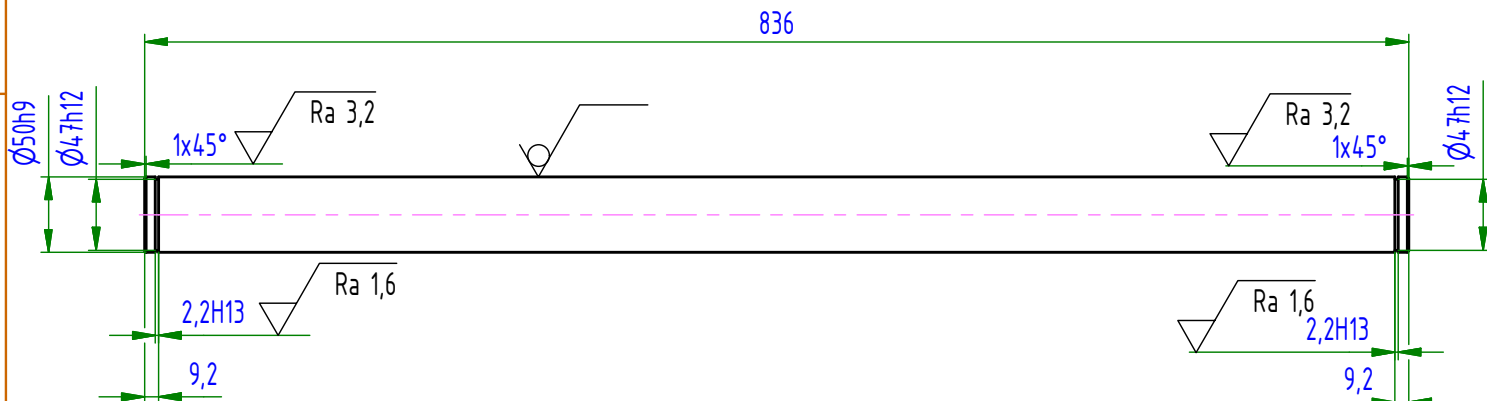


A-A (1 : 2)

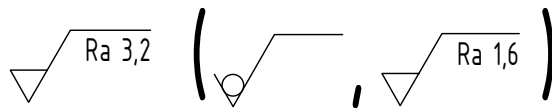
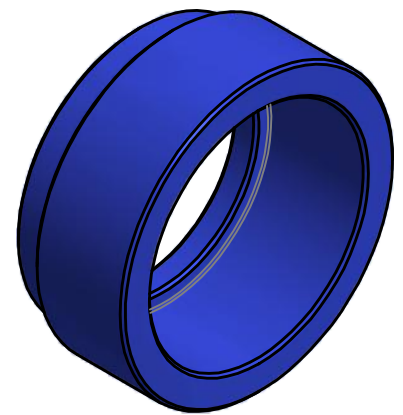
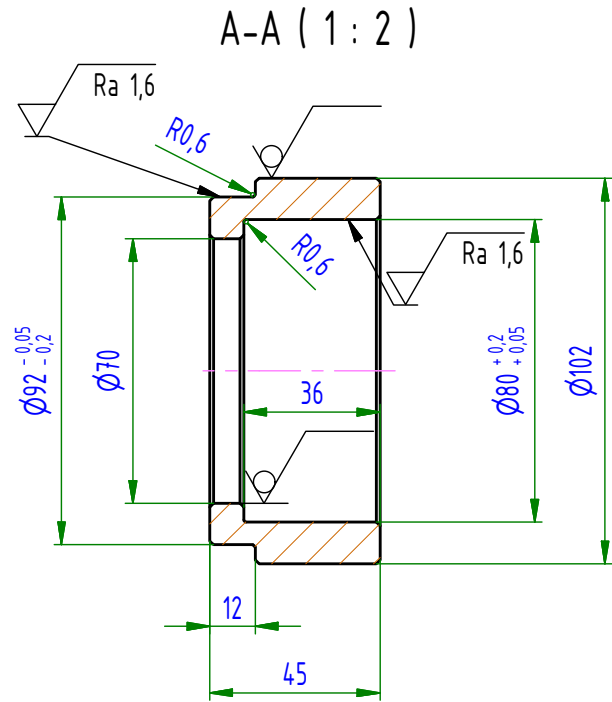
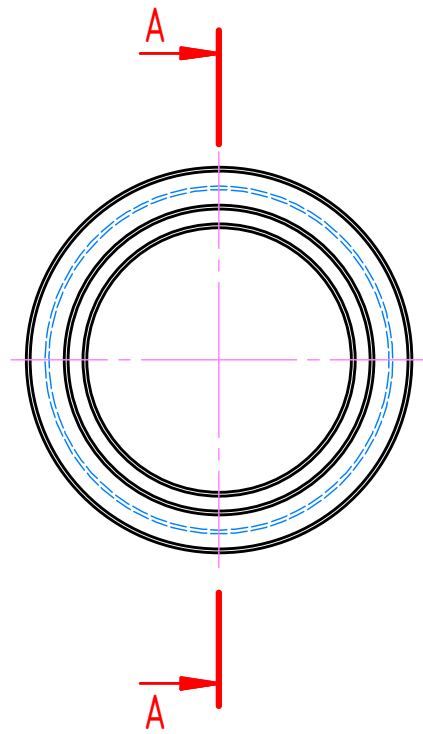
B (1 : 2)



INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	UTB ZLÍN	
				MOTNOST	13,33 kg
				OBJEM	1698528,43 mm ³
				POZN.	FORMÁT
					A4
				PŮVODNÍ V. :	Č.V. : BP-15B-00-00-01
				BP-15B-00-00-01	
				Listů 1	List 1
NÁZEV					
Hřídel hnací buben					

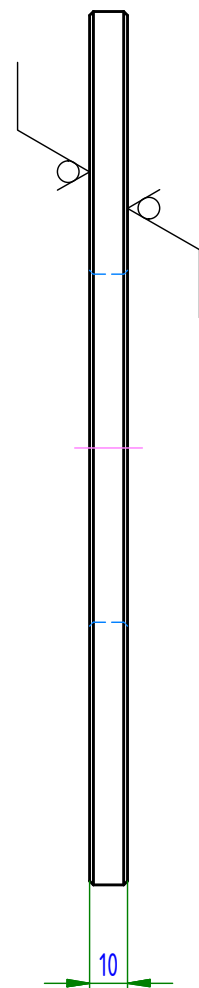
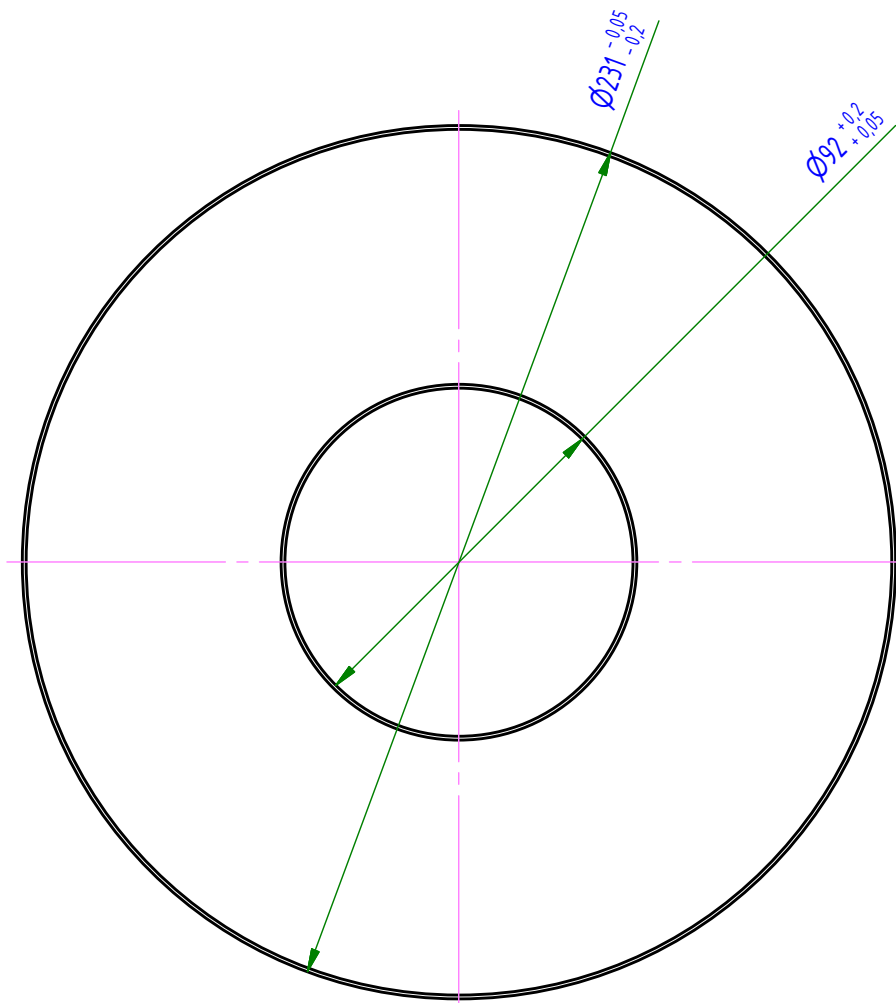


INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	UTB ZLÍN	
MATERIÁL :	ČSN 42 5510-1, 11 523	Ks. 1	T.O.	HMOTNOST 12,88 kg	MĚR. 1 : 5
ROZMĚR:	$\varnothing 50 - 840$			OBJEM 1640321,55 mm ³	FORMÁT A4
VYPR.	Stěpán Kotrla	PŘESNOST ISO 2768-mK	POZN.		
PŘEZK.		TOLEROVÁNÍ ISO 8015			
TECHNOL.		PROMÍTÁNÍ	14. 5. 2015	PŮVODNÍ V. :	Č.V. : BP-15A-00-00-01
NÁZEV	Hřídel hnaný buben			BP-15A-00-00-01	
				Listů 1	List 1

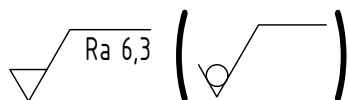
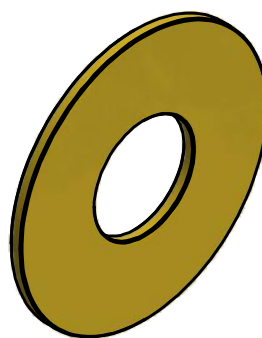


Někótované hrany zkosit 1x45°

INDEX	ZMENA	DATUM	PODPIS	UTB ZLÍN	
				MATERIÁL : ČSN 42 7515, 11 373	Ks. 4 T.O.
				ROZMÉR: $\varnothing 102 \times 16 - 50$	HMOTNOST 1,05 kg OBJEM 133063,06 mm ³
				VYPR. Stěpan Kotrla	PŘESNOST ISO 2768-mK POZN.
				PŘEZK.	TOLEROVÁNÍ ISO 8015 FORMÁT A4
				TECHNOL.	PROMÍTÁNÍ 12. 5. 2015 PŮVODNÍ V. : Č.V. : BP-15S-01-00-01
				NÁZEV	BP-15S-01-00-01
				Náboj na svěrné pouzdro	Listů 1



A (1 : 5)



Nekótované hrany zkosit 1x45°

INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	UTB ZLÍN	
MATERIÁL : ČSN 42 5310, 11 373		Ks. 4	T.O.	HMOTNOST 2,76 kg	MĚR. 1 : 2
ROZMĚR: $\varnothing 233 \times 10$				OBJEM 351605,48 mm ³	
VYPR. Stěpán Kotrla		PŘESNOST ISO 2768-mK		POZN.	FORMÁT A4
PŘEZK.		TOLEROVÁNÍ ISO 8015			
TECHNOL.		PROMÍTÁNÍ	12. 5. 2015	PŮVODNÍ V. :	Č.V. : BP-15S-01-00-03
NÁZEV				BP-15S-01-00-03	
Stěna bubnu				Listů 1	