

Řezací zařízení kaučkových směsí

Bc. Martin Slovák

Diplomová práce 2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Martin Slovák**
Osobní číslo: **T14552**
Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Výrobní inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Řezací zařízení kaučukových směsí**

Zásady pro vypracování:

1. Studijní část
2. Principy dělení kaučukových směsí
3. Zařízení pro dělení kaučukových směsí
4. Principy skládání kaučukových směsí
5. Teoretické přístupy dělení kaučukových směsí
6. Souhrn
7. Praktická část
8. Výběr principů
9. Návrh zařízení pro dělení a skládání kaučukových směsí
10. Kontrolní výpočet
11. Zhodnocení a diskuze
12. Závěr

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího diplomové práce

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Zdeněk Dvořák, CSc.**
Ústav výrobního inženýrství

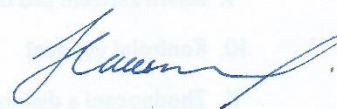
Datum zadání diplomové práce: **8. ledna 2016**

Termín odevzdání diplomové práce: **13. května 2016**

Ve Zlíně dne 26. ledna 2016



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



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

Příjmení a jméno: SLOVÁK MARTIN

Obor: VÝROBNÍ INŽENÝRSTVÍ

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 obhajoby¹⁾;
- 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. 3²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60³⁾ 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 § 60³⁾ 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, považuji 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 12.5.2016


.....

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 nevýdělečně 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 nahlázení 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 vzdělávacímu 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

Diplomová práce se zabývá problematikou řezání kaučukových směsí pro firmu Continental Barum s.r.o. Na základě teoretické části a požadavků firmy je vypracován konstrukční návrh řezacího zařízení. Navržené řezací zařízení urychluje práci a to díky mechanismu, který rychleji a efektivněji mění mezeru mezi řezacími kotouči.

Klíčová slova: Řezací mechanismus, kaučuková směs,

ABSTRACT

The thesis deals with the issue of cutting rubber compounds for the company Continental Barum Ltd. Based on the theoretical part of the company's requirements and developed the structural design of cutting equipment. The proposed cutting device accelerates work due to the mechanism that quickly and effectively changes the gap between the cutting discs.

Keywords: Cutting mechanism, rubber compound

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce, panu doc. Ing. Zdeňku Dvořákovi, CSc. za odborné vedení, trpělivost a ochotu při práci na této diplomové práci.

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

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 PŘÍPRAVA KAUKČUKOVÉ SMĚSI	11
1.1 MÍCHÁNÍ	11
1.1.1 Míchání na dvouválci	12
1.1.2 Míchání kaučukové směsi v hnětacích strojích.....	13
1.1.3 Tandemové míchání	14
1.1.4 Míchání směsi 1. stupně (základová směs)	15
1.1.5 Míchání směsi 2. stupně (finální směs).....	17
2 VÝROBA POLOTVARŮ	18
2.1 KONFEKCE RADIÁLNÍCH PLÁŠŤŮ	18
2.1.1 1. stupeň konfekce.....	19
2.1.2 2. stupeň konfekce.....	20
2.2 LINKA APEX NA JÁDROVÁNÍ LAN	22
2.3 NÁNOSOVÁNÍ	23
2.3.1 Nánosování ocelového kordu	25
2.3.2 Nánosování textilního kordu	26
2.4 VÁLCOVÁNÍ	27
2.4.1 Strojní zařízení pro válcování polotvarů	27
2.4.2 Válcování profilu na čtyřválcí.....	27
2.5 VYTLAČOVÁNÍ	28
2.5.1 Šnekový vytlačovací stroj	28
2.5.2 Konstrukce vytlačovací hlavy	30
3 MECHANICKÉ DĚLENÍ VÝSTUŽNÝCH MATERIÁLŮ	31
3.1 DĚLENÍ ŘEZÁNÍM.....	33
3.2 DĚLENÍ SEKÁNÍM.....	33
4 SOUHRN	34
II PRAKTICKÁ ČÁST	35
5 CÍL PRÁCE	36
6 STÁVAJÍCÍ STAV ŘEZACÍHO STROJE	37
7 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ ŘEZACÍHO ZAŘÍZENÍ	39
7.1 SCHÉMATICKÝ NÁVRH ŘEŠENÍ.....	40
7.2 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ.....	41
7.2.1 Rámová konstrukce	42
7.2.2 Pevný rám stroje.....	43
7.2.3 Pojízdny rám	44
7.2.4 Řezací segment.....	45
7.2.5 Kotoučové nože.....	46
7.2.6 Hřidel segmentu	47
7.2.7 Přítlačný válec	48
7.2.8 Doraz pojízdny rámu	49
7.2.9 Rotační pohon stroje	50
7.2.10 Přímočarý pohyb pojízdny rámu	51

7.2.11	Přítlačná síla kotoučových nožů.....	52
7.3	PEVNOSTNÍ ANALÝZA KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ	53
7.3.1	Stanovení řezné síly	53
7.3.2	Pevnostní analýza přítlačného válce	54
7.3.3	Pevnostní analýza hřídele výměnného segmentu.....	55
7.3.4	Pevnostní analýza pojízdného rámu.....	56
7.3.5	Pevnostní analýza horní podpěry přímočarých pneumatických motorů	57
7.4	KONTROLNÍ VÝPOČET LOŽISKA	58
7.5	VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE.....	59
7.5.1	Sestava řezacího stroje	60
7.5.2	Pevný rám svařenec.....	61
7.5.3	Kusovník pevného rámu	62
7.5.4	Deska pevného rámu	63
7.5.5	Žebro pevného rámu	64
7.5.6	Náboj ložiska.....	65
7.5.7	Upevnění pevného rámu	66
7.5.8	Přítlačný válec	67
7.5.9	Hřídel segmentu	68
DISKUZE	.....	69
ZÁVĚR	.....	70
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	.....	71
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	.....	72
SEZNAM OBRÁZKŮ	.....	73
SEZNAM TABULEK	.....	75

ÚVOD

Doposud firma Continental Barum s.r.o. vlastní řezací stroj, který je zastaralý a nevyhovuje požadavkům firmy. Navrhnuté řezací zařízení zrychluje efektivitu výroby a to z hlediska rychlého přenastavení řezné šířky při rozřezávání kaučukové směsi. Kaučuková směs je hlavním komponentem při výrobě pneumatik.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PŘÍPRAVA KAUKOVÉ SMĚSI

Mezi hlavní principy dělení kaučukových směsí jsou zahrnuty:

1.1 Míchání

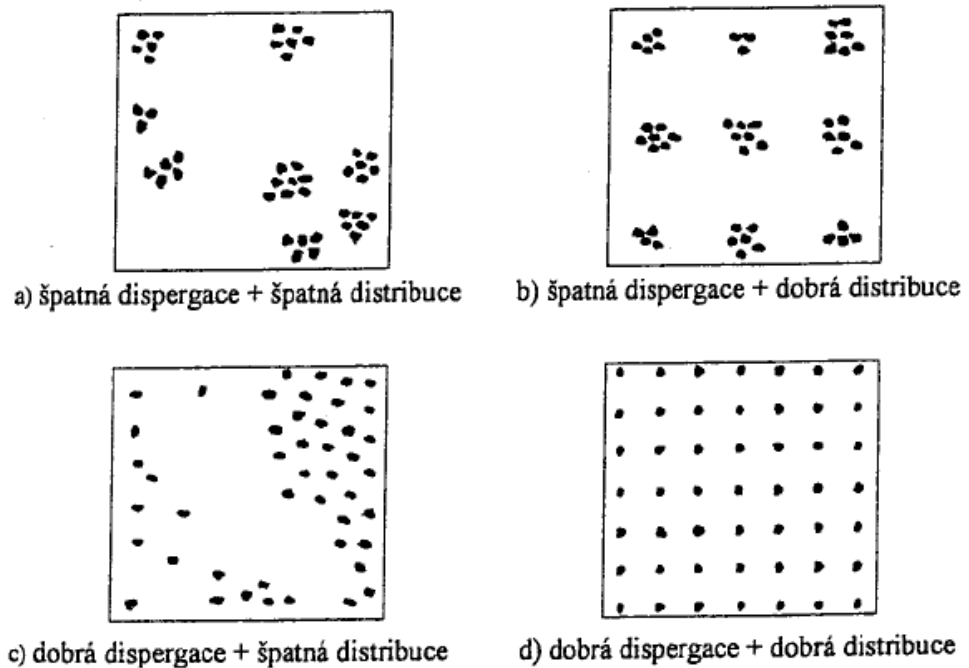
Míchání je jeden z nejdůležitějších výrobních procesů gumárenské technologie, protože kvalita směsi a její homogenizace do značné míry ovlivňuje následný proces vulkanizace a kvalitu výsledného produktu z hlediska mechanických i fyzikálních vlastností.

Kvalitu správně rozmíchané směsi zhoršují rozdílné vlastnosti viskozity jednotlivých složek (např. kaučuk – olej – plnivo).

Míchací procesy se provádí na různých zařízeních. Nejčastěji je kladen důraz na dostatečné rozdělení složek ve směsi, dobré řízení teploty během míchacího cyklu a zajištění co nejkratší doby míchání.

Proces míchání můžeme rozdělit z fyzikálního hlediska na tyto děje:

- **plastikace** – je děj, při kterém dochází k redukci viskozity tj. zlepšení tokových a následně zpracovatelských vlastností kaučuku. Vzniká trháním polymerního řetězce, kde se snižuje střední molekulová hmotnost a mění se vlastnosti. [1]
- **distribuce** - neboli homogenizace, je proces kde v určitém objemu směsi se jednotlivé přísady rozloží v potřebném množství. [1]
- **vmíchání přísad** – je operace formování plniva a kaučuku pomocí rotoru hnětače.
- **disperze** – při disperzi jsou plniva redukovány na jejich mezní velikost částic. [1]



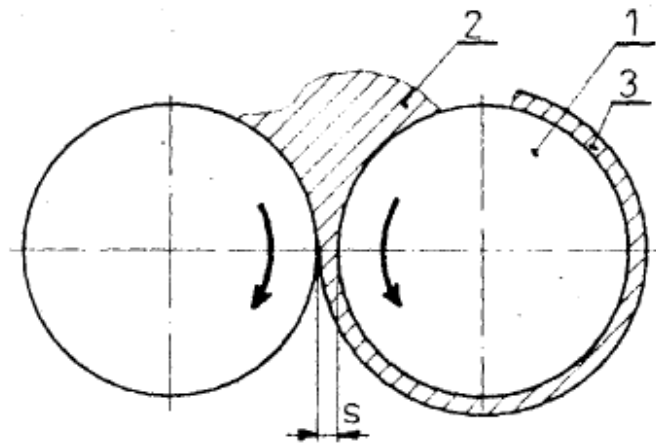
Obrázek 1: Znárodnění dispergačního a distribučního míchání [1]

1.1.1 Míchání na dvouválci

Je nejstarší způsob přípravy kaučukové směsi. Příprava směsi je zde však relativně pomalá a velikost míchací dávky malá.

Dvouválec se skládá ze dvou masivních navzájem rovnoběžných kovových válců. Válce jsou navíc temperovány vodou nebo parou. Intenzitu hnětení ovlivňuje rozdíl obvodových rychlostí proti sobě otáčejících se válců - skluz

Jednotlivé složky směsi prochází mezi štěrbinou za vysokých smykových rychlostí. Zpracovaný materiál se nejčastěji vytváří na předním, pomalejším válci. Smyk při míchání lze řídit nastavením štěrbinu mezi válci. Adhezi zpracovávaného materiálu ovlivníme teplotou povrchu válců. [5]



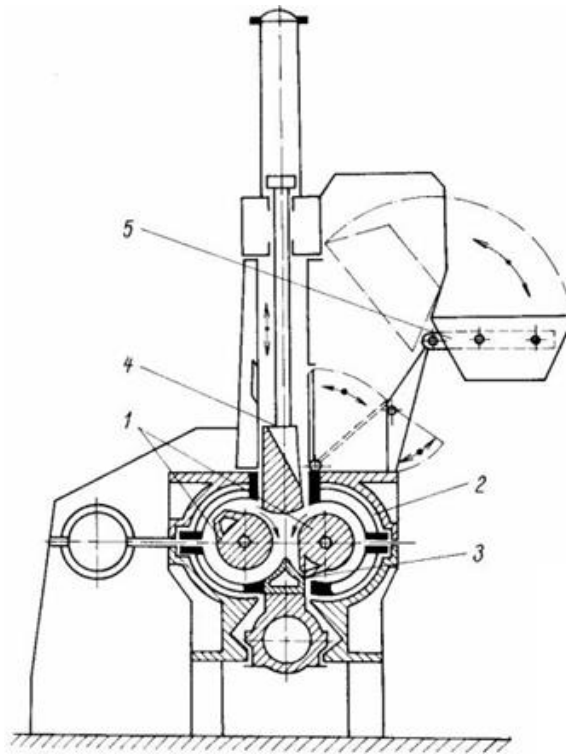
Obrázek 2: míchání kaučukové směsi na dvouválci 1 – válec, 2 – návalek, 3 – opásání, s – skus

1.1.2 Míchání kaučukové směsi v hnětacích strojích

- Hnětací stroje jsou výkonnější stroje oproti dvouválcům.
- Odstraňují hlavní nedostatky kalandru
- Automatizovaný provoz nevyžaduje příliš odbornou obsluhu.
- Uzavřená komora snižuje prašnost.
- Jsou o pětinu rychlejší jak dvouválcové míchačky.

Hnětič má uzavřenou komoru se dvěma proti sobě se otáčejícími hnětadly. Smě se míchá mezi sebou navzájem a mezi hnětadlem a stěnou komory. Horní uzávěr uzavírá násypný prostor. Celé zařízení má intenzivní chlazení. Optimální náplň je 60 – 70 % objemu komory.

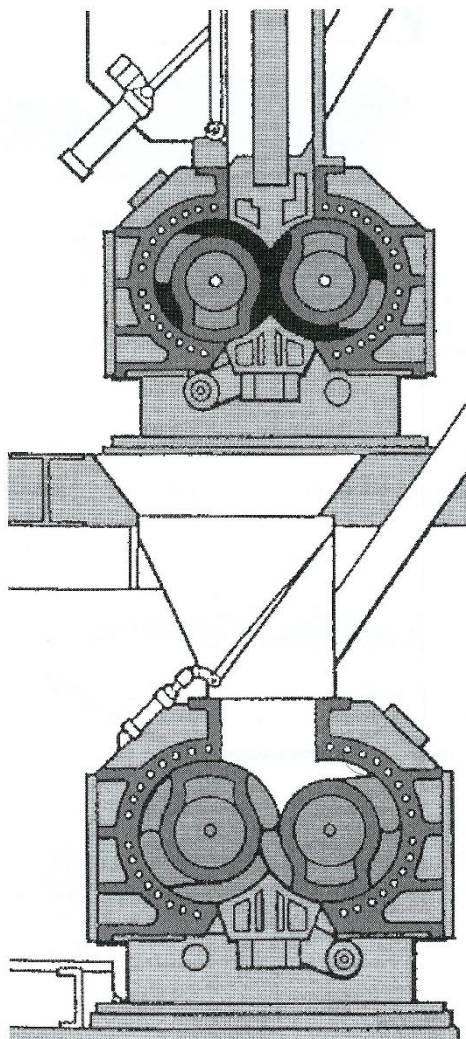
[6]



Obrázek 3: Konstrukce hnětiče 1 – hnětačla, 2 – komora, 3 – spodní uzávěr, 4 – horní uzávěr, 5 – násypka

1.1.3 Tandemové míchání

Předsměs z prvního stupně míchání je vypuštěna rovnou do druhého hnětače. Druhý hnětič má větší objem, aby se zajistilo zchlazení předsměsi na 105 až 110°C. Po zchlazení je přimíchán vulkanizační systém, směs je vypuštěna na dvouválec, zchlazena a rozřezána. Velkou nevýhodou tandemového míchání je ztráta výrobní kapacity obou hnětičů, pokud jeden z nich nefunguje, z tohoto důvodu se tandemové míchání v praxi příliš nerozšířilo. [5]



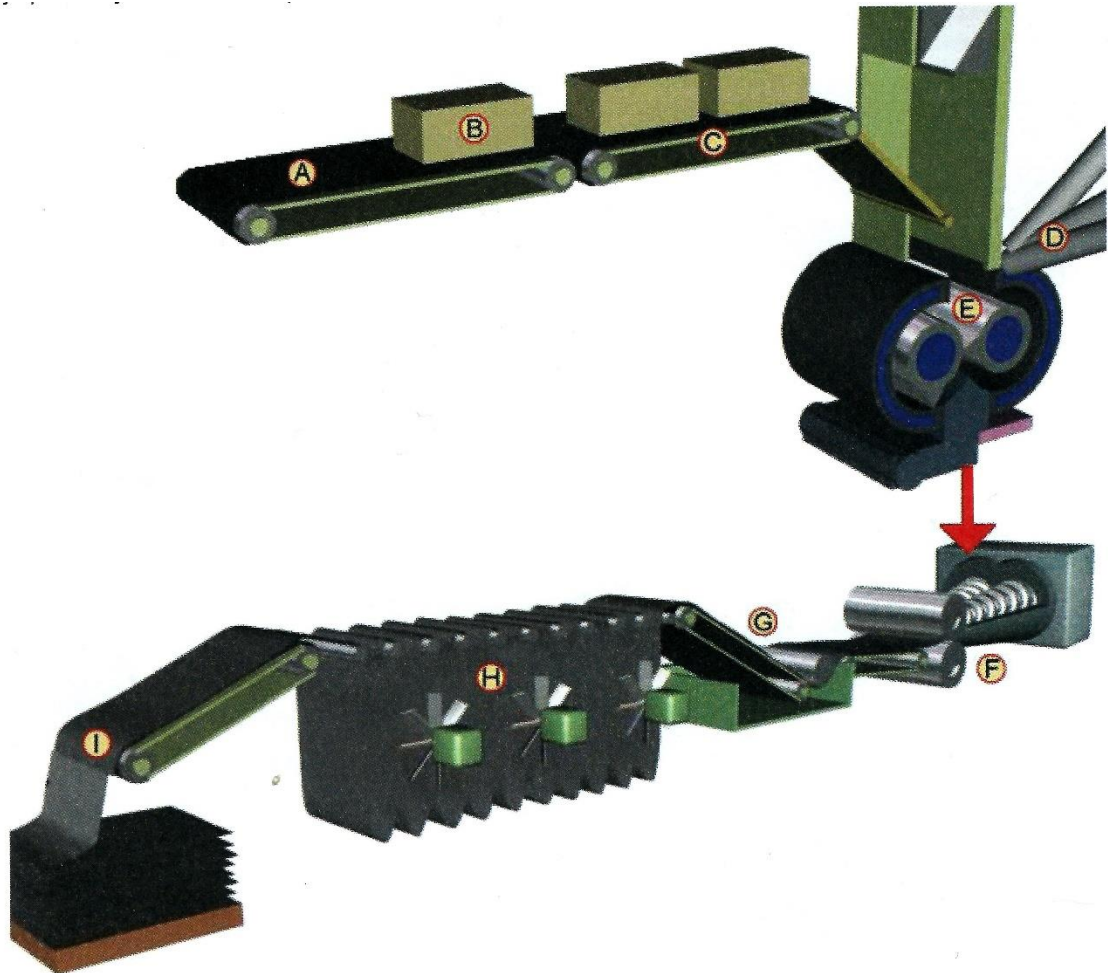
Obrázek 4: Tandemové míchání

1.1.4 Míchání směsí 1. stupně (základová směs)

Pracovník naskládá na pásový dopravník stanovené množství kaučuku a sáčky s předem vychystanými navážkami chemikálií, které se ještě jednou kontrolně převažují. Tyto komponenty se dávkuje do hnětiče. Zároveň se do hnětiče dávkuje další přísady z automatického navažování (především oleje a saze nebo silika). Podle míchacího předpisu je dávka v hnětiči zamíchána. Celý proces ovládá a kontroluje počítač. Jakmile je směs dostatečně zamíchána, otevře se spodní uzávěr hnětiče a směs sklouzne do extruderu, kde se homogenizuje. Z extruderu je směs válcována na požadovanou tloušťku. Vyválcovaná směs putuje v procesu už jako plást, který je v smáčecí vaně ošetřen separační suspenzí proti vzájemnému slepení

plástů. Vyseparovaná směs putuje do chladičky a dále je skládána na paletu a připravena k dalšímu procesu výroby. [3]

hlov



Obrázek 5: Míchací linka pro míchání základů směsí

A- Pásová váha, B- kaučuk, C- plnicí dopravník, D- násypky přísad, E- hnětič, F- vytlačovací hlava, G- smáčecí vana, H-chladička, I- skládání plástů [3]

1.1.5 Míchání směsí 2. stupně (finální směs)

Druhý stupeň se připravuje domícháním urychlovačů a vulkanizačních činidel do základové směsi. Finální směs je schopna vulkanizace a splňuje-li předepsané mechanicko-fyzikální vlastnosti, je možno ji použít v dalším technologickém procesu. Na pásovou váhu je nasekána směs z 1. stupně. Dále pracovník z bezpečnostních důvodů přidá na pásovou váhu předem odvážené vulkanizační činidlo. Automaticky se domíchávají pouze urychlovače. Domíchání trvá velmi krátce 1-3 minuty. Směs je vypuštěna na homogenizační dvouválec. Z homogenizačního dvouválce je výkonným prořezávacím zařízením odváděna již jako plást na zásobovací dvouválec, smáčecí vanou do chladičky plástů. Na konci linky je nainstalováno zařízení na automatický odběr vzorků. Finální směs je nakonec poskládána na paletu a odvezena do skladu. [3]

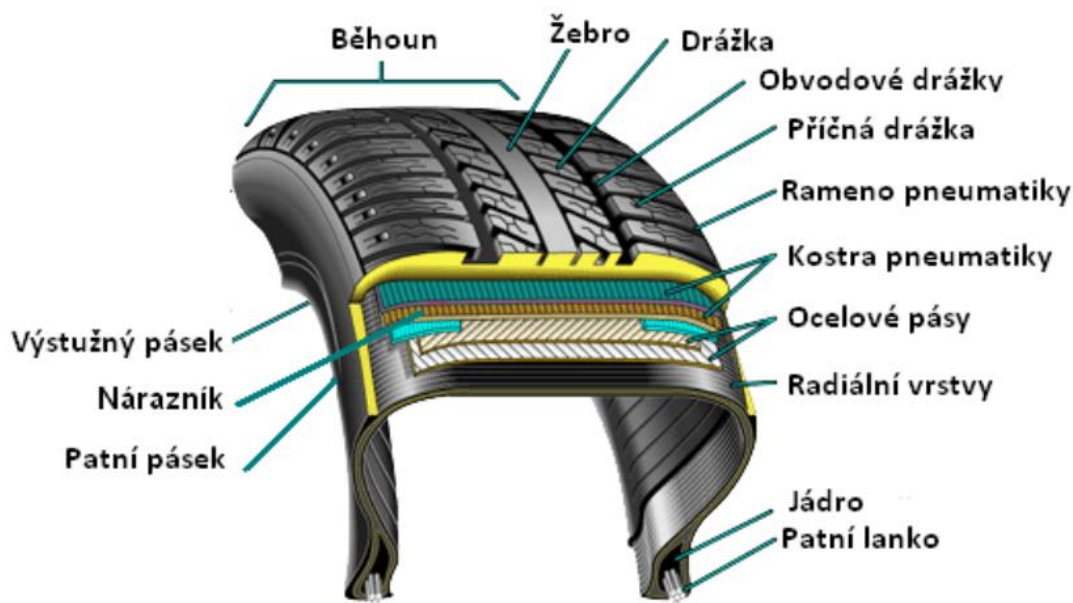


Obrázek 6: Míchací linka pro míchání finální směsi

A- paleta se základovou směsí, B- paleta se směsí vratného odpadu, C- podavače, E- hnětič, F- homogenizační dvouválec, G- zásobovací dvouválec, H- smáčecí vana, I- chladička plástů, J- odběr vzorků, K- skládání plástů na paletu. [3]

2 VÝROBA POLOTVARŮ

Výrobou polotvarů kaučukových směsí získáváme jednotlivé komponenty pneumatik, které se v dalším kroku nazývaném 1. a 2. stupeň konfekce sjednotí a vzniká surová pneumatika připravená na vulkanizaci.



Obrázek 7: Řez osobním radiálním pláštěm

Na obrázku číslo 7 je znázorněno patní lano a jádro, které se zhotovuje na lince APEX. Tato linka je zásobována kaučukovou směsí, která je rozřezána na požadované šířky řezacím zařízením kaučukových směsí navrhnutým v praktické části diplomové práce.

2.1 Konfekce radiálních pláštů

Konfekce osobních radiálních pláštů se ve firmě Continental Barum spol. s r.o. provádí pouze dvoustupňovým způsobem. Pro výrobu jednoho surového pláště je třeba použít dvě strojní zařízení. Na prvním stroji (1.stupeň) se vyrobí kostra pláště a na druhém stroji (2.stupeň) je po vytvarování kostry pláště dokončen uložením nárazníkového prstence s běhounem. Tyto operace se provádí na různých typech strojů, které se neustále inovují. [3]

2.1.1 1. stupeň konfekce

Na prvním stupni se vyrábí kostra pláště. Výroba začíná nasazením patních lan na levý narážeč. Jádra lan jsou skloněna k sobě. Poté najede koník ke konfekčnímu bubnu a pravé lano se přefoukne na pravou stranu.

Přítlačný válec navine na konfekční buben vnitřní gumu. Spoj se provede automaticky. Konfekcionér jen zkontroluje optimální šířku spoje a centrické uložení všech polotovarů. Kontrola je usnadněna díky laserovým paprskům, které vyznačují místo požadovaného okraje materiálu a střed bubnu.

Poté následuje položení kordové vložky. Ta se navíjí automaticky na konfekční buben pomocí přítlačného válce. Spoj se opět provede automaticky.

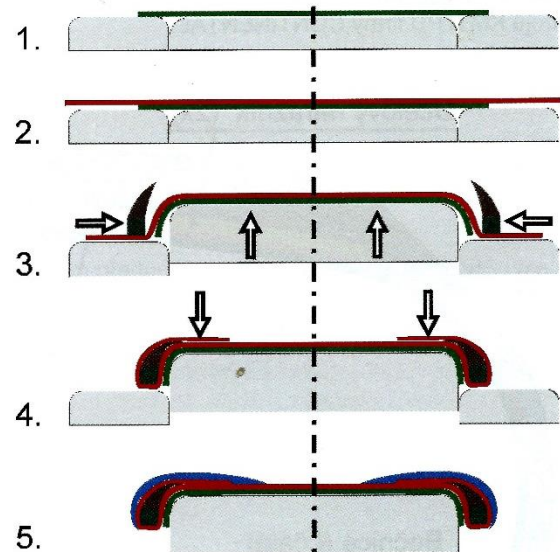
Rozevřením konfekčního bubnu se zvětší objem a dojde k naředění navinutého materiálu. Poté se narazí lana pomocí narážečů a nafouknutá přehýbací membrána přehne nosný kord přes patní lano.

Dále najede pult s bočnicemi do pracovní polohy. Bočnice jsou automaticky navinuty na předchozí díly pláště a automaticky se provede řez bočnic. Konfekcionér ručně provede spoj bočnic a přerádluje ho válečkem.

Závěrečnou operací prvního stupně konfekce je zaválení bočnic, tj. spodní zaválení a zaválení patní části kostry pláště, obrysové zavalování a boční zavalování pomocí zavalovací kladky. Sklopí se buben a narážeče najedou do své základní polohy. Konfekcionér kostru sejme z bubnu a vizuálně ji zkontroluje. Kostry, které projdou vizuální kontrolou, jsou položeny v požadované poloze na dopravník. Ten je transportuje ke druhému stupni konfekce.

[3]

- 0. uložení lan do naražečů
- 1. navinutí vnitřní gummy
- 2. navinutí nosných textilních kordů
- 3. naražení lan
- 4. přehnutí okrajů kordů přes lana
- 5. uložení bočnic
- 6. celkové zaválení polotovaru
- 7. sejmutí kostry, kontrola



Obrázek 8: 1. stupeň konfekce radiálních pláštů [3]

2.1.2 2. stupeň konfekce

Na druhém stupni se vyrábí nárazníkový prstenec. Výroba začíná tím, že se navine na magnetický buben první nárazník. Spoj se provede automaticky. Konfekcionér ho zkontroluje, popřípadě spoj opraví. Spoj se provádí natupo, tzn. bez přesazení drátů těsně k sobě.

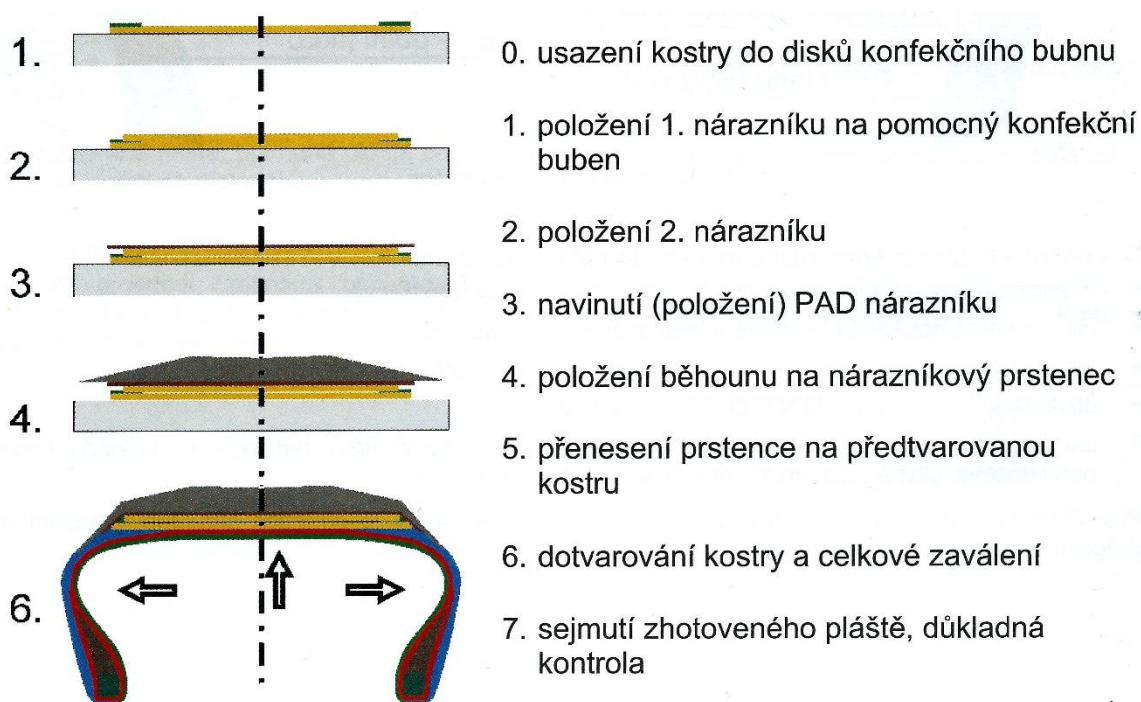
Dále se buben natočí pro navinutí druhého ocelového nárazníku. Spoj je opět proveden automaticky a zkontrolován konfekcionérem.

Poté se konfekční bubny otočí o 180°. Tím si vymění pozice. Na prvním bubnu, kde je navinutý ocelový nárazník, se automaticky navine spirála polyamidového nárazníku. Na druhém bubnu se souběžně navíjí oba ocelové nárazníky dalšího pláště. Na prvním konfekčním bubnu se po navinutí PAD nárazníku automaticky navine i běhoun. Poté se stanice opět otočí o 180° a konfekcionér ručně provede spoj běhounu. Běhoun je spojován natupo.

Dále najede nad buben transferring a přebere nárazníkový prstenec s běhounem. Buben se sklopí a transferring najede do mezipolohy. Kostra, která byla vytvořena na prvním stupni konfekce, se automaticky nasadí na tvarovací hlavy. Hlavy se mírně rozjedou a pevně tak upnou kostru. Transferring přenesení prstenec nad vydouvací hlavy. Na vydouvacím bubnu dojde k vytvarování kostry pláště a nárazníkový prstenec s běhounem se přilepí na kostru

pláště. Transferring se vrátí zpět do mezipolohy. Dále najedou horní a dolní zavalovací kladky, dolní kladky zavalují kraje běhounu a horní kladky zavalují korunu.

Poté, co zavalovací kladky dokončí zavalování, transferring odebere surový plášť z tvarovacích hlav a přenesse ho na odváděcí dopravník. Dopravník transportuje surový plášť k emulgačnímu stroji, kde se vystříká vnitřek pláště, čímž se zabráňuje přilepení pláště k membráně a zajišťuje snadnější klouzání vulkanizační membrány po vnitřním povrchu pláště. [3]

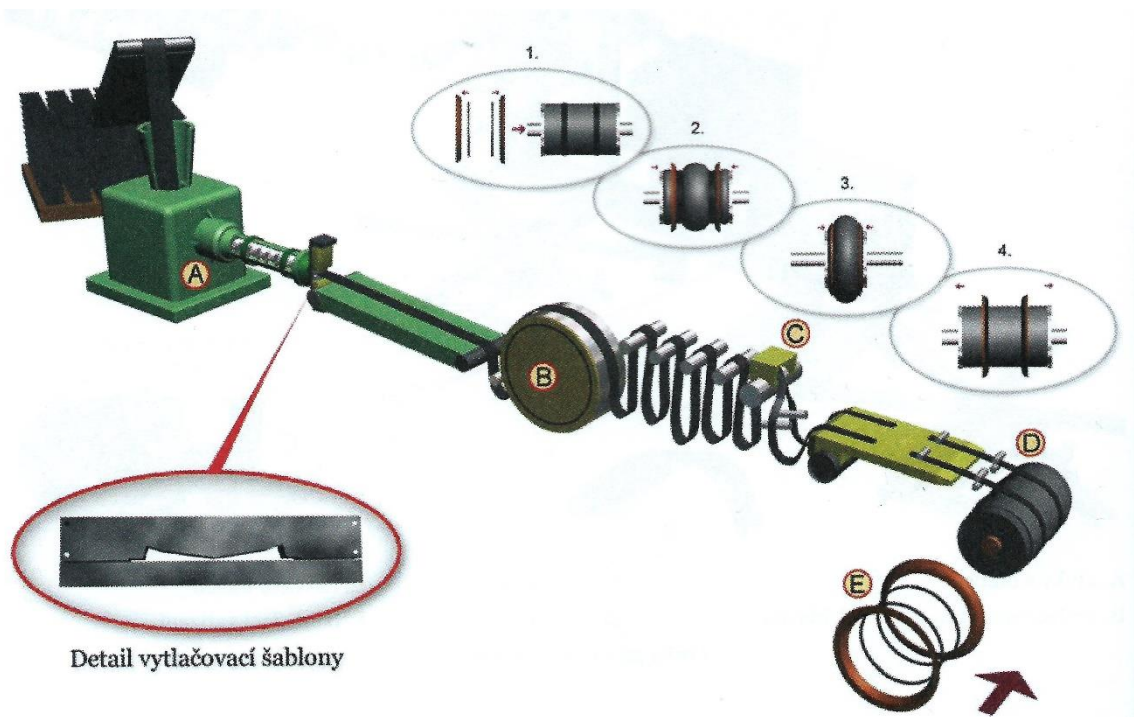


Obrázek 9: 2. stupeň konfekce radiálních plášťů [3]

2.2 Linka Apex na jádrování lan

Návrh řezacího zařízení bude mít hlavní uplatnění u těchto strojů, kdy kaučuková směs připravena z 2. stupně míchání finální směsí je potřeba rozřezat na užší pásy, protože extrudery Apexových linek nepojmou celou šířku naskladněných směsí.

Vytlačovací stroj vytlačuje profil jádra pro dvě lana. Vytlačený profil putuje na temperační buben, kde dochází k vysrážení profilu. K plynulému chodu linky slouží smyčkový zásobník. Jádro je rozřezáno na dvě poloviny kotoučovým nožem s vyhříváním. Pracovní stůl s pojízdným zařízením a sekacím nožem upraví profil na požadovanou délku. Konfekční buben tvoří tvarovací membrána, na ní se navíjí vyrobené jádro. Na konfekční membránu se zavedou lana se separátory. Vydutím membrány dojde k obalení lana jádrem. [3]



Obrázek 10: Linka na jádrování lan APEX

A- vytlačovací stroj, B- Chladicí buben, C- řezací zařízení, D- konfekční buben, E- lana se separátory [3]

2.3 Nánosování

Kaučukové směsi vyžadují při nánosování zcela jiné podmínky než plastické hmoty. Kvalita výrobků závisí na mnoha činitelích. Směs musí mít správné složení a musí obsahovat především přísady, které usnadňují vytlačování, pokud ovšem zároveň nepříznivě neovlivní požadované vlastnosti výrobku. Směs musí být správně rozpracovaná před zavedením do stroje.

Nánosování kaučukových směsí na ocelové kordy, patří k důležitým operacím při výrobě pneumatik. Výztužný materiál je nutno opatřit vrstvou kaučuku, pro tyto účely: [4]

- **Izolace jednotlivých nití kordové nebo technické tkaniny**

Každé vlákno ocelového kordu musí být od sebe izolováno. Zaplnění vláken kaučukovou směsí musí být co nejvyšší a původní struktura podložky musí být zachována. Izolace zabraňuje vzájemnému tření o sebe a snižuje vývin tepla za jízdy. Taky zajišťuje požadovanou životnost pláště

- **Možnost konfekce pláště**

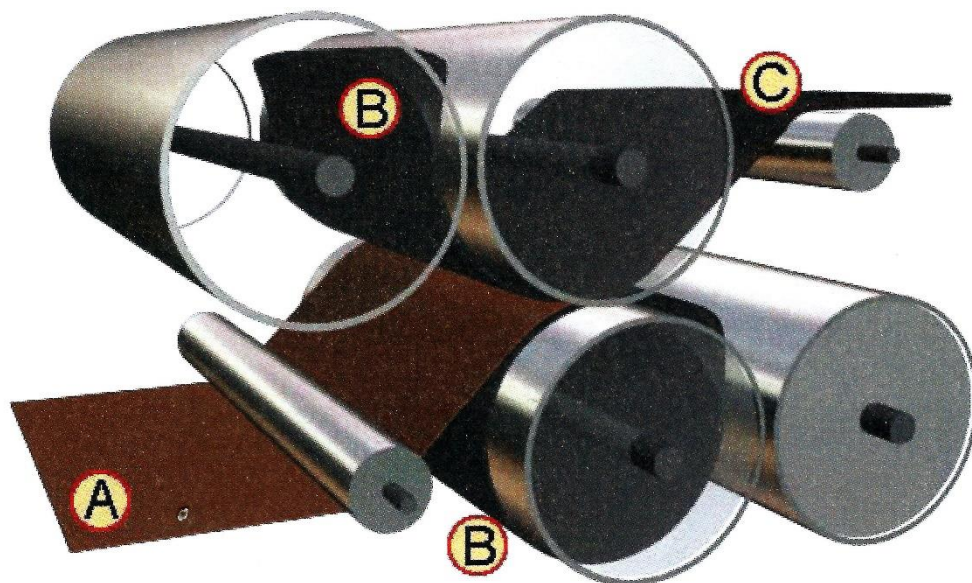
Při konfekci je nutné vrstvy výztužných materiálů spojit mezi sebou a také s ostatními polotovary. Toho se docílí lepivostí nanesené vrstvy kaučukové směsi

- **Elasticita kostry pláště**

Pryž zajišťuje elasticitu v kostře pláště. Podle požadované tuhosti se v různých částech používá různá tuhost nánosové kaučukové směsi

- **Ochranná vrstva**

U patních pásků a monofilů pryž tvoří vrstvu chránící samotný kord před poškozením při montáži na ráfek.

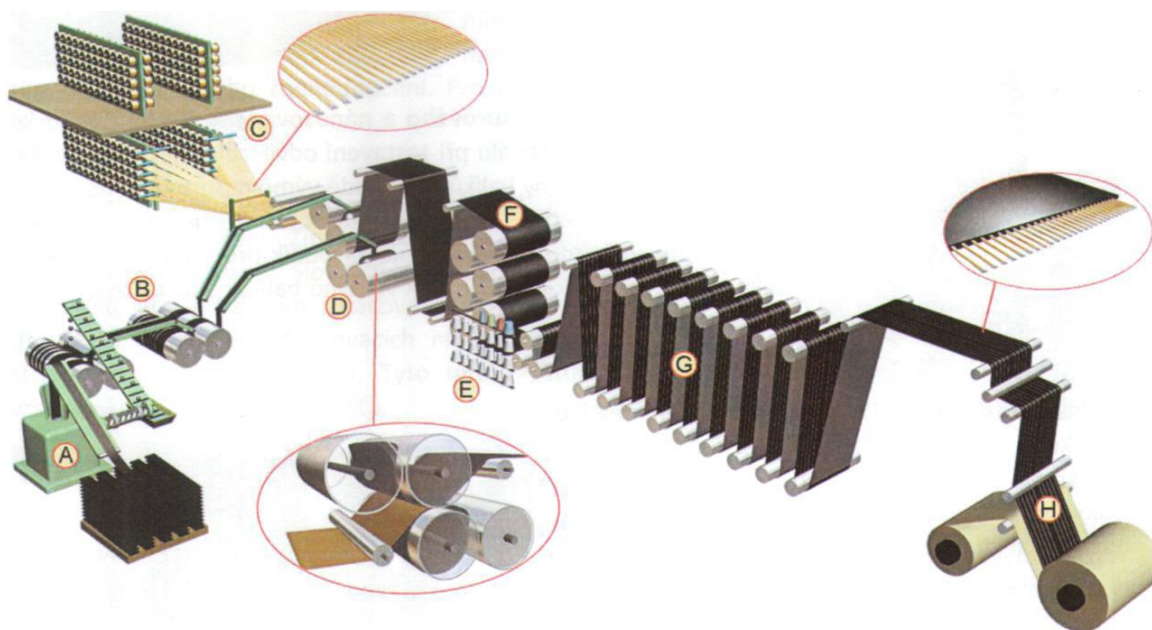


Obrázek 11: Princip nanášení kaučukové směsi na čtyřválcí

A- podložka (kord), B- kaučuková směs, C- podložka s oboustranným nánosem [3]

2.3.1 Nánosování ocelového kordu

Kaučuková směs je po ohřátí na dvouválci dopravena mezi dvě štěrbinu čtyřválece a vyválnovaná teplá fólie se nanáší na ocelový kord z obou stran. Běžná pracovní rychlost pogumování je nad 50 m/min. Pracovní šířka pogumovaného materiálu je až 1500 mm. Kordy jsou odvíjeny ze speciální cívečnice, která je vybavena elektromagnetickými brzdami. Ty zabezpečují dokonalé napnutí ocelového kordu. Prostor, kde jsou cívečnice uloženy, musí být klimatizovaný, aby na povrchu ocelových nití nevznikala vlhkost, která by způsobovala zhoršení adheze. Samotný čtyřválec je opatřen mosazným hřebenem s přítlačným drážkovacím válcem, který slouží k rovnoměrnému rozmístění ocelových nití na stanovenou dostavu. Rovnoměrné rozložení nití je velice důležité pro kvalitu pneumatiky. Speciální rotační nůž ořezává pogumovaný kord na požadovanou šířku. Poté se pogumovaný kord chladí soustavou válců a navíjí se do cívek spolu se separační fólií. [4]

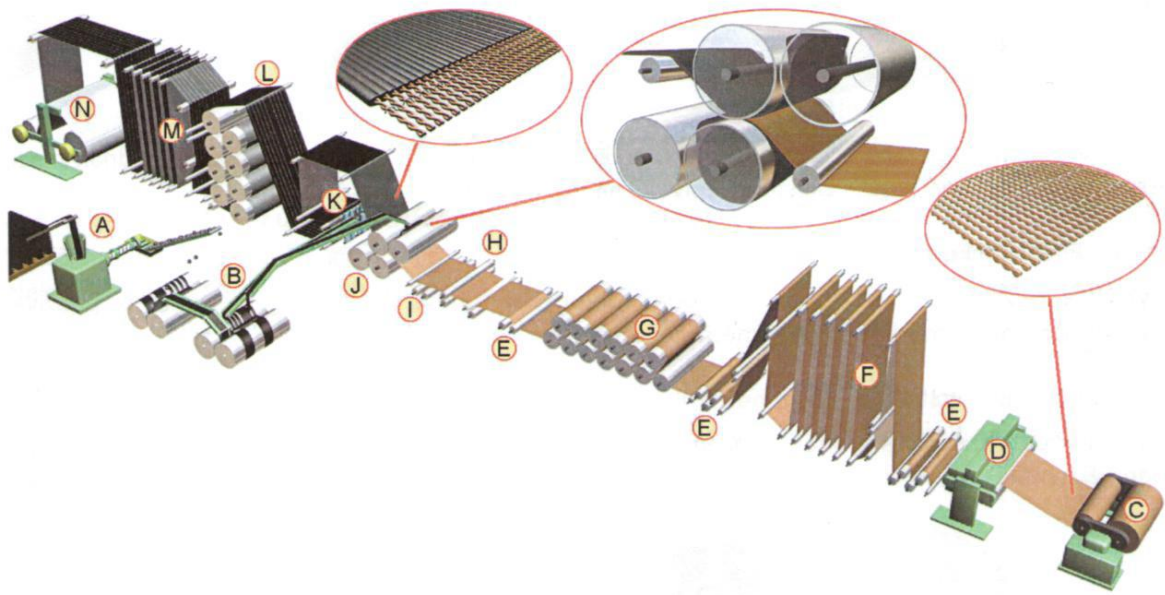


Obrázek 5: Linka pro oboustranné nánosování ocelového kordu

A – ohřívací extruder, B – ohřívací a zásobovací dvouválec, C – cívečnice, D – čtyřválec, E – pokládání nití, F – chladnička, G – zásobník pogumovaného kordu, H – navijecí stanice [4]

2.3.2 Nánosování textilního kordu

Moderní pogumovací linky umí pogumovat textil rychlostí až 90 m/min při produkční šířce 2100 mm. V odvíjecí stanici jsou umístěny 2 balíky textilie. Odtud jsou tažnými válci odvíjeny přes spojovací lis do zásobníku. Zásobník je soustava válců, které slouží k napínání kordu. Poté se kord odvíjí do sušičky, což je opět soustava válců, které jsou vyhřáté na teplotu 125°C. Dále pokračuje textilní kord mezi 2. a 3. válec čtyřválece. Mezi 1. a 2. stejně jako mezi 3. a 4. válcem se vytlačuje směs na pogumování. Takto pogumovaný textilní kord je ještě opatřen odvzdušňovacími nitěmi. Dále kord pokračuje do chladničky, kde se chladí na teplotu 25 až 30°C. Odtud kord pokračuje do napínacího zařízení, které slouží nejen k napnutí kordu, ale také jako zásobník při výměně cívky, do které je kord spolu se separační fólií navíjen. [4]



Obr. 6: Linka pro oboustranné nánosování textilního kordu [5]

A – ohřívací extruder, B – ohřívací a zásobovací dvouválec, C - odvíjecí stanice, D – parní spojovací lis, E – tažné válce, F – zásobník surového kordu, G - sušička, H – napínací zařízení, I – středící zařízení kordu, J – čtyřválec, K – pokládání nití, L – chladnička, M – zásobník pogumovaného kordu, N – navíjecí stanice [4]

2.4 Válcování

Technologický proces, kdy se ze směsi průchodem mezi dvěma válci vytváří pás, se nazývá válcování. Tloušťka pásu je daná mezerou mezi válci. Tento postup se používá k výrobě pásků a jader pro patní lana, různých výplní a profilovaných polotovarů. [4]

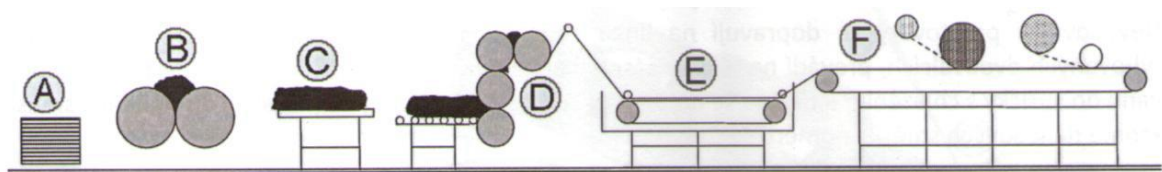
2.4.1 Strojní zařízení pro válcování polotvarů

Válcovací stroje dělíme podle počtu válců na dvouválce a víceválce. Dvouválec se nejčastěji používá k míchání, ohřívání nebo rozpracování směsi. Často slouží jako ohřívací a zásobovací dvouválec pro víceválcové stroje. Tříválec, čtyřválec, případně pětiválec se používají pro výrobu fólií, profilů a k nanášení. Platí, že čím tenčí a kvalitnější povrch chceme, tím větší počet válců musí mít válcovací zařízení.

Víceválcové stroje bývají součástí technologických linek, které bývají obvykle složeny z ohřívací a zásobovací soupravy, víceválce, chladícího, ohřívacího nebo navíjecího zařízení. [4]

2.4.2 Válcování profilu na čtyřválci

Válcování na čtyřválci (obr. 3) je starší metoda, která se používá pro výrobu nestandardních profilů. Provádí se na čtyřválci typu obrácené L. Směs rozehrátá a rozpracovaná na dvouválci pokračuje na čtyřválec. Aby byla směs vyválcována, musí být čtvrtý válec profilovaný a vyměnitelný. Konečný profil pokračuje přes chladicí dopravník a je navíjen do cívek se zábalem. Nevýhodou je malá produktivita a zdlouhavá výměna při změně sortimentu. [4]



Obrázek 7: Válcování profilu na čtyřválci

A – paleta s kaučukovou směsí, B – ohřívací dvouválec, C – svitek rozpracovaného materiálu, D – čtyřválec,
E – chladicí vana, F – navíjení polotovaru do cívky se zábalem

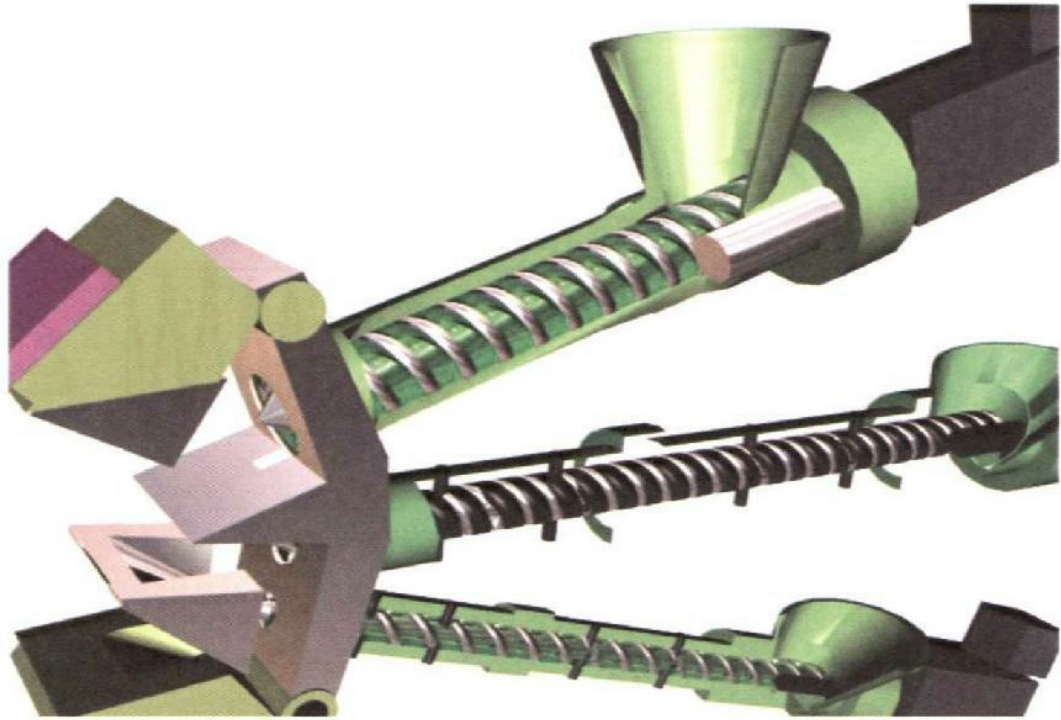
2.5 Vytlačování

Zařízení sloužící pro vytlačování plastů i kaučukových směsí, skládající se z pracovní a pohonné části. Stroje se dělí podle hlavní pracovní části na: [1]

- **pístové**
- **diskové**
- **šnekové**
 - jednošnekové
 - dvoušnekové
 - vícešnekové - s centrálním šnekem
 - bez centrálního šneku
- **speciální**

2.5.1 Šnekový vytlačovací stroj

Nejpoužívanější typ vytlačovacích strojů pro zpracování kaučukových směsí. Výroba tímto strojem je kontinuální, vytlačovaný profil je „nekonečný“ a umožňuje tak využití kontinuální výroby. Ostatní typy vytlačovacích strojů se pro zpracování kaučukových směsí téměř nepoužívají. Pístový stroj pracuje na principu Weisenbergova efektu, jenž se ovšem u elastomerních směsí nerozšířil. Těchto strojů se tak ve výjimečných případech využívá pro zpracování plastických hmot.[1]



Obrázek 8: Příklad vytlačovacího stroje se třemi šneky pro vytlačování sdužených profilů

Nejdůležitější částí vytlačovacího stroje je šnek. Pro vytlačování kaučukových směsí se používá jednochodých nebo dvouchodých šneků. Extrudery s krátkým šnekem ($L/D=4\div 5$) se zásobují přehřátou směsí ve tvaru pásků. Pro vytlačování přesných profilů jsou výhodnější stroje s dlouhými šneky ($L/D=15\div 20$), které jsou zásobovány studenou směsí nejčastěji ve formě pásků nebo granulátu. Studeného zásobování extruderů se pak obvykle používá ve spojení s kontinuální beztlakovou vulkanizací. Má-li se zajistit dokonale neporézní profil, používá se vakuových vytlačovacích strojů s jednou až třemi vakuovými zónami, kde se odstraní zachycený vzduch nebo těkavé látky ze směsi.[1]

2.5.2 Konstrukce vytlačovací hlavy

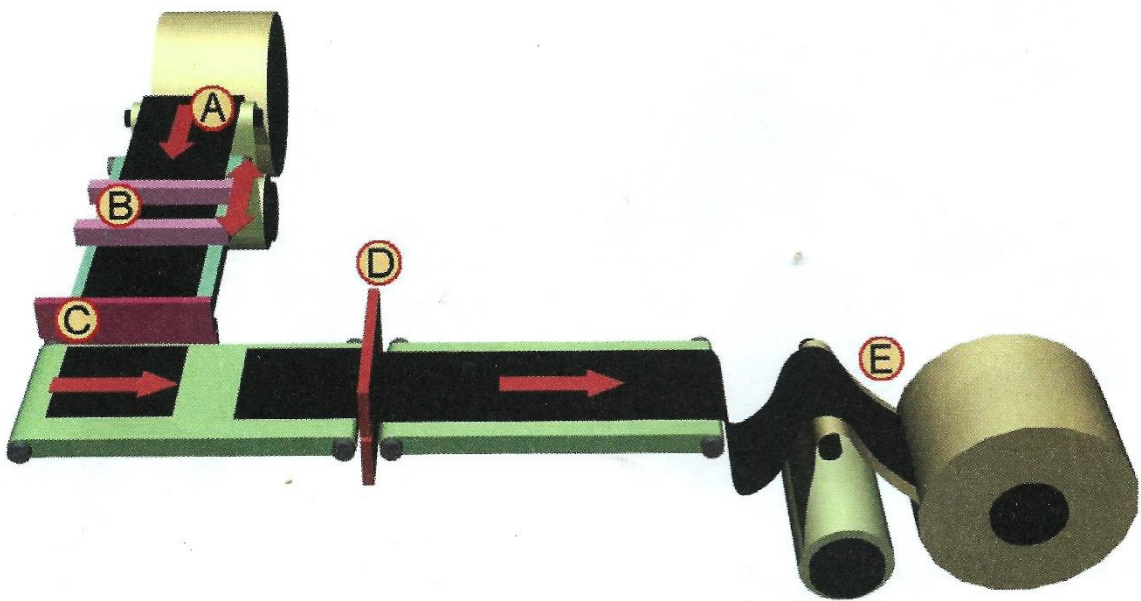
Hlava pro vytlačování koextruzních profilů je mnohem složitější než hlava pro jednoduché profily. Všechny materiály, jenž se současně vytlačují, musí mít stejnou rychlost a stejnou teplotu. Jednotlivé vrstvy by měly být po vytlačení co nejlépe spleené, například při vytlačování běhounů, aby nedocházelo během funkce výrobku k oddělování jednotlivých částí.[1]



Obrázek 9 : Řez sdruženou trojnásobnou vytlačovací “kladivovou“ hlavou s barevným vyznačením tokových kanálů

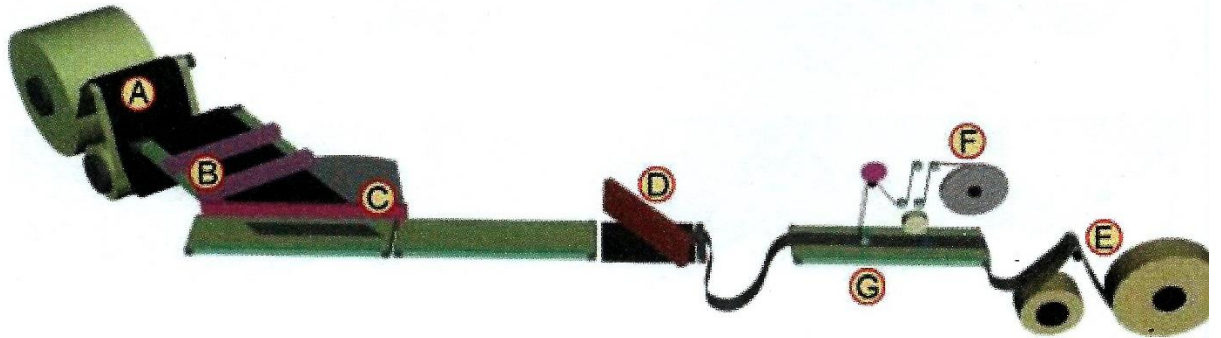
3 MECHANICKÉ DĚLENÍ VÝSTUŽNÝCH MATERIÁLŮ

Pogumované výstužné materiály se dále upravují řezáním, stříháním nebo sekáním. Účelem těchto operací je získat přesný rozměr a úhel řezu. V pneumatikářském průmyslu nám k tomuto účelu slouží různé typy řezacích, stříhacích nebo sekacích strojů. Dělení textilního materiálu se provádí kotoučovým nožem nebo gilotinou, ocelového materiálu gilotinou. Stroje mají nastavitelné úhly řezu. Pro nosný kord jsou úhly řezu $45^\circ - 90^\circ$. Pro nárazník pláštěů používáme úhel řezu 18° až 28° . Takto dělené dílce se ručně nebo mechanicky spojují v nekonečný pás, který je navíjen do kazet se zábalem. [3]



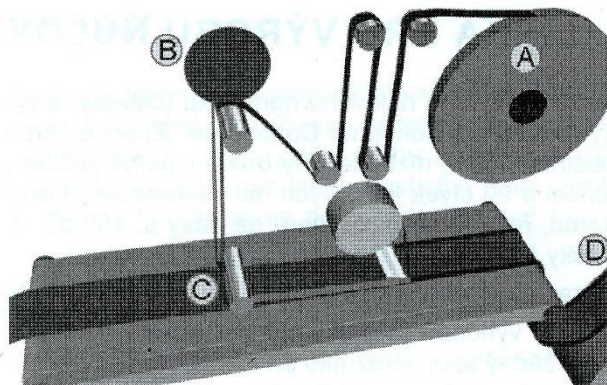
Obrázek 12: Linka pro dělení textilních materiálů

A- nánosovaný textilní kord, B- posuv materiálu, C- řezání kordu, D- spojování, E- navíjení do kazety



Obrázek 13: Linka pro dělení ocelového materiálu

A- nánosovaný ocelový kord, B- posuv materiálu, C- stříhání kordu, D- spojování, E- navíjení do kazety,
F- lemovací pásek



Obrázek 14: Detail lemování okrajů nárazníku

A- lemovací pásek navinutý v PE folii, B- řezání lemovacího pásku na dvě poloviny, C- lemování okrajů nárazníku, D- navíjení do kazety

3.1 Dělení řezáním

Při dělení výztužného materiálu řezáním se používají kotoučové nože různých velikostí. Materiál je dělen mezi kotoučovým nožem a železnou deskou, po které se nůž odvaluje. Tento princip je použit u konfekčních linek 2. stupně, při řezání ocelového nárazníku na požadovaný rozměr a úhel řezu.

3.2 Dělení sekáním

Tento princip se provádí na Gilotinových strojích. Stroj se skládá z pohyblivé části střižníku a pevné části střižnice. Materiál je v kazetách přivezen ke stroji. Odvíjecí zařízení přivádí materiál na dopravník a k střižnému stroji. Po odseknutí materiálu je dopravníkem odveden k dalším operacím. Používá se k dělení výztužných materiálů velkých šířek za účelem velké produktivity a úspory času.

4 SOUHRN

Kaučuková směs je zhotovena v 1. a 2. stupni míchaní směsi. Směs je uskladněna na paletách a odvezena k dalšímu zpracování. Ze směsi se na válcovacích, nánosovacích a vytlačovacích strojích zhotovují jednotlivé komponenty pneumatiky, ze kterých se konfekcionováním zhotovuje surová pneumatika. Na prvním stupni konfekce je zhotovena kostra pneumatiky. Ta putuje na dopravníku do druhého stupně konfekce. Mezi tím než manipulátor přemístí kostru na zavalovací buben, je na konfekčním bubnu navinut nárazníkový prstenec a běhoun pneumatiky. Manipulátorem je převeden na kostru pneumatiky a zavalovacím mechanismem sjednocen v surovou pneumatiku. Ta dále putuje na další zpracování. Při výrobě polotvarů je také nedílnou součástí mechanické dělení k dosažení přesných rozměrů. Dělení polotvarů se provádí na řezacích a sekacích strojích, které jsou zakomponovány ve výrobních linkách nebo jsou umístěny jako samostatné stroje.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

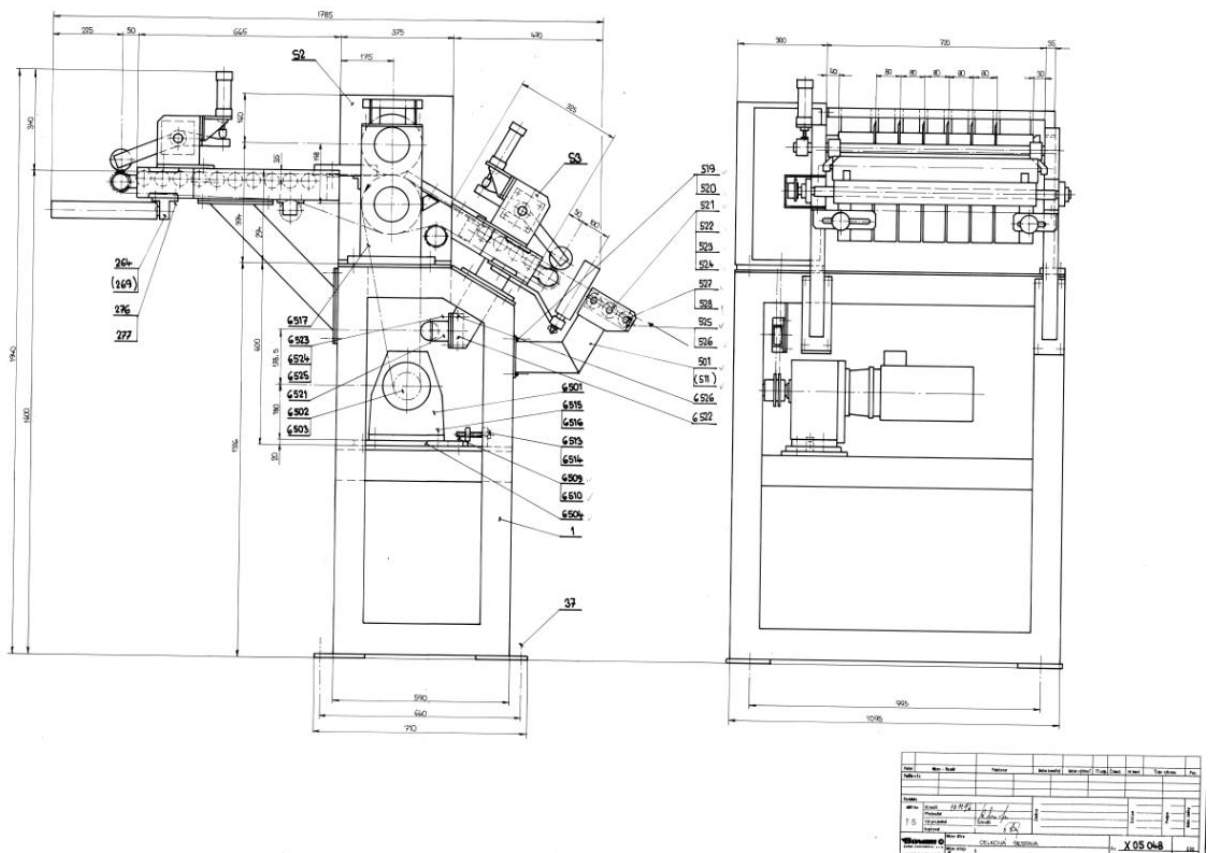
5 CÍL PRÁCE

Kaučuková směs je zhotovena v 1. a 2. stupni míchání směsi. Směs je uložena na paletách a přemístěna k jednotlivým strojům k dalšímu využití. Směs dodávanou k Apexové lince na jádrování lan je potřeba rozřezat na pásy menší šíře, jelikož ekstruder u linky nepojme celou šíří nerozřezané směsi. Ze směsi jsou vytvořeny jednotlivé části pneumatiky, které jsou konfekcionáním zhotoveny na surový plášť.

Cílem práce je navrhnout řezací stroj kaučukových směsí s efektivní změnou šířek řezných kotoučů.

6 STÁVAJÍCÍ STAV ŘEZACÍHO STROJE

Dodnes se kaučuková směs ve výrobním podniku Continental Barum s.r.o rozřezává na řezacím stroji zhotoveným od společností Prozax v roce 1996. Řezací zařízení má komplikovanou změnu šířek mezery mezi řeznými kotouči. Přestavení kotoučů je velmi zdolouhavé a pracné. Řezací zařízení ve výrobním podniku řeže pouze rozměry, které jsou předdefinované výrobcem. Tento stav je ve výrobním podniku nedostačující.



Obrázek 15: Sestava stávajícího stroje

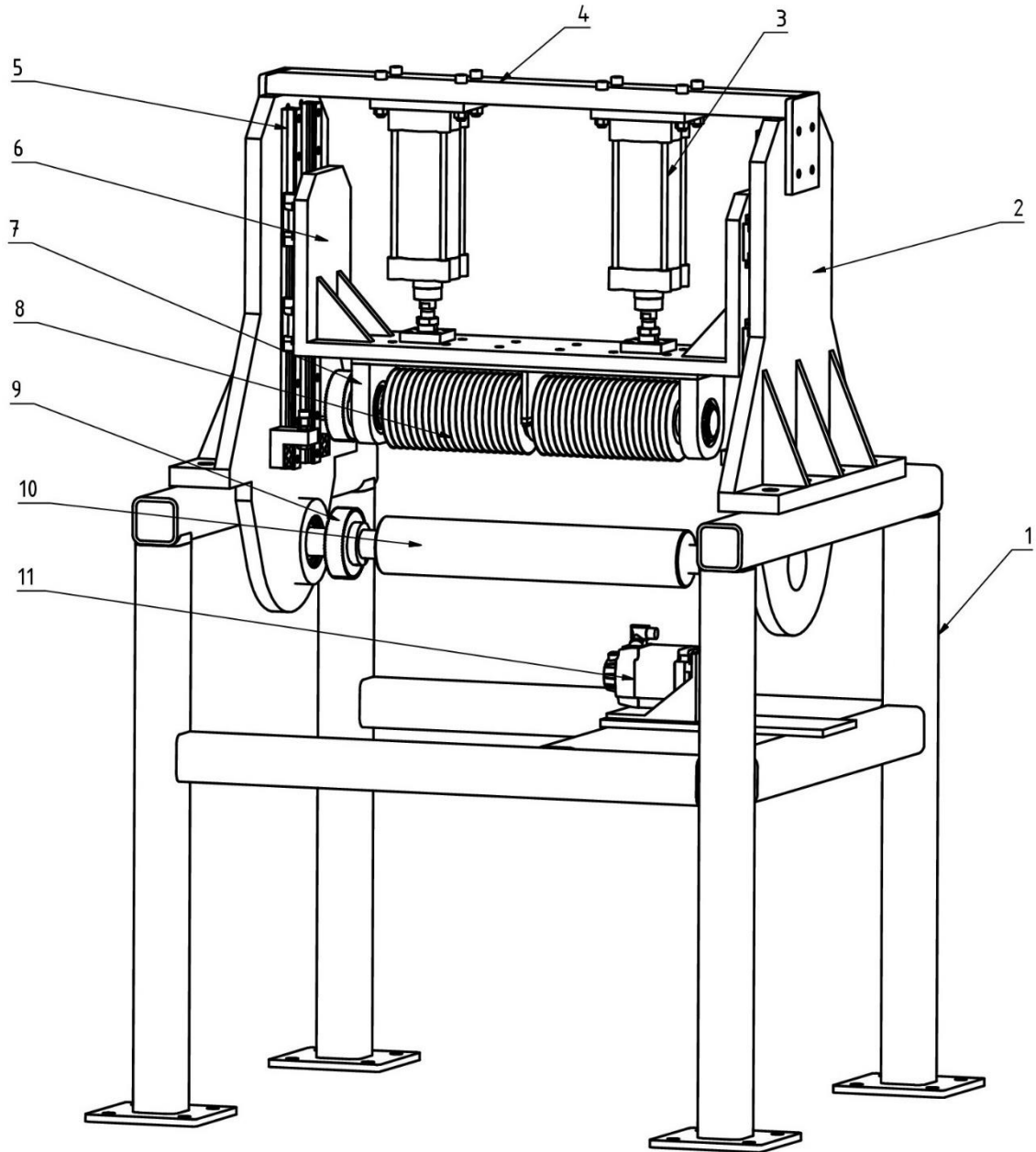


Obrázek 16: Řezací zařízení v provozu Continental Barum s.r.o

7 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ ŘEZACÍHO ZAŘÍZENÍ

Řezací zařízení umístěné na rámové konstrukci rozřezává kaučukovou směs na předdefinované šíře podle požadavků dalšího zpracování. K rozřezání směsi dochází mezi kotoučovým nožem a přítlačným válcem. Lineární pohyb rezných nožů je docílen lineárním vedením. Potřebnou sílu k rozřezání směsi zhotovují dva pneuválce umístěné mezi horní rámovou konstrukcí a pojízdným rámem stroje. Rotační pohyb přítlačného válce je přenášen přes klínoý řemen z elektromotoru upevněného na rámové konstrukci. Přes ozubené soukolí je rotační pohyb přenášen na hřídel s kotoučovými noži. Součástí stroje jsou výměnné rezné segmenty obsahující různé šíře mezi kotoučovými noži. Řezací segment je upevněn na pojízdný rám stroje pomocí šroubů. Podle požadavku dalšího zpracování kaučukové směsi jsou rezné segmenty měněny obsluhou stroje.

7.1 Schématický návrh řešení

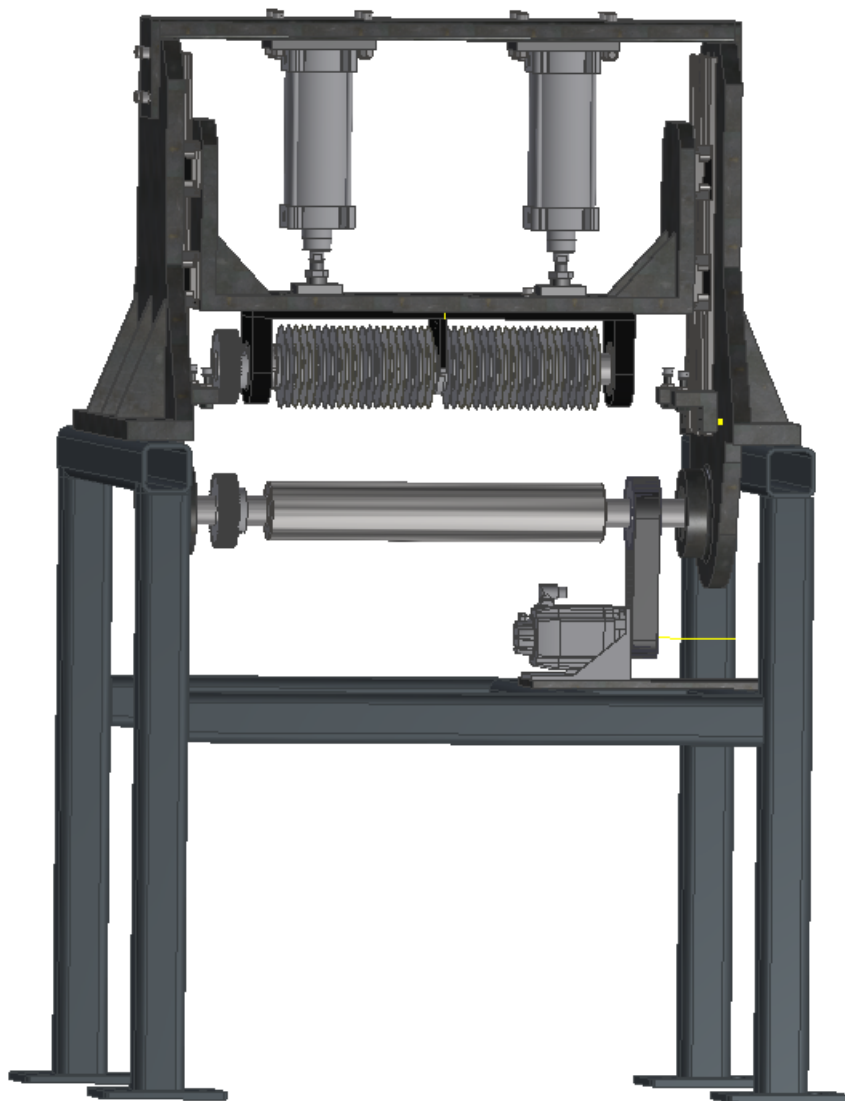


Obrázek 17: Schématický návrh řešení

- 1- Rámová konstrukce, 2- pevný rám stroje, 3- pneuválce, 4- upevnění pneuválce, 5- lineární vedení, 6- pojízdný rám, 7- výměnný řezací segment, 8- kotoučový nůž, 9- ozubené kolo hnací, 10- přítlační válec, 11- elektromotor

7.2 Konstrukční řešení

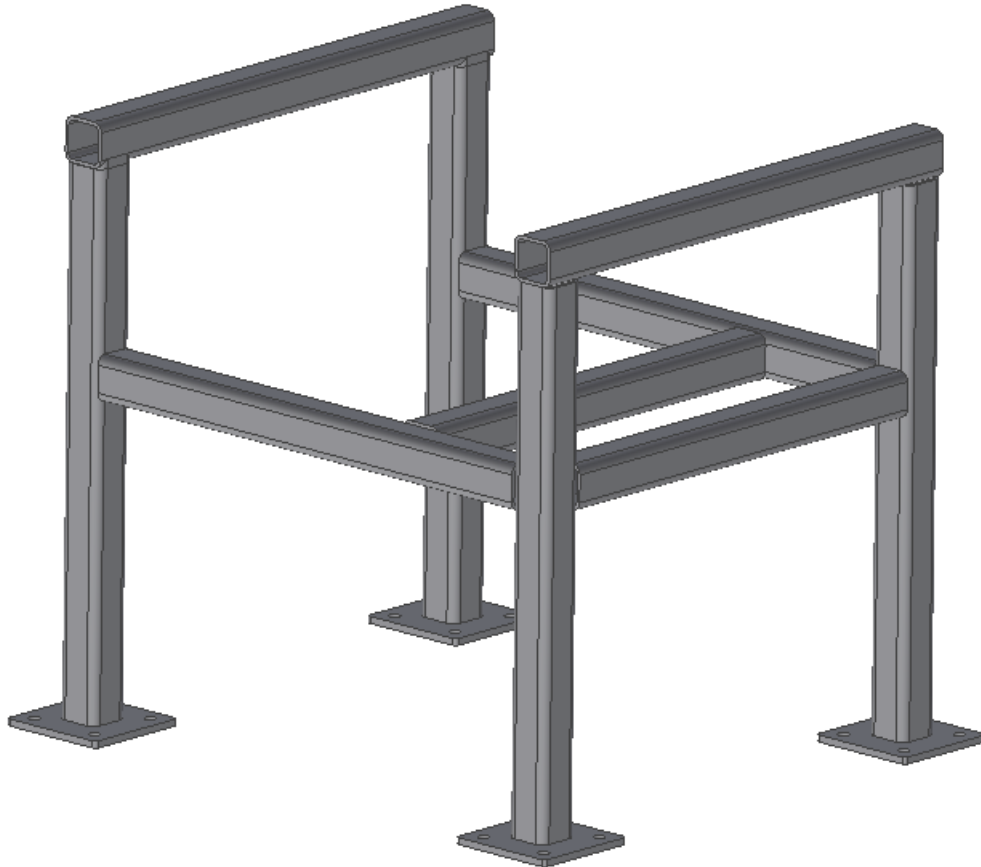
Popisuje jednotlivé dílce řezacího zařízení a jejich funkčnost.



Obrázek 18: Konstrukce řezacího zařízení

7.2.1 Rámová konstrukce

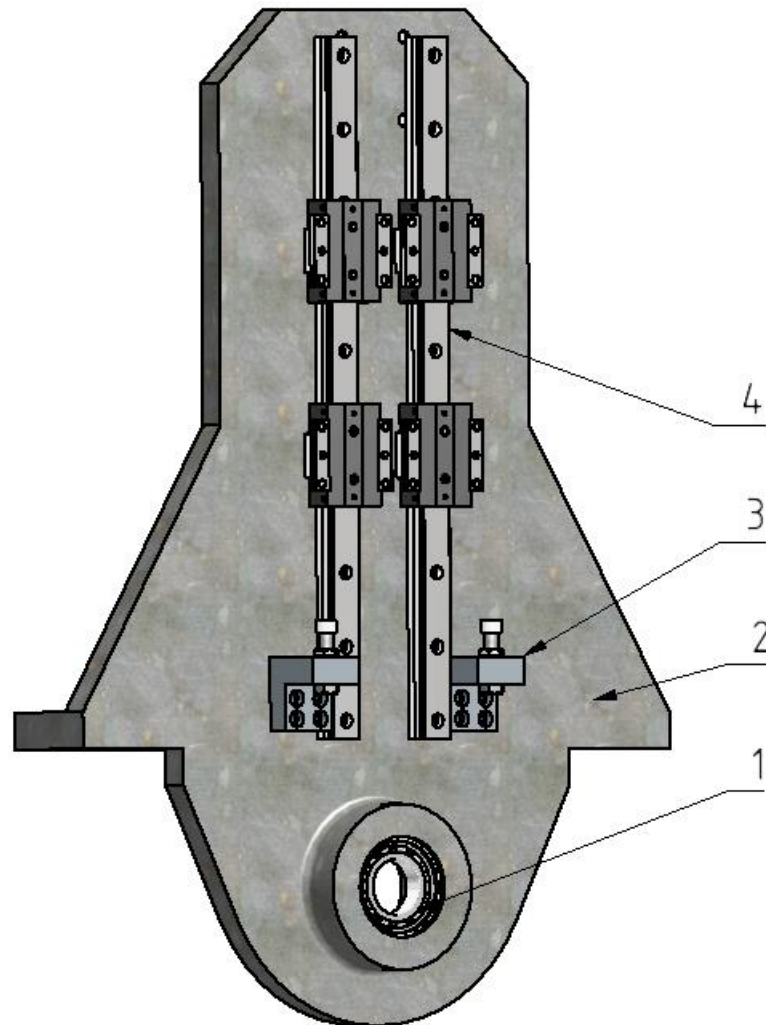
Rámová konstrukce je svařena z normalizovaných konstrukčních trubek čtvercového průřezu ISO 4019 o rozměrech 100 x100 mm a tloušťce stěny 8mm. Patky přivařené na koncích konstrukce jsou šrouby připevněny k zemi.



Obrázek 19: Rámová konstrukce

7.2.2 Pevný rám stroje

Pevný rám stroje je připevněn šrouby M32 x 2 x 160mm dle normy ISO 8765 na rámové konstrukci. Na pevném rámu jsou upevněny komponenty: lineární vedení, dvouřadé kuličkové ložisko 4212 a dorazové kostky.

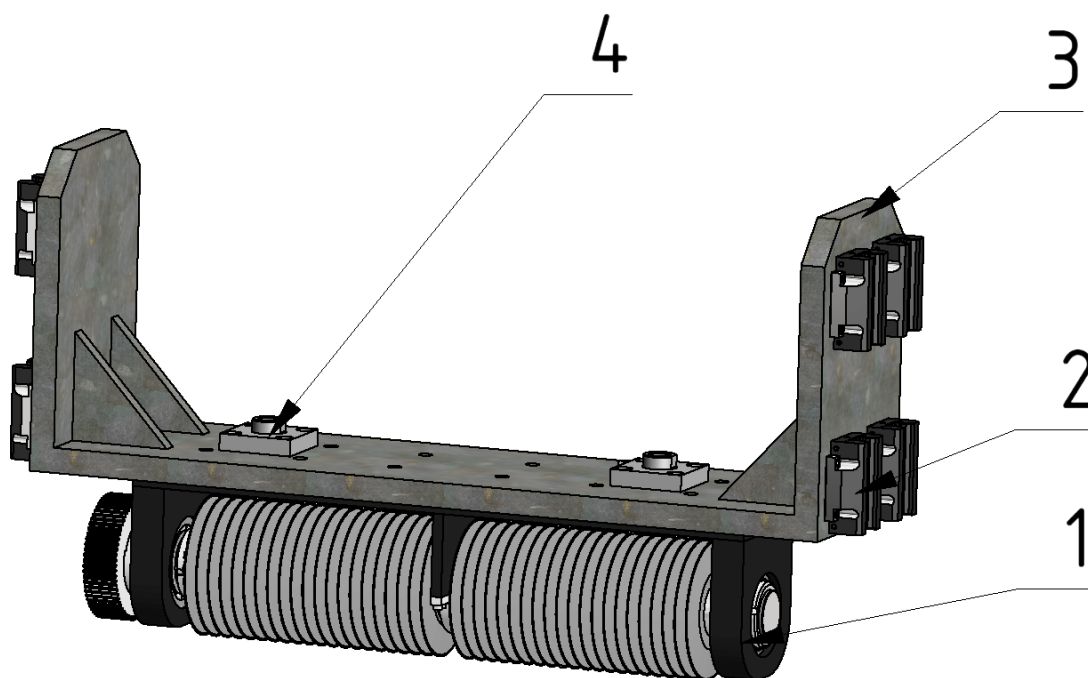


Obrázek 20: Pevný rám

1- ložisko 4212, 2- pevný rám, 3- dorazové kostky, 4- lineární vedení.

7.2.3 Pojízdný rám

Pojízdný rám slouží jako unašeč řezných segmentů. Lineárními ložisky je umístěn na lineárním vedením, které umožňuje pouze posunutí v ose Y. Pístnice pneuválce je upevněna v normalizovaných držácích FESTO.

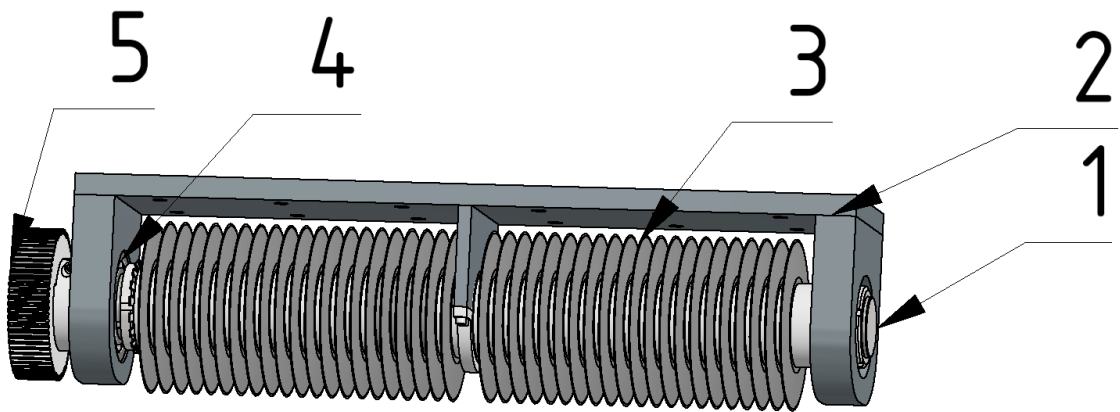


Obrázek 21: Pojízdný rám

1- řezný segment, 2- lineární ložisko, 3- pojízdný rám, 4- uchycení pístnice pneuválce.

7.2.4 Řezací segment

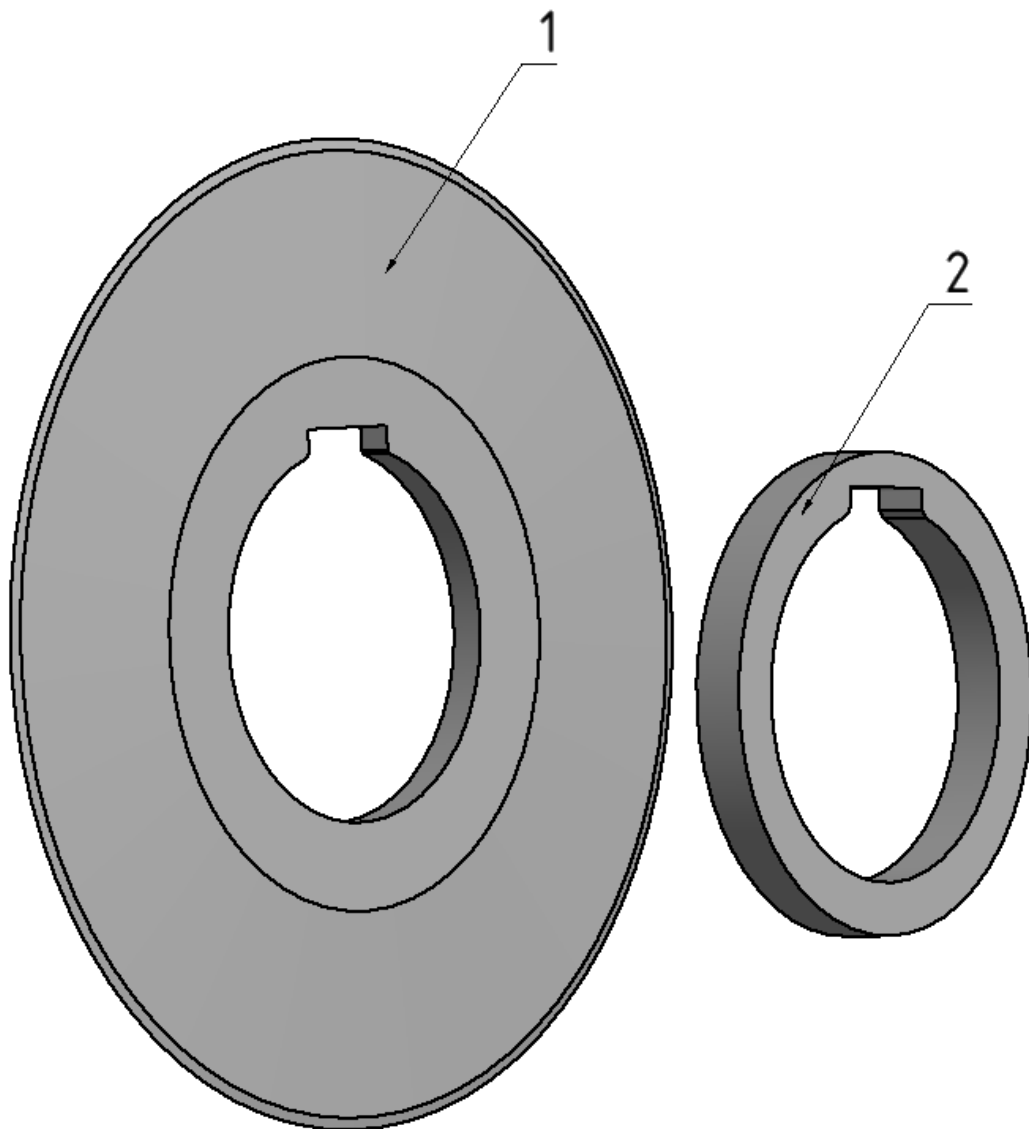
Řezací segment upevněný šrouby k pojízdnému rámu slouží jako konstrukce uložení kotoučových nožů a hřídele uložené v ložiscích. Ozubené kolo přenáší rotační pohyb z přítlačného válce.



Obrázek 22: Řezací segment 1- hřídel, 2- uložení hřídele, 3- kotoučový nůž, 4- ložisko 4212, 5- ozubené kolo

7.2.5 Kotoučové nože

Kotoučové nože jsou vyrobeny z nástrojové oceli třídy 19. Mají teflonovou povrchovou úpravu k dosažení co nejmenší třecí síly mezi nožem a řezaným materiálem. Volné otáčení na hřídeli je zamezeno perem těsným. Mezeru mezi kotouči vymezují distanční vymezovací kroužky podle požadavku šířky řezu.

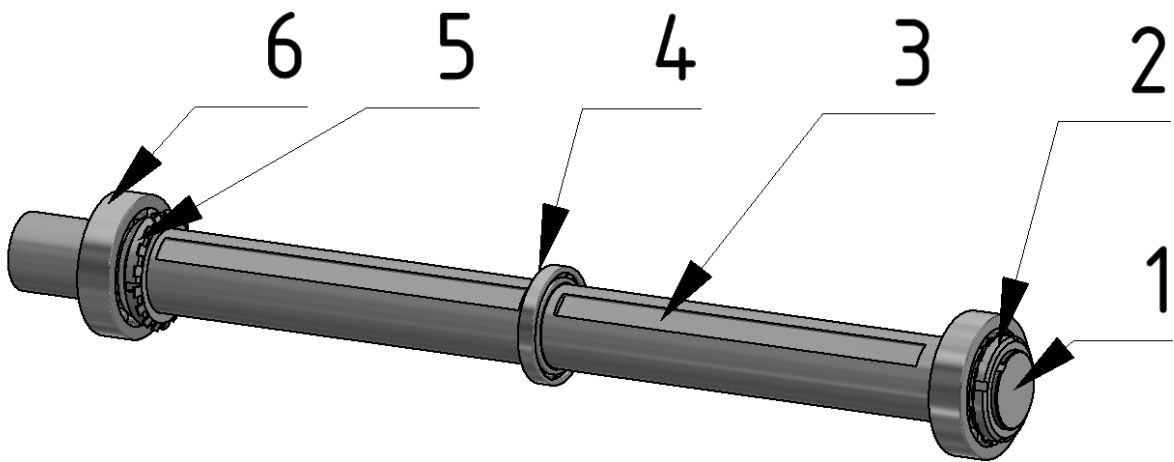


Obrázek 23: Kotoučový nůž

1- kotoučový nůž, 2- vymezovací kroužek

7.2.6 Hřídel segmentu

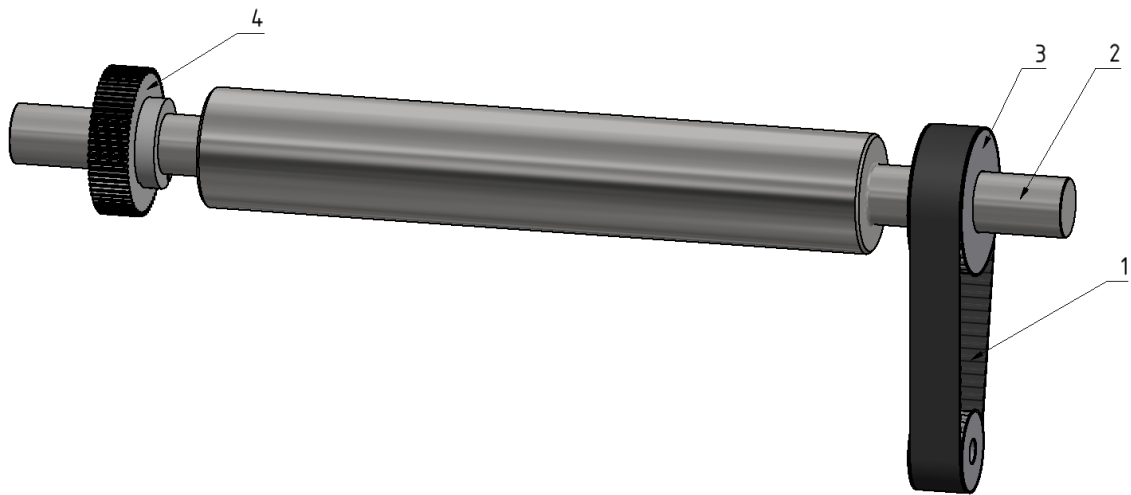
Přenáší rotační pohyb z přítlačného válce pomocí ozubeného soukolí. Je uložena v dvouřadých kuličkových ložiscích ISO 15:2011 typu 4212 a v místě největšího průhybu hřídele jednořadým kuličkovým ložiskem ISO 15:2011 typu 61913. Na průměru hřídele 60mm je závit pro KM matici, která zamezuje posunutí hřídele v ose X. Druhá strana hřídele je na ložisku nalisována s přesahem z důsledku teplotní dilatace. Na průměru 64mm je závit pro KM matici, která dotahuje kotoučové nože a zamezuje jejich posunutí v ose X. V místě uložení kotoučových nožů jsou vyfrézovány drážky pro pera těsná.



Obrázek 24: Hřídel segmentu 1- hřídel, 2- KM matice M60, 3- drážka pro pero, 4- ložisko 61913, 5- KM matice M64, 6- ložisko 4212

7.2.7 Přítlačný válec

Je vyroben ze stejného materiálu jako kotoučové nože, aby nevznikalo otupené ostří a v opačném případě vyrývání drážek do přítlačného válce. Funkční část broušena. Uložen ve dvouřadých ložiscích ISO 15:2011 typu 4212. Rotační pohyb je zprostředkován přes řemenové kolo, které přes klínový řemen přenáší rotační pohyb z elektromotoru. Na levé straně válce je upevněno ozubené kolo, které přenáší rotační pohyb na hřídel segmentu.

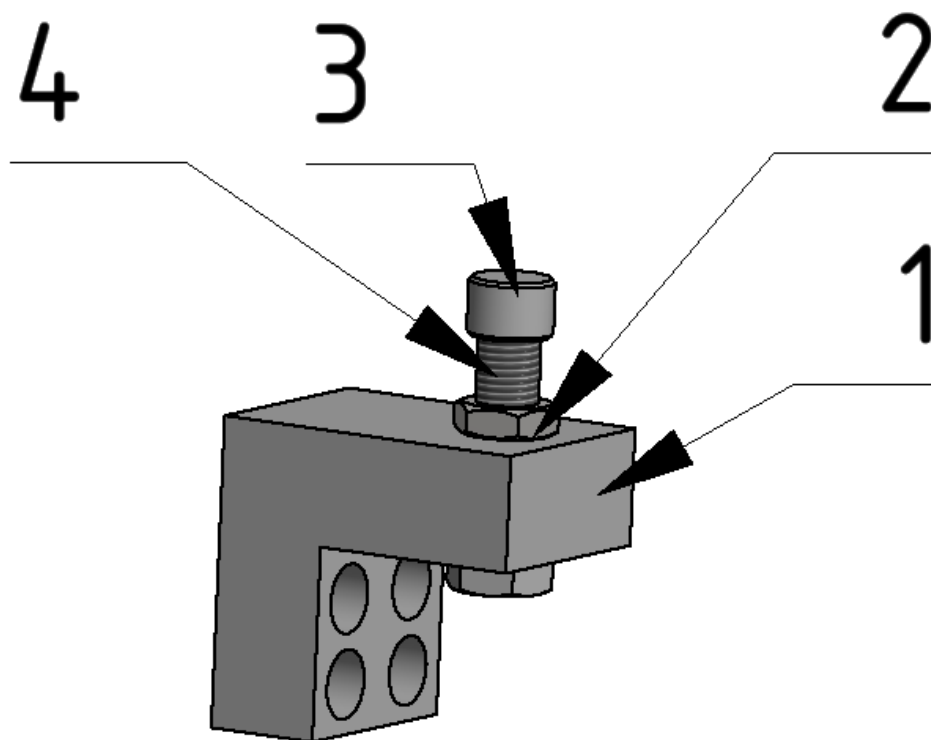


Obrázek 25: Přítlačný válec

1- klínový řemen, 2- přítlačný válec, 3- řemenové kolo, 4- ozubené kolo

7.2.8 Doraz pojízdného rámu

Aby nedošlo k destrukci stroje a zničení kotoučových nožů, je na pevném rámu připevněna čtyřmi šrouby dorazová kostka, která omezuje polohu řezného ústrojí. Šroub M16 x 65 slouží k donastavení polohy kotoučových nožů vůči přítlačnému válci.

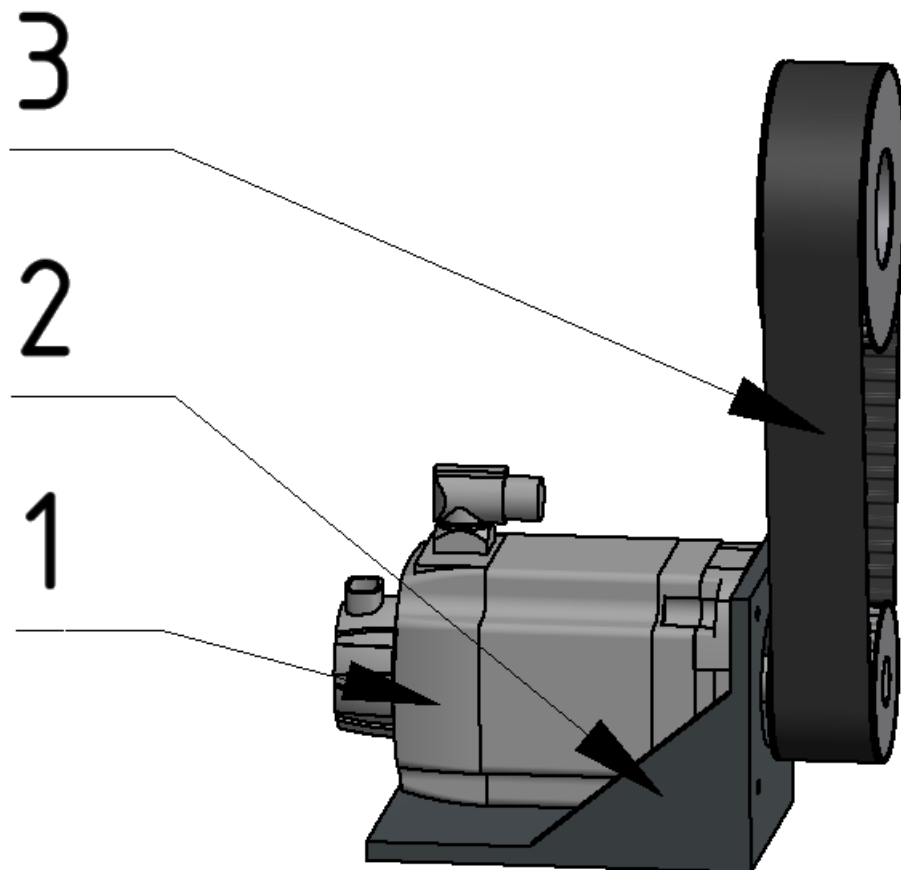


Obrázek 26: Doraz

1- dorazová kostka, 2- pojistná matice, 3- dosedací příruba, 4- nastavovací šroub M16

7.2.9 Rotační pohon stroje

Krouticí moment přenášený na klínový řemen je vyvozen z elektromotoru od výrobce SIEMENS o výkonu 2500W. Elektromotor je upevněn v držáku motoru.

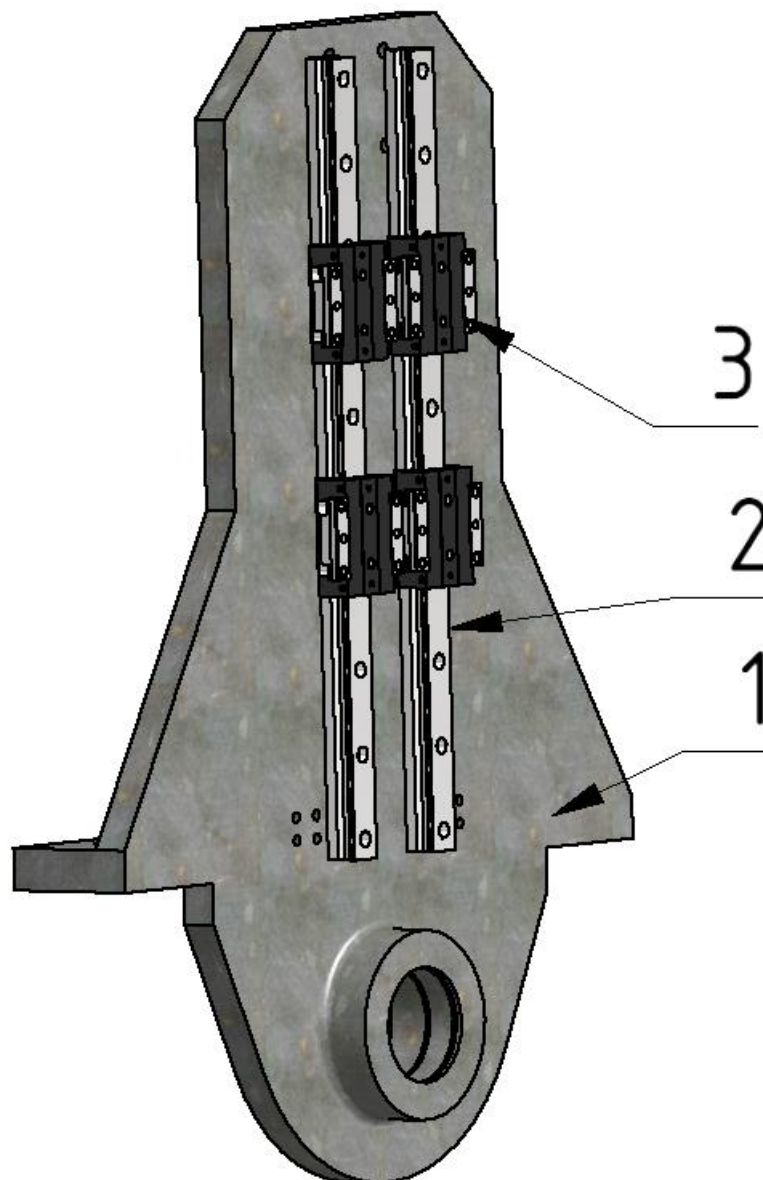


Obrázek 27: Elektromotor

1- elektromotor, 2- držák , 3- klínový řemen

7.2.10 Přímočarý pohyb pojízdného rámu

Lineární vedení od výrobce SKF připevněné k pevnému rámu zamezuje posunutí v ose X, Z a rotaci ve všech osách. Slouží k příjezdu a odjezdu pojízdného rámu k přítlačnému válci v ose Y.



Obrázek 28: Lineární vedení

1- pevný rám, 2- lineární vedení, 3- vozík

7.2.11 Příkladná síla kotoučových nožů

Příkladnou sílu potřebnou k rozřezání kaučukové směsi kotoučovými noži vyvozují dva přímočaré pneumatické motory FESTO, každý o maximální přítláčné síle 7360N a zdvihu 320mm.



Obrázek 29: Přímočarý pneumatický motor

7.3 Pevnostní analýza konstrukčních prvků

Jednotlivé konstrukční prvky jsou zatíženy silou, která je potřebná k důkladnému prořezání kaučukové směsi. Pevnosti analýza je provedena v programu Autodesk Inventor professional 2016.

7.3.1 Stanovení řezné síly

V laboratorních dílnách UTB Fakulty technologické byla pokusem zjištěna síla, která je potřebná k prořezání kaučukové směsi jedním kotoučovým nožem. Řezání je měřeno tlakovou silou N při rychlosti posuvu 2mm/s.

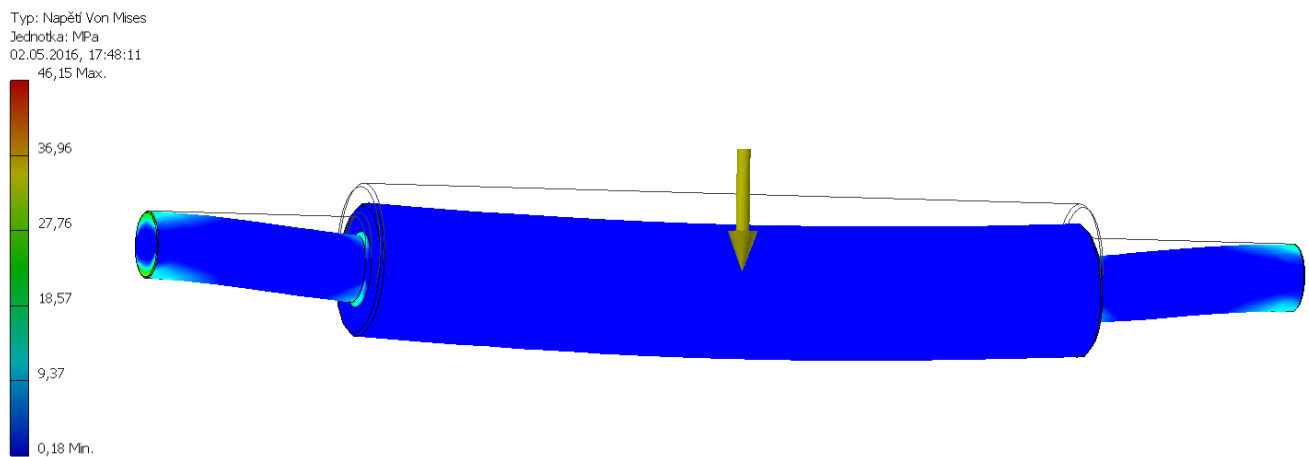
Měření	síla na pás N	síla N/cm
č.1	824	137,33
č.2	811	135,17
č.3	949	158,17
č.4	856	142,67
č.5	931	155,17
č.6	915	152,50

Tabulka 1: Stanovení řezné síly

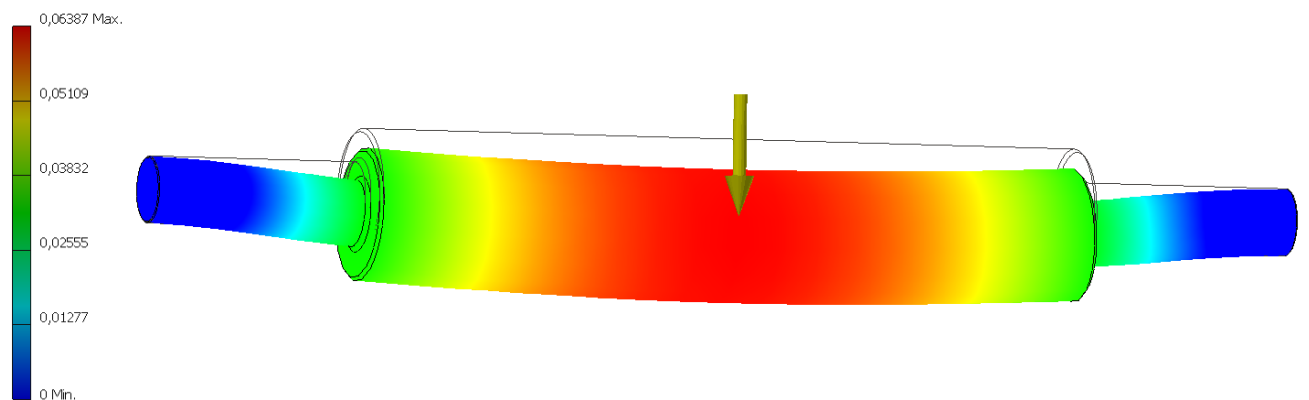
Pro výpočet navrhuji 200N/cm řezu při rezervě 25%.

7.3.2 Pevnostní analýza přítlačného válce

Při řezání kaučukové směsi na šířku 15mm je zapotřebí 40 kotoučových nožů. Tedy síla potřebná k rozřezání směsi je 8000N. Materiál hřídele je legovaná ocel o hustotě $7,730 \text{ g/cm}^3$. Maximální Von Misesovo napětí vyšlo 46,15 MPa a maximální průhyb 0,06mm. Výsledky vyhovují.



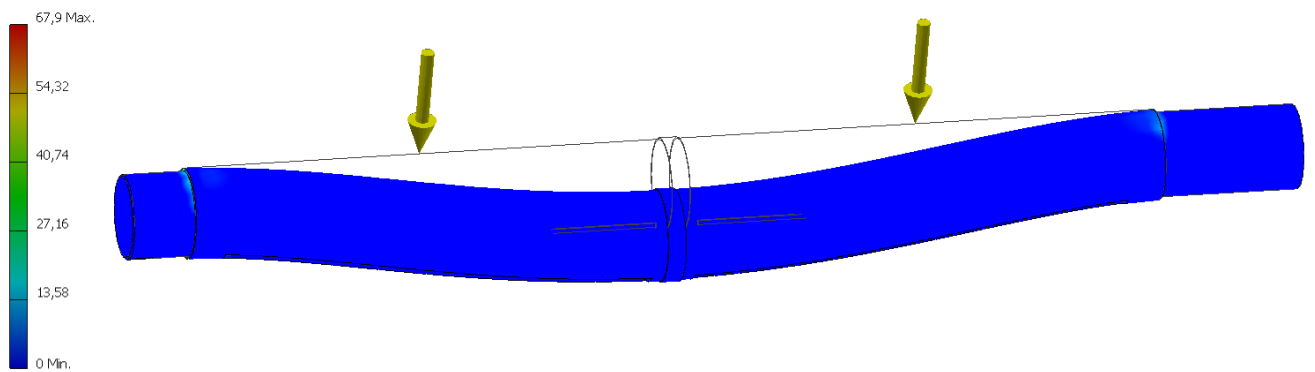
Obrázek 30: Přítlačný válec Von Mises



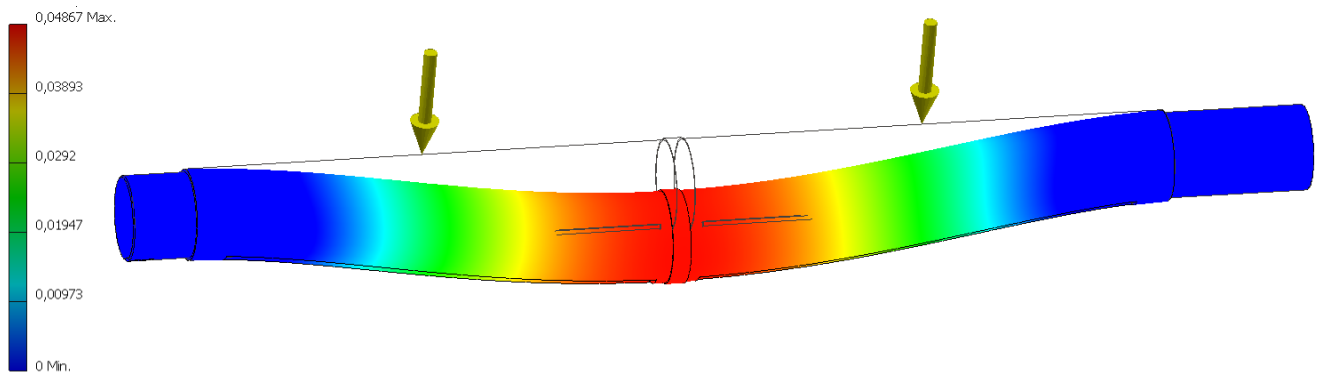
Obrázek 31: Přítlačný válec maximální posunutí

7.3.3 Pevnostní analýza hřídele výměnného segmentu

Hřídel je zatížena silou 8000 N, která je vyvozena ze 40 kotoučových nožů. Materiál hřídele je legovaná ocel o hustotě $7,730 \text{ g/cm}^3$. Maximální Von Misesovo napětí je 67,9 MPa a maximální průhyb 0.048mm. Výsledky vyhovují.



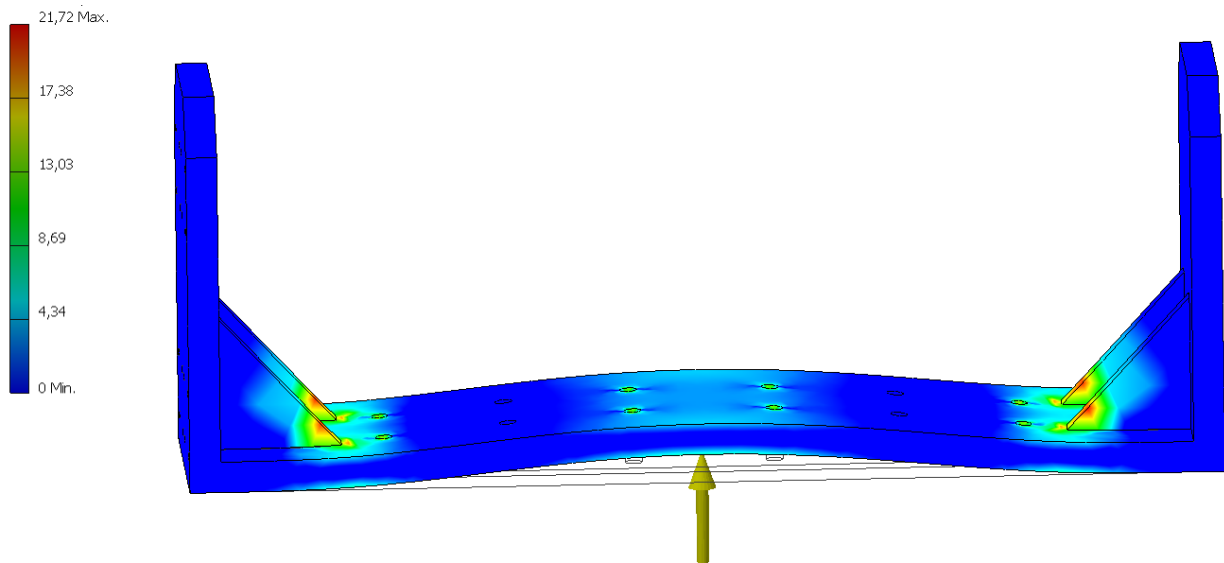
Obrázek 32: Hřídel segmentu Von Mises



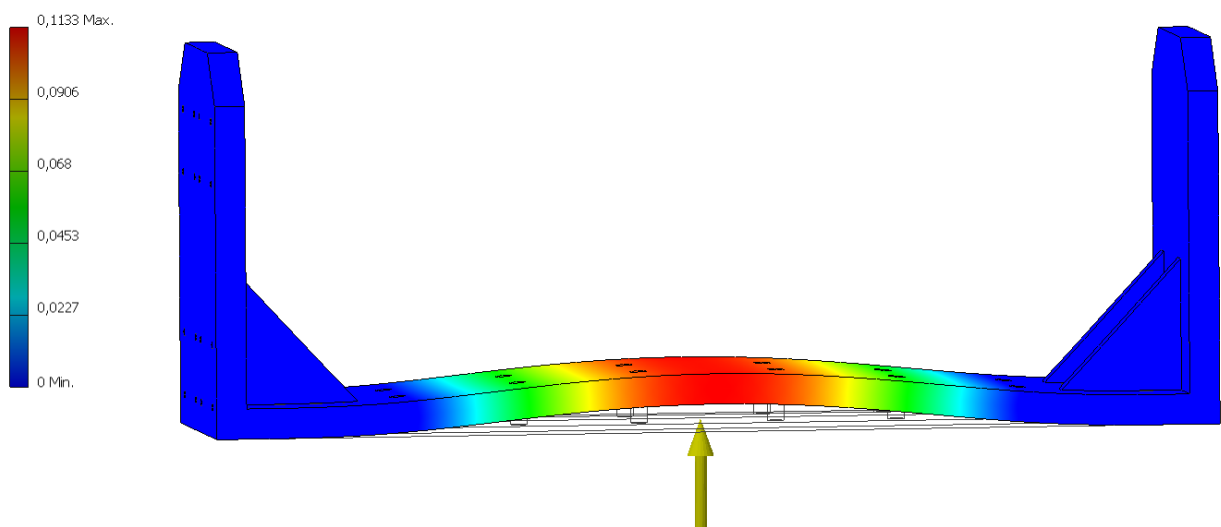
Obrázek 33: Hřídel segment průhyb

7.3.4 Pevnostní analýza pojízdného rámu

Rám vyroben z konstrukční oceli 11 373 která má zaručenou svařovatelnost. Jak i v předchozích analýzách je rám zatíženou silou 8000 N. Analýza je provedena bez přímočarých pneumatických motorů, které v této situaci slouží jako podpůrné členy. Výsledky analýzy jsou tedy naddimenzovány. Maximální Von Misesovo napětí je 21,7 MPa a maximální prohnutí 0,11 mm. Výsledky vyhovují.



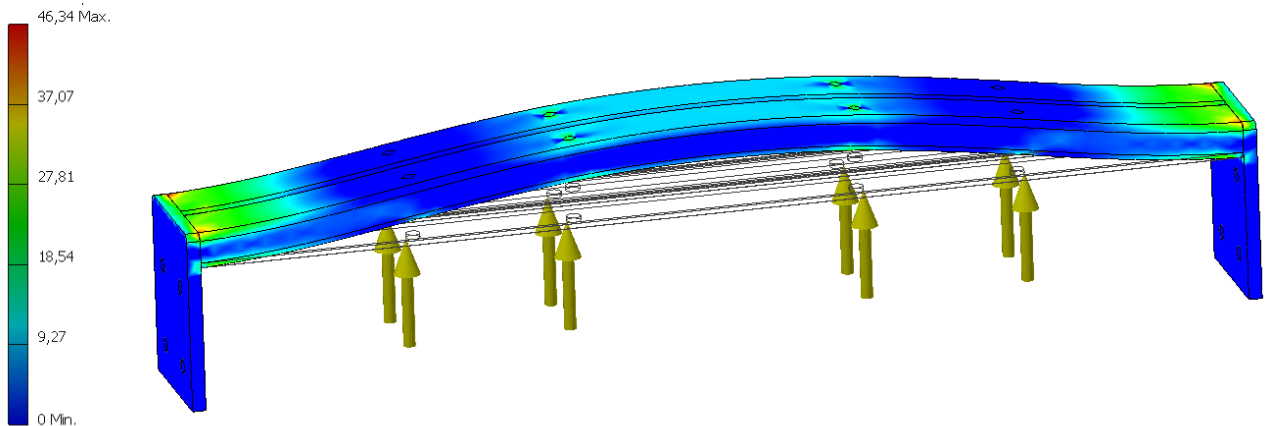
Obrázek 34: Rám pojízdný Von Mises



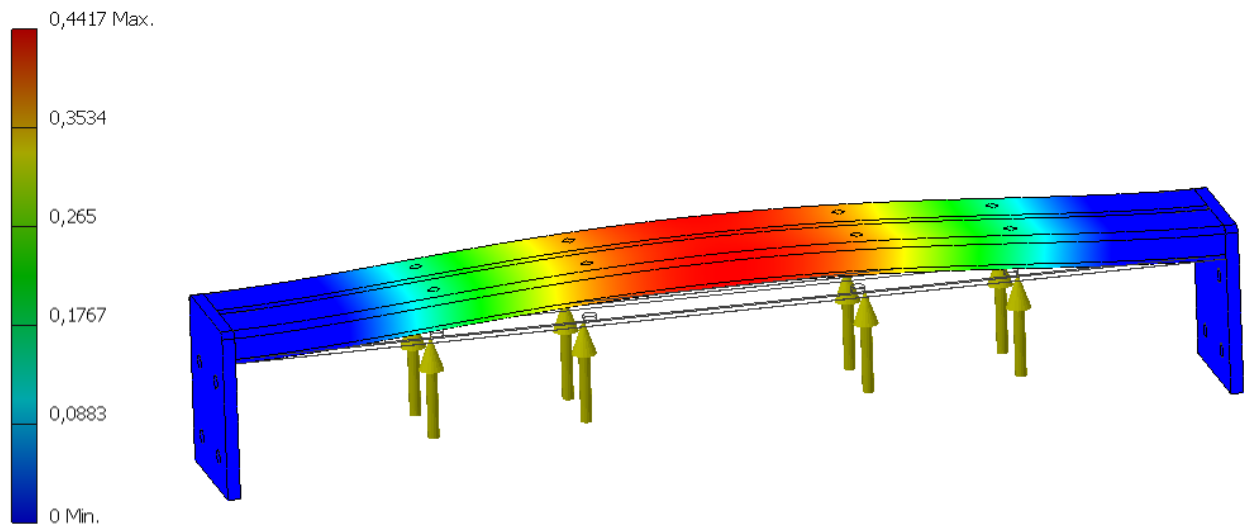
Obrázek 35: Rám pojízdný prohnutí

7.3.5 Pevnostní analýza horní podpěry přímočarých pneumatických motorů

Horní podpěra je vyrobena z normalizovaných konstrukčních profilu dle normy DIN EN 10210-2 o rozměrech 80 x 40 mm a tloušťce stěny 5mm. V podpěře jsou upevněny osmi šrouby M16 dva přímočaré pneumatické motory. Maximální Von Misesovo napětí je 46,3MPa a prohnutí 0,44mm. Výsledky vyhovují.



Obrázek 36: Podpěra Von Mises



Obrázek 37: Podpěra prohnutí

7.4 Kontrolní výpočet ložiska

Celková konstrukce řezacího zařízení se skládá ze 4 dvouřadých kuličkových ložisek dle normy ISO 15:2011 typu 4212. Předpoklad rychlosti řezání je 2m/s což odpovídá otáčkám $n = 80$ ot/min. Aby zvolená ložiska vyhovovala, musí se zkontrolovat na dynamickou únosnost. Z tabulek dynamická únosnost ložiska $C = 57200\text{N}$. Síla působící na ložisko $F = 8000\text{N}$ a index $p = 3$ pro ložisko s bodovým stykem. Životnost ložiska se stanoví ze vztahu (25).[7]

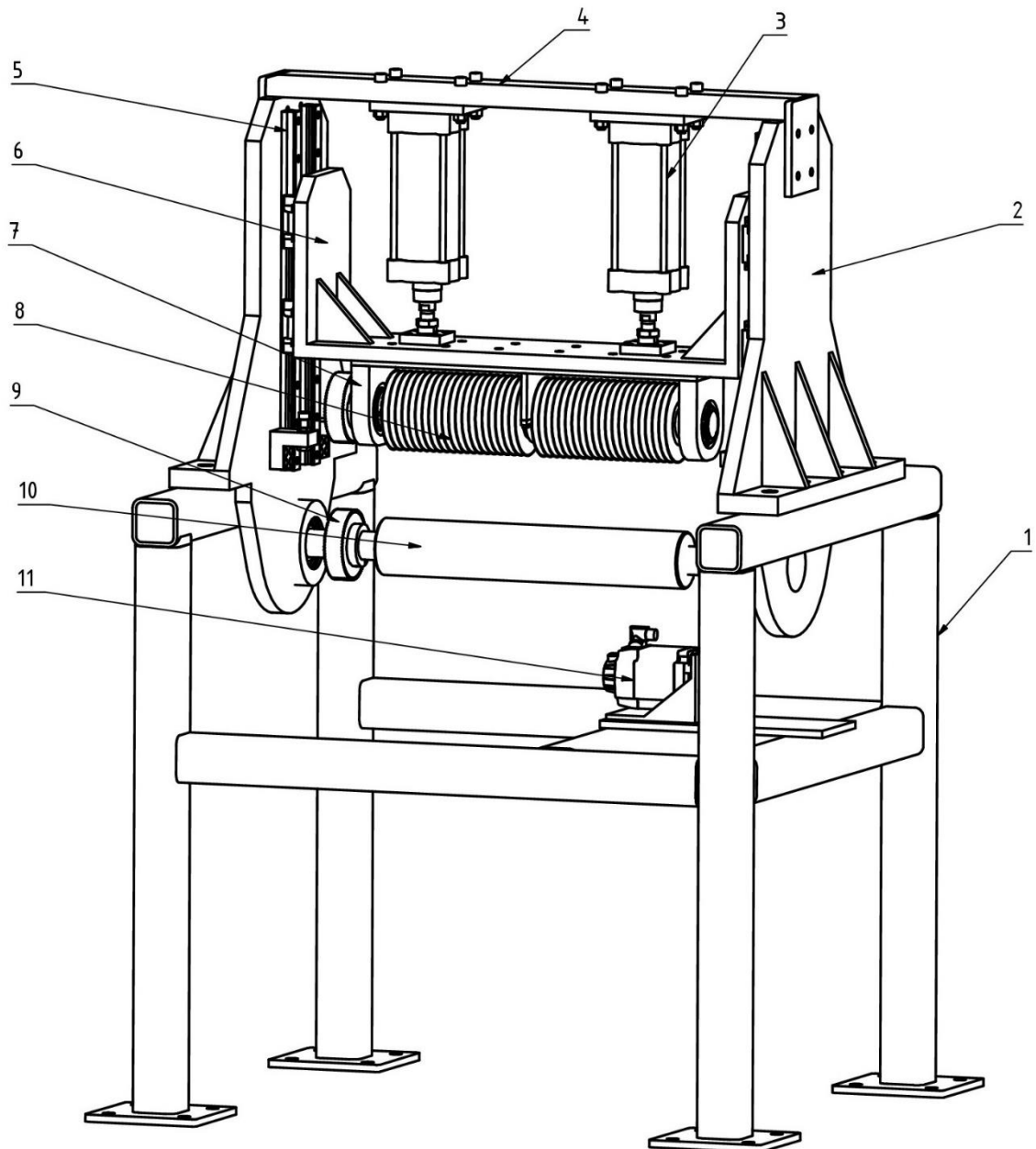
$$L_{10,h} = \left(\frac{C}{F}\right)^p \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n} \quad (25)$$

$$L_{10,h} = \left(\frac{C}{F}\right)^p \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n} = \left(\frac{57200}{8000}\right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 80} = 761512\text{hod}$$

Výpočtem stanovená životnost je 761512 hod.

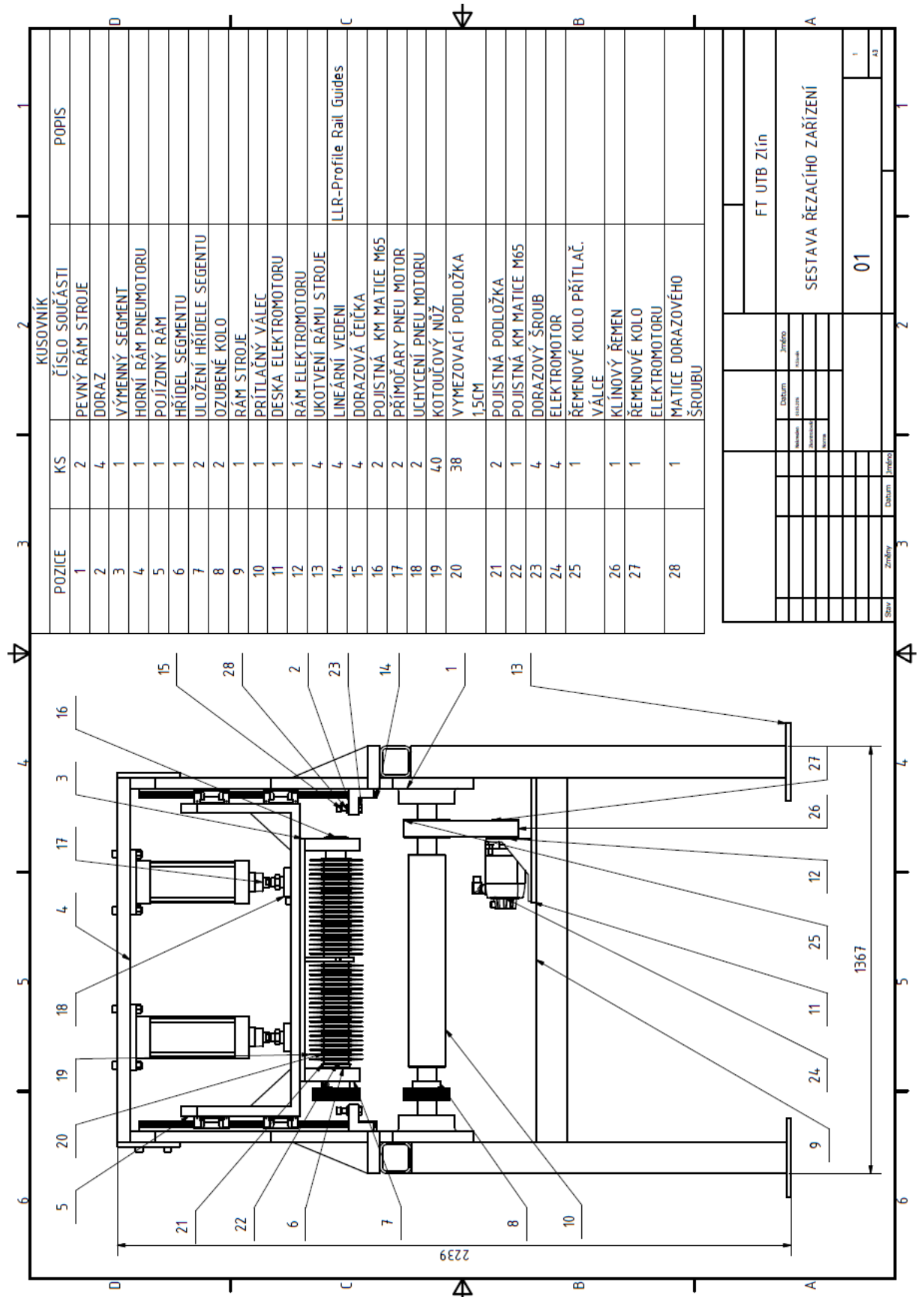
7.5 VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Na základě zpracovaného návrhu řezacího zařízení byla zhotovena výkresová dokumentace jednotlivých komponentů.

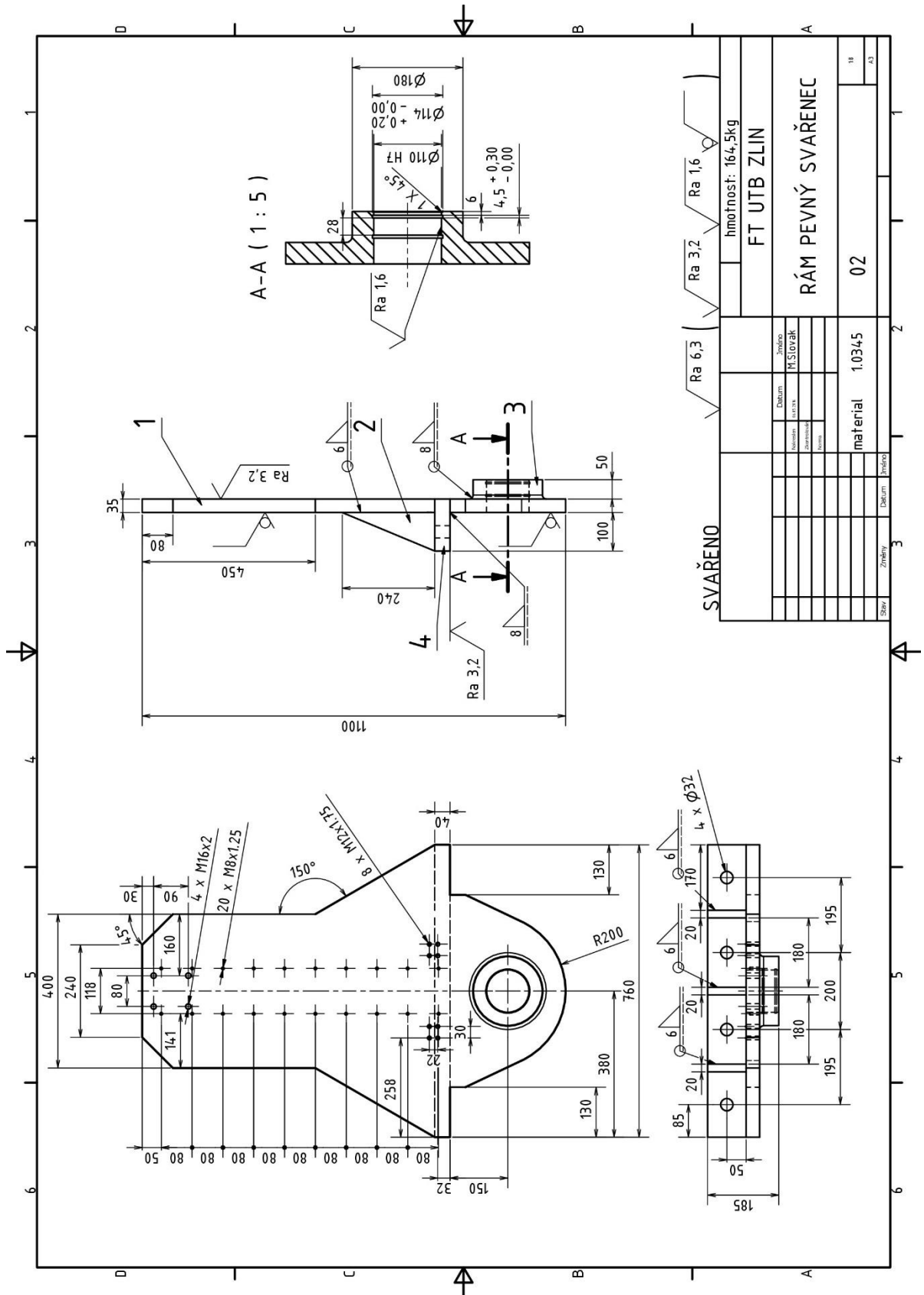


Obrázek 38: Schéma sestavy řezacího stroje

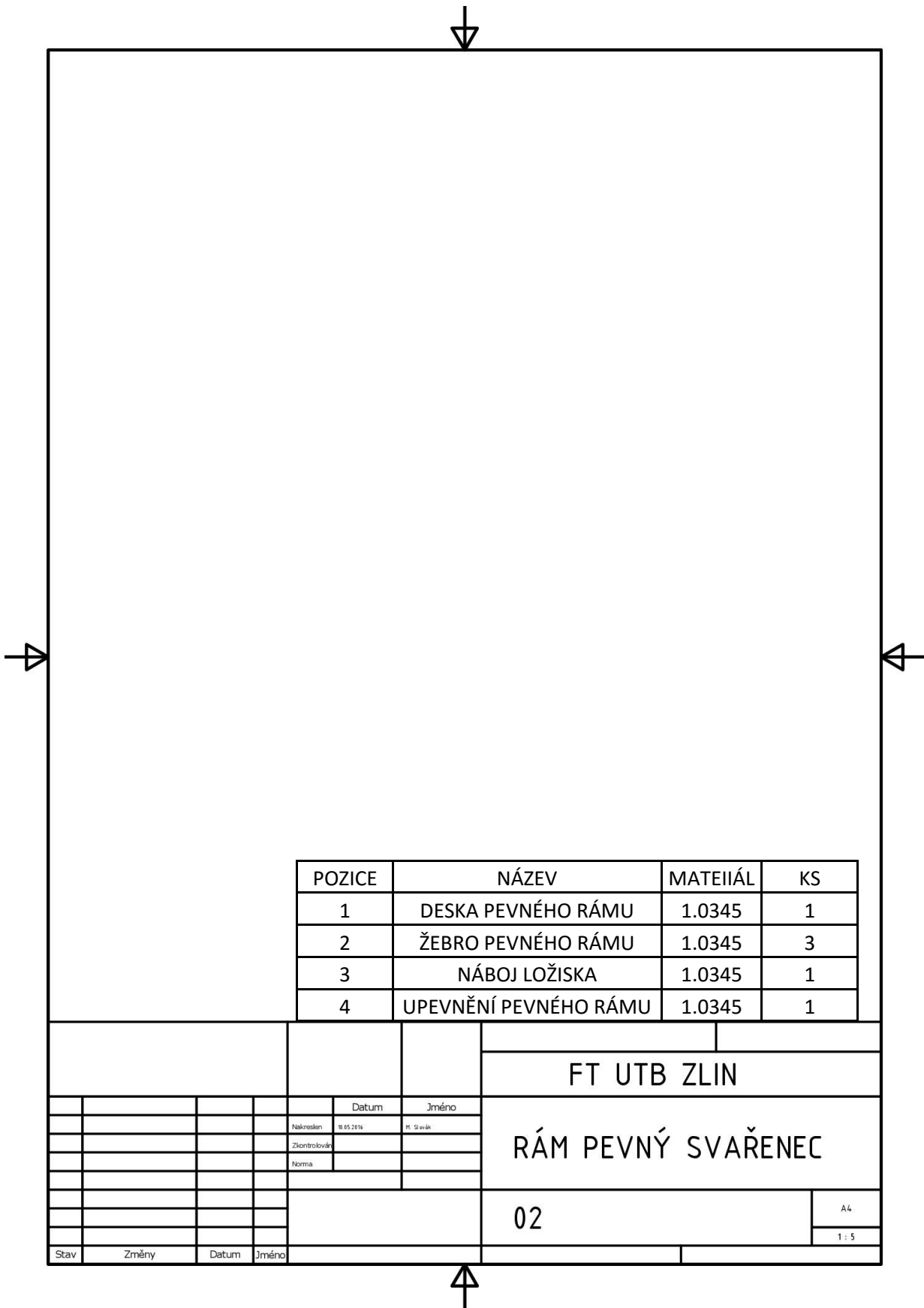
7.5.1 Sestava řezacího stroje



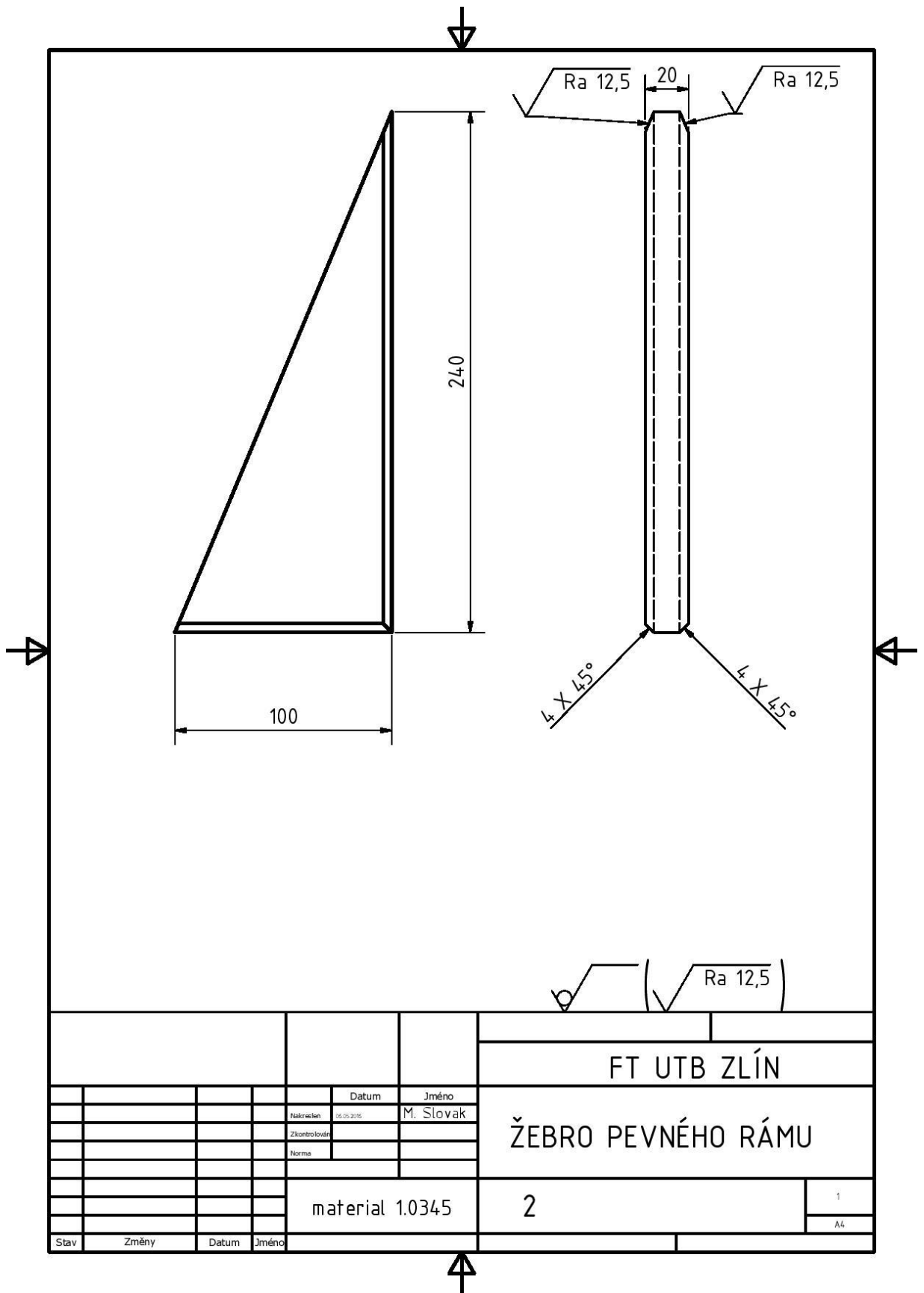
7.5.2 Pevný rám svařenec



7.5.3 Kusovník pevného rámu



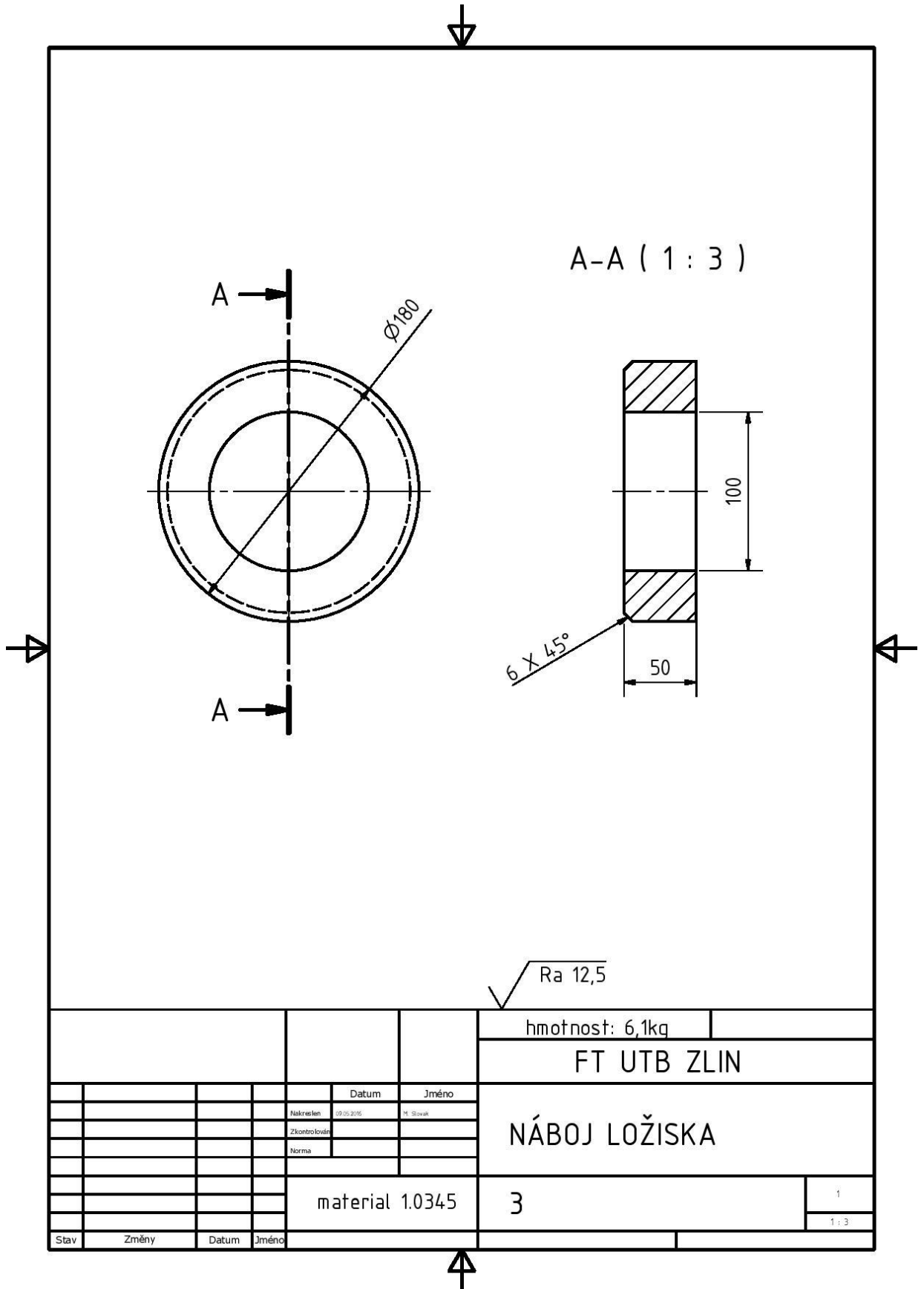
7.5.5 Žebro pevného rámu



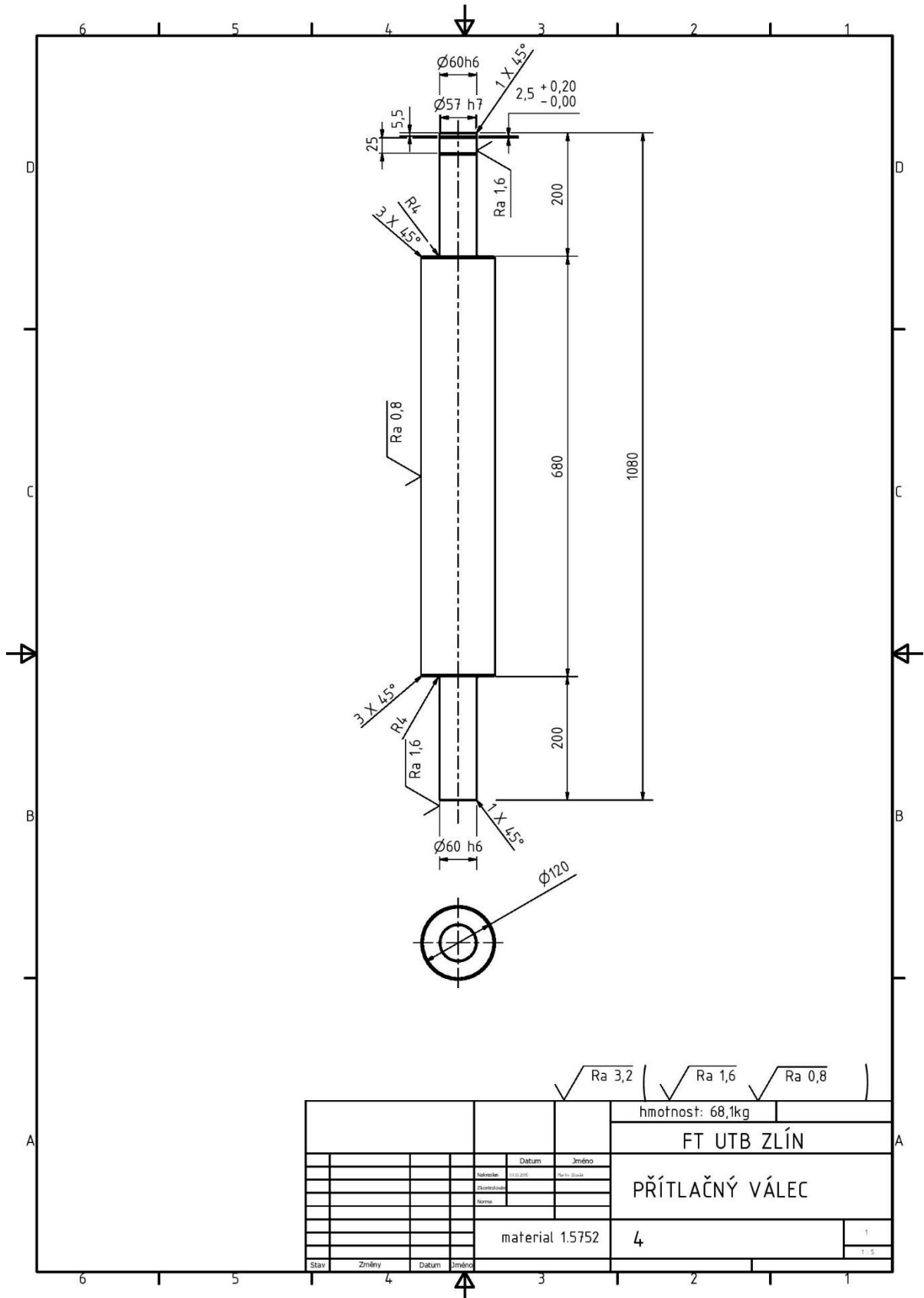
				Datum	Jméno
				Nakreslen	16.06.2016
				Zkontrolovan	M. Slovak
				Norma	
				material	1.0345
Stav	Změny	Datum	Jméno		

FT UTB ZLÍN	
ŽEBRO PEVNÉHO RÁMU	
2	1
	A4

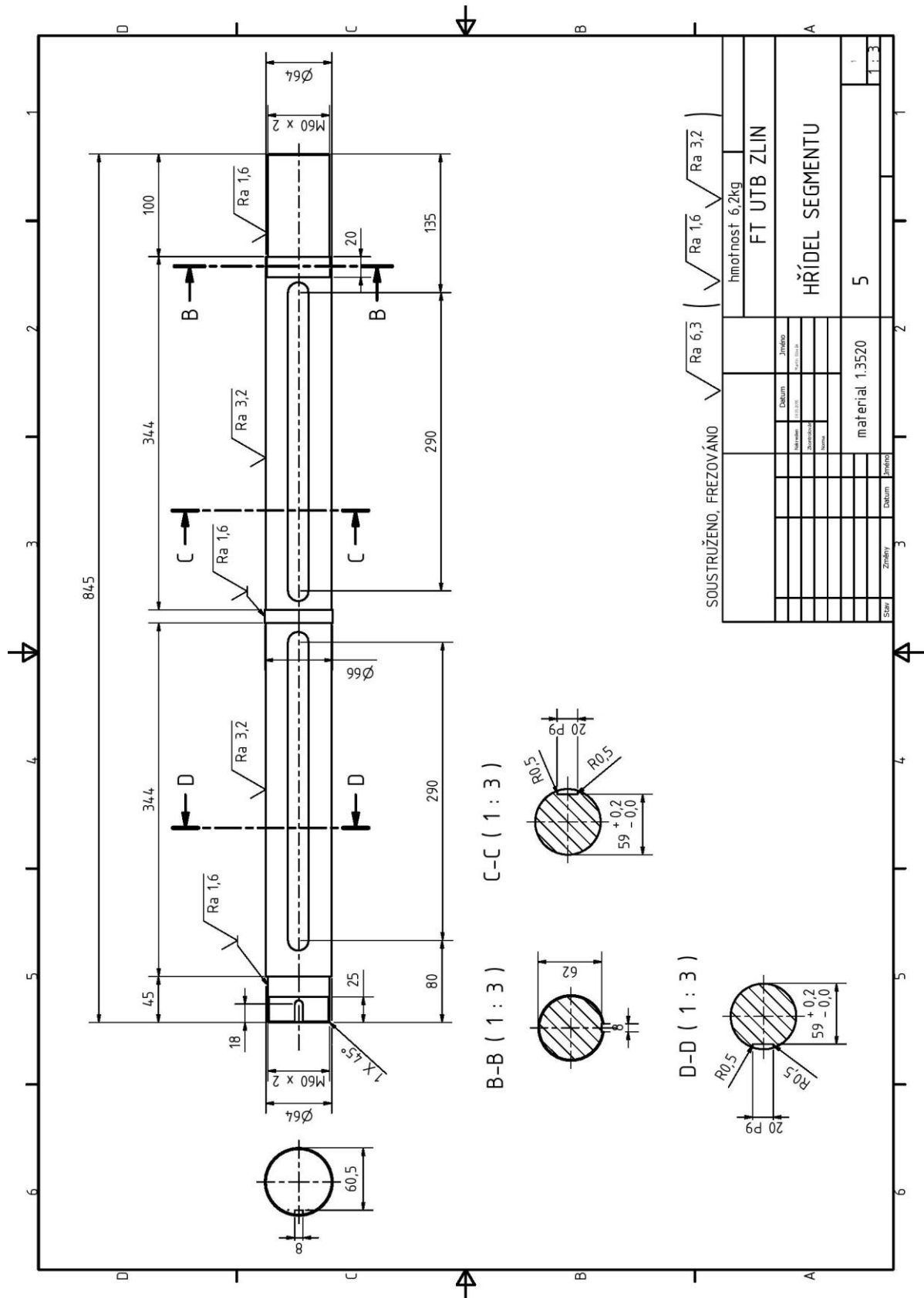
7.5.6 Náboj ložiska



7.5.8 Příkladný válec



7.5.9 Hřídel segmentu



DISKUZE

Z výrobního požadavku bylo navrženo řezací zařízení skládající se z komponentů popsaných v kapitole Konstrukční řešení. Kaučuková směs je rozřezána mezi kotoučovými noži a přítlačným válcem. Elektromotor přenáší rotační pohyb přes klínový řemen na přítlačný válec. Z přítlačného válce je dále rotační pohyb moment přenášen přes ozubené soukolí až na kotoučové nože. Sílu k rozřezání směsi vyvozují dva pneuválce od výrobce FESTO. Výměnný segment je do celkové konstrukce uchycen a zakomponován tak, aby jeho výměna za druhý, s jinak definovanou šířkou řezu, byla časově co nejkratší. Z technologického hlediska bylo rozhodnuto, že skládací zařízení a válečkové dopravníky pro dopravu směsi budou převzaty ze stávající koncepce stroje. Jednotlivé navrhnuté součásti musí být konstrukčním výpočtem ověřeny, aby vyhovovaly zvoleným požadavkům. Závěrem praktické části je výrobní dokumentace, která obsahuje sestavu celého řezacího zařízení a jednotlivé technologické výkresy součástí.

ZÁVĚR

V této práci jsem navrhl řezací stroj kaučukové směsi ve firmě Continental- Barum, s.r.o. Otrokovice. Kaučuková směs zhotovena v hnětacích strojích je řzacím zařízením rozřezána a uskladněna na paletách. Směs dále putuje k dalšímu zpracování. Nejčastější využití rozřezané směsi je u Apexových linek na jádrování lan, jelikož extrudery těchto linek by nepojaly celou šíří nerozřezané směsi. Jednotlivé součásti mechanismu byly spočítány a navrženy tak, aby splňovaly obtížné podmínky v prostředí areálu firmy Continental- Barum, s.r.o. Otrokovice.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] DVORÁK, Z. *Zpracovatelské procesy gumárenské: pro konstrukční směry*. Zlín: UNIVERZITA Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická, 2013
- [2] MALÁČ, Jiří. *Gumárenská technologie* [online]. Zlín: UTB ve Zlíně.
- [3] KOLEKTIV AUTORŮ: *Učební texty: Gumárenské technologie v Barum Conti-nental spol. s r.o.* Otrokovice 2011. 94 s.
- [4] MECHL, Viktor a Martin MUŠINSKÝ. *Gumárenská technologie v Barum Continental, spol. s.r.o.: učebnice pro žáky zpracovatelského oboru SPŠ polytechnické - COP Zlín*. 1. vyd. Zlín: Střední průmyslová škola polytechnická - COP Zlín, 2013, 94 s. ISBN 978-80-905002-2-8.
- [5] OLŠOVSKÝ, VAJDOVÁ, STRAPKO. *Gumárenské výrobky a výroby*. Púchov: Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka, 2004, 120 s. ISBN 80-8075-028-9.
- [6] MALÁČ, Jiří: *Gumárenská technologie* z. Zlín, FT UTB 2005. 258s. Dostupné z <http://www.home.karneval.cz/0323339201/>
- [7] LEINVEBER, Jan. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 2. dopl. vyd. Úvaly: ALBRA, 2005, 907 s. ISBN 80-736-1011-6.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

N	síla na pás	[N]
C	dynamická únosnost ložiska	[N]
n	otáčky ložiska	[ot/min]
L_{10h}	trvanlivost ložiska	[h]
F	řezná síla	[N/cm]

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Znázornění dispergačního a distribučního míchání [1]</i>	12
<i>Obrázek 2: míchání kaučukové směsi na dvouválci 1 – válec, 2 – návalek, 3 – opásání, s – skus</i>	13
<i>Obrázek 3: Konstrukce hnětiče 1 – hnětadla, 2 – komora, 3 – spodní uzávěr, 4 – horní uzávěr, 5 – násypka</i>	14
<i>Obrázek 4: Tandemové míchání</i>	15
<i>Obrázek 5: Míchací linka pro míchání základů směsí</i>	16
<i>Obrázek 6: Míchací link pro míchání finální směsi</i>	17
<i>Obrázek 7: Řez osobním radiálním pláštěm</i>	18
<i>Obrázek 8: 1. stupeň konfekce radiálních pláštů [3]</i>	20
<i>Obrázek 9: 2. stupeň konfekce radiálních pláštů [3]</i>	21
<i>Obrázek 10: Linka na jádrování lan APEX</i>	22
<i>Obrázek 11: Princip nanášení kaučukové směsi na čtyřválci</i>	24
<i>Obrázek 12: Linka pro dělení textilních materiálů</i>	31
<i>Obrázek 13: Linka pro dělení ocelového materiálu</i>	32
<i>Obrázek 14: Detail lemování okrajů nárazníku</i>	32
<i>Obrázek 15: Sestava stávajícího stroje</i>	37
<i>Obrázek 16: Řezací zařízení v provozu Continental Barum s.r.o</i>	38
<i>Obrázek 17: Schématický návrh řešení</i>	40
<i>Obrázek 18: Konstrukce řezacího zařízení</i>	41
<i>Obrázek 19: Rámová konstrukce</i>	42
<i>Obrázek 20: Pevný rám</i>	43
<i>Obrázek 21: Pojízdny rám</i>	44
<i>Obrázek 22: Řezací segment 1- hřídel, 2- uložení hřídele, 3- kotoučový nůž, 4- ložisko 4212, 5- ozubené kolo</i>	45
<i>Obrázek 23: Kotoučový nůž</i>	46
<i>Obrázek 24: Hřídel segmentu 1- hřídel, 2- KM matice M60, 3- drážka pro pero, 4- ložisko 61913, 5- KM matice M64, 6- ložisko 4212</i>	47
<i>Obrázek 25: Přítlačný válece</i>	48
<i>Obrázek 26: Doraz</i>	49
<i>Obrázek 27: Elektromotor</i>	50
<i>Obrázek 28: Lineární vedení</i>	51

<i>Obrázek 29: Přímočarý pneumatický motor.....</i>	<i>52</i>
<i>Obrázek 30: Přítlačný válec Von Mises</i>	<i>54</i>
<i>Obrázek 31: Přítlačný válec maximální posunutí.....</i>	<i>54</i>
<i>Obrázek 32: Hřídél segmentu Von Mises</i>	<i>55</i>
<i>Obrázek 33: Hřídél segment průhyb.....</i>	<i>55</i>
<i>Obrázek 34: Rám pojízdný Von Mises</i>	<i>56</i>
<i>Obrázek 35: Rám pojízdný prohnutí.....</i>	<i>56</i>
<i>Obrázek 36: Podpěra Von Mises</i>	<i>57</i>
<i>Obrázek 37: Podpěra prohnutí</i>	<i>57</i>
<i>Obrázek 38: Výrobní výkresová dokumentace.....</i>	<i>59</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Stanovení řezné síly</i>	<i>53</i>
--	-----------

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA I: CD-ROM *s výkresovou dokumentací a sestavou řezacího stroje
kaučukových směsí.*