

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: B2301 Strojní inženýrství  
Studijní zaměření: Stavba výrobních strojů a zařízení

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Magnetická doprava kovových odpadů**

**Autor:** Radek ŠKACH  
**Vedoucí práce:** Ing. Martin KOPECKÝ  
**Konzultant:** Ing. Petr VLČEK

**Akademický rok 2013/2014**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta strojní  
Akademický rok: 2013/2014

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Radek ŠKACH**  
Osobní číslo: **S12B0002P**  
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Stavba výrobních strojů a zařízení**  
Název tématu: **Magnetická doprava kovových odpadů**  
Zadávací katedra: **Katedra konstruování strojů**

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

#### Základní požadavky:

Navrhněte konstrukční řešení magnetických lišt magnetického dopravníku a konstrukční řešení výstupní části z magnetického dopravníku (místo kde opouští dopravovaný materiál dopravník). Návrh magnetických lišt a výstupní části podložte potřebnými pevnostními výpočty a výkresovou dokumentací zvolené části návrhu.

#### Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

#### Osnova bakalářské práce:

1. Produktová a patentová rešerše v oblasti magnetických dopravníků, magnetů a možností skládání magnetů
2. Konstrukční návrh magnetických lišt dopravníku
3. Konstrukční návrh výstupní části z magnetického dopravníku
4. Vypracování základní výkresové dokumentace
5. Technickoekonomické hodnocení

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah pracovní zprávy: **30-40 stran A4**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:

**HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. Příručka strojího inženýra 1. Brno: Computer Press, 1999**

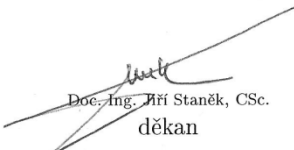
**HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. Příručka strojího inženýra 2. Brno: Computer Press, 1999**

**LEINVEBER, J., VÁVRA, P. Strojírenské tabulky. Praha: Albra, 2003**

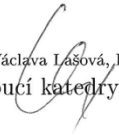
*Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.*

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Martin Kopecký**  
Katedra konstruování strojů  
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Petr Vlček**  
Machinery Design, s.r.o., Plzeň

Datum zadání bakalářské práce: **23. září 2013**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **27. června 2014**

  
Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.  
děkan



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

V Plzni dne 23. září 2013

## **Prohlášení o autorství**

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

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

V Plzni dne: .....

.....

**Radek Škach**

## **Poděkování**

Tato **bakalářská práce** byla podpořena formou odborné konzultace Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky v rámci projektu č. CZ.1.07/2.3.00/35.0048 „Popularizace výzkumu a vývoje ve strojním inženýrství a jeho výsledků (POPULÁR)“

Odborným konzultantem byl Ing. Martin Kopecký, kterému děkuji za poskytnuté konzultace, kvalifikované rady a odbornou pomoc při sepsání této BP.

# ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	Příjmení Škach	Jméno Radek	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	B2301 „Stavba výrobních strojů a zařízení“		
<b>VEDOUCÍ PRÁCE</b>	Příjmení (včetně titulů) Ing. Kopecký	Jméno Martin	
<b>PRACOVISŤE</b>	ZČU - FST - KKS		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b>BAKALÁŘSKÁ</b>	Nehodící se škrtněte
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Magnetická doprava kovových odpadů		

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KKS	<b>ROK ODE- VZD.</b>	2014
----------------	---------	----------------	-----	--------------------------	------

## POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	67	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	46	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	21
---------------	----	---------------------	----	--------------------------	----

<p style="text-align: center;"><b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b></p> <p><b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b></p>	<p>Tato bakalářská práce se zabývá produktovou a patentovou rešerší v oblasti magnetických dopravníků. Obsahuje základní funkční výpočty magnetického dopravníku, řeší jeho jednotlivé části. Zabývá se konstrukčním návrhem magnetických lišt a výstupní částí magnetického dopravníku.</p>
<p style="text-align: center;"><b>KLÍČOVÁ SLOVA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b></p>	<p>magnetický dopravník, magnetické lišty, konstrukce</p>

## SUMMARY OF BACHELOR SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Škach	Name Radek	
<b>FIELD OF STUDY</b>	B2301 “ Design of Manufacturing Machines and Equipment“		
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Kopecký	Name Martin	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KKS		
<b>TYPE OF WORK</b>	<del>DIPLOMA</del>	<b>BACHELOR</b>	<b>Delete when not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Magnetic transportation of metal waste		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Machine Design	<b>SUBMITTED IN</b>	2014
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	67	<b>TEXT PART</b>	46	<b>GRAPHICAL PART</b>	21
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	This bachelor thesis deals with product and patent search in magnetic conveyors. It contains basic function calculations of magnetic conveyor and solves its parts. It deals with construction of magnetic strips and the output part of magnetic conveyor.
<b>KEY WORDS</b>	magnetic conveyor, magnetic strips, construction

# Obsah

Úvod.....	9
1. Produktová a patentová rešerše v oblasti magnetických dopravníků, magnetů a možnosti skládání magnetů.....	12
1.1 Produktová rešerše v oblasti magnetických dopravníků.....	12
1.2 Produktová rešerše v oblasti magnetů a možnosti jejich skládání.....	15
1.3 Patentová rešerše v oblasti magnetických dopravníků.....	19
2. Konstrukční návrh magnetických lišt dopravníku.....	21
2.1 Skládání magnetů.....	21
2.2 Stanovení přídržné síly u permanentních magnetů.....	22
2.3 Základní části magnetické lišty.....	22
3. Konstrukční návrh výstupní části magnetického dopravníku.....	26
3.1 Návrh přední části magnetického dopravníku.....	26
3.1.1 Výpočet obvodové síly.....	26
3.1.2 Výpočet rozměrů hnacího hřídele.....	27
3.1.3 Kontrola pera na otláčení a smyk.....	28
3.1.4 Návrh a výpočet ložisek.....	28
3.1.5 Návrh řetězového kola.....	30
3.1.6 Napínací zařízení.....	31
3.1.7 Dopravní válečkový řetěz.....	32
3.1.8 MKP analýza předního dílu.....	33
3.2 Volba materiálu pro přední díl.....	36
4. Technicko-ekonomické hodnocení.....	38
4.1 Technické hodnocení.....	38
4.2 Ekonomické hodnocení.....	38
5. Závěr.....	40
6. Literatura.....	41
7. Zdroje obrázků.....	43
8. Seznam obrázků.....	44
9. Přílohy (výkresy sestav, výkresy dílů).....	46



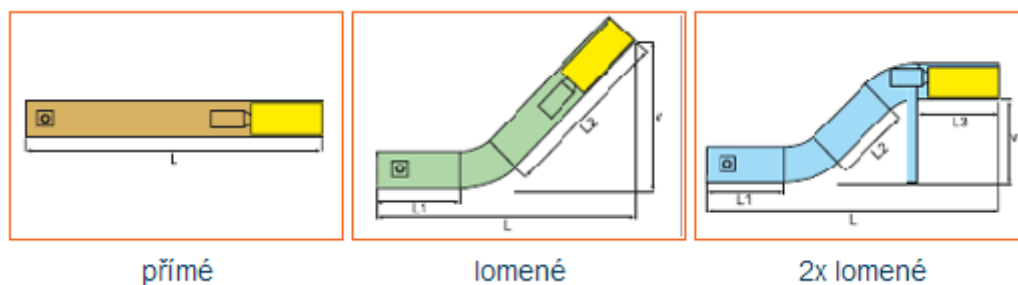
## Úvod

Současné obráběcí stroje jsou schopné za poměrně krátký čas odebrat velké množství materiálu, který je nutné ve formě třísek odvést z pracovního prostoru stroje za co nejkratší dobu. Za tímto účelem používáme ve velké míře dopravníky třísek. Dopravníky neslouží pouze k odvedení třísek ze stroje, ale také k filtraci procesní kapaliny. Dopravníky dělíme na dva typy. Prvním typem jsou dopravníky, které odvádějí třísky bez procesní kapaliny, jedná se tedy o „suché“ třísky. Druhým typem jsou dopravníky, které odvádějí třísky s procesní kapalinou a musí být ve vodotěsném provedení. Velice často tyto dopravníky obsahují síta, která slouží k filtraci procesní kapaliny. Filtrace rezné kapaliny má velký přínos. Nečistoty v rezné kapalině mají nepříznivý vliv na životnost čerpadel, rozvodného systému, ale také na životnost nástroje nebo kvalitu obrobeného povrchu.

Magnetické dopravníky jsou určeny k přepravě krátkých feromagnetických třísek s kapalinou nebo bez kapaliny. Uplatnění těchto dopravníků je nejčastěji při výrobě ozubených kol, drobných výrobků (matky, šrouby, hřebíky), při dělení materiálu na pásových pilách. Nejsou vhodné pro dopravu dlouhých, rozměrných nebo těžkých třísek, ale i přesto mají vysoký přepravní výkon, až 240 kg/hod.

Dopravníky se vyrábějí ve třech provedeních:

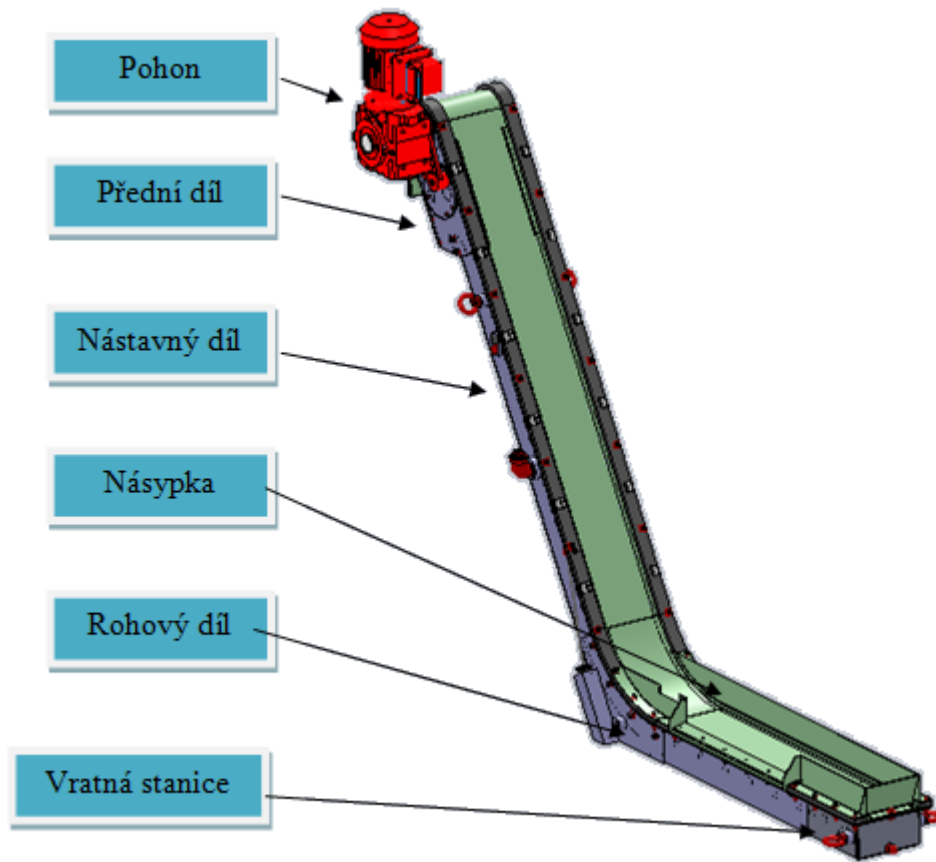
- přímé
- lomené
- 2x lomené



Obr. 1 - Typy dopravníků [1]

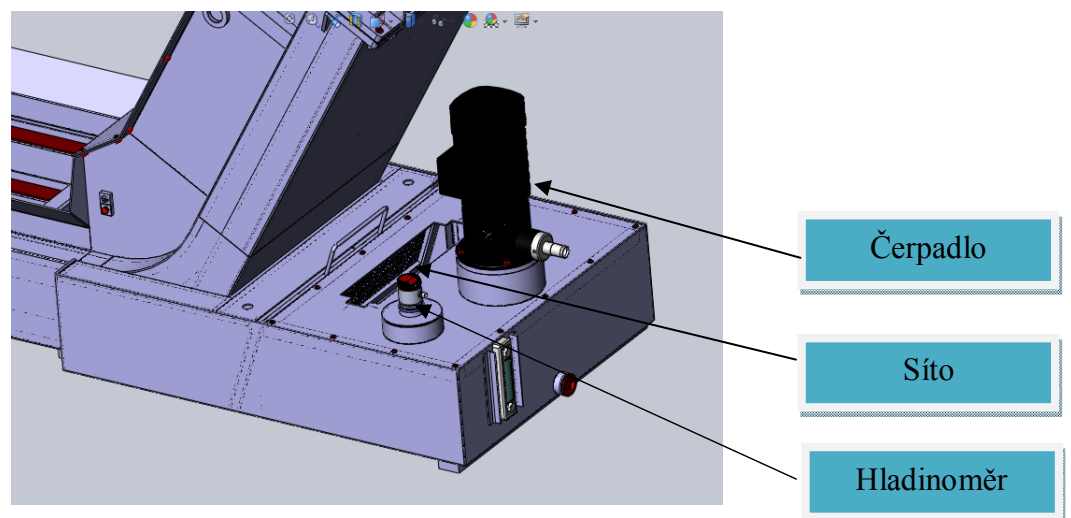
### Části magnetického dopravníku

Magnetický dopravník se skládá z několika částí.



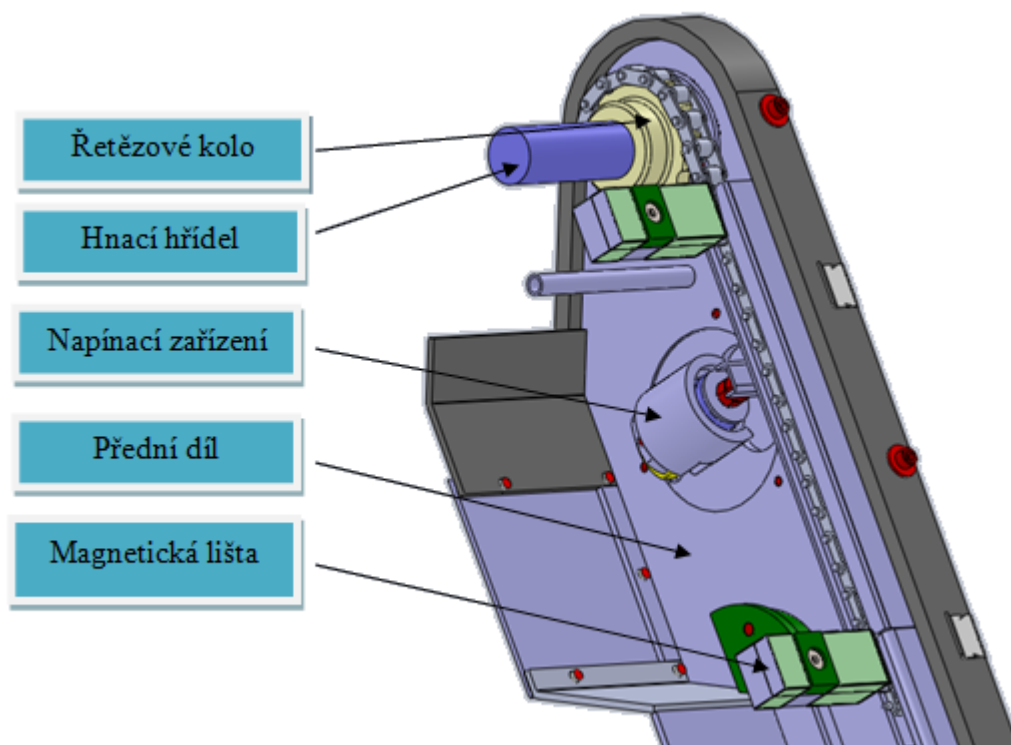
Obr. 2 - Části magnetického dopravníku [2]

Magnetický dopravník může být vybaven čerpadlem, hladinoměrem či sítím. Síto slouží k filtraci procesní kapaliny.



Obr. 3 - Detail čerpadlo, hladinoměr, síto [2]

Cílem bakalářské práce je návrh předního dílu a magnetických lišt.

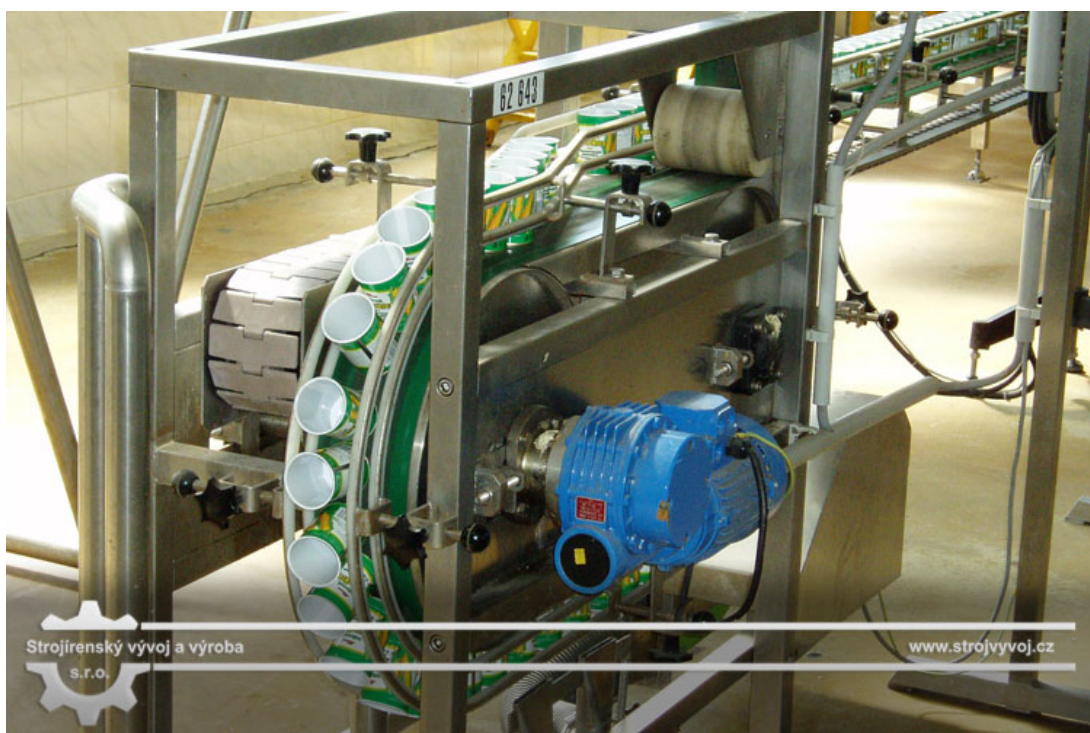


Obr. 4 - Řez předním dílem magnetického dopravníku [2]

# 1. Produktová a patentová rešerše v oblasti magnetických dopravníků, magnetů a možností skládání magnetů

## 1.1 Produktová rešerše v oblasti magnetických dopravníků

Magnetické dopravníky se nejčastěji využívají v oblasti potravinářského a strojírenského průmyslu. Z konstrukčního hlediska rozdělujeme dopravníky na dva typy. Prvním typem jsou dopravníky, které pracují s procesní kapalinou a musejí být vodotěsné. Druhým typem jsou dopravníky bez nutnosti vodotěsnosti. V potravinářském průmyslu nedochází ke styku pásu respektive krycího plechu pásu s procesní kapalinou. Není tedy nutné vodotěsné provedení a je zaručena vysoká životnost magnetických lišt. Magnetický dopravník je nejčastěji použit v kombinaci s článkovým dopravníkem. Článkový dopravník slouží pro dopravu v horizontálním směru. Pokud je zapotřebí překonat výškový rozdíl, je výhodné použít magnetický dopravník, který může přepravovat objekt i v kolmém směru. Tohoto se využívá v konzervárnách, kde může být sklad plechovek v jiném patře než samotné plnění konzerv. Plechovky lze přepravovat v obou směrech mezi patry.



Obr. 5 - Svislý magnetický dopravník I. [3]



Obr. 6 - Svislý magnetický dopravník II. [3]

Magnetické dopravníky ve strojírenském průmyslu se využívají pro odvod drobných feromagnetických třísek, které vznikají při obrábění (ozubených kol, dělení materiálu na pásových pilách), ale také mohou být použity pro dopravu drobných výrobků, jako jsou například matice, šrouby, hřebíky atd. Pokud používáme magnetický dopravník pro odvod třísek při obrábění, dochází ke styku krycího plechu pásu s procesní kapalinou. Krycí plech musí být proveden ve vodotěsném provedení, aby nedocházelo ke styku chladicí kapaliny s magnety a následnému zanášení třísek k magnetům, což by značně snižovalo životnost magnetických lišt. Pokud je magnetický dopravník použit pro dopravu drobných předmětů (hřebíky, matky, šrouby) není nutné vodotěsné provedení krycího plechu pásu. Magnetické dopravníky se vyrábějí ve dvou provedeních:

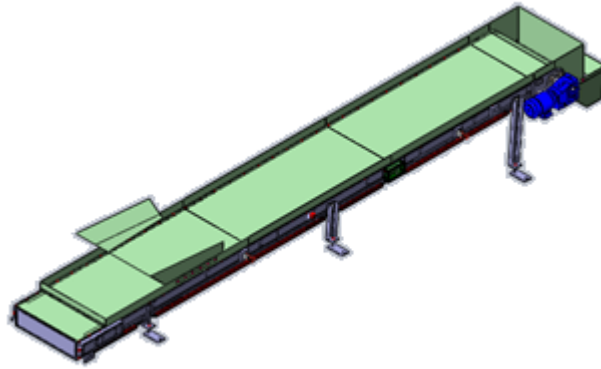
I. Provedení společnosti Astos Aš a.s.

Společnost Astos Aš a.s. dodává na trh dvě varianty magnetických dopravníků.

1. bez vodotěsného provedení
2. s vodotěsným provedením

a) bez vodotěsného provedení

Provedení magnetického dopravníku je vhodné pro dopravu drobných feromagnetických výrobků, jako jsou hřebíky, matky, šrouby, plechy...



Obr. 6 - Magnetický dopravník Astos [2]

b) s vodotěsným provedením

Pokud krycí plech magnetických lišt přichází do styku s procesní kapalinou, je nutné z důvodu vyšší životnosti magnetických lišt a zamezení úniku provozní kapaliny do okolí provádět svařenec dopravníku ve vodotěsném provedení.

II. Provedení společnosti Selos

Magnetické dopravníky třísek typu MSC slouží pro čištění provozních a chladicích kapalin obráběcích strojů (brusky, pásové pily, obráběcí centra apod.). Dopravník se skládá ze silného neodymového magnetu, který zajišťuje vynášení drobných feromagnetických třísek. Magnetický válec je poháněn pomocí elektromotoru. Po vynesení třísek do požadované výšky jsou třísky uvolněny a padají do sběrné nádoby [14].

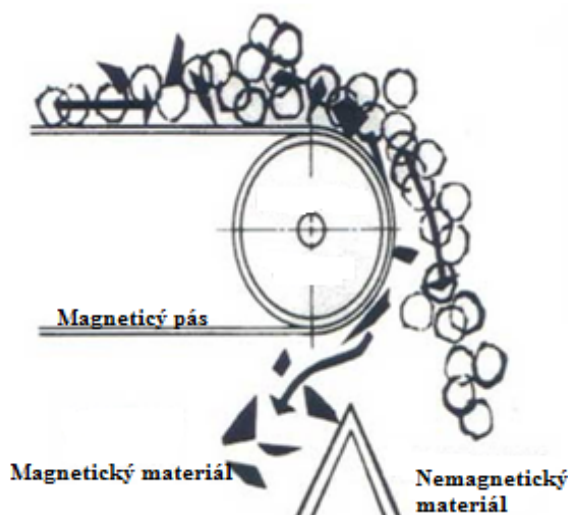


Obr. 7 - Magnetický dopravník třísek typu MSC [4]



Obr. 8 - Magnetický dopravník třísek typu MSC [4]

Dalším využitím magnetického dopravníku je třídění železného a neželezného odpadu. Principem třídění směsného odpadu je delší setrvání feromagnetického materiálu na magnetickém pásu.



Obr. 9 - Magnetický separátor [5]

## 1.2 Produktová rešerše v oblasti magnetů a možnosti jejich skládání

Co je to vlastně magnet? „Magnet je objekt, který v prostoru ve svém okolí vytváří magnetické pole. Může mít formu permanentního magnetu nebo elektromagnetu. Permanentní magnety nepotřebují k vytváření magnetického pole vnější vlivy. Vyskytují se přirozeně v některých kamenech, ale dají se také vyrobit. Elektromagnety potřebují k vytváření magnetického pole elektrický proud - když se zvětší proud, zvětší se i magnetické pole“ [1].

### Druhy magnetů:

#### a) Feritové magnety

Jedná se o nejrozšířenější magnet. Vyznačují se vysokou odolností, takže nepodléhají korozi, nevdají ani mechanické (povrchové poškození). Jsou náchylné na teplotu. Již od 60°C slábne magnetické pole, při 150°C má magnet 30% původní síly, ale roste odolnost vůči odmagnetizování magnetu. Při klesající teplotě klesá odolnost proti odmagnetizování. Od -60°C dochází k nevratnému odmagnetizování. Podle tvaru magnetu je pak poškození různě rozsáhlé. Jsou vyráběny pomocí práškové metalurgie jako anizotropní nebo izotropní. [5]

„**Anizotropní magnety** mají dobré magnetické vlastnosti pouze v jednom směru. Jsou lisovány v magnetickém poli, a právě tímto dostanou prioritní směr magnetování. Možnosti použití jsou obdobné jako magnetů izotropních. U anizotropních magnetů je prioritní směr magnetování totožný se směrem orientace magnetizace “ [2].

„**Izotropní magnety** mají ve všech směrech prakticky stejné magnetické vlastnosti. Vyrábějí se z izotropních materiálů, jsou lisovány bez přítomnosti magnetického pole, a z toho vyplývají četné možnosti magnetování. Izotropní magnety nemají žádnou přednostní osu magnetizace, mohou být tedy podle potřeby namagnetovány v jedné ze tří os. Ve srovnání s anizotropními permanentními magnety jsou cenově výhodnější.“ [2].



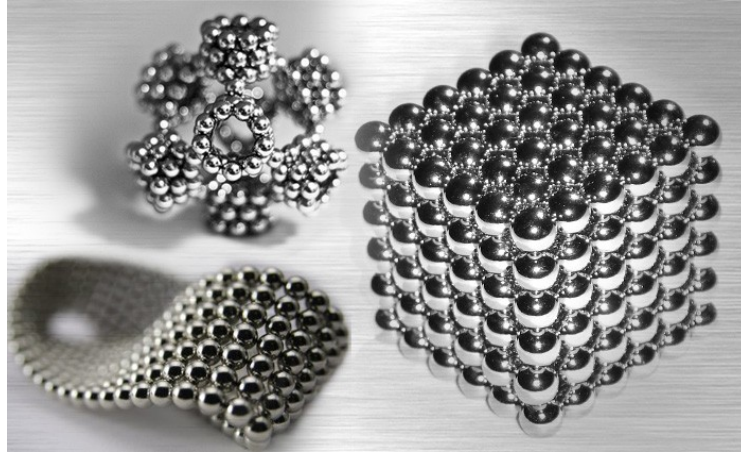
Obr. 10 - Feritový magnet [12]

## b) Neodymové - NdFeB

Neodymové magnety jsou směsí neodymu, železa a bóru. Magnet je vyroben pomocí práškové metalurgie, kdy při lisování je vystaven silnému magnetickému poli. Magnet je následně spečen. Neodymový magnet je schopný unést tisícinásobek své hmotnosti, což znamená, že magnet o velikosti mince je schopný udržet železný objekt o hmotnosti 10 kilogramů. Nespornou výhodou tohoto magnetu je jeho cena, která je nižší než u samarium-kobaltových magnetů. Značnou nevýhodou neodymového magnetu je velice rychlá oxidace. Vyžaduje pečlivou přípravu povrchu magnetu před nanesením laku nebo pokovením. Většina prostředků pro povrchovou úpravu není schopna tuto slitinu magnetu povrchově upravit. Slitina NdFeB nepřijme pokovení tak jako ostatní slitiny kovů, a to má za následek, že začne korodovat zevnitř směrem k povrchu magnetu. Způsob povrchové úpravy tohoto typu magnetu je: zinkem, niklem, pasivací, epoxidovou pryskyřicí, stříbrem, zlatem. V případě narušení této vrstvy dochází k oxidaci a nezvratnému poškození magnetu, které se může projevit až s odstupem času (ztráta magnetismu a rozklad magnetu jako celku). Další nevýhodou je poměrně nízká odolnost vůči teplotě. Teplota do 60°C je bezpeč-



ná, při 80°C dochází k částečnému, ale trvalému poškození. Při teplotě kolem 120 °C dochází k trvalému poškození. Jsou také náchylné na vlhkost, kyselé prostředí, lidský pot atd. [3]



Obr. 11 - Neodymový magnet [13]

**c) Neodymové - NdDyFeB**

magnety obsahující prvek dysprosium. Díky dysprosiu jsou magnety odolnější vůči vysokým teplotám, ale zato jsou slabší o cca 20%.

**d) Samarium-kobaltové- SmCo5**

Samarium-kobaltové magnety se vyrábějí podobně jako neodymové magnety lisováním v magnetickém poli a následným spékáním. Nabízejí nejlepší poměr mezi silou, velikostí a odolností vůči teplotě či nepříznivým podmínkám. Samarium-kobaltové magnety nepodléhají korozi, a proto nevyžadují žádnou povrchovou úpravu. Magnety s rostoucí teplotou nabírají na síle a jsou vůči vysokým teplotám odolnější. Maximální provozní teplota je kolem 250 - 300°C. Nevýhodou je vyšší cena než u neodymových magnetů. Další nevýhodou samarium-kobaltového magnetu je jeho křehkost a obzvláště snadná náchylnost ke štěpení. [4]

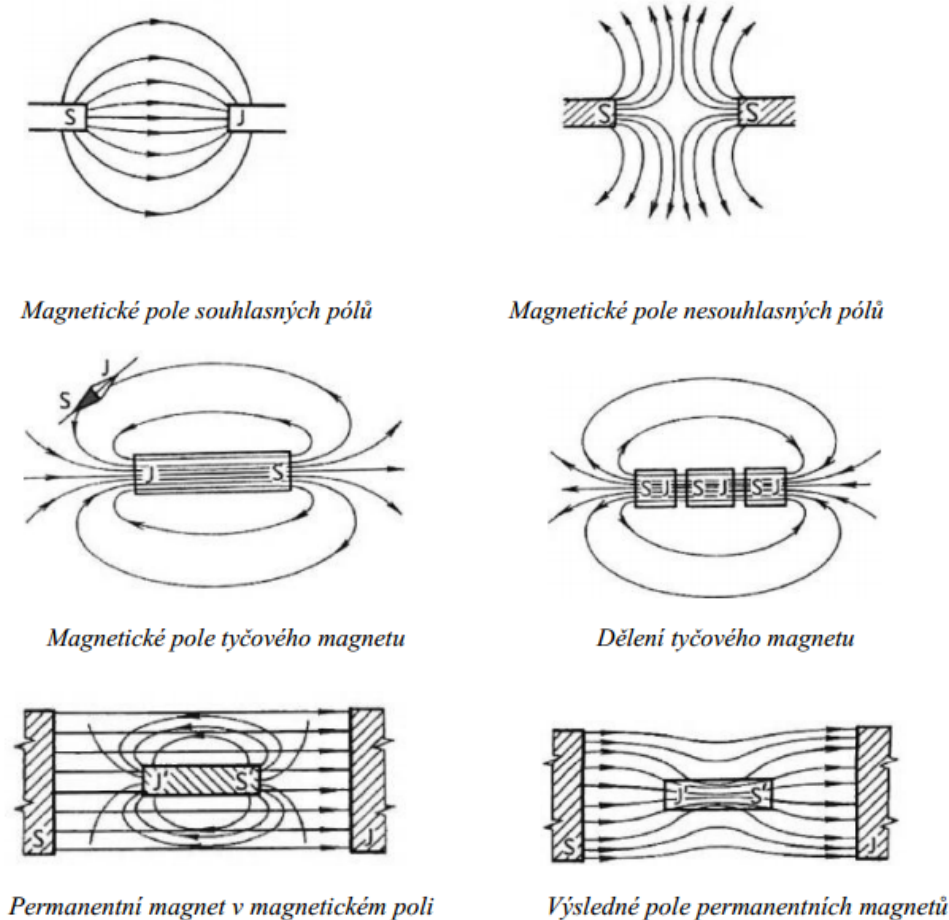
**e) Samarium-kobaltové-SmCo17**

Magnety mají oproti ScCo5 lepší teplotní odolnost, ale jsou extrémně křehké. [5]

## Skládání magnetů

### A. Skládání stejných magnetů na lištu pro magnetické dopravníky

„Umístíme-li permanentní magnet v magnetickém poli, dochází k zesílení pole tam, kde smysl magnetických indukčních čar má stejný směr, a k zeslabení pole tam, kde indukční čáry mají opačný smysl.“ [11]



Obr. 12 - Magnetické pole [6]

## B. Skládání různých magnetů na lištu pro magnetické dopravníky (Ferit+NdFeB)

Je možné použít kombinaci feritových a neodymových magnetů, což je ekonomicky výhodné řešení, protože neodymový magnet posílí ten feritový. Neodymové magnety jsou oproti feritovým drahé. Zkombinováním těchto magnetů docílíme méně silné lišty než v případě lišty osazené jen neodymovými magnety, ale tato varianta bude levnější.

### Manipulace s magnety

Magnety mohou být v závislosti na velikosti a síle velmi nebezpečné. Feritové magnety mají přibližně 10x menší sílu než Neodymové, ale i větší Feritový magnet dokáže způsobit vážná poranění.

Základní ochranné pomůcky pro manipulaci s magnety jsou:

- brýle
- rukavice

Největší riziko poranění představují neodymové a samarium-kobaltové magnety, které díky své síle mohou být velmi nebezpečné. I na větší vzdálenosti je pravděpodobné, že se

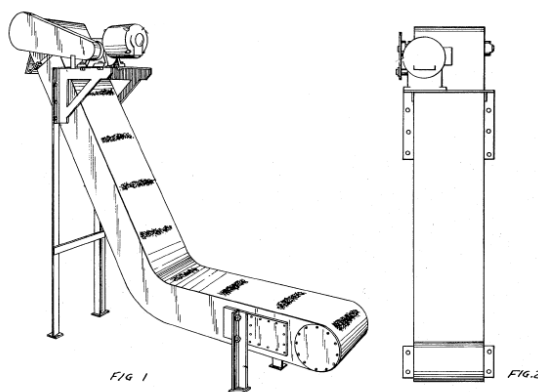
magnety budou vzájemně přitahovat. Pokud dojde k přiblížení magnetů na kritickou mez, magnety se velmi rychle přitáhnou k sobě a mohou způsobit těžká poranění prstů, nebo při vzájemné srážce „explodovat“ a vymrštít své úlomky do okolí. Můžeme tomu předejít tak, že s magnety budeme manipulovat s ochrannými pomůckami. [5]

Dále je doporučeno:

manipulovat s magnety na kovovém podkladu překrytém nemagnetickým materiálem (plast, molitan, guma) o dostatečné tloušťce a snažit se mít mezi magnety dostatečnou vzdálenost a pro jistotu je mít oddělené přepážkou. Při pokládání magnetů na feromagnetické plochy je doporučeno použít klín z plastu či dřeva, který se po přiložení pomalu vytáhne. Tím se zamezí náhlé interakci magnetu. [5]

### 1.3 Patentová rešerše v oblasti magnetických dopravníků

První magnetický dopravník si nechal patentovat William M. Blecker roku 1925. Dopravník sloužil k dopravě plechů a ocelových pásů k dalšímu zpracování. Dopravník využívaný k dopravě feromagnetických třísek z obráběcího stroje nechal patentovat roku 1967 Robert F. Mervin. [6]

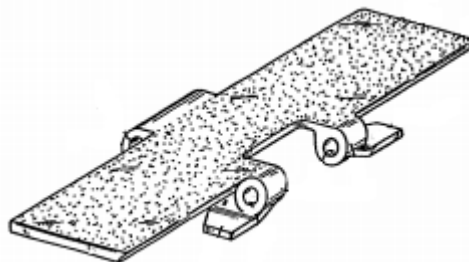


Obr. 13 - Magnetický dopravník dle patentu Roberta F. Mervina [7]

Transportním prvkem magnetického dopravníku je magnetická lišta. Provedení magnetických lišt:

#### 1. Zmagnetizovaný článek

Článek je vyroben z materiálu, který je zmagnetizován v magnetickém poli. Z článku vznikne permanentní magnet. Při volbě materiálu musíme zvolit tzv. magneticky tvrdý materiál, což znamená, že po zmagnetizování a odstranění magnetického pole si materiál zachová magnetické vlastnosti.

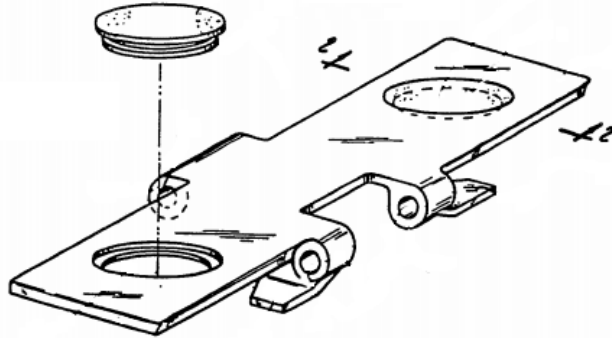


Obr. 14 - Zmagnetizovaný článek [8]

## 2. Článek s vloženým magnetem

### Provedení I.

Článek je osazen několika permanentními magnety. Počet magnetů je závislý na síle, jakou musejí magnety vyvodit, a na dopravní šířce dopravníku.



Obr. 15 - Článek osazený magnetem I. [9]

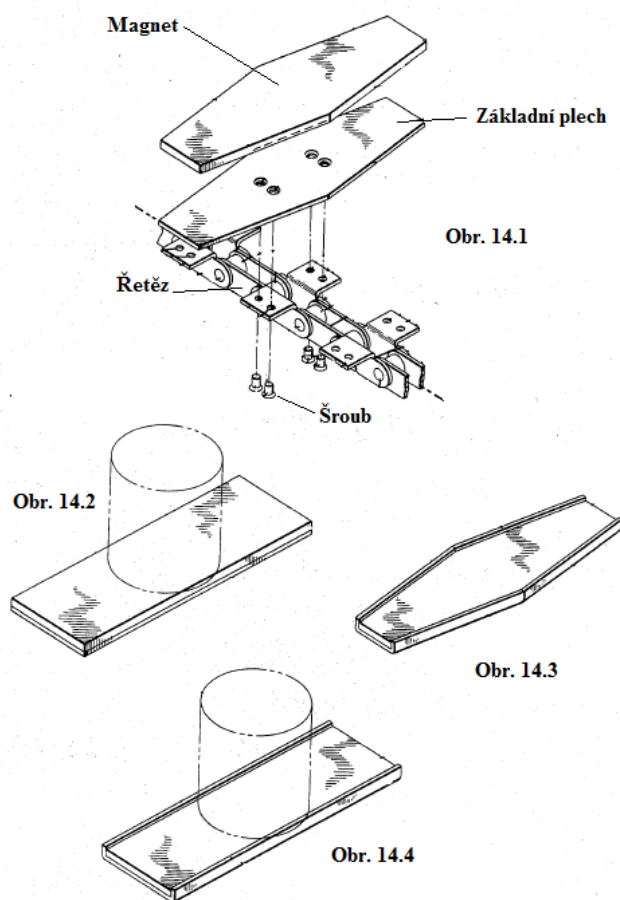
**ŘEZ 2**



Obr. 16 - Řez článkem [9]

### Provedení II.

Článek je tvořen základním plechem, v kterém je přichycen permanentní magnet. Základní plech je přišroubován pomocí čtyř šroubů k článku řetězu. Na obrázku 14.1 a 14.2 je magnet přichycen k základnímu plechu pomocí lepidla. Na obrázku 14.3 a 14. 4 je základní plech opatřen lemy, které slouží k sevření magnetu.



Obr. 17 - Článek osazený magnetem II. [10]

## 2. Konstrukční návrh magnetických lišt dopravníku

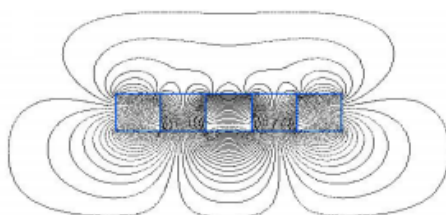
### 2.1 Skládání magnetů

Pro správný chod magnetického dopravníku je nutné vytvořit stacionární magnetické pole. Magnetické pole může být vytvořeno pomocí klasického elektromagnetu a při magnetické indukci  $B > 1\text{T}$  pomocí supravodivé cívky. V současné době začínají elektromagnety být nahrazovány magnety permanentními, které dříve byly zdrojem poměrně slabšího magnetického pole. Díky rozvoji topologie magnetických obvodů lze získat magnetické pole o magnetické indukci  $B > 2,5\text{T}$ . V roce 1985 navrhl fyzik Klaus Halbach (Lawrence Berkeley National Laboratory, California) při konstrukci urychlovače částic uspořádání permanentních magnetů, jímž docílil mimořádně silného magnetického pole. Pro toto uspořádání bylo zavedeno označení Halbachova soustava magnetů (angl. Halbach Array). Halbach uspořádal pětici magnetů ve tvaru kvádrů (viz obr. 15), kde šipky znázorňují směr magnetizace. Magnet je vyroben pomocí práškové metalurgie z neodymu, železa a bóru (NdFeB – Neodymový magnet), při remanentní indukci  $B_r \sim 1,2\text{T}$ . Magnetické pole permanentních magnetů se skládá. Výsledek je velice překvapující, při spod-

ní straně je magnetické pole velmi silné  $B \sim 1$  T a při horní straně velmi slabé  $B \sim 0,2$  T [10].



Obr. 18 - Halbachova soustava uspořádání permanentních magnetů [11]



Obr. 19 - Průběh siločar podle Halbachovy soustavy [11]

## 2.2 Stanovení přídržné síly u permanentních magnetů

Velikost síly, kterou může magnet tahat nebo tlačit, je přibližně rovna velikosti magnetického pole. [11]

$$F = \frac{B^2 S}{2\mu_0}$$

kde:

F - síla [N]

B - magnetická indukce magnetu [T]

S - průřez magnetu [m<sup>2</sup>]

$\mu_0$  - permeabilita vakua [H/m]

Pokud magnetem zvedáme ve svislém směru závaží o hmotnosti  $m$ , jeho maximální hmotnost vyplývá ze vztahu:

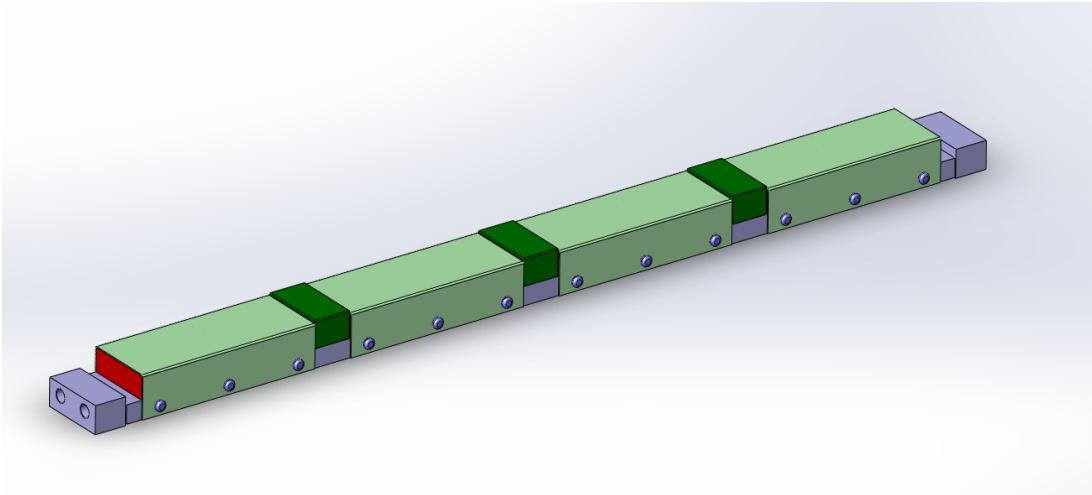
$$m = \frac{B^2 S}{2g\mu_0} \quad - \text{ kde } g \text{ je gravitační zrychlení [ m/s}^2\text{]}$$

## 2.3 Základní části magnetické lišty

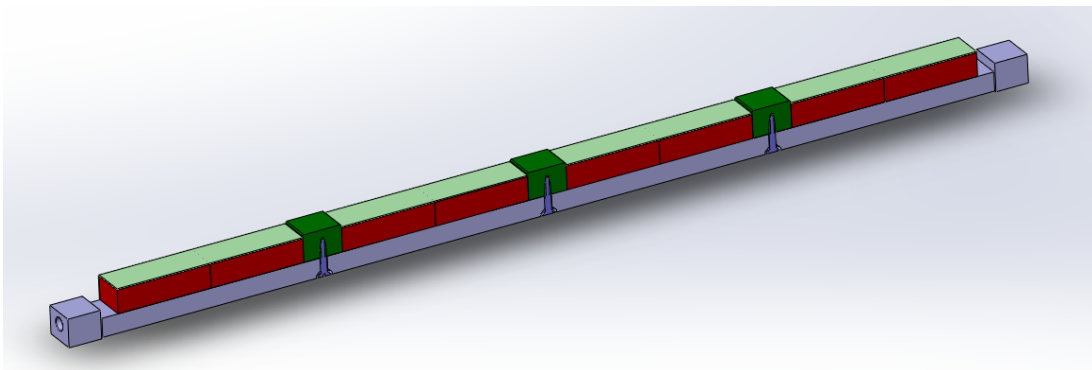
Magnetická lišta se skládá z nosné lišty, magnetů, mezerníků a krycích plechů.

- I. Nosná lišta musí být z magnetického materiálu. Nejvhodnější materiál pro výrobu magnetických lišt je 11373. Jedná se o nelegovanou konstrukční ocel. Lišta slouží nejen jako nosič, ale také usměrňuje magnetické pole požadovaným směrem (k transportní ploše). Tím dochází k nárůstu výkonu lišty a také k odstínění magnetického pole nežádoucím směrem.

- II. Při skládání magnetů je možné díky několika kombinacím skladby dosáhnout různých jevů, proto je důležité si uvědomit, čeho chceme v konkrétním uspořádání magnetů dosáhnout.
1. Magnety poskládané vedle sebe se střídající se polaritou jsou nejvýhodnější kombinací v poměru výkon/plocha. Magnetické pole působí rovnoměrně nad magnety.

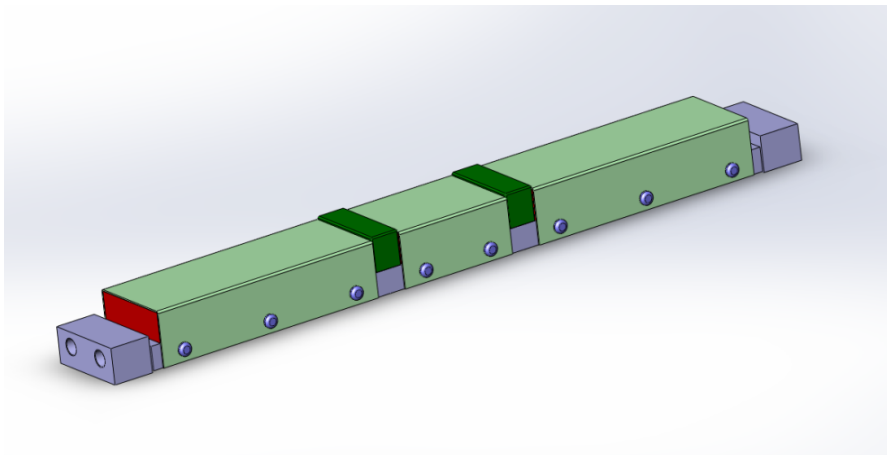


Obr. 20 - Magnetická lišta s magnety vedle sebe [2]

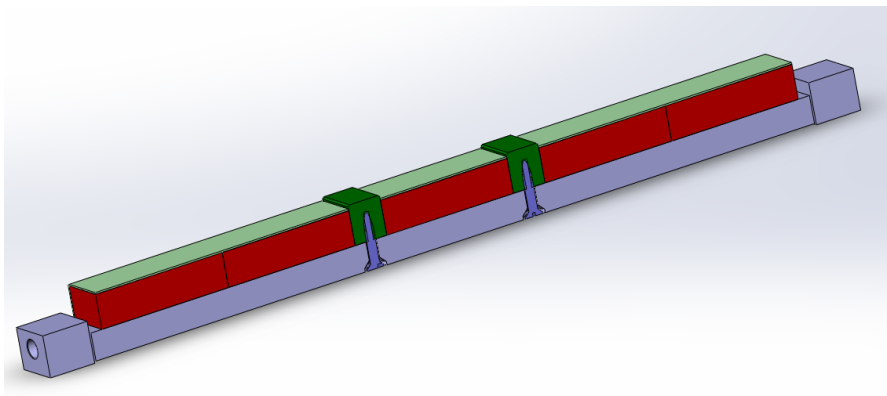


Obr. 21 - Řez magnetickou lištou s magnety vedle sebe [2]

2. Magnety poskládané vedle sebe se stejnou polaritou jsou méně vhodné. Tato skladba utvoří na dvou magnetech pole, které působí, jako kdyby magnet byl jeden. Magnetické pole se koncentruje mezi takto uspořádanými páry. Použití je vhodné při potřebě usměrnění transportovaného materiálu do určité dráhy, nebo při použití na koncích lišt, k odtahování materiálu od krajů transportní plochy. Je ale složitější takto magnety uspořádat, protože se vzájemně odpuzují.

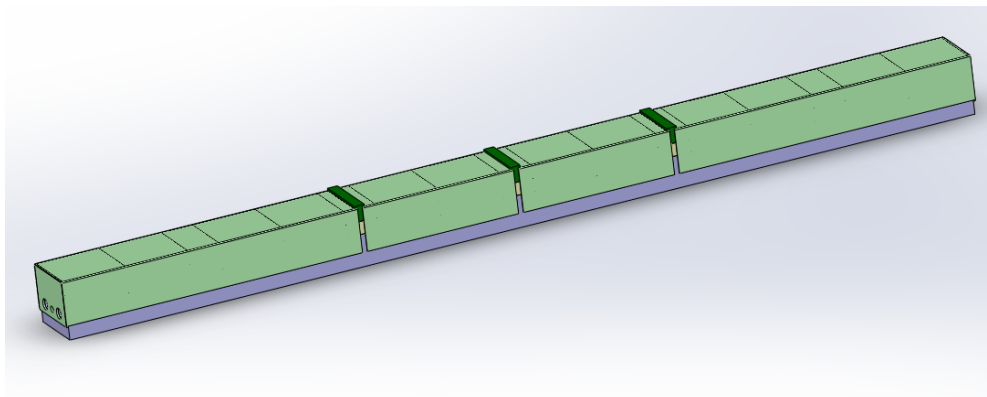


Obr. 22 - Magnetická lišta s magnety vedle sebe se stejnou polaritou [2]



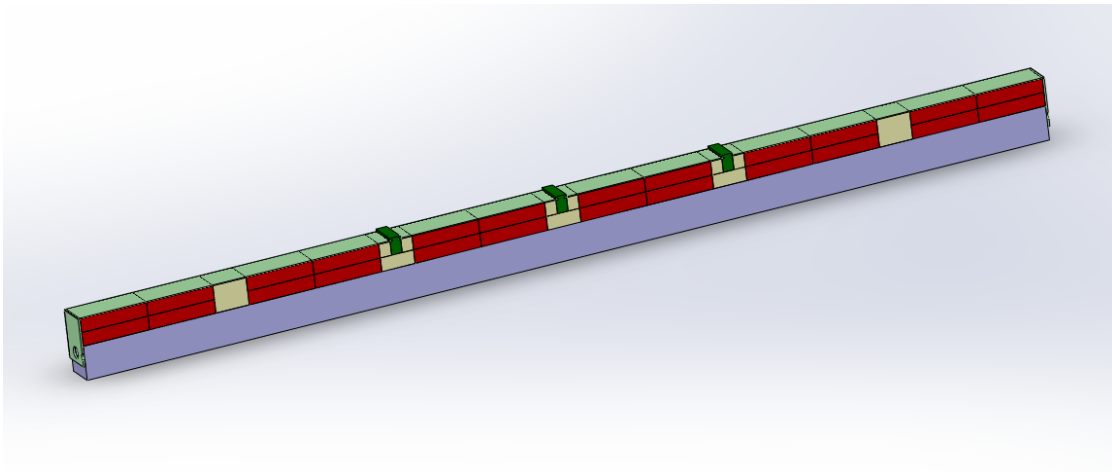
Obr. 23 - Řez magnetickou lištou s magnety vedle sebe se stejnou polaritou [2]

3. Magnety (na obrázcích červeně) poskládané na sebe (sever na jih a opačně), mají při ploše jednoho magnetu o 25% vyšší výkon. Celkově vzato toto uspořádání není ekonomicky výhodné (dvojnásobný počet magnetů na liště), ale při potřebě větší síly je možné i toto řešení.



Obr. 24 - Magnetická lišta s magnety poskládanými na sebe [2]





Obr. 25 - Řez magnetickou lištou s magnety poskládanými na sebe [2]

- III. Mezerníky vyrobené nejčastěji ze silonu (na obrázcích světle hnědě) se používají k bezpečnému uložení magnetů na lištu a k zamezení jejich vzájemného vlivu na sebe. Čím je mezerník silnější, tím je vzdálenost mezi magnety větší. Zvětšuje se tím plocha magnetického pole, ale klesá výkon.
- IV. Krycí plechy (na obrázcích světle zeleně) jsou vyrobeny z nemagnetického materiálu (Al, nerez), který nestíní magnetické pole. Slouží jako ochrana magnetů. Hliníkové plechy se nýtují, nerezové svařují. Při svařování může dojít k poškození neodymových magnetů nebo se svařovaná část nerezového krycího plechu přemění na magnetický materiál.
- V. Kluzný profil (na obrázcích tmavě zeleně) je vyrobený z plastu firmy Murtfeldt. „Jedná se o ultravysokomolekulární polyetylén: Originální Materiál "S"® zelený. Tento zelený plast je charakterizován extrémně dobrou ořeruvzdorností a excelentní odolností proti kyselinám. Materiál má své jméno podle barvy. Protože má materiál vysokou odolnost proti chemikáliím, jeho první aplikace byly primárně navrhnuty pro ocelářský průmysl. Nicméně protože je materiál vysoce odolný abrazi a má extrémně dobré kluzné vlastnosti, byl materiál Murtfeldt Originál "S"® zelený brzy využit v konstrukcích strojů.“ [15]

### 3. Konstrukční návrh výstupní části magnetického dopravníku

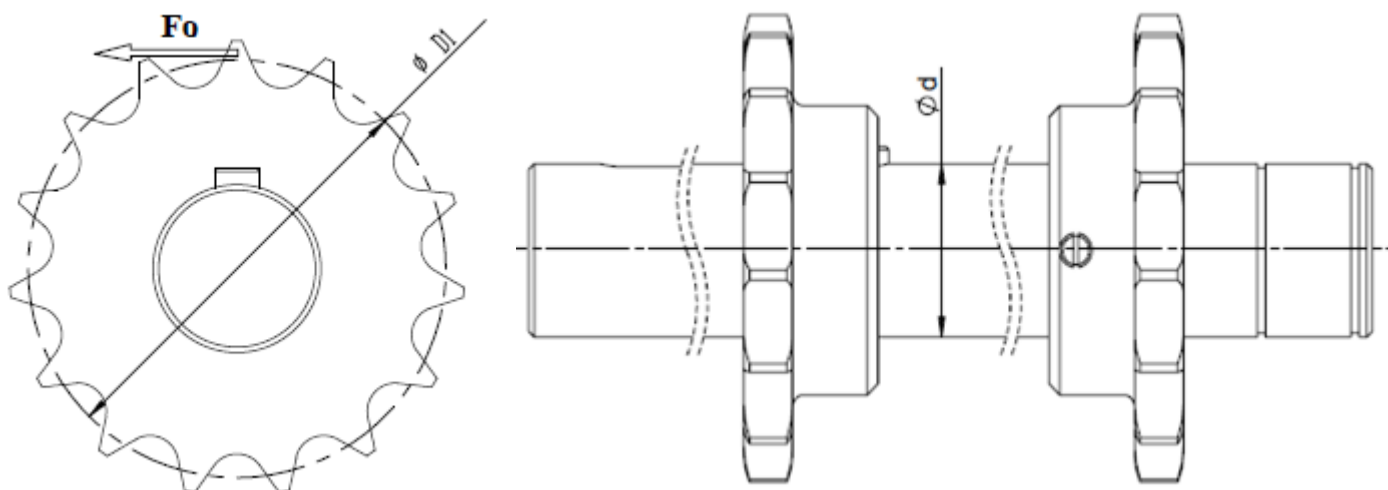
Provedeme konstrukční návrh předního dílu, kde navrhne jednotlivé komponenty předního dílu. V dalším kroku provedeme volbu materiálu pro jednotlivé komponenty.

#### 3.1 Návrh přední části magnetického dopravníku

Nyní navrhne konstrukční řešení předního dílu magnetického dopravníku. Pro pohon bude použit motor o výkonu 0,2 kW s převodovkou od společnosti SEW-Eurodrive o převodovém poměru 63,8. Rychlost pohybu magnetických lišt je 5 [ $m \cdot \text{min}^{-1}$ ].

##### 3.1.1 Výpočet obvodové síly

Při výpočtu obvodové síly vycházíme z výkonu motoru. Výkon motoru je 0,2 kW. Skutečná potřebná velikost obvodové síly je zhruba o polovinu nižší z důvodu překonání pasivních odporů při rozběhu magnetického dopravníku.



Obr. 26 - Schéma pro základní výpočty

#### Otáčky hřídele:

Pro výpočet otáček hřídele vycházíme z převodového poměru a otáček motoru.

$$i = \frac{n_M}{n_H} \rightarrow n_H = \frac{n_M}{i} = \frac{1360}{63,8} = 21,33[\text{ot} / \text{min}]$$

Poznámka: Kde  $i$  - převodový poměr převodovky

$n_M$  [ot / min] - otáčky motoru

$n_H$  [ot / min] - otáčky hřídele

#### Krouticí moment:

$$P = M_K \cdot \omega \Rightarrow M_K = \frac{P}{2\pi \cdot n} = \frac{0,2 \cdot 10^3}{2\pi \cdot \frac{21,33}{60}} = 89,5 \text{ Nm}$$

### Obvodová síla:

$$F_O = \frac{2 * M_K}{D_1} = \frac{2 * 89,5}{0,0746} \cong 2400 N$$

### Ohybový moment:

$$M_{O_{max}} = F_r * (a + b) = 1450 * (0,045 + 0,085) = 188,5 Nm$$

$F_r$  - síla od řetězu [N]

$a$  - vzdálenost od levé podpory k řetězovému kolu [mm] (obr. 27)

$b$  - vzdálenost mezi řetězovými koly [mm] (obr. 27)

$$F_r = \frac{F_O + F_{př}}{2} = \frac{2400 + 500}{2} = 1450 N$$

$F_{př}$  - předepínací síla ;  $F_O$  - obvodová síla

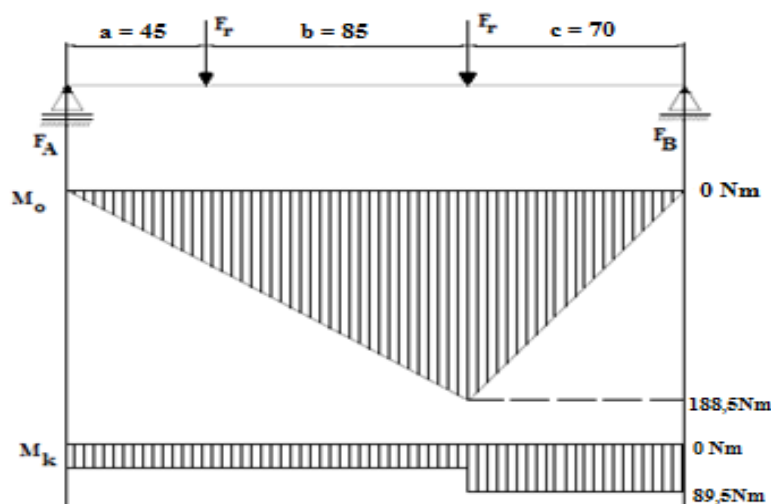
### Otáčky motoru:

$$i = \frac{n_M}{n_H} \Rightarrow n_M = i * n_H = 63,8 * 21,33 = 1360 [ot / min]$$

Převod mezi motorem a hřídelem musí být zajištěn pomocí třístupňové kuželočelní převodovky od společnosti SEW-Eurodrive, která je schopna takto vysokého převodového poměru.

### 3.1.2 Výpočet rozměrů hnacího hřídele

Hřídel je vyroben z materiálu 11600 ( $R_m = 650$  MPa,  $\tau_{kD} = 200$  MPa,  $\sigma_{oD} = 120$  MPa). Při výpočtu průměru hřídele musíme vycházet z kombinovaného namáhání. Hřídel je namáhán ohybovým a krouticím momentem ( $M_O = 188,5 Nm$  ;  $M_K = 89,5 Nm$ ). Výkon motoru  $P = 0,2 kW$ . Otáčky  $n = 21,33 ot / min$ . Hřídel je namáhán kombinovaným namáháním, proto je nutné vypočítat redukovaný moment  $M_{red}$ .



Obr. 27 - Schéma průběhu ohybového a krouticího momentu

$$M_{red} = \sqrt{M_o^2 + \left(\frac{\alpha}{2} * M_K\right)^2} = \sqrt{188,5^2 + \left(\frac{\sqrt{3}}{2} * 89,5\right)^2} = 203,813 Nm = 203813 Nmm$$

kde  $\alpha = \sqrt{3}$  pro HMH podmínku pevnosti.

$$\sigma_{oD} = \frac{M_{red}}{W_o} = \frac{M_{red}}{\frac{\pi * d^3}{32}} \Rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{32 * M_{red}}{\pi * \sigma_{oD}}} = \sqrt[3]{\frac{32 * 203813}{\pi * 120}} = 25,863 mm$$

Z důvodu přípojovacích rozměrů převodovky volíme průměr hřídele 30mm.

### 3.1.3 Kontrola pera na otláčení a smyk

Pro výpočet pera na otláčení vycházíme z průměru hřídele ( $d = 30mm$ ). Dle normy ČSN-02-2562 pro průměr 30 mm volíme pero o rozměrech 8x7mm. Podle přenášeného kroutičího momentu spočteme potřebnou délku pera. Pro materiál 11600 je dovolený tlak  $p_d = 40MPa$  a dovolené namáhání ve smyku  $\tau_{SD} = 100MPa$ .

#### Otláčení:

$$p = \frac{4 * M_K}{l * h * d} \leq p_d$$

$$l = \frac{4 * M_K}{p_d * h * d} = \frac{4 * 89500}{40 * 7 * 30} = 42,6 mm$$

#### Smyk:

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

$$\tau_{SD} = \frac{F}{S} = \frac{\frac{2 * M_K}{d}}{b * l} = \frac{2 * M_K}{b * l * d} \rightarrow l = \frac{2 * M_K}{b * d * \tau_{SD}} = \frac{2 * 89500}{8 * 30 * 100} = 7,46 mm$$

Volíme délku pera:  $l = 45mm$ .

### 3.1.4 Návrh a výpočet ložisek

Z důvodu vymezení nesouososti hřídele a ložiskových domků volíme dvouřadá naklá-pěcí kuličková ložiska. Pro výpočet trvanlivosti ložiska uvažujeme zatížení pouze v radiálním směru, v axiálním směru sílu zanedbáme. Dle zkušeností firmy Astos Aš a.s. předpokládáme životnost ložisek 60 000 hodin. Dynamickou únosnost ložiska C vypočteme ze vzorce:

$$L_h = \frac{16666}{n} * \left( \frac{C}{F_e} \right)^p \rightarrow C = \sqrt[p]{\frac{L_h * n}{16666}} * F_e$$

kde:

$L_h$  - trvanlivost ložiska v hodinách [hod]

$n$  - otáčky za minutu [ot \* min<sup>-1</sup>]

$F_e$  - ekvivalentní zatížení ložiska [N]

$p$  - exponent typu ložiska (pro kuličkové ložisko  $p = 3$ )

$C$  - základní dynamická únosnost ložiska [N] (z katalogu ložisek)

Ekvivalentní zatížení ložiska  $F_e$ :

$$F_e = X * F_R + Y * F_A$$

$F_R$  - radiální síla

$F_A$  - axiální síla (při výpočtu zanedbáváme)

Hodnoty pro X a Y nalezneme viz [19].

$$F_e = X * F_R + Y * F_A = 1 * 1450 + Y * 0 = 1450 N$$

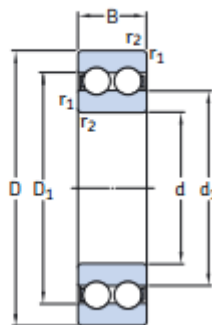
$$C = \sqrt[3]{\frac{60000 * 21,33}{16666}} * 1450 = 6163 N$$

Díky takto nízké dynamické únosnosti musíme volit ložisko velice malých rozměrů, to však není možné z důvodu připojovacích rozměrů převodovky a namáhání hřídele.

Volba ložiska:

Z důvodu nepřesnosti montáže musíme zvolit dvouřadá naklápěcí ložiska. Ložiska budeme vybírat z katalogu firmy SKF. Nejvhodnějším se jeví ložisko s vnitřním průměrem třicet milimetrů a dynamickou únosností 26 kN. Označení ložiska 4206 ATN9.

**Dvouřadá kuličková ložiska**  
d 10 – 65 mm



Hlavní rozměry			Únosnost dyna- mická C	Únosnost sta- tická C <sub>0</sub>	Mezní únavové zátěžení P <sub>u</sub>	Připustné otáčky		Hmotnost	Označení
d	D	B				Referenční otáčky	Mezní otáčky		
mm			kN	kN	min <sup>-1</sup>		kg	-	
10	30	14	9,23	5,2	0,224	40 000	22 000	0,049	4200 ATN9
12	32	14	10,6	6,2	0,26	36 000	20 000	0,053	4201 ATN9
	37	17	13	7,8	0,325	34 000	18 000	0,092	4301 ATN9
15	35	14	11,9	7,5	0,32	32 000	17 000	0,059	4202 ATN9
	42	17	14,8	9,5	0,405	28 000	15 000	0,120	4302 ATN9
17	40	16	14,8	9,5	0,405	28 000	15 000	0,090	4203 ATN9
	47	19	19,5	13,2	0,56	24 000	13 000	0,16	4303 ATN9
20	47	18	17,8	12,5	0,53	24 000	13 000	0,14	4204 ATN9
	52	21	23,4	16	0,68	22 000	12 000	0,21	4304 ATN9
25	52	18	19	14,6	0,62	20 000	11 000	0,16	4205 ATN9
	62	24	31,9	22,4	0,95	18 000	10 000	0,34	4305 ATN9
30	62	20	26	20,8	0,88	17 000	9 500	0,26	4206 ATN9

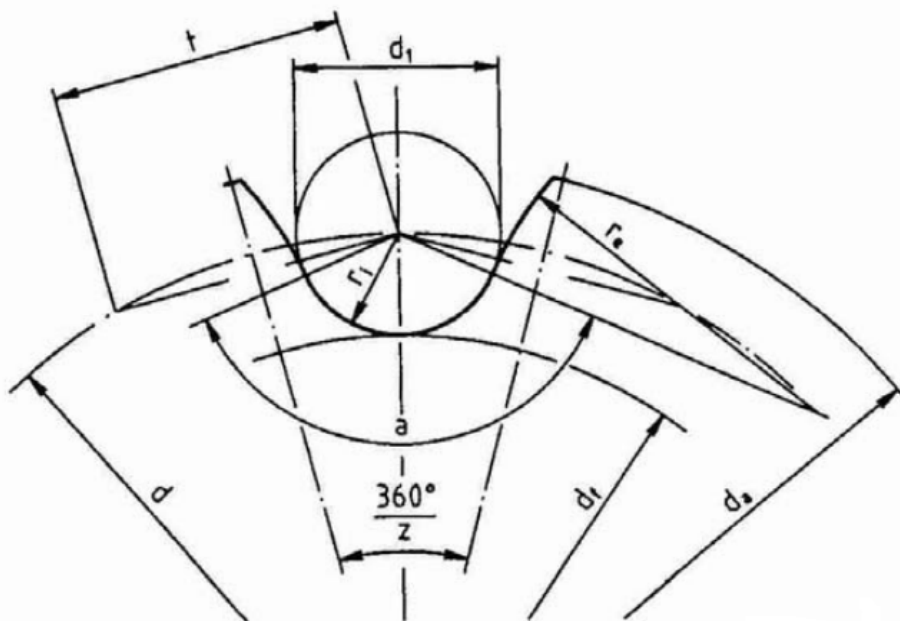
Obr. 28 - Volba ložiska [14]

$$L_h = \frac{16666}{n} * \left( \frac{C}{F_e} \right)^p = \frac{16666}{21,33} * \left( \frac{26000}{1000} \right)^3 = 13732846h$$

Díky volbě dvouřadého naklápěcího ložiska a jeho vysoké dynamické únosnosti dojde k značnému naddimenzování ložiska.

### 3.1.5 Návrh řetězového kola

Pro výpočet máme dáno: počet zubů  $z = 15$  [zubů]  
rozteč  $p = 15,875$  [mm]  
průměr prvku záběru  $d_1 = 10,16$  [mm]



Obr. 29 - Schéma pro výpočet řetězového kola [18]

**Roztečný průměr:**

$$d = \frac{p}{\sin\left(\frac{180^\circ}{z}\right)} = \frac{15,875}{\sin\left(\frac{180^\circ}{15}\right)} = 76,3545\text{mm}$$

**Průměr patní kružnice:**

$$d_f = d - d_1 = 76,3545 - 10,16 = 66,1945\text{mm}$$

**Průměr hlavové kružnice:**

$$d_a = d + 0,5d_1 = 76,3545 + 0,5 * 10,16 = 81,4345\text{mm}$$

**Poloměr dna zubní mezery:**

$$r_i = 0,505 * d_1 = 0,505 * 10,16 = 5,1308\text{mm}$$

**Poloměr boků zubů:**

$$r_e = 0,12 * d_1 * (z + 2) = 0,12 * 10,16 * (15 + 2) = 20,7264\text{mm}$$

**Úhel otevření:**

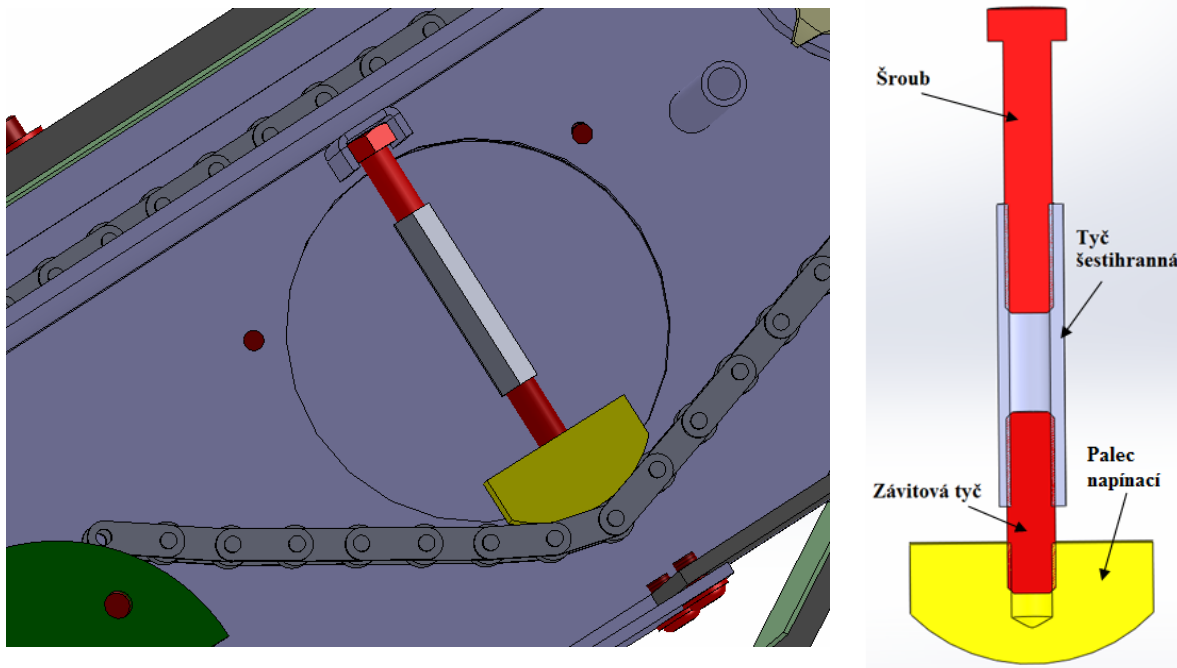
$$\alpha = 120^\circ - \frac{90^\circ}{z} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{15} = 114^\circ$$

**Šířka řetězového kola:**

$$b_{f1} = 0,93 * b_1 = 0,93 * 9,8 = 9,1\text{mm}$$

### 3.1.6 Napínací zařízení

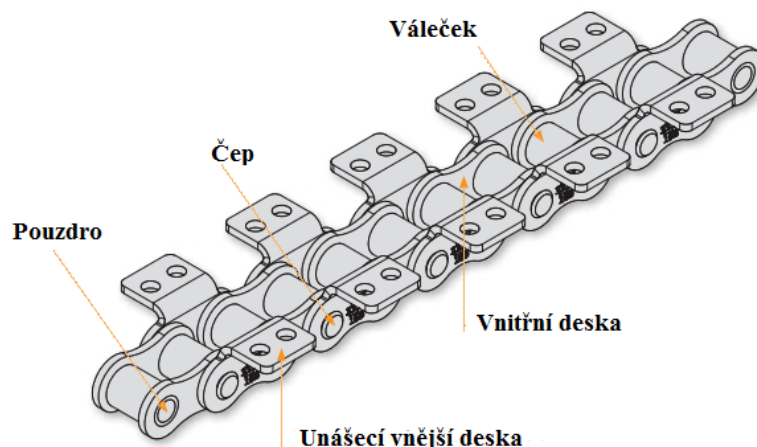
Napínací zařízení slouží k udržování řetězu v napnutém stavu. Skládá se z držáku, který je přivařen k přednímu dílu, šroubu, závitové tyče, napínacího palce a šestihranné trubky, do které je vyříznut závit. Pomocí otáčení šestihranné trubky dochází k vytáčení či zatáčení šroubů z trubky, záleží na smyslu otáčení. Tím dochází k povolování či napínání řetězu.



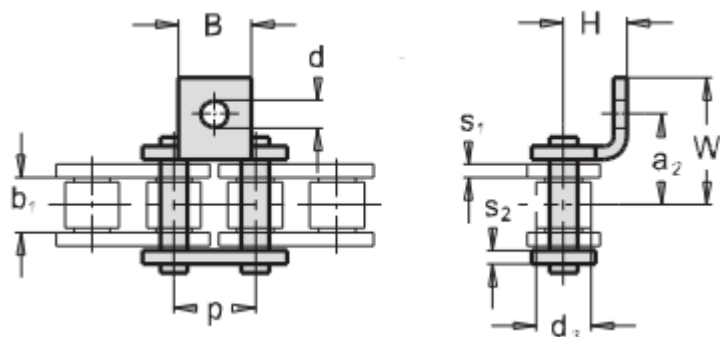
Obr. 30- Napínací zařízení a řez napínacím zařízením

### 3.1.7 Dopravní válečkový řetěz

Nosná část je totožná s válečkovým řetězem. Řetěz je vybaven vnější unášecí deskou, která umožňuje připevnit k němu magnetickou lištu. Rozmístění a počet unášecích desek je dán počtem a roztečí magnetických lišt. Válečkový řetěz je zvolen z důvodu vyšší životnosti. Proti pouzdrovému řetězu se váleček odvaluje, což výrazně snižuje opotřebení jak řetězu, tak řetězového kola. Řetěz bude pořízen od firmy Vamberk, která se specializuje na výrobu válečkových řetězů s unášecí pro dopravníky.



Obr. 31 - Válečkový řetěz [18]



Obr. 32 - Schéma unášecí [15]

ISO Nor. ISO Nr. ISO St. Cr. ISO	p mm	b <sub>1</sub> mm min.	d <sub>3</sub> mm h10	a <sub>2</sub> mm *	a <sub>3</sub> mm	B mm	M mm	s <sub>1</sub> mm	s <sub>2</sub> mm	d mm	W <sub>1</sub> mm	H mm *	F <sub>9</sub> kN min.	F <sub>A</sub> kN
08B	12,700	7,75	8,51	12,700	13,0	11,5	19,0	1,5	1,5	4,3	18,70	8,90	18,0	2,57
10B	15,875	9,65	10,16	15,875	16,0	14,0	24,0	1,7	1,5	5,3	23,87	10,30	22,4	3,20
12B	19,500	11,68	12,07	19,050	21,0	17,0	30,2	1,8	1,8	6,4	28,05	13,45	29,0	4,14
16B	25,400	17,02	15,88	29,000	31,1	24,0	39,1	4,0	3,0	9,0	37,80	17,00	60,0	8,57
20B	31,750	19,56	19,05	34,000	35,0	26,0	45,5	4,5	3,5	9,6	44,00	23,50	95,0	13,57
24B	38,100	25,40	25,40	38,000	45,0	30,0	54,5	6,0	5,0	10,0	59,70	25,00	160,0	22,86
28B	44,450	30,99	27,94	53,500	55,0	42,0	68,0	7,0	6,0	12,0	73,50	32,00	200,0	28,57
32B	50,800	30,99	29,21	55,000	63,5	50,0	77,0	7,0	6,0	14,0	75,60	37,50	250,0	35,71
40B	63,500	38,10	39,37	63,500	65,0	60,0	86,0	8,0	8,0	17,0	90,00	40,00	380,0	54,29

Obr. 33 - Volba řetězu [15]



Dle zkušenosti firmy Astos Aš a.s. můžeme předpokládat, že předepínací síla nebude větší než 500N. Pak sílu na řetěz vypočteme z následujícího vztahu:

$$F_{\text{řetěz}} = \frac{F_O + F_{\text{př}}}{2} = \frac{2400 + 500}{2} = 1450N$$

$F_{\text{př}}$  - předepínací síla

$F_O$  - obvodová síla

Pro zvolený řetěz je minimální síla  $F_A = 22400N$  a  $F_B = 3200N$  (viz obrázek 33 - Volba řetězu). Řetěz je dostatečně naddimenzovaný.

### 3.1.8 MKP analýza předního dílu

Pomocí metody konečných prvků, dále jen MKP analýzy zjistíme namáhání a deformaci předního dílu. Předepínací síla udržuje řetěz ve stále napnutém stavu. Vyvolává napětí a deformaci v předním dílu, její velikost je 500 N.

#### Geometrie:

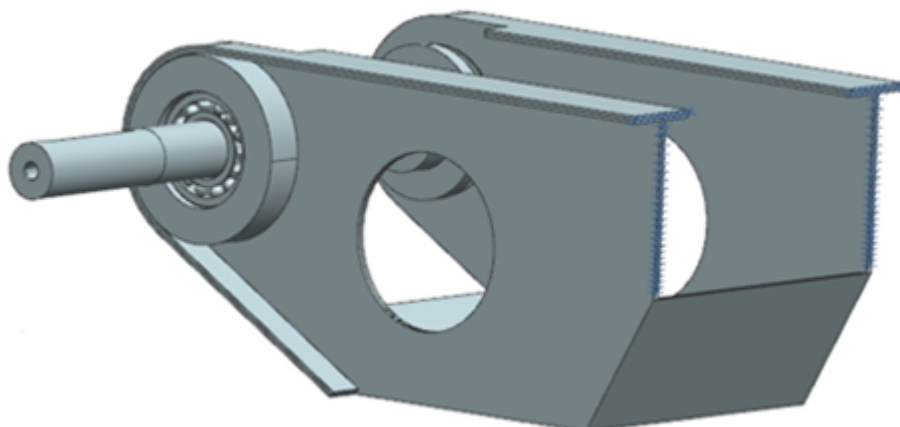
Geometrie modelu byla vytvořena pomocí 1D Beam ,2D Shell a 3D prvků.

#### Okrajové podmínky:

Předpokládáme, že se jedná o lineární úlohu (v oblasti platnosti Hookova zákona), deformace a přetvoření jsou relativně malé vzhledem k ostatním rozměrům součásti a v průběhu řešení se nemění okrajové podmínky.

#### Uchycení:

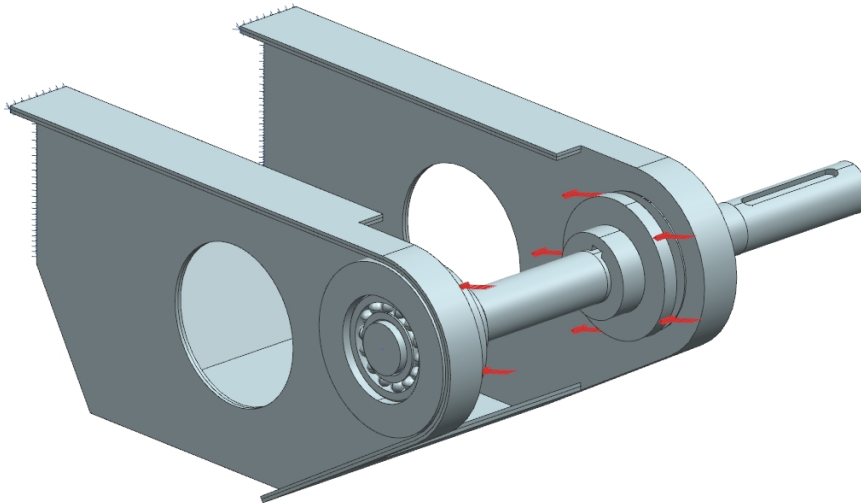
Přední díl magnetického dopravníku je přivařen k vynášecí větvi magnetického dopravníku. Pro vazebnou podmínku budeme vycházet z toho, že se jedná o uchycení vetknutého nosníku. Ve vazebné podmínce, která je definována na střednici, musíme zajistit nulový počet stupňů volnosti.



Obr. 34 - Uchycení předního dílu

### Zatížení:

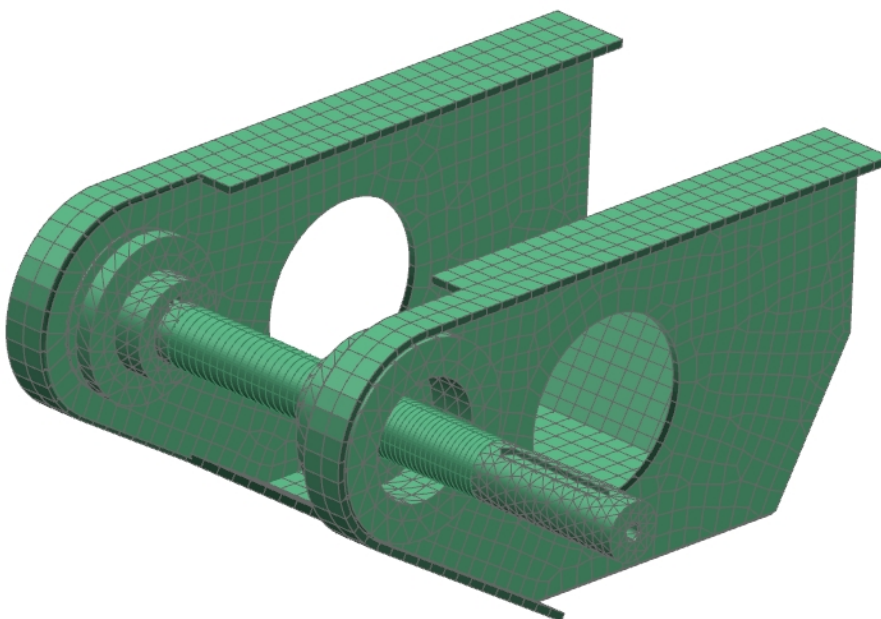
Přední díl je zatížen silou, která napíná řetěz. Velikost síly je 500N. Dále je přední díl namáhán obvodovou silou  $F_o = 1500N$ , která na rameni  $l = 37\text{ mm}$  vyvolává kroučící moment. Cílem MKP analýzy je zjistit deformaci předního dílu. Kroučící moment namáhá pouze hřídel, proto krut neuvažujeme v MKP analýze.



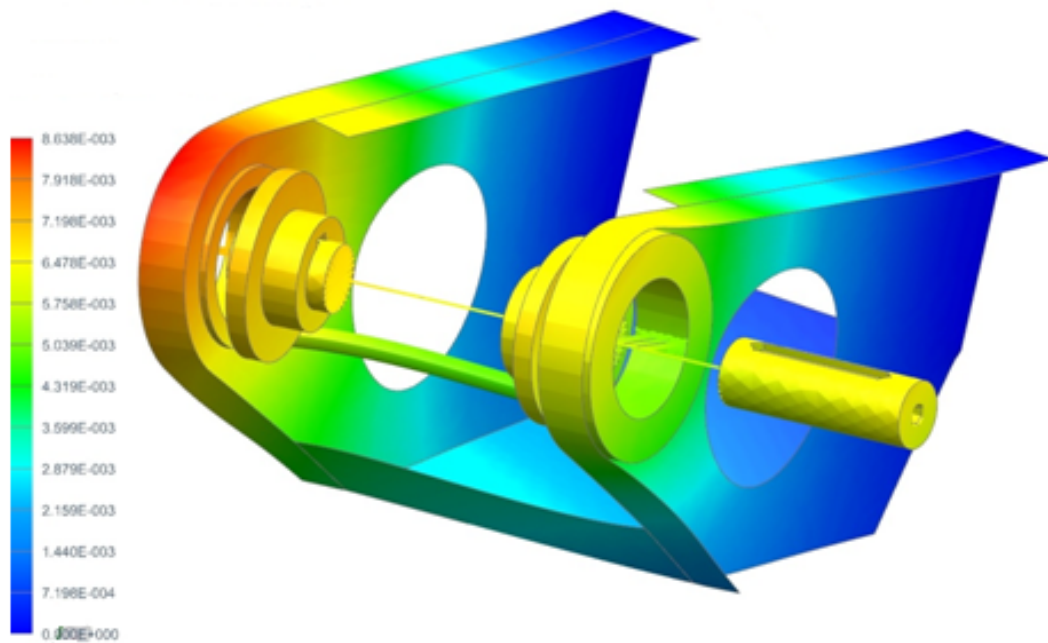
Obr. 35 – Zatížení předního dílu

### Tvorba výpočtového modelu

Rám byl zasítován pomocí 2D Shell prvků. Vzniklé střednice byly zavazbeny pomocí funkce Edge-to-Edge Gluing, nebo Edge-to-Surface Gluing. Hřídel byl zasítován pomocí 1D Beam a 3D Tetrahedral mesh prvků. Spojení uzlů bylo provedeno pomocí 1D Beam collectorů. Uložení hřídele v ložiskách bylo provedeno pomocí 1D Connection RBE2 prvků.

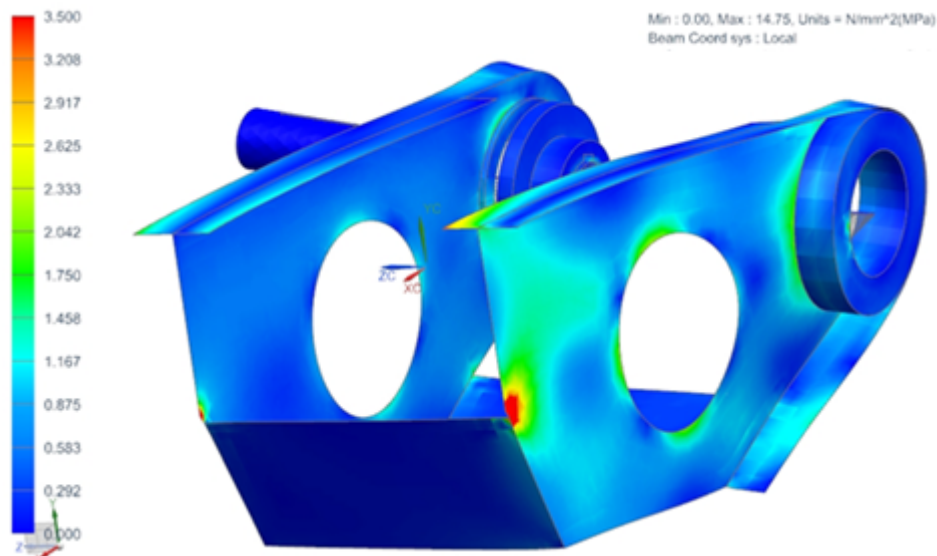


Obr. 36 - Zasítovaný model



Obr. 37 - Celkové posunutí

Hodnota celkového posunutí je 0,0086 mm.



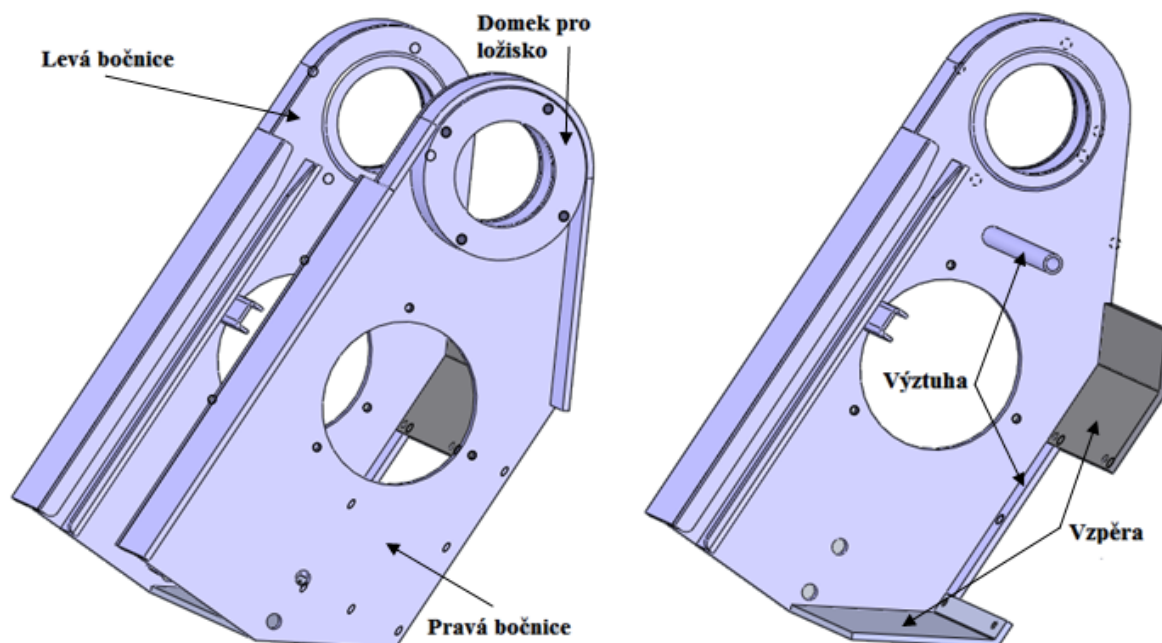
Obr. 38 - Celkové napětí v předním dílu

Velikost maximálního napětí v předním dílu je 14,75 MPa. Toto napětí však není skutečné. Ve skutečnosti napětí v tomto místě vůbec nevzniká. Napětí v tomto místě je způsobeno "tvrdou" vazebnou podmínkou.

### 3.2 Volba materiálu pro přední díl

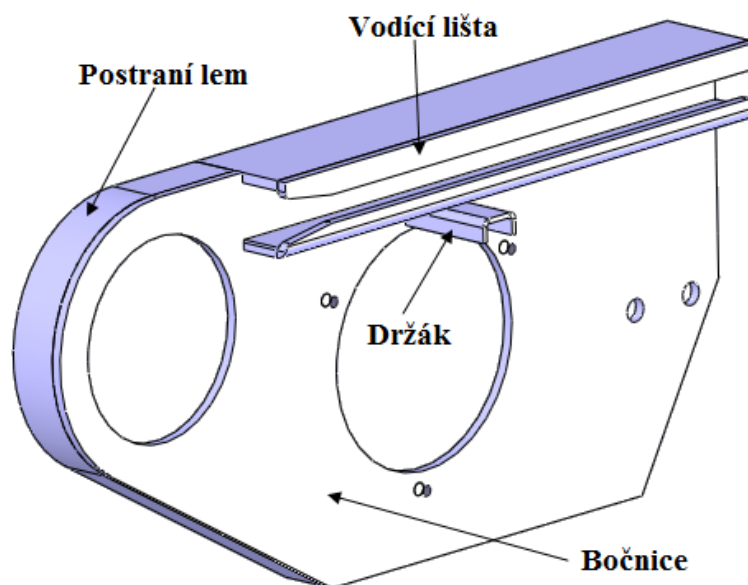
Po konstrukčním návrhu předního dílu provedeme volbu materiálu pro jednotlivé díly.

Přední díl je zhotoven z materiálu 11373. Jedná se o neušlechtilou konstrukční ocel obvyklé jakosti vhodnou ke svařování pro součásti konstrukcí a strojů menších tloušťek, i tavně svařované, namáhané staticky i mírně dynamicky. [16]



Obr. 39 - Návrh předního dílu [2]

Přední díl je sestaven z dvou podsestav (levá a pravá bočnice), vzpěr a výztuh. Bočnice se skládá z následujících dílů: bočnice pravá (levá), postranní lem, vodící lišta a držák.

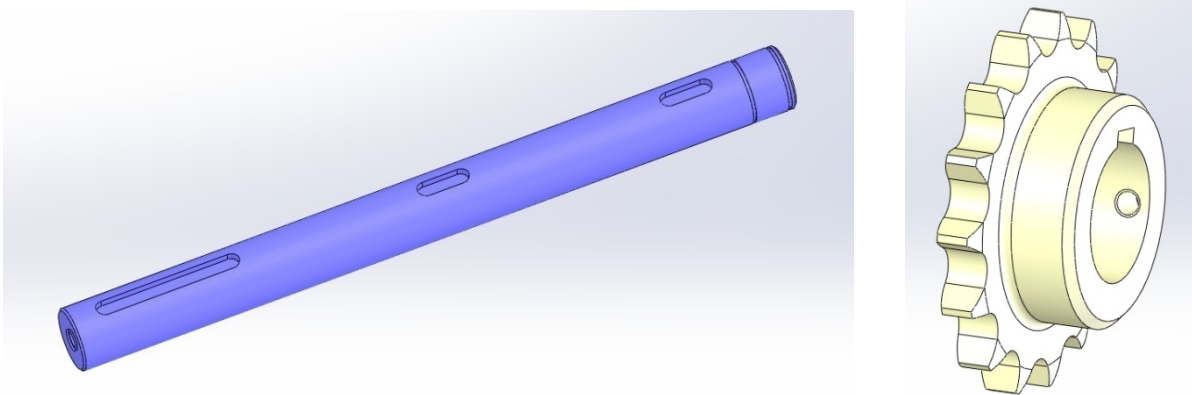


Obr. 40 - Bočnice předního dílu

Pro co nejnižší výrobní cenu svařence, je důležitý vhodný výběr polotovaru. Jako polotovar volíme plechy, které vypálíme pomocí laseru a následně svaříme. Snažíme se minimalizovat díly, které budou obráběny.

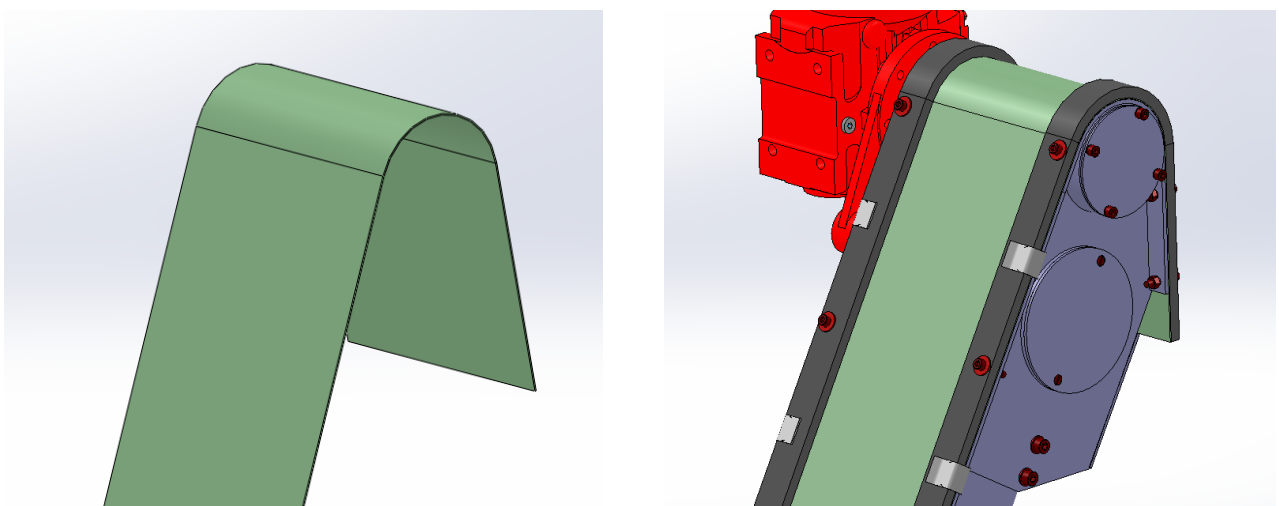
Hřídel a řetězové kolo jsou zhotoveny z materiálu 11600. Jedná se o neušlechtilou konstrukční ocel obvyklé jakosti s vyšším obsahem uhlíku. Je vhodná na strojní součásti namáhané staticky i dynamicky, u nichž se nevyžaduje svařitelnost, a pro součásti vystavené velkému měrnému tlaku jako hřídele, osy, ozubená kola, řetězová kola, páky, čepy... [16] Materiál pro tyto komponenty byl vybrán z důvodu zvýšeného namáhání.

Polotovarem hřídele je kruhová tyč tažená za studena o průměru 30 milimetrů v toleranci h9. Díky vysoké kvalitě a přesnosti povrchu nebude problém s uložením ložisek na hřídeli. Uložení ložisek je s přesahem.



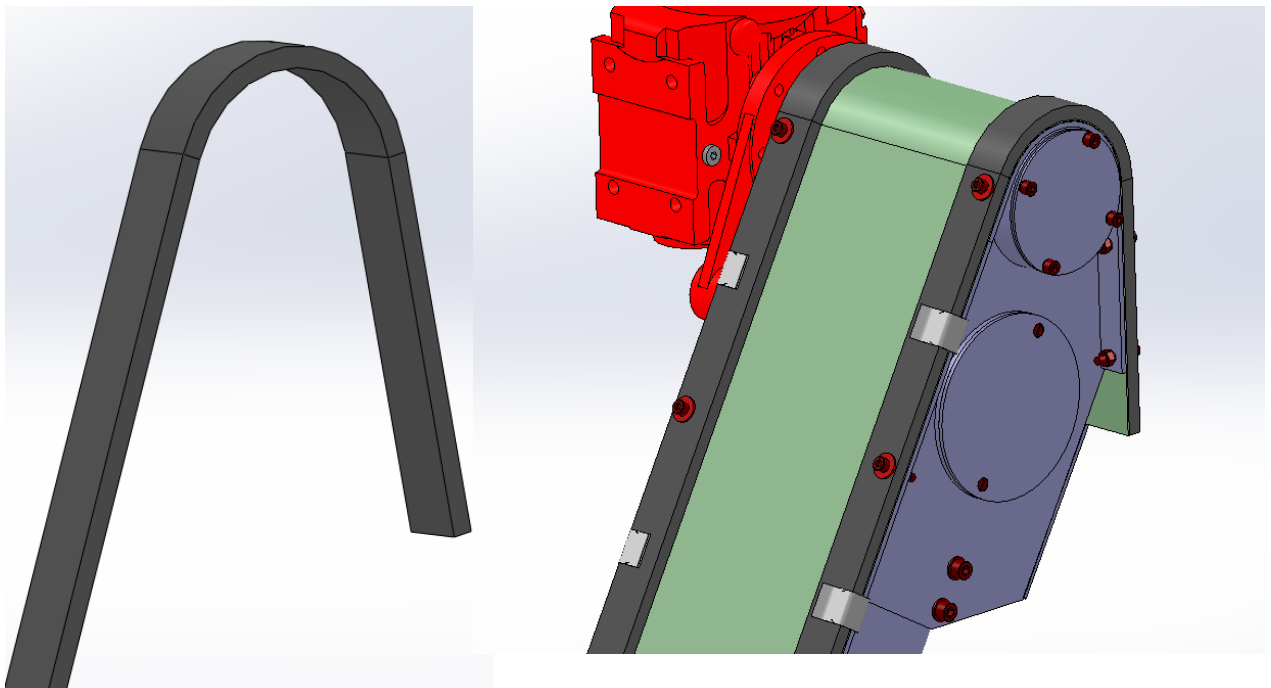
*Obr. 41 - Hřídel a řetězové kolo [2]*

Krycí plechy jsou vyrobeny z nemagnetického materiálu (Al, nerez), který nestíní magnetické pole.



*Obr. 42 - Krycí plech [2]*

Boční lišty jsou vyrobeny z hliníku. Díky paramagnetické vlastnosti hliníku nedojde nikdy k zmagnetizování a následnému zachytávání feromagnetických částic na lišty.



Obr. 43 - Boční lišta [2]

## 4. Technicko-ekonomické hodnocení

### 4.1 Technické hodnocení

Výstupní část magnetického dopravníku musí splňovat podmínku co nejjednodušší konstrukce z důvodu snadné výroby a nízké výrobní ceny. Výstupní část je zhotovena z výpalků plechů, které jsou následně svařeny. Pomocí metody konečných prvků, která byla provedena pomocí systému NX 8.0 Nastran, jsme zjistili vyhovující stav návrhu předního dílu.

U magnetických lišt řešíme pouze velikost magnetické síly. Velikost magnetické síly lze ovlivnit několika faktory. Prvním faktorem je druh magnetu, který bude použit, druhým faktorem je skládání magnetů na sebe či vedle sebe. Takto můžeme velice zásadně ovlivnit jak velikost, tak směr magnetického pole.

### 4.2 Ekonomické hodnocení

V ekonomickém hodnocení budeme analyzovat pouze výstupní část magnetického dopravníku. Výstupní část magnetického dopravníku lze vyrobit několika způsoby. Prvním způsobem může být zhotovení odlitku a následného obrobení funkčních ploch. Jedná se však o velice nákladnou a složitou výrobu. Druhým způsobem je zhotovení předního dílu pomocí výpalků z plechů a jejich následným svařením. Jedná se o velice efektivní a flexibilní výrobu při nízkých nákladech.

**Kalkulace předního dílu (provedení společnosti Astos Aš a.s.)**

Skupina	Název	Množství [ks]	Jednotková cena [kč]	Celková cena [kč]	
<b>Vyráběné</b>	Bočnice levá	1	503	503	
	Bočnice pravá	1	503	503	
	Pouzdro	2	352	704	
	Hřídel	1	667	667	
	Kryt ložiska	2	15	30	
	Úchyt hřídele	2	35	70	
	Lišta Al	2	306	612	
	Závitová tyč	2	14	28	
	Krycí plech	1	402	402	
	Výztuha	1	18	18	
					$\Sigma = 3537$
	<b>Nakupované díly</b>	Kolo řetězové	2	394	788
Převodovka		1	5555	5555	
Napínací zařízení		2	547	1094	
Gufero 30x50x12		1	22	22	
Ložisko 1206		2	121	242	
Šroub M6		8	6	48	
Šroub M6-30		16	9	151	
Podložka 6		8	1	8	
Matice M6		8	2	16	
Pero 8x7x100		1	7	7	
Pero 8x7x25		2	4	8	
Vodítko		2	84	168	
				$\Sigma = 8107$	

Celková cena předního dílu činí 11644 Kč. Uvedené ceny jsou získány od společnosti Astos Aš a.s.

**Kalkulace navrženého předního dílu**

Skupina	Název	Množství [ks]	Jednotková cena [kč]	Celková cena [kč]
<b>Vyráběné</b>	Bočnice levá	1	503	503
	Bočnice pravá	1	503	503
	Pouzdro	2	352	704
	Hřídel	1	420	420
	Kryt ložiska	2	15	30
	Úchyt hřídele	2	35	70
	Lišta Al	2	306	612
	Závitová tyč	2	14	28
	Palec napínací	2	32	64
	Krycí plech	1	402	402
	Výztuha	1	18	18

<b>Nakupované díly</b>	Kolo řetězové	2	394	788
	Převodovka	1	5555	5555
	Gufero 30x50x12	1	22	22
	Ložisko 1206	2	121	242
	Šroub M6	8	6	48
	Šroub M6-30	16	9	151
	Šroub M8	2	10	20
	Podložka 6	8	1	8
	Maticе M6	8	2	16
	Pero 8x7x100	1	7	7
	Pero 8x7x25	2	4	8
	Vodítko	2	84	168
				$\Sigma = 7033$

Celková cena navrženého předního dílu je 10387 Kč. Návrh je tedy o 1257 Kč levnější než přední díl vyrobený společností Astos Aš a.s.

## 5. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo provést konstrukční návrh výstupní části magnetického dopravníku a magnetických lišt. Podložit daný návrh pevnostními výpočty.

V úvodu práce byla zpracována produktová a patentová rešerše, která se věnuje obecnému použití magnetických dopravníků. Je zde zachycen vývoj magnetických dopravníků včetně jejich použití. Dále tato část pojednává o vývoji magnetických lišt z historického hlediska a o skládání jednotlivých magnetů. Díky skládání magnetů zjistíme, jak velký je vliv skládání magnetů na orientaci a velikost magnetického pole.

Druhým bodem bakalářské práce byl konstrukční návrh magnetických lišt. Jsou zde uvedeny základní stavební části magnetické lišty. Je zde objasněno skládání magnetů a výsledné magnetické pole, které díky správnému poskládání dokáže vyvinout několikanásobně silnější magnetické pole, než je síla magnetického pole jednotlivých magnetů - viz Halbachova soustava magnetů.

Třetí část se zaměřuje na konstrukční návrh výstupní části magnetického dopravníku. V úvodu je proveden návrh předního dílu, který je podložen potřebnými výpočty. Následuje volba materiálu pro přední díl s ohledem na magnetické pole, které ovlivňuje chování materiálu.

Čtvrtá část pojednává o technicko-ekonomickém hledisku. Technické hledisko řeší provedení výstupní části magnetického dopravníku. Snaha o co nejjednodušší provedení konstrukce z hlediska výroby má značný vliv na cenu předního dílu. Ekonomické hledisko dává do souvislosti technické provedení s cenou předního dílu. Navržený přední díl je o 1257 korun českých levnější oproti provedení společnosti Astos Aš a.s.



## 6. Literatura

- [1] Neodymové magnety. [online]. [cit. 2013-11-07]. Dostupné z: <http://magnety.info/index.php>
- [2] Magneticky tvrdé ferity. [online]. [cit. 2013-11-07]. Dostupné z: <http://www.supermagnety.cz/cz/64/magneticky-tvrde-ferity/>
- [3] Neodymové magnety. [online]. [ 2013-11-07]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Neodymový\\_magnet](http://cs.wikipedia.org/wiki/Neodymový_magnet)
- [4] Samarium-kobaltový magnet. [online]. [ 2013-11-07]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Samarium-kobaltový\\_magnet](http://cs.wikipedia.org/wiki/Samarium-kobaltový_magnet)
- [5] Zápis ze školení TPV Astos
- [6] Patent US 3476232 A: Magnetický dopravník. [online]. [ 2013-11-07]. Dostupné z: <http://www.google.com/patents/US3476232>
- [7] Patent EP 0049208 B1: Magnetický dopravník - článek řetězu. [online]. [ 2013-11-07]. Dostupné z: <https://www.google.com/patents/EP0049208B1>
- [8] Patent EP0049208 (A1) — 1982-04-07: Zmagnetizovaný článek řetězu magnetického dopravníku. [online]. [2013-11-07]. Dostupné z: [http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=worldwide.espacenet.com&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en\\_EP&FT=D&date=19820407&CC=EP&NR=0049208A1&KC=A1](http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=worldwide.espacenet.com&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=19820407&CC=EP&NR=0049208A1&KC=A1)
- [9] Patent US3871510 A: Článek řetězu magnetického dopravníku. [online]. [ 2013- 11-07]. Dostupné z: <http://www.google.com/patents/US3871510>
- [10] Halbachova soustava: Skládání permanentních magnetů. [online]. [ 2013-11-14]. Dostupné z: <http://ketsrv.fel.zcu.cz/diagnostika/konference/Sbornik/Sekce4/45.pdf>
- [11] Síla magnetu. [online]. [cit. 2013-11-14]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Magnet>
- [12] Magnetické pole trvalého magnetu. [online]. [2013-11-14]. Dostupné z: [http://moodle.sspbrno.cz/pluginfile.php/7452/mod\\_resource/content/1/Magnetick%C3%A9%20pole.pdf](http://moodle.sspbrno.cz/pluginfile.php/7452/mod_resource/content/1/Magnetick%C3%A9%20pole.pdf)
- [13] Magnetický vynašeč třísek. [online]. [cit. 2013-11-14]. Dostupné z: <http://www.magnety.eu/magneticky-vynasec-spon/>
- [14] Magnetický vynašeč třísek. [online]. [ 2013-11-14]. Dostupné z: <http://www.magnety.eu/magneticky-vynasec-spon>

- [15] Plast Murtfeldt. [online]. [cit. 2013-12-02]. Dostupné z:  
<http://www.murtfeldt.cz/firma/historie/>
  
- [16] Jakosti ocelí. [online]. [ 2014-02-03]. Dostupné z:  
[http://www.feromat.cz/jakosti\\_oceli](http://www.feromat.cz/jakosti_oceli)
  
- [17] Převodovky SEW. [online]. [cit. 2014-02-23]. Dostupné z:  
<http://www.sew-eurodrive.cz>
  
- [18] HOSNEDL, Stanislav a Jaroslav KRÁTKÝ. Příručka strojního inženýra: Obecné  
strojní části 2. Praha 4: Vydavatelství a nakladatelství Computer Press, 2000. ISBN  
80-7226-202-5.
  
- [19] LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. Třetí doplněné vydání. Úvaly:  
Albra - pedagogické nakladatelství, 2006. ISBN 80-7361-033-7.

## 7. Zdroje obrázků

- [1] Dostupné z: <http://www.astos.cz/> (28.9.2013)
- [2] Materiál společnosti Astos Aš. a.s.
- [3] Dostupné z: <http://www.strojvyvoj.cz/> (5.10.2013)
- [4] Dostupné z: <http://www.magnety.eu/magneticky-vynasec-spon/> (5.10.2013)
- [5] Dostupné z: <http://anto-hendarto.blogspot.cz/2012/02/magnetic-separator.html>  
(14.10.2013)
- [6] Dostupné z:  
[http://moodle.sspbrno.cz/pluginfile.php/7452/mod\\_resource/content/1/Magnetick%C3%A9%20pole.pdf](http://moodle.sspbrno.cz/pluginfile.php/7452/mod_resource/content/1/Magnetick%C3%A9%20pole.pdf) (14.11.2013)
- [7] Dostupné z <http://www.google.com/patents/US3476232> (4.11.2013)
- [8] Dostupné z:  
[http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=worldwide.espacenet.com&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en\\_EP&FT=D&date=19820407&CC=EP&NR=0049208A1&KC=A1](http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=worldwide.espacenet.com&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=19820407&CC=EP&NR=0049208A1&KC=A1) (4.11.2013)
- [9] Dostupné z: <https://www.google.com/patents/EP0049208B1> (4.11.2013)
- [10] Dostupné z: <http://www.google.com/patents/US3871510> (4.11.2013)
- [11] Dostupné z: <http://ketsrv.fel.zcu.cz/diagnostika/konference/Sbornik/Sekce4/45.pdf>  
(14.11.2013)
- [12] Dostupné z: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ceramic\\_magnets.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ceramic_magnets.jpg) (4.3.2014)
- [13] Dostupné z: [http://www.pepa.cz/images/offer/10844\\_1.jpg](http://www.pepa.cz/images/offer/10844_1.jpg) (4.3.2014)
- [14] Dostupné z:  
[http://www.exvalos.cz/soubory/File/Hlavni\\_katalog\\_SKF/6000\\_CS\\_01\\_Kulickova%20loziska.pdf](http://www.exvalos.cz/soubory/File/Hlavni_katalog_SKF/6000_CS_01_Kulickova%20loziska.pdf) (11.3.2014)
- [15] Dostupné z: <http://www.retezy-vam.com/images/stories/PDF/Katalog.pdf> (23.3.2014)

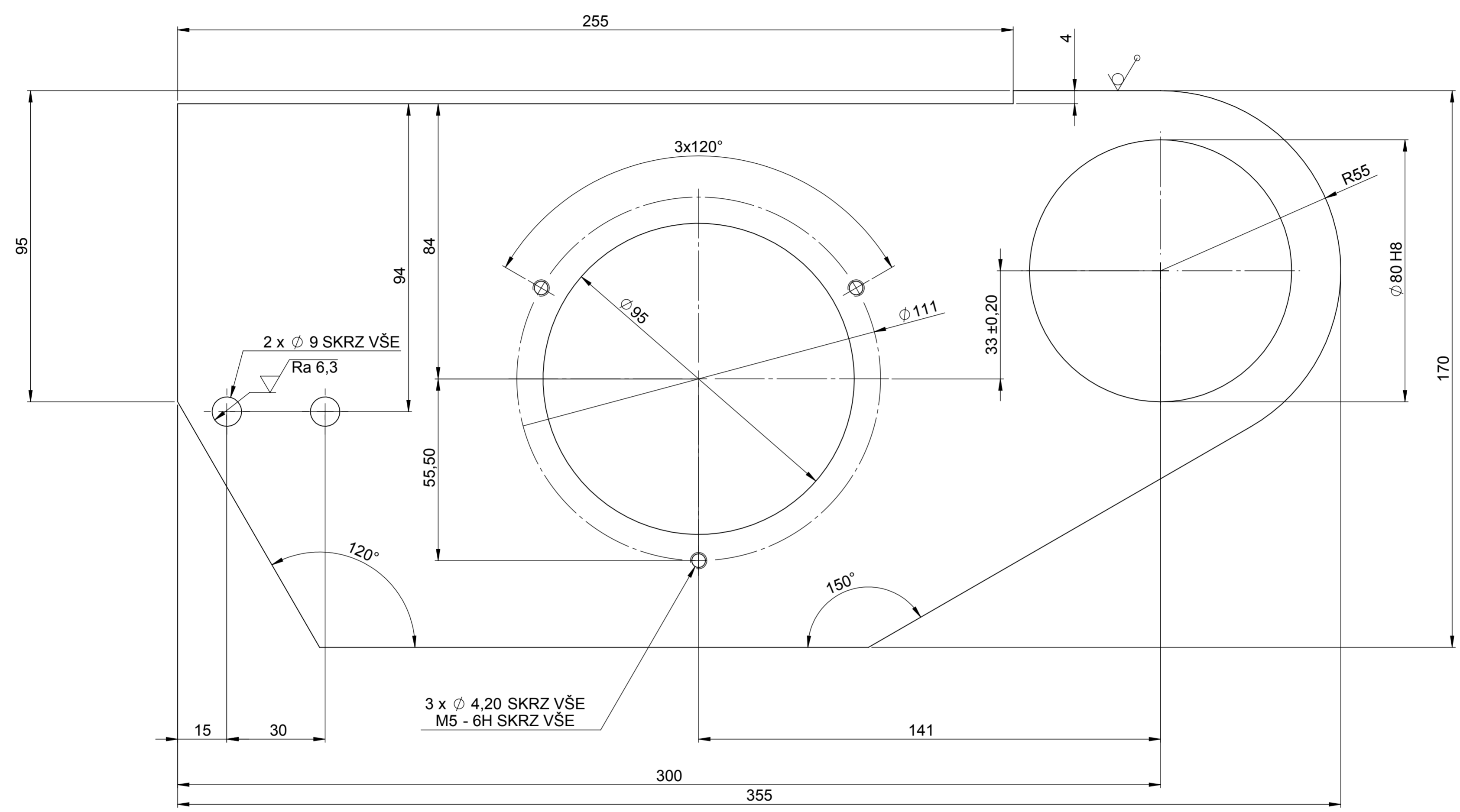
## 8. Seznam obrázků

Obr. 1 - Typy dopravníků [1].....	9
Obr. 2 - Části magnetického dopravníku [2] .....	10
Obr. 3 - Detail čerpadlo, hladinoměr, síto [2].....	10
Obr. 4 - Řez předním dílem magnetického dopravníku [2].....	11
Obr. 5 - Svislý magnetický dopravník I. [3].....	12
Obr. 6 - Magnetický dopravník Astos [2].....	14
Obr. 7 - Magnetický dopravník třísek typu MSC [4].....	14
Obr. 8 - Magnetický dopravník třísek typu MSC [4].....	15
Obr. 9 - Magnetický separátor [5].....	15
Obr. 10 - Feritový magnet [12] .....	16
Obr. 11 - Neodymový magnet [13] .....	17
Obr. 12 - Magnetické pole [6].....	18
Obr. 13 - Magnetický dopravník dle patentu Roberta F. Mervina [7] .....	19
Obr. 14 - Zmagnetizovaný článek [8].....	19
Obr. 15 - Článek osazený magnetem I. [9].....	20
Obr. 16 - Řez článkem [9] .....	20
Obr. 17 - Článek osazený magnetem II. [10].....	21
Obr. 18 - Halbachova soustava uspořádání permanentních magnetů [11].....	22
Obr. 19 - Průběh siločar podle Halbachovy soustavy [11] .....	22
Obr. 20 - Magnetická lišta s magnety vedle sebe [2] .....	23
Obr. 21 - Řez magnetickou lištou s magnety vedle sebe [2] .....	23
Obr. 22 - Magnetická lišta s magnety vedle sebe se stejnou polaritou [2].....	24
Obr. 23 - Řez magnetickou lištou s magnety vedle sebe se stejnou polaritou [2] .....	24
Obr. 24 - Magnetická lišta s magnety poskládanými na sebe [2] .....	24
Obr. 25 - Řez magnetickou lištou s magnety poskládanými na sebe [2].....	25
Obr. 26 - Schéma pro základní výpočty .....	26
Obr. 27 - Schéma průběhu ohybového a krouticího momentu .....	27
Obr. 28 - Volba ložiska [14] .....	30
Obr. 29 - Schéma pro výpočet řetězového kola [18].....	30
Obr. 30 - Napínací zařízení a řez napínacím zařízením .....	31
Obr. 31 - Válečkový řetěz [18] .....	32
Obr. 32 - Schéma unášeče[15] .....	32
Obr. 33 - Volba řetězu[15].....	32
Obr. 34 - Uchycení předního dílu.....	33
Obr. 35 – Zatížení předního dílu .....	34
Obr. 36 - Zasiťovaný model.....	34
Obr. 37 - Celkové posunutí.....	35
Obr. 38 - Celkové napětí v předním dílu .....	35
Obr. 39 - Návrh předního dílu [2] .....	36
Obr. 40 - Bočnice předního dílu.....	36
Obr. 41 - Hřídel a řetězové kolo [2] .....	37

Obr. 42 - Krycí plech [2] .....37

## **9. Přílohy (výkresy sestav, výkresy dílů)**

✓ Ra 3,2



PLECH 4x170x355		CSN 42 5310.1	11375	1.2					
Poz.	Název - rozměr	Podotovar	Material	Č.hmot.	Č.výkresu	Kusů			
Formát:	A3	List/listů:	list 1/1	Měřítko:	1:1	Celk. hmot.:	kg		
Promítání:	[ ISO-E ]		Typ:						
Přesnost:	ISO 2768 mK		Sestava:						
Kreslil			Jméno	Datum	Název-rozměr:				
Kreslil			Škach Radek	3.6.2014	BOČNICE PRAVÁ				
Kreslil			Schválil						
Nepředsané mezní úchytky-délkové ČSN/ISO 2768									
0,5	3	6	30	120	315	1000	2000	3150	5000
3	6	30	120	315	1000	2000	3150	5000	8000
±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±5
Č.výkresu:							Rev.		
9700130001-0000									

A

B

C

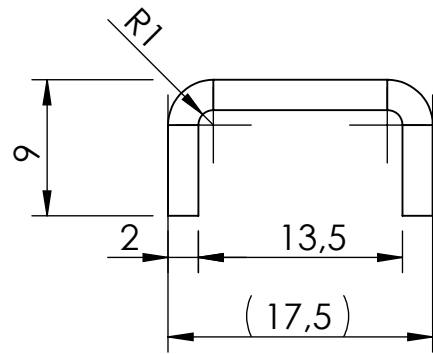
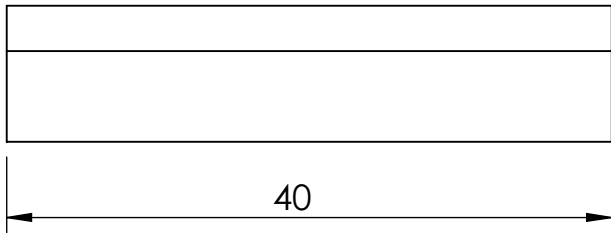
D

1

1

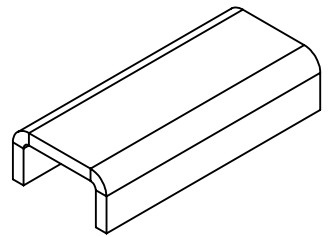
2

2



3

3



4

4

PLECH 2x29x40		11375	11321.21	0.02																							
Poz.	Název - rozměr	Polotovár	Materiál	Č.hmot.	Č.výkresu	Kusů																					
Formát: <b>A4</b>		List/listů: list 1/1	Měřítka: <b>2:1</b>	Celk. hmot.: kg																							
Promítání:  [ ISO-E ]			Typ:																								
Přesnost: ISO 2768 mK			Sestava:																								
Nepředepsané mezní úchytky-délkové ČSN/ISO 2768			Kreslil	Jméno	Datum	<b>DRŽÁK</b>																					
				Škach Radek	3.6.2014																						
			Kreslil																								
			Kreslil																								
<table border="1"> <tr> <td>0,5</td><td>3</td><td>6</td><td>30</td><td>120</td><td>315</td><td>1000</td><td>2000</td><td>3150</td><td>5000</td><td>8000</td> </tr> <tr> <td>±0,1</td><td>±0,1</td><td>±0,2</td><td>±0,3</td><td>±0,5</td><td>±0,8</td><td>±1,2</td><td>±2</td><td>±3</td><td>±5</td><td></td> </tr> </table>			0,5	3	6	30	120	315	1000	2000	3150	5000	8000	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±5		Č.výkresu:		Rev.
0,5	3	6	30	120	315	1000	2000	3150	5000	8000																	
±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±5																		
			<b>0200010004-0000</b>																								

A

B

C

D



A

B

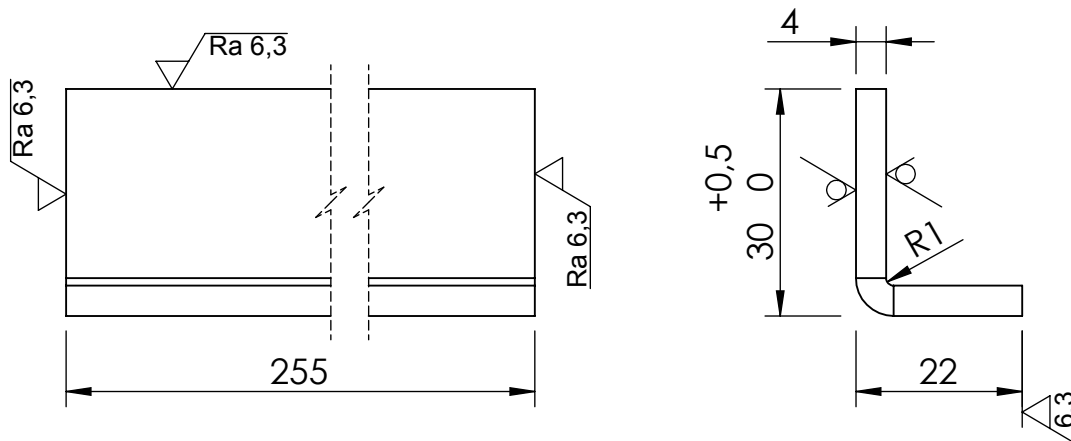
C

D

Ra 6,3

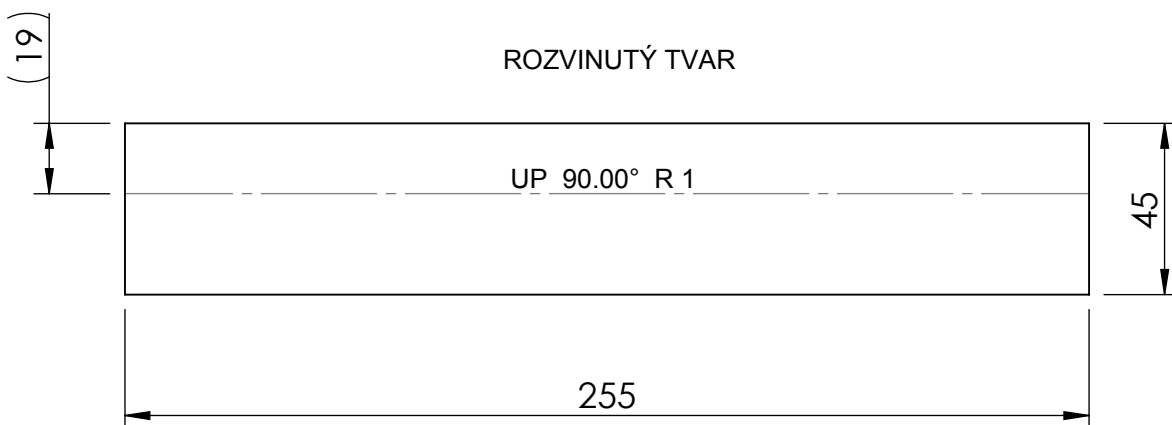
1

1



2

2



3

3

P 4x45,3x255		CSN 42 5310.1		11375	0.37																				
Poz.	Název - rozměr	Polotovár	Materiál	Č.hmot.	Č.výkresu	Kusů																			
Formát: <b>A4</b>		List/listů: list 1/2	Měřtko: 1:1	Celk. hmot.: kg																					
Promítání:  [ ISO-E ]			Typ:																						
Přesnost: ISO 2768 mK			<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Jméno</td> <td>Datum</td> <td colspan="2">Sestava:</td> </tr> <tr> <td>Kreslil</td> <td>Škach Radek</td> <td>3.6.2014</td> <td colspan="2">Název-rozměr:</td> </tr> <tr> <td>Kreslil</td> <td></td> <td></td> <td colspan="2" rowspan="2"><b>VODÍCÍ LIŠTA</b></td> </tr> <tr> <td>Schválil</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						Jméno	Datum	Sestava:		Kreslil	Škach Radek	3.6.2014	Název-rozměr:		Kreslil			<b>VODÍCÍ LIŠTA</b>		Schválil		
	Jméno	Datum						Sestava:																	
Kreslil	Škach Radek	3.6.2014						Název-rozměr:																	
Kreslil								<b>VODÍCÍ LIŠTA</b>																	
Schválil																									
Nepředepsané mezní úchytky-délkové ČSN/ISO 2768			Č.výkresu:		Rev.																				
0,5 3	3 6	6 30	30 120	120 315	315 1000	1000 2000	2000 3150	3150 5000	5000 8000																
±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±5																
A		B		C		D																			

4

4

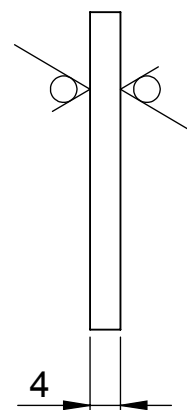
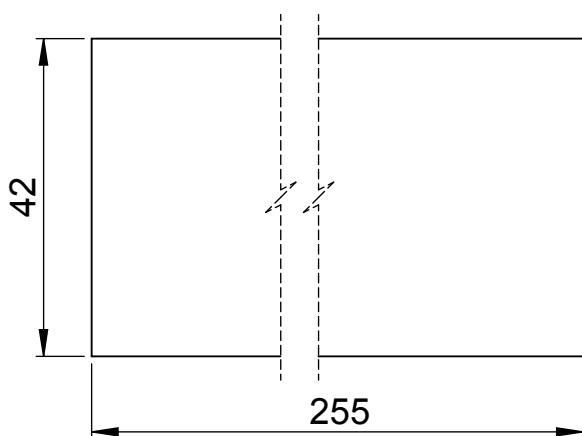
0200010027-0255

A

B

C

D



42

255

4

P 4x42x255		CSN 42 5310.1	11375	0.33	2														
Poz.	Název - rozměr	Polotovár	Materiál	Č.hmot.	Č.výkresu	Kusů													
Formát:	<b>A4</b>	List/listů:	list 1/1	Měřítka:	1:1	Celk. hmot.:	kg												
Promítání:	[ ISO-E ]	Typ:																	
Přesnost:	ISO 2768 mK	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Jméno</td> <td>Datum</td> <td rowspan="4"><b>POSTRANÍ LEM</b></td> </tr> <tr> <td>Kreslil</td> <td>Škach Radek</td> <td>3.6.2014</td> </tr> <tr> <td>Kreslil</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Kreslil</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						Jméno	Datum	<b>POSTRANÍ LEM</b>	Kreslil	Škach Radek	3.6.2014	Kreslil			Kreslil		
	Jméno						Datum	<b>POSTRANÍ LEM</b>											
Kreslil	Škach Radek						3.6.2014												
Kreslil																			
Kreslil																			
Nepředepsané mezní úchytky-délkové ČSN/ISO 2768		Č.výkresu:																	
0,5 3	3 6	6 30	30 120	120 315	315 1000	1000 2000	2000 3150												
+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	±1,2	±2	±3	±5	<b>0200010026-0000</b>									

A

B

C

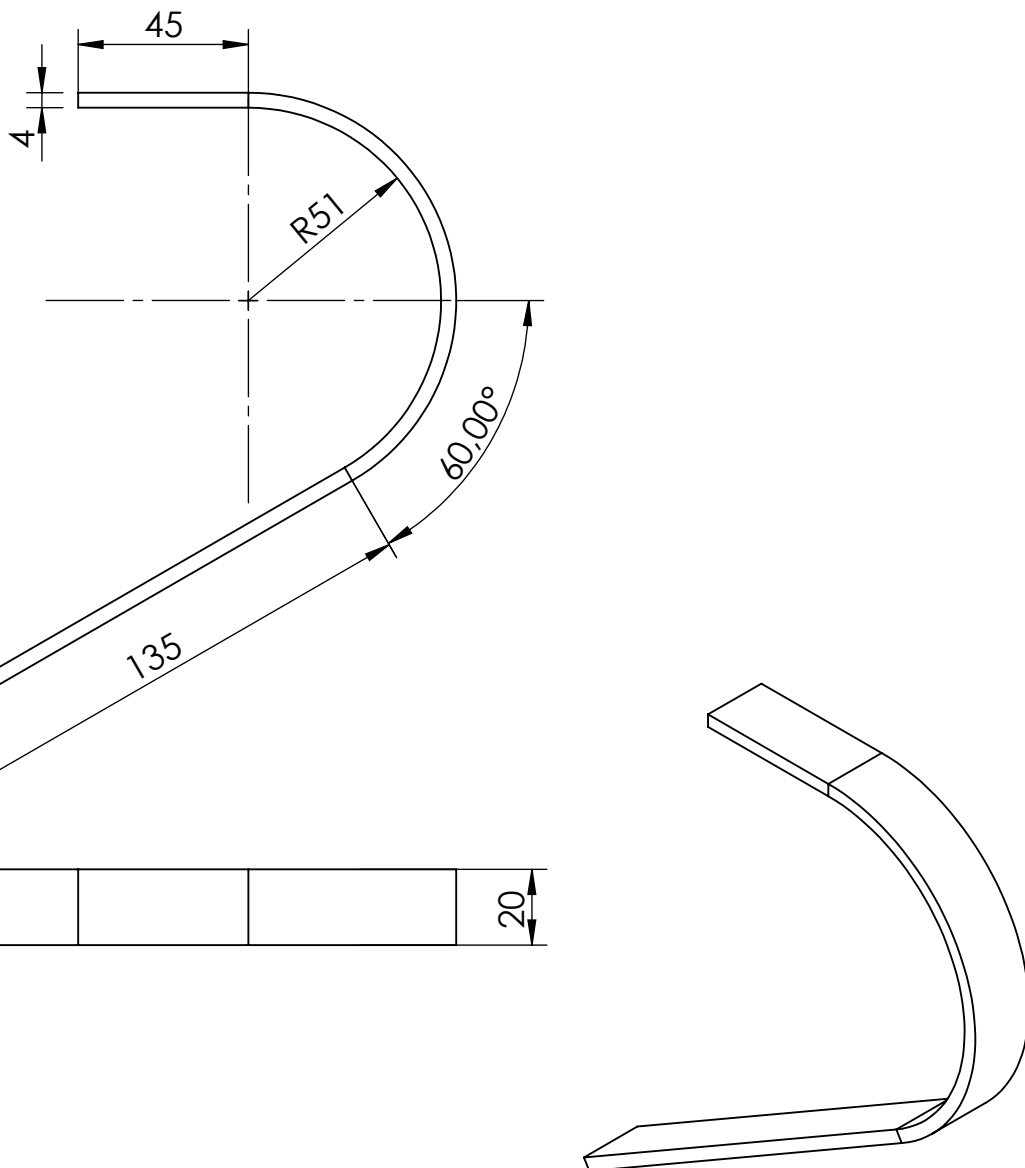
D

A

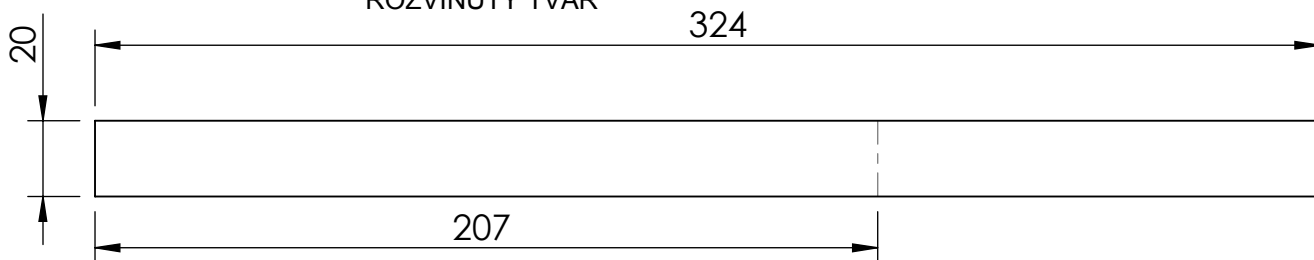
B

C

D



ROZVINUTÝ TVAR



OCEL PLOCHÁ 20x4-324

CSN425522

11375

0.20

Poz.	Název - rozměr	Polotovár	Materiál	Č.hmot.	Č.výkresu	Kusů
	OCEL PLOCHÁ 20x4-324	CSN425522	11375	0.20		

Formát: A4

List/listů: list 1/1

Měřítko: 1:2

Celk. hmot.: kg

Promítání: [ ISO-E ]

Typ:

Přesnost: ISO 2768 mK

	Jméno	Datum	Sestava:
Kreslil	Škach Radek	3.6.2014	Název-rozměr:
Kreslil			<b>POSTRANÍ LEM 2</b>
Kreslil			
Schválil			

Nepředepsané mezní úchytky-délkové ČSN/ISO 2768

0,5 3	3 6	6 30	30 120	120 315	315 1000	1000 2000	2000 3150	3150 5000	5000 8000
±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±5

Č.výkresu:

Rev.

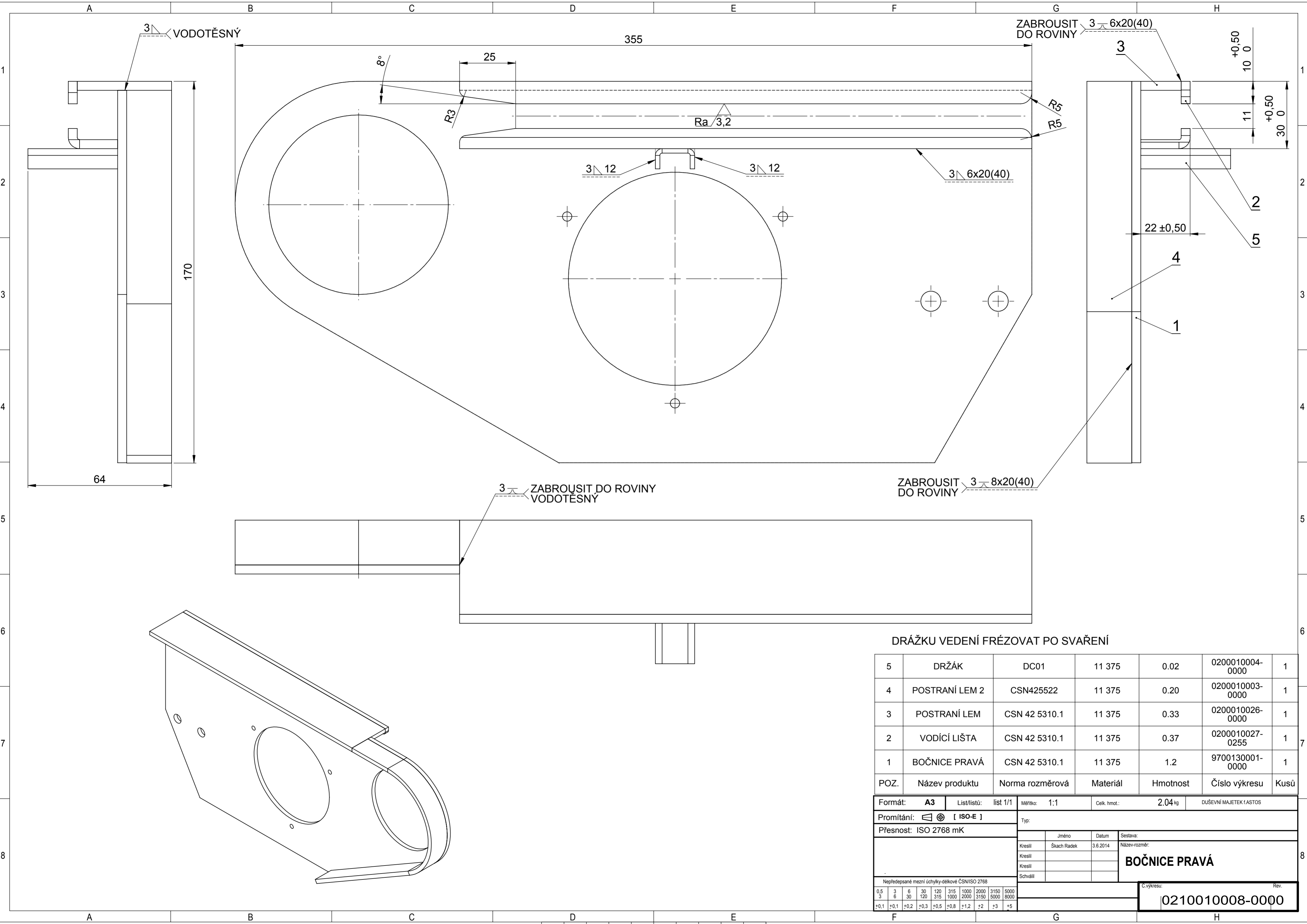
0200010003-0000

A

B

C

D



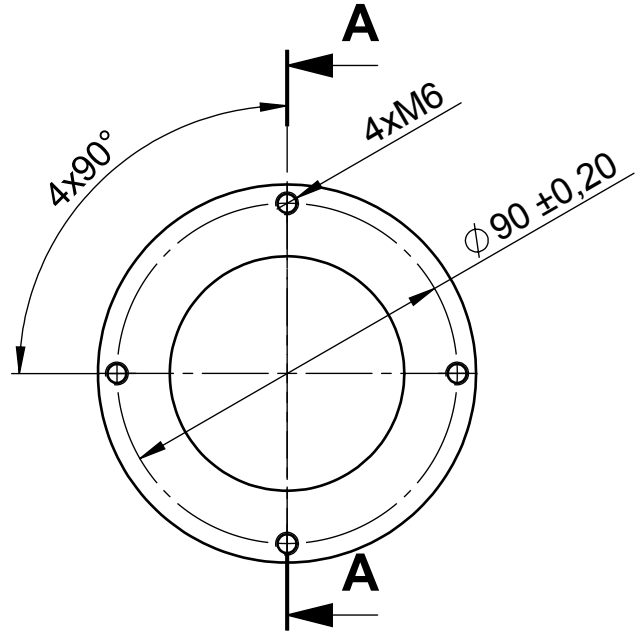
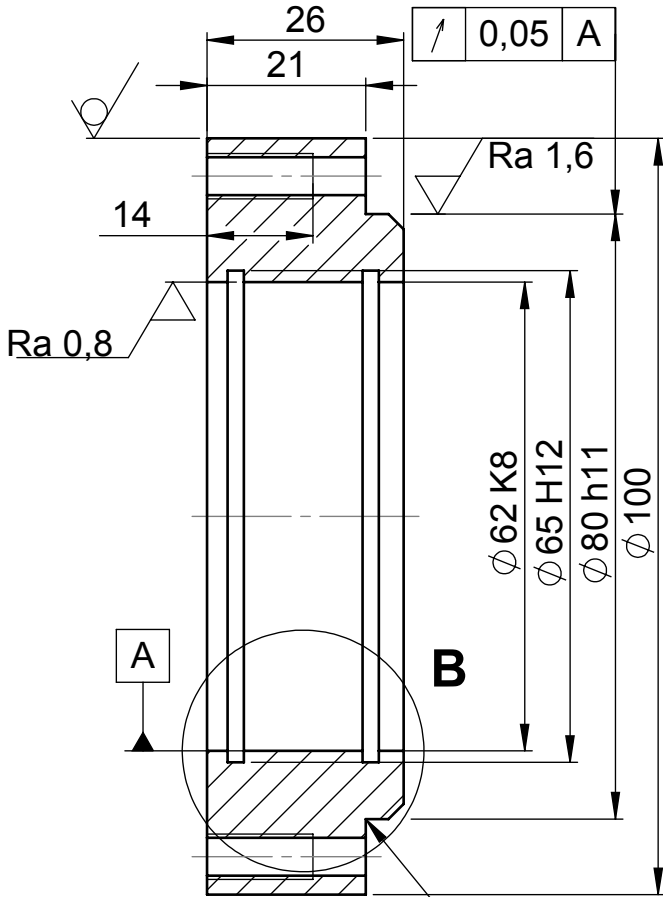
DRÁŽKU VEDENÍ FRÉZOVAT PO SVAŘENÍ

5	DRŽÁK	DC01	11 375	0.02	0200010004-0000	1
4	POSTRANÍ LEM 2	CSN425522	11 375	0.20	0200010003-0000	1
3	POSTRANÍ LEM	CSN 42 5310.1	11 375	0.33	0200010026-0000	1
2	VODÍČÍ LIŠTA	CSN 42 5310.1	11 375	0.37	0200010027-0255	1
1	BOČNICE PRAVÁ	CSN 42 5310.1	11 375	1.2	9700130001-0000	1
POZ.	Název produktu	Norma rozměrová	Materiál	Hmotnost	Číslo výkresu	Kusů

Formát: <b>A3</b>	List/listů: list 1/1	Měřítko: 1:1	Celk. hmot.: 2.04 kg	DUŠEVNÍ MAJETEK FASTOS
Promítání:  [ ISO-E ]	Typ:			
Přesnost: ISO 2768 mK	Kreslil: Škach Radek			
Nepředsané mezní úchytky-délkové ČSN/ISO 2768		Datum: 3.8.2014		Sestava:
0,5 / 3	3 / 6	6 / 30	30 / 120	120 / 315
315 / 1000	1000 / 2000	2000 / 3150	3150 / 5000	5000 / 8000
+0.1	+0.1	+0.2	+0.3	+0.5
+0.8	+1.2	+2	+3	+5
Schválil:			Název-rozměr: <b>BOČNICE PRAVÁ</b>	
C.výkresu:				Rev.
0210010008-0000				

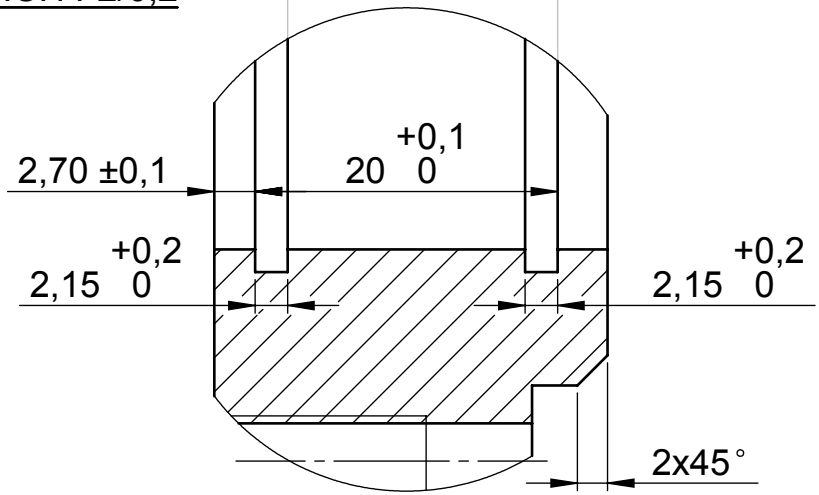
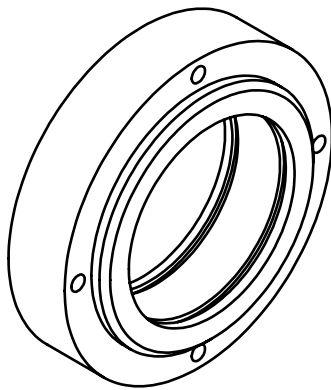
# ŘEZ A-A MĚŘITKO 1 : 1

Ra 3,2



## DETAIL B MĚŘITKO 2 : 1

ZÁPICH F2/0,2



OCEL KRUHOVÁ 100-26		CSN425510	11375	0.84		
Poz.	Název - rozměr	Polotovár	Materiál	Č.hmot.	Č.výkresu	Kusů
Formát:	<b>A4</b>	List/listů:	list 1/1	Měřítko:	1:2	Celk. hmot.: kg
Promítání:	[ ISO-E ]	Typ:				
Přesnost:	ISO 2768 mK	Sestava:				
Nepředepsané mezní úchytky-délkové ČSN/ISO 2768		Kreslil	Jméno	Datum	Název-rozměr:	
		Kreslil	Škach Radek	3.6.2014	<b>POUZDRO</b>	
		Kreslil				
		Schválil				
Č.výkresu:		Rev.				
		<b>0200010005-0000</b>				

0,5	3	6	30	120	315	1000	2000	3150	5000	8000
+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2	+3	+5	

A

B

C

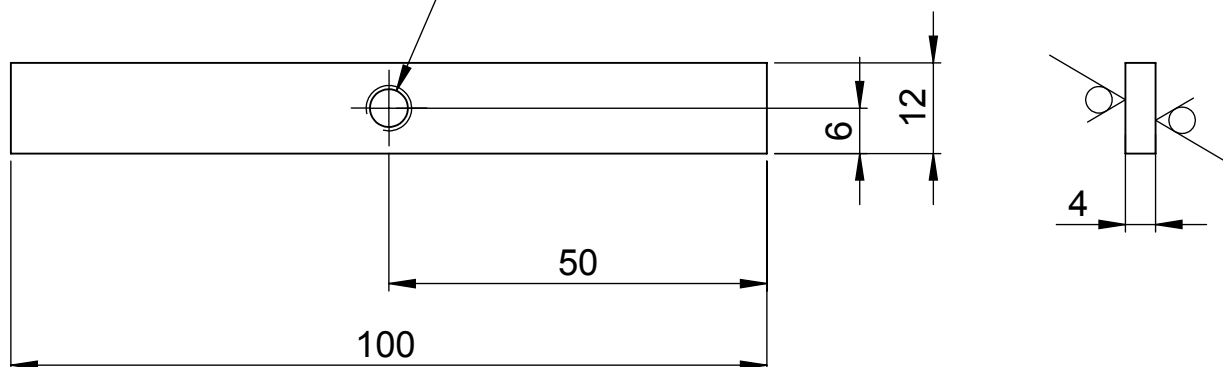
D



1

1

Ø 5 SKRZ VŠE  
M6 - 6H SKRZ VŠE

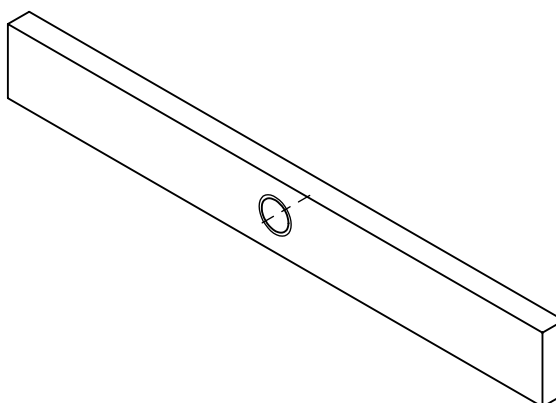


2


2

3

3



### ZÁVIT M6 VRTAT PO SVAŘENÍ SPOLEČNĚ S KRYTEM

	OCEL PLOCHÁ 12x4x100	CSN 426522	11375	0.04								
Poz.	Název - rozměr	Polotovár	Materiál	Č.hmot.	Č.výkresu	Kusů						
Formát:	<b>A4</b>	List/listů:	list 1/1	Měřítko:	1:1	Celk. hmot.:	kg					
Promítání:	 [ ISO-E ]	Typ:										
Přesnost:	ISO 2768 mK	Jméno										
		Datum		Sestava:								
		Kreslil		Název-rozměr:								
		Kreslil		<b>VÝZTUHA PLOCHÁČ</b>								
		Kreslil										
		Schválil										
Nepředepsané mezní úchytky-délkové ČSN/ISO 2768				Č.výkresu:		Rev.						
0,5	3	6	30	120	315	1000	2000	3150	5000	8000	<b>0200010009-0000</b>	
+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	±1,2	±2	±3	±5			

4

4

A

B

C

D

A

B

C

D

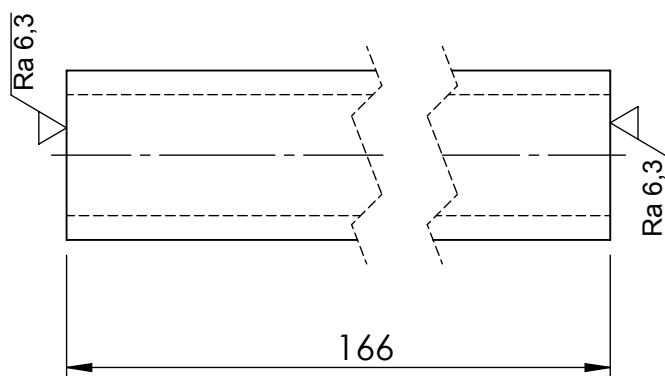


1

1

2

2



3

3

4

4

TRUBKA 11,2x1,6-166		ČSN 426711	11353.1	0.01							
Poz.	Název - rozměr	Polotovár	Materiál	Č.hmot.	Č.výkresu	Kusů					
Formát:	<b>A4</b>	List/listů:	list 1/1	Měřítka:	2:1	Celk. hmot.: kg					
Promítání:	[ ISO-E ]	Typ:									
Přesnost:	ISO 2768 mK	Sestava:									
Nepředepsané mezní úchytky-délkové ČSN/ISO 2768		Jméno	Datum	Název-rozměr:							
		Kreslil	Škach Radek	3.6.2014	<b>VÝZTUHA TYČ</b>						
		Kreslil									
		Kreslil									
		Schválil									
0,5 3	3 6	6 30	30 120	120 315	315 1000	1000 2000	2000 3150	3150 5000	5000 8000	Č.výkresu:	Rev.
+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2	+3	+5	<b>0200010018-0000</b>	

A

B

C

D

A

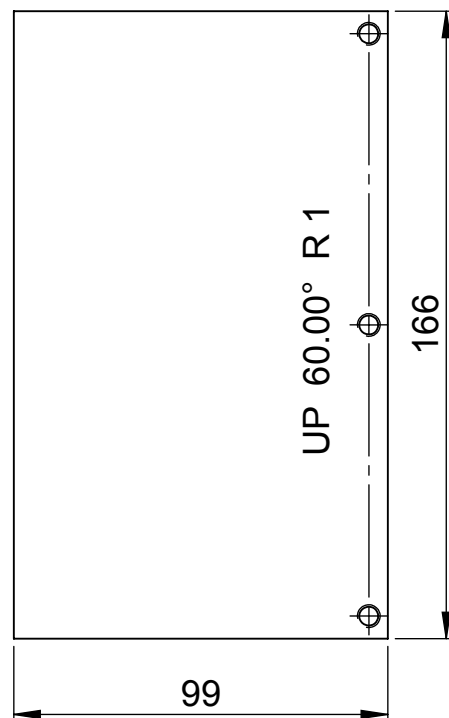
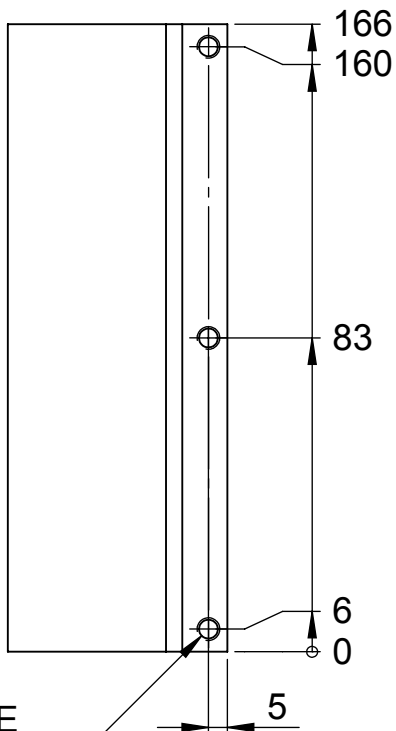
B

C

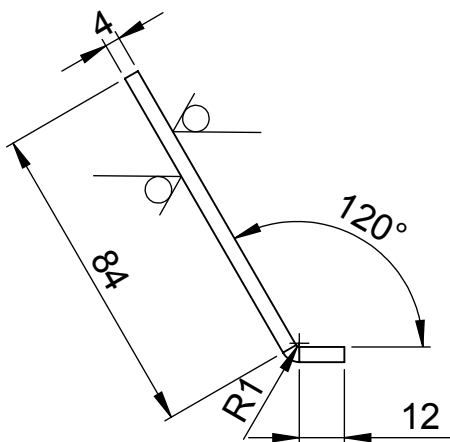
D

Ra 6,3 (√)

ROZVINUTÝ TVAR



3 x Ø 5 SKRZ VŠE  
M6 - 6H SKRZ VŠE



DÍRY M6 SVRTAT S KRYTEM PO SVAŘENÍ

PLECH 4x99x166		CSN 42 5310.1		11375	0.51																							
Poz.	Název - rozměr	Polotovár	Materiál	Č.hmot.	Č.výkresu	Kusů																						
Formát:	<b>A4</b>	List/listů:	list 1/1	Měřítka:	1:2	Celk. hmot.:	kg																					
Promítání:	[ ISO-E ]		Typ:																									
Přesnost:	ISO 2768 mK		Sestava:																									
Nepředepsané mezní úchytky-délkové ČSN/ISO 2768			Kreslil	Škach Radek	3.6.2014	<b>VZPĚRA 1</b>																						
			Kreslil																									
			Kreslil																									
			Schválil																									
<table border="1"> <tr> <td>0,5</td><td>3</td><td>6</td><td>30</td><td>120</td><td>315</td><td>1000</td><td>2000</td><td>3150</td><td>5000</td><td>8000</td> </tr> <tr> <td>±0,1</td><td>±0,1</td><td>±0,2</td><td>±0,3</td><td>±0,5</td><td>±0,8</td><td>±1,2</td><td>±2</td><td>±3</td><td>±5</td><td></td> </tr> </table>			0,5	3	6	30	120	315	1000	2000	3150	5000	8000	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±5		Č.výkresu:		Rev.	
0,5	3	6	30	120	315	1000	2000	3150	5000	8000																		
±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±5																			
			0200010016-0000																									

A

B

C

D



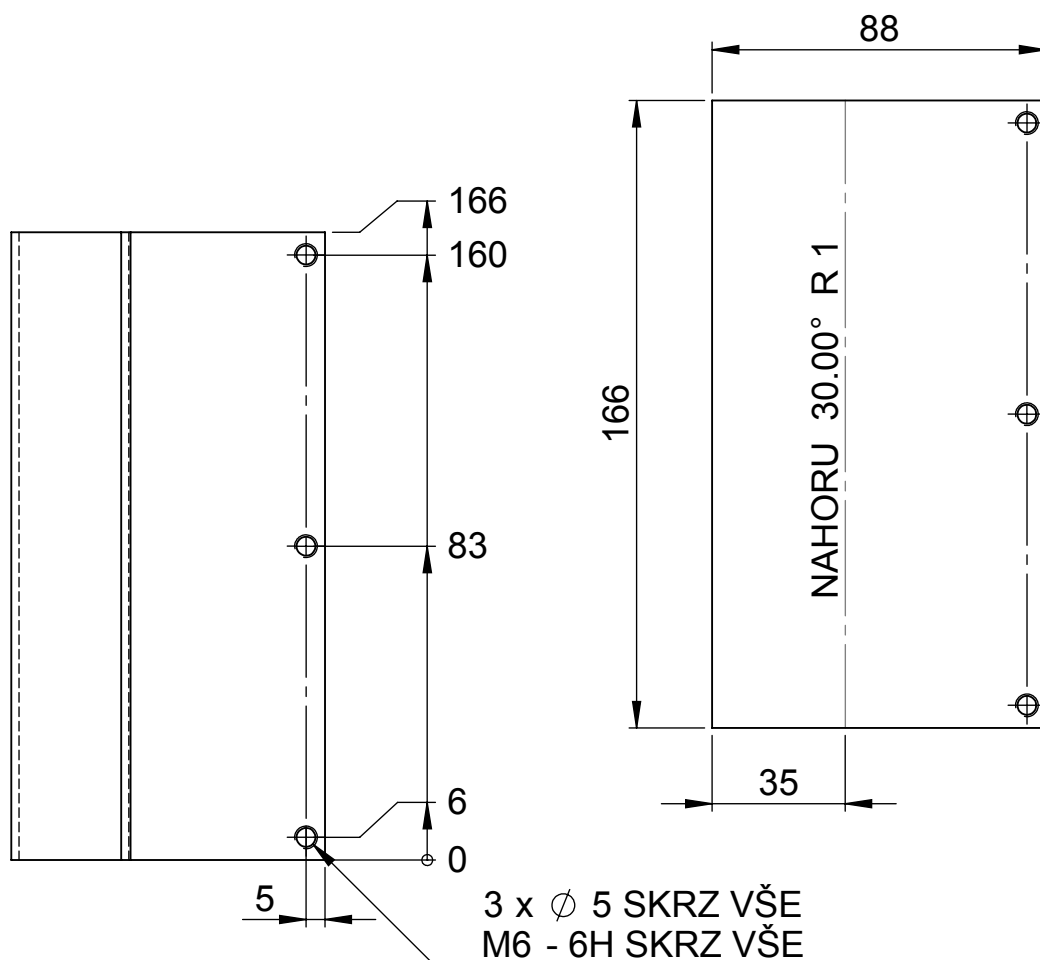
A

B

C

D

ROZVINUTÝ TVAR



DÍRY M6 SVRTAT S KRYTEM PO SVAŘENÍ

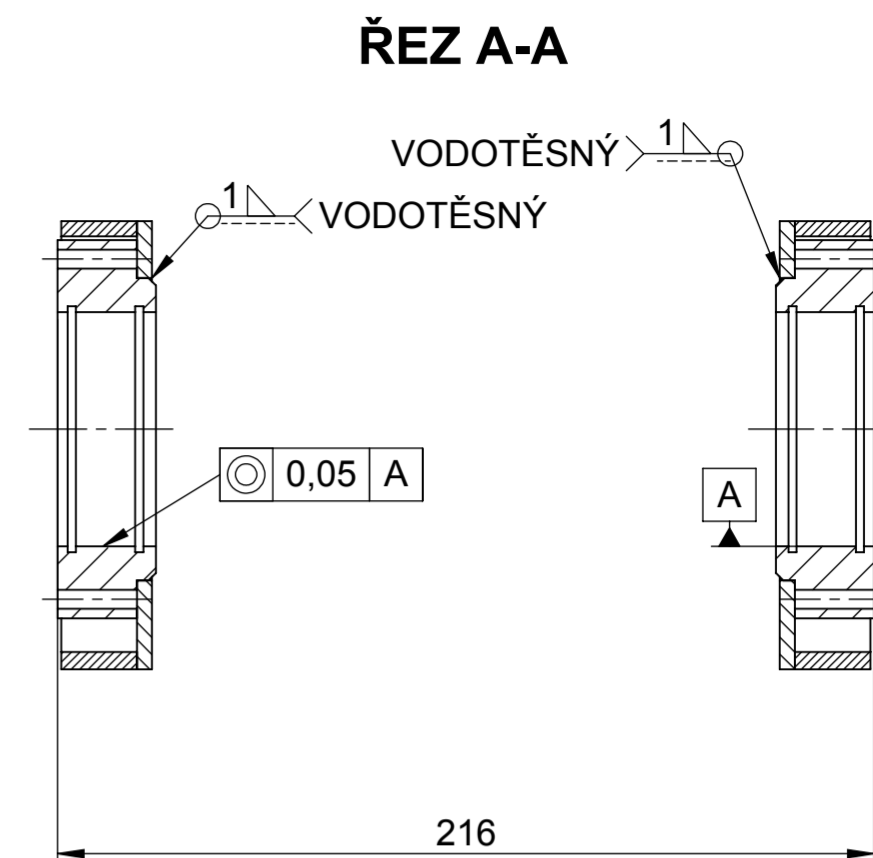
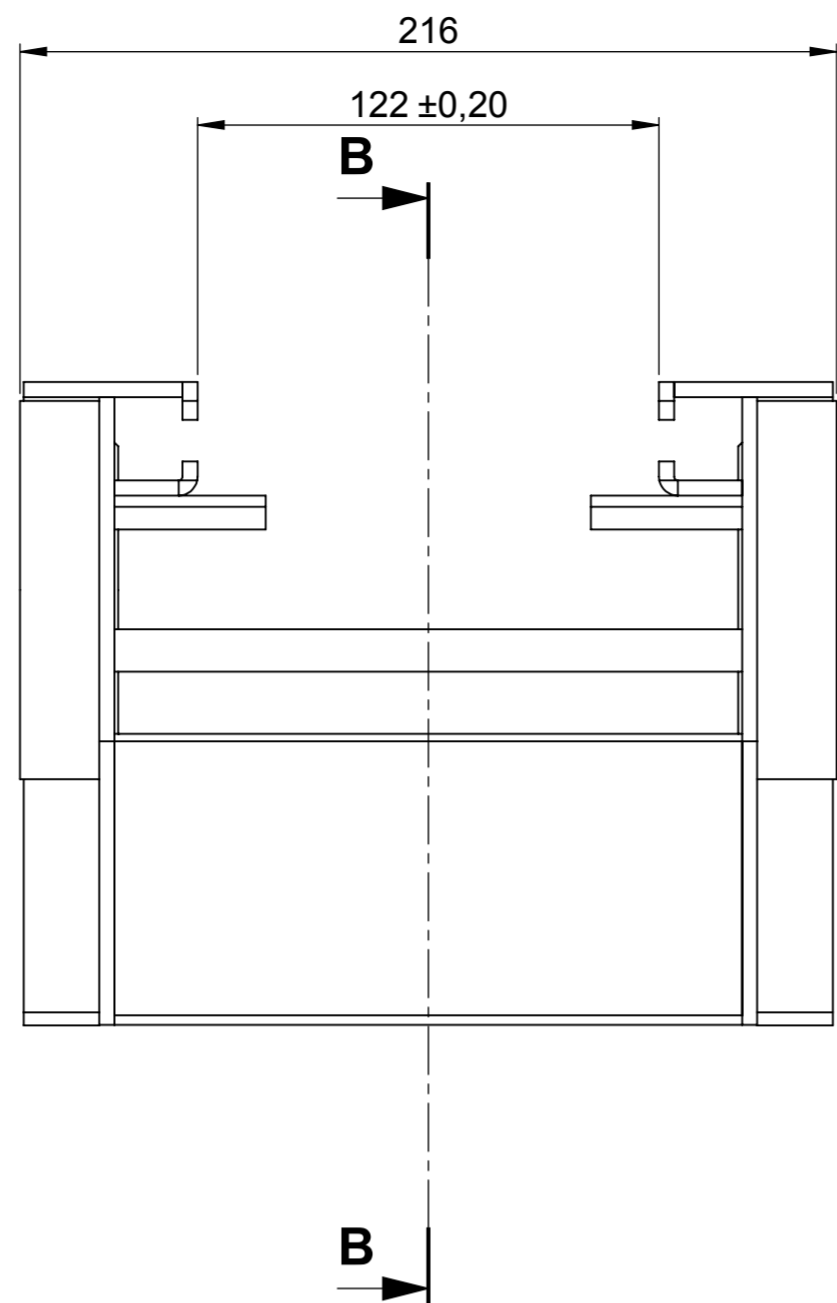
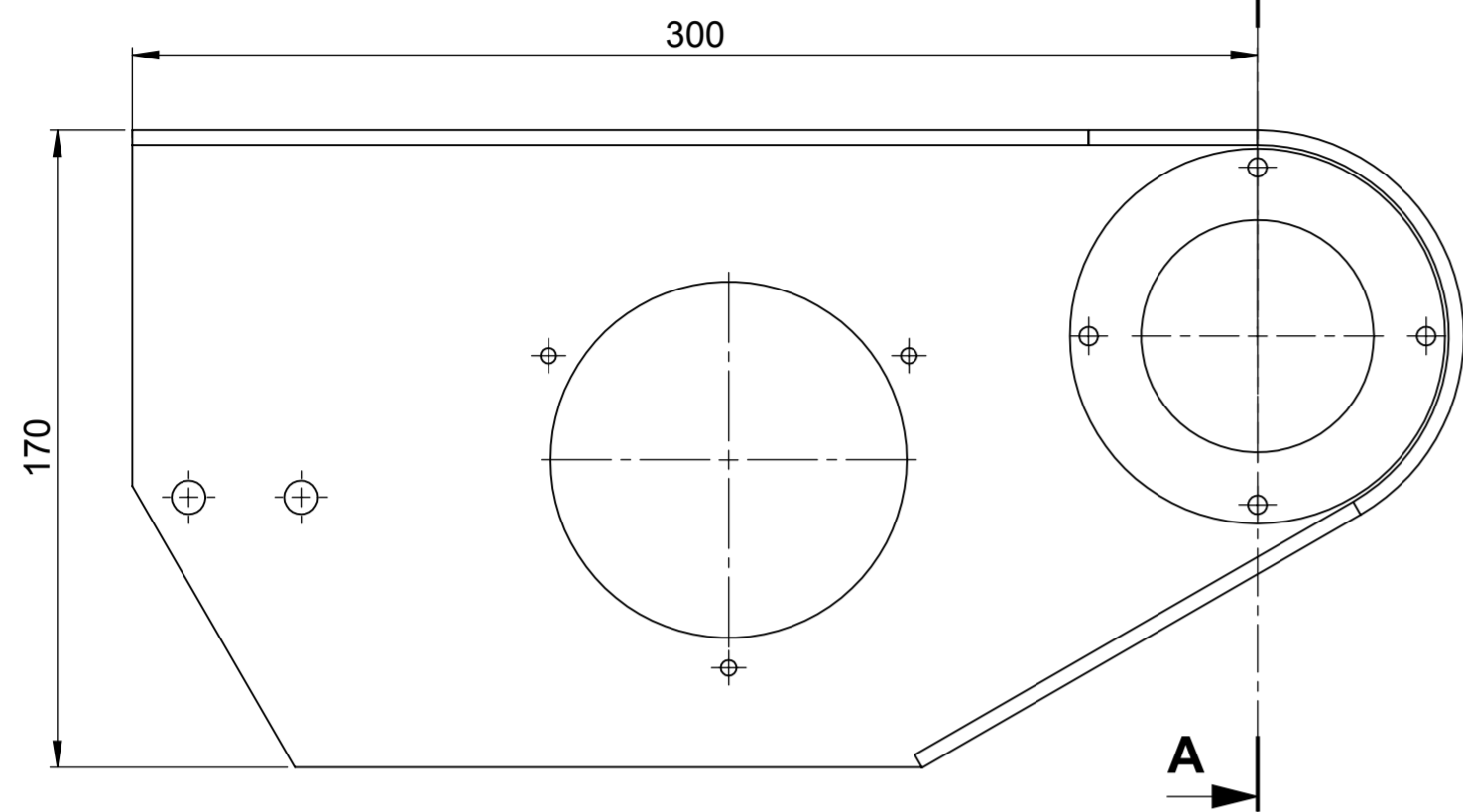
PLECH 4x88,3x166		CSN 42 5310.1		11375	0.45		
Poz.	Název - rozměr	Polotovár	Materiál	Č.hmot.	Č.výkresu	Kusů	
Formát:	<b>A4</b>	List/listů:	list 1/1	Měřítko:	1:2	Celk. hmot.:	kg
Promítání:	[ ISO-E ]	Typ:					
Přesnost:	ISO 2768 mK						
		Jméno	Datum	Sestava:			
		Kreslil	Škach Radek	3.6.2014	Název-rozměr:		
		Kreslil			<b>VZPĚRA 2</b>		
		Kreslil					
		Schválil					
Nepředepsané mezní úchytky-délkové ČSN/ISO 2768				Č.výkresu:		Rev.	
0,5 3	3 6	6 30	30 120	120 315	315 1000	1000 2000	2000 3150
3150 5000	5000 8000			0200010017-0000			
±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
±3	±5						

A

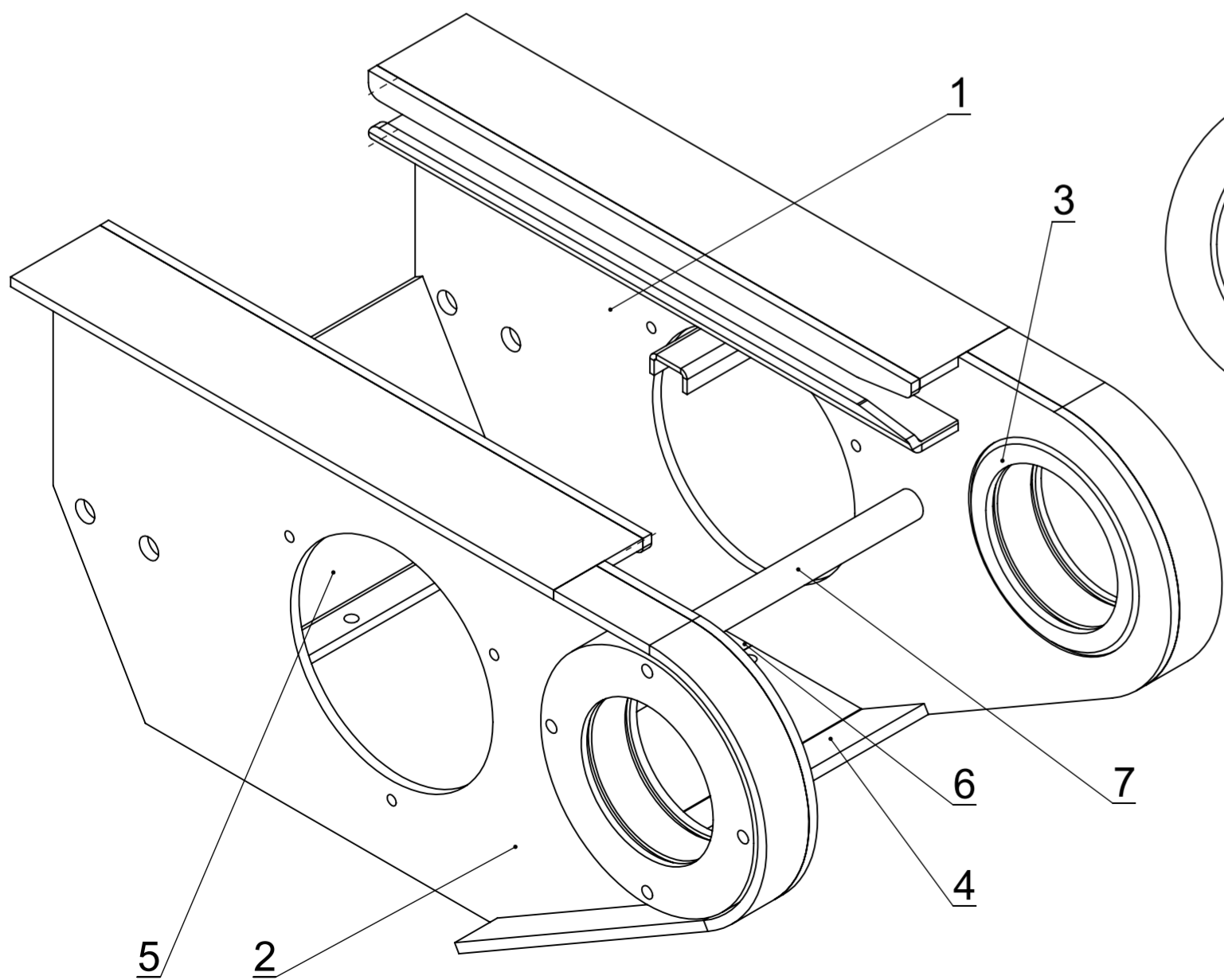
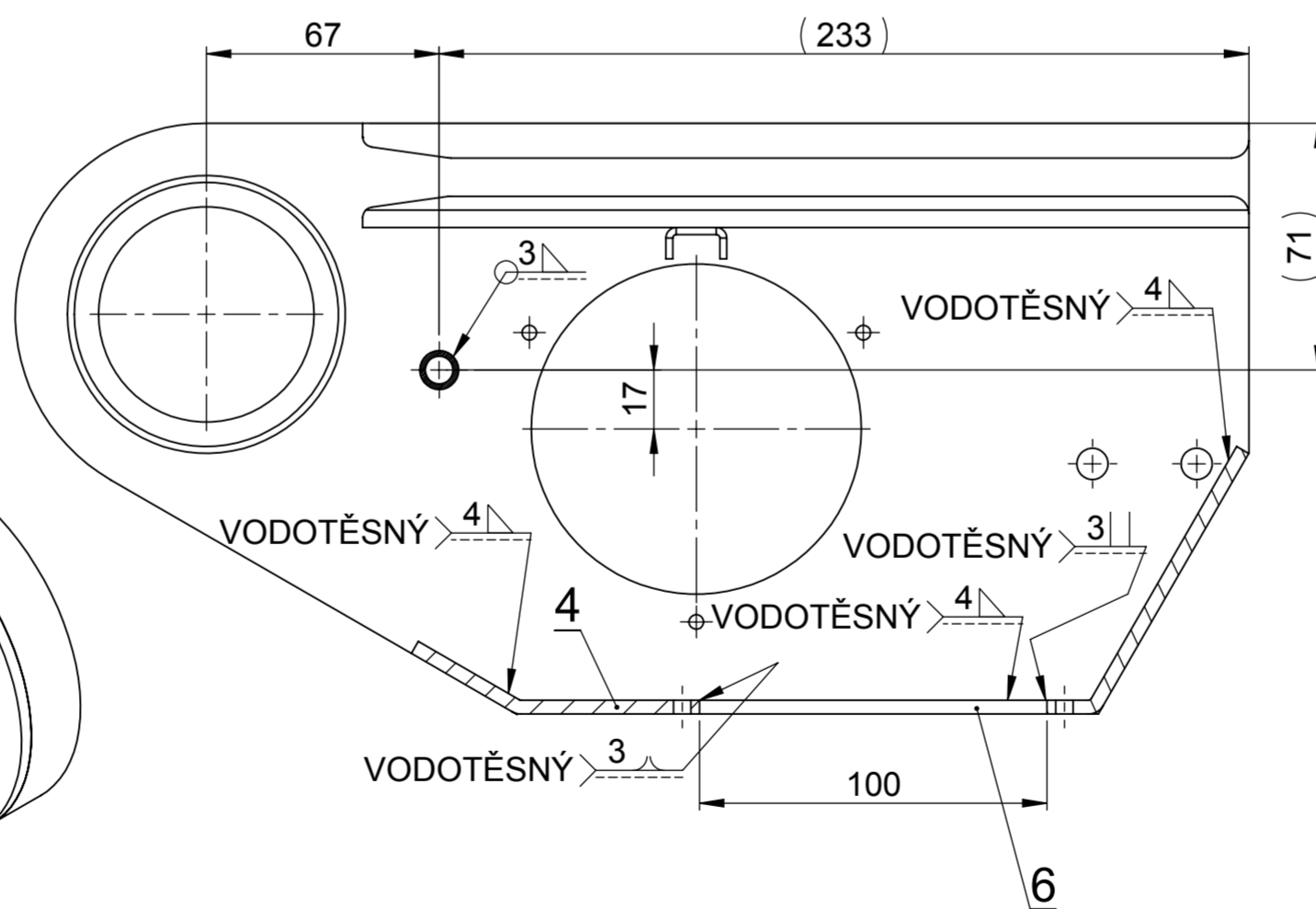
B

C

D



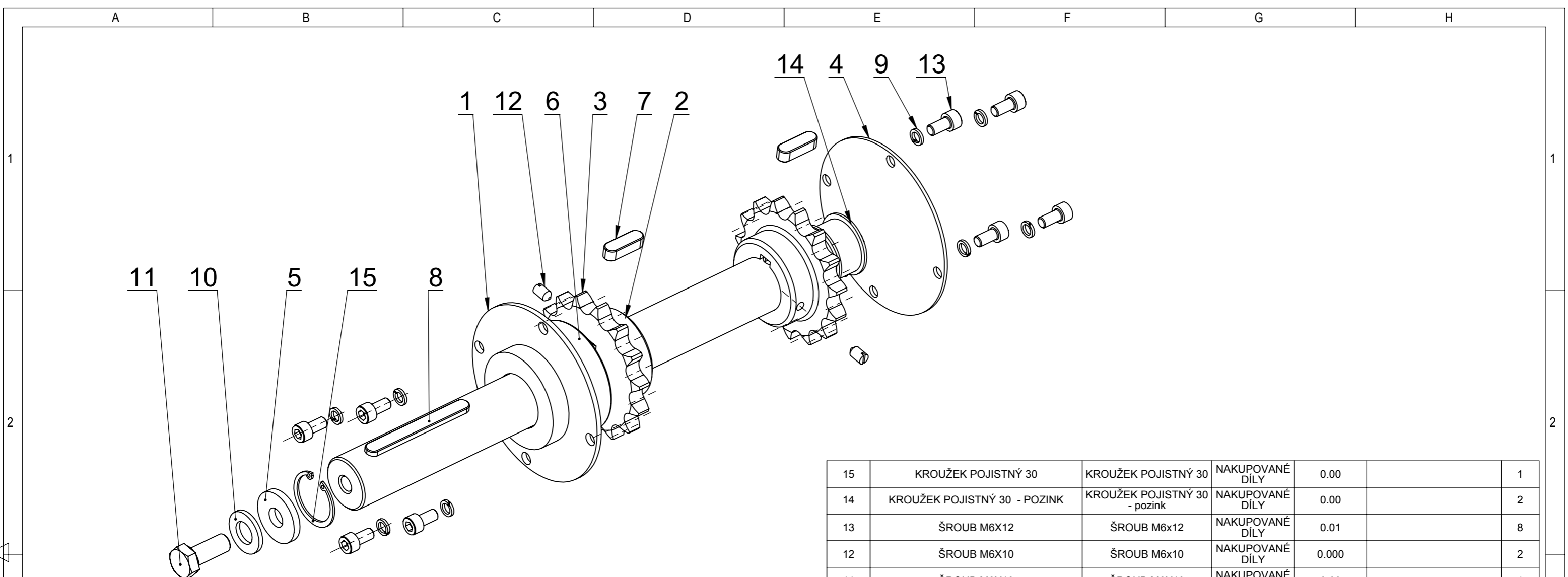
ŘEZ B-B



SVARY OZNAČENÉ V ŘEZU B-B PROVĚST SYMETRICKY NA DRUHÉ STRANĚ

POZ.	Název produktu	Norma rozměrová	Materiál	Hmotnost	Číslo výkresu	Kusů
7	VÝZTUHA TYČ	CSN 42 6711	11 353	0.01	0200010018-0000	1
6	VÝZTUHA PLOCHÁČ	CSN 426522	11 375	0.04	0200010009-0000	2
5	VZPĚRA 1	CSN 42 5310.1	11 375	0.51	0200010016-0000	1
4	VZPĚRA 2	CSN 42 5310.1	11 375	0.45	0200010017-0000	1
3	POUZDRO	CSN 425510	11 375	0.84	0200010005-0000	2
2	BOČNICE PRAVÁ		Materiál <není určen>	2.04	0210010008-0000	1
1	BOČNICE LEVÁ		Materiál <není určen>	2.04	0210010009-0000	1

Formát: <b>A3</b>	List/listů: list 1/1	Měřítko: 1:2	Celk. hmot.: 6.80 kg
Přesnost: ISO 2768 mK	Typ:		
Promítání:  [ ISO-E ]		Jméno: Radek Škach	Datum: 3.6.2014
		Sestava: <b>PŘEDNÍ DÍL</b>	
Nepředepsané mezní úchytky-délkové ČSN/ISO 2768		C. výkresu: <b>0210010007-0000</b>	
0,5 3	3 6 30 120	315 1000 2000 3150 5000 8000	±0,1 ±0,2 ±0,3 ±0,5 ±0,8 ±1,2 ±2 ±3 ±5



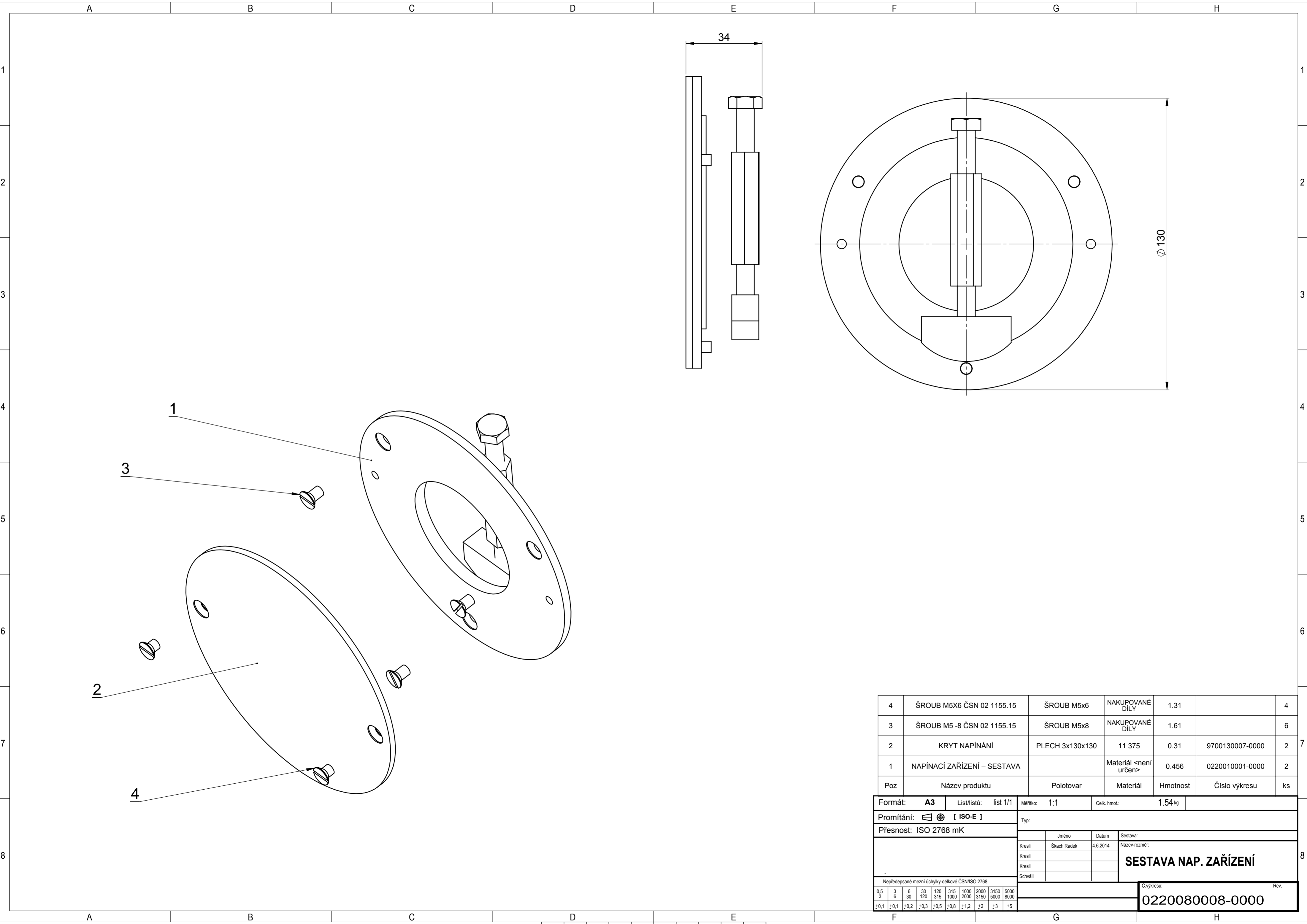
15	KROUŽEK POJISTNÝ 30	KROUŽEK POJISTNÝ 30	NAKUPOVANÉ DÍLY	0.00		1
14	KROUŽEK POJISTNÝ 30 - POZINK	KROUŽEK POJISTNÝ 30 - pozink	NAKUPOVANÉ DÍLY	0.00		2
13	ŠROUB M6X12	ŠROUB M6x12	NAKUPOVANÉ DÍLY	0.01		8
12	ŠROUB M6X10	ŠROUB M6x10	NAKUPOVANÉ DÍLY	0.000		2
11	ŠROUB M8X10	ŠROUB M8x10	NAKUPOVANÉ DÍLY	0.00		1
10	PODLOŽKA 13	PODLOŽKA 13	NAKUPOVANÉ DÍLY	0.006		1
9	PODLOŽKA 6	PODLOŽKA 6	NAKUPOVANÉ DÍLY	0.00		8
8	PERO 8X7X70	PERO 8x7x70	NAKUPOVANÉ DÍLY	0.00		1
7	PERO 8X7X25	PERO 8x7x25	NAKUPOVANÉ DÍLY	0.00		2
6	LOŽISKO 1206	LOŽISKO 1206	NAKUPOVANÉ DÍLY	27.72		2
5	PODLOŽKA K HŘÍDELI SA47 29,5	OCEL KRUHOVÁ 30 h11 -4	11 373	0.018	0200070022-0000	1
4	KRYT LOŽISKA	PLECH 2x1500x3000	11 375	0.12	9700130011-0000	1
3	KOLO Z=15	OCEL KRUHOVÁ 85	11 600	0.39	9700120004-0000	2
2	HŘÍDEL HNACÍ SA47 DM150	OCEL KRUHOVÁ 30 h9-350	11 600	1.89	0200070024-0000	1
1	SESTAVA VÍČKA			0.20	0220070001-0000	1
Poz	Název produktu	Polotovar	Materiál	Hmotnost	Číslo výkresu	ks

Formát:	<b>A3</b>	List/listů:	list 1/1	Měřítko:	1:2	Celk. hmot.:	3.12 kg
Promítání:	[ ISO-E ]						
Přesnost:	ISO 2768 mK						
Nepředepsané mezní úchytky-délkové ČSN/ISO 2768							
0,5	3	6	30	120	315	1000	2000
3	6	30	120	315	1000	2000	3150
+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,8	+1,2	+2
						+3	+5

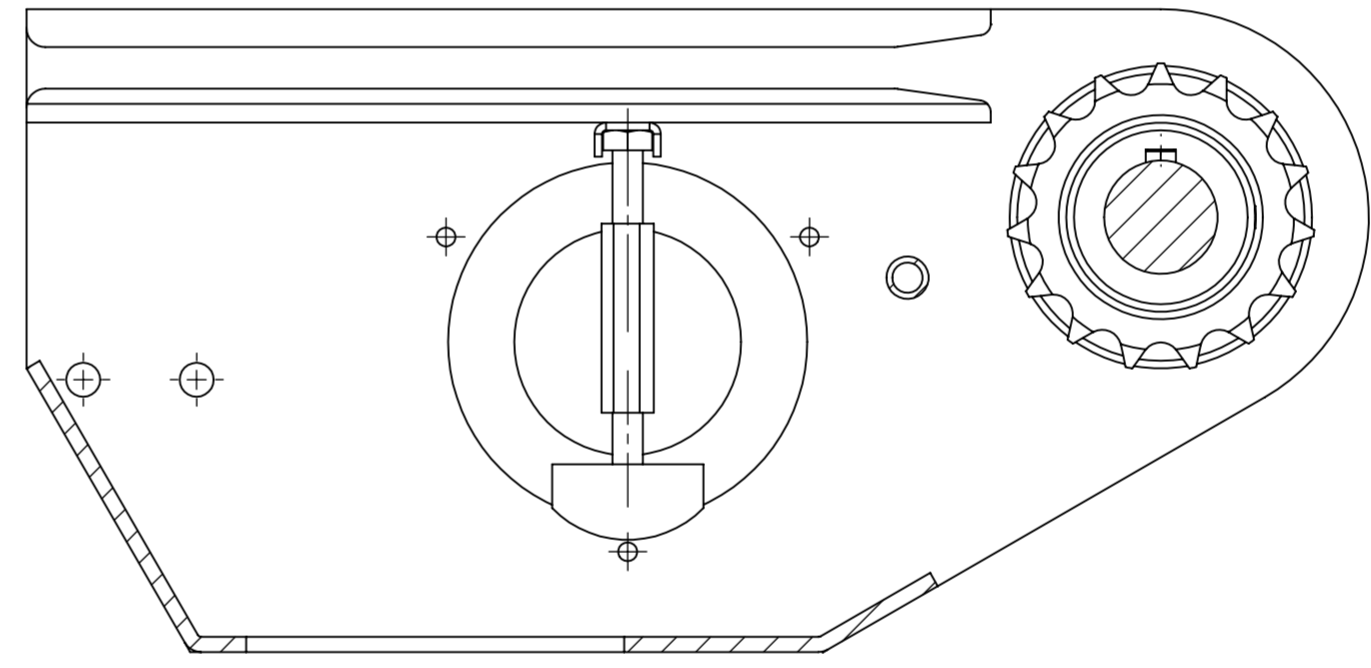
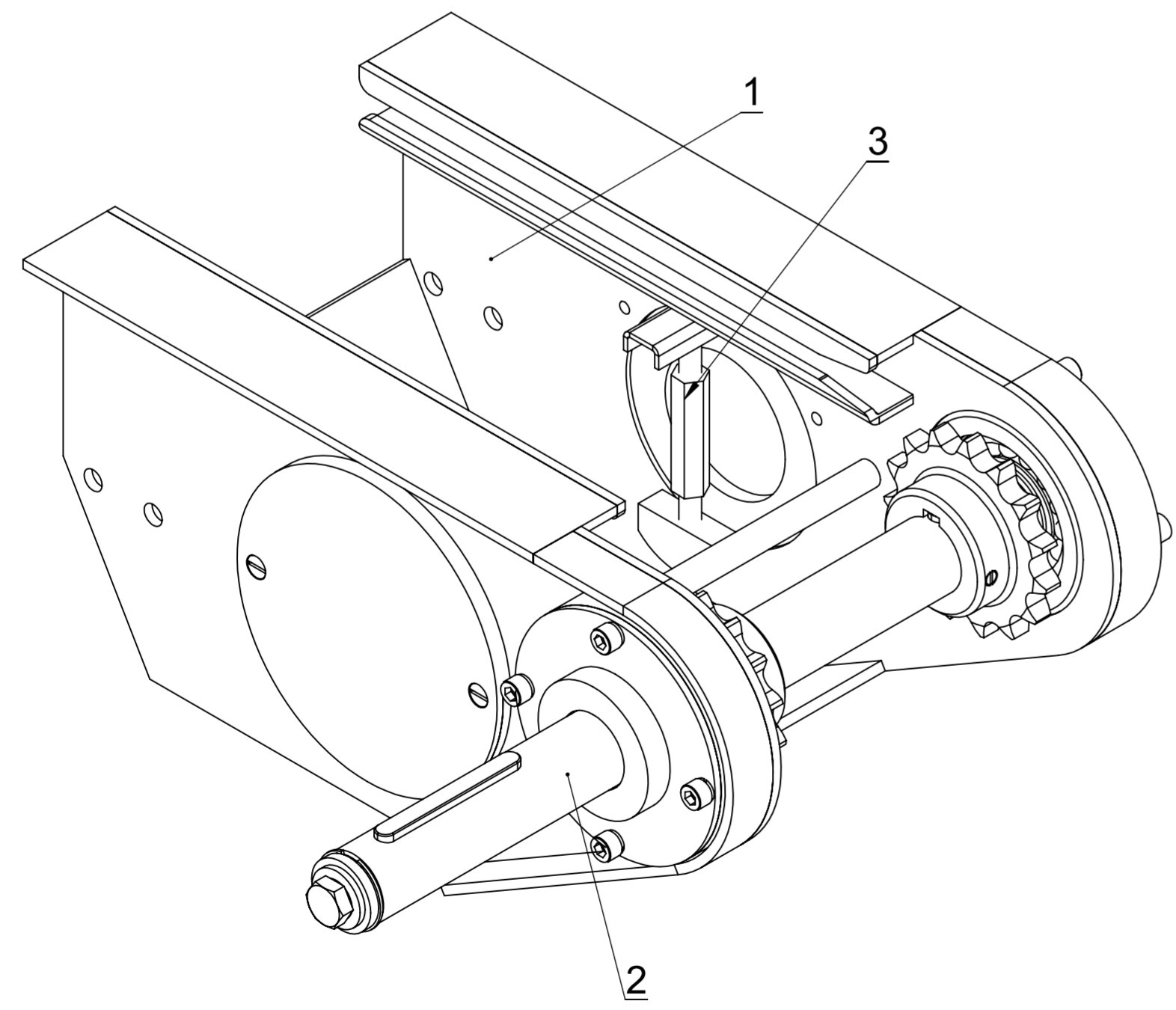
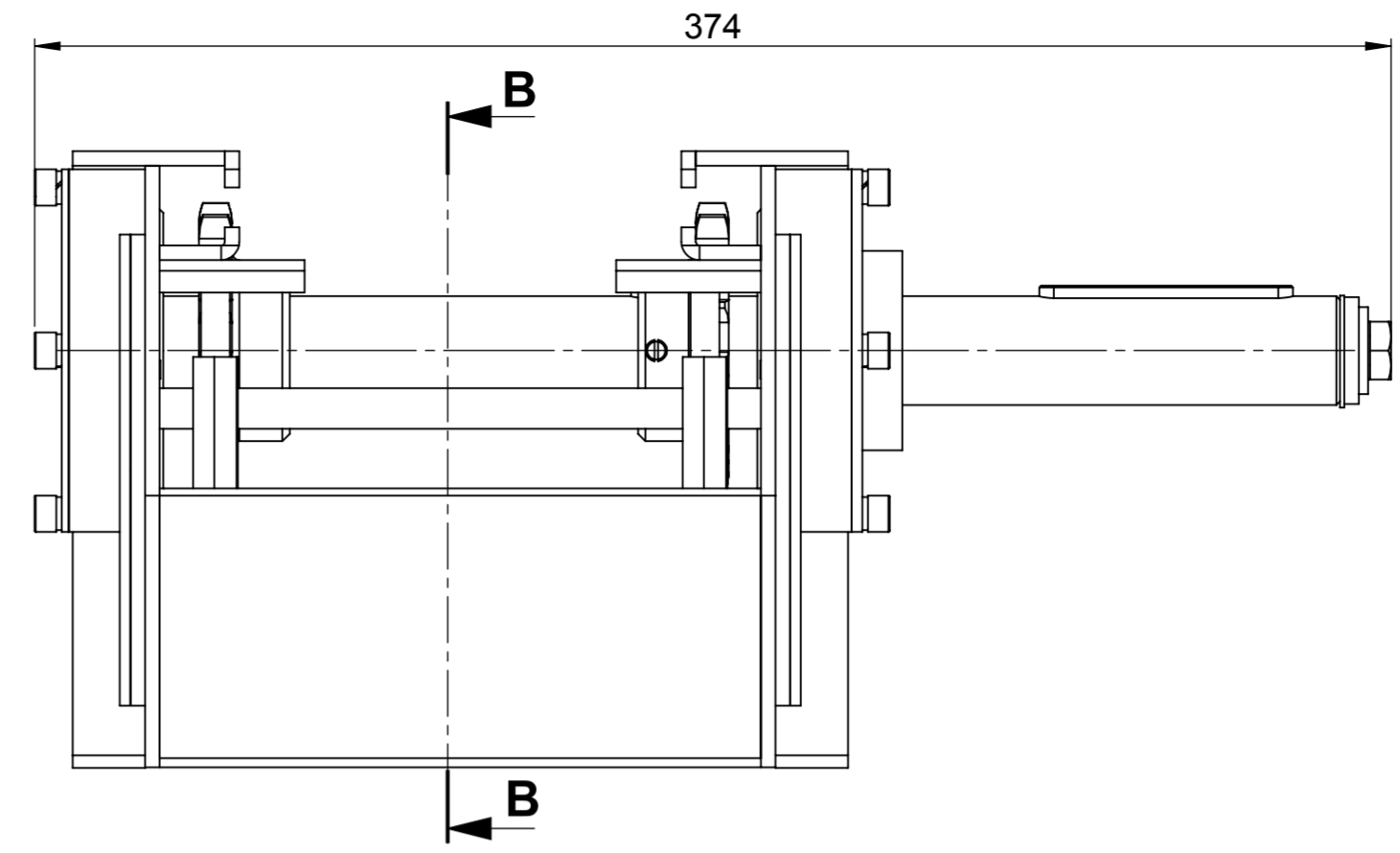
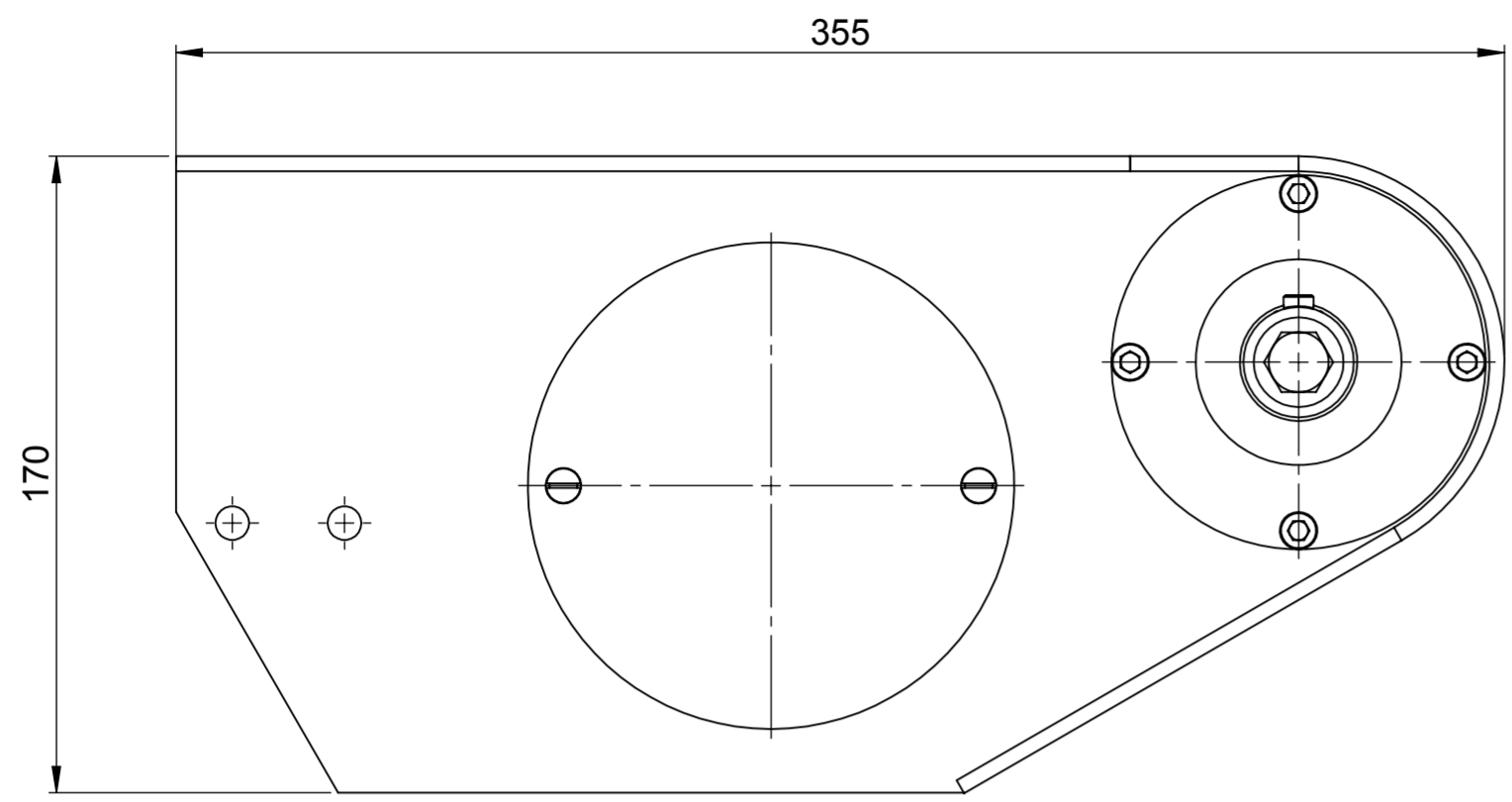
  

Typ:			
Kreslil	Jméno	Datum	Sestava:
Kreslil	Škach Radek	3.6.2014	Název-rozměr:
Kreslil			<b>HŘÍDEL HNACÍ</b>
Schválil			
C.výkresu:			Rev.
<b>0220070016-0000</b>			



4	ŠROUB M5X6 ČSN 02 1155.15	ŠROUB M5x6	NAKUPOVANÉ DÍLY	1.31		4
3	ŠROUB M5 -8 ČSN 02 1155.15	ŠROUB M5x8	NAKUPOVANÉ DÍLY	1.61		6
2	KRYT NAPÍNÁNÍ	PLECH 3x130x130	11 375	0.31	9700130007-0000	2
1	NAPÍNAČÍ ZAŘÍZENÍ – SESTAVA		Materiál <není určen>	0.456	0220010001-0000	2
Poz	Název produktu	Polotovary	Materiál	Hmotnost	Číslo výkresu	ks

Formát:	<b>A3</b>	List/listů:	list 1/1	Měřítko:	1:1	Celk. hmot.:	1.54 kg																																						
Přesnost:	ISO 2768 mK	Typ:																																											
				Jméno	Datum	Sestava:																																							
				Kreslil	Škach Radek	4.6.2014	Název-rozměr:																																						
				Kreslil			<b>SESTAVA NAP. ZAŘÍZENÍ</b>																																						
				Kreslil																																									
				Schválil																																									
<table border="1"> <tr> <td colspan="8">Nepředsané mezní úchytky-délkové ČSN/ISO 2768</td> </tr> <tr> <td>0,5</td> <td>3</td> <td>6</td> <td>30</td> <td>120</td> <td>315</td> <td>1000</td> <td>2000</td> <td>3150</td> <td>5000</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>6</td> <td>30</td> <td>120</td> <td>315</td> <td>1000</td> <td>2000</td> <td>3150</td> <td>5000</td> <td>8000</td> </tr> <tr> <td>±0,1</td> <td>±0,1</td> <td>±0,2</td> <td>±0,3</td> <td>±0,5</td> <td>±0,8</td> <td>±1,2</td> <td>±2</td> <td>±3</td> <td>±5</td> </tr> </table>								Nepředsané mezní úchytky-délkové ČSN/ISO 2768								0,5	3	6	30	120	315	1000	2000	3150	5000	3	6	30	120	315	1000	2000	3150	5000	8000	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±5
Nepředsané mezní úchytky-délkové ČSN/ISO 2768																																													
0,5	3	6	30	120	315	1000	2000	3150	5000																																				
3	6	30	120	315	1000	2000	3150	5000	8000																																				
±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±5																																				
C. výkresu:							Rev.																																						
<b>0220080008-0000</b>																																													



**ŘEZ B-B**

3	SESTAVA NAP.ZAŘ. A KRYT		Materiál <není určen>	1.54	0220080008-0000	2
2	HŘÍDEL HNACÍ		Materiál <není určen>	3.12	0220070016-0000	1
1	PŘEDNÍ DÍL		Materiál <není určen>	6.80	0210010007-0000	1
POZ.	Název produktu	Norma rozměrová	Materiál	Hmotnost	Číslo výkresu	Kusů

Formát: <b>A3</b>	List/listů: list 1/1	Měřítko: 1:2	Celk. hmot.: 11.47 kg
Promítání:  [ ISO-E ]	Typ:		
Přesnost: ISO 2768 mK	Kreslil: Radek Škach		
	Datum: 3.6.2014		
	Sestava: <b>PŘEDNÍ DÍL SESTAVA</b>		
Nepředepsané mezní úchytky-délkové ČSN/ISO 2768			Č.výkresu: <b>0210010007-0000</b>
0,5 3	3 6	6 30	30 120
	120 315	315 1000	1000 2000
	2000 3150	3150 5000	5000 8000
±0,1	±0,1	±0,2	±0,3
	±0,5	±0,8	±1,2
	±2	±3	±5