

Konstrukce uchycení magnetického kartáče na výrobní linku podlahoviny

Tomáš Močíčka

Bakalářská práce
2019

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš Močička**
Osobní číslo: **T16669**
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Konstrukce uchycení magnetického kartáče na výrobní linku podlahoviny**

Zásady pro vypracování:

- 1) Vypracujte literární rešerši na dané téma.
- 2) Popište současný stav výrobní linky a nové požadavky výroby.
- 3) Navrhněte konstrukční řešení uchycení kartáče v čteně výrobní dokumentace.
- 4) Proveďte realizaci celého návrhu.

Rozsah bakalářské práce: **cca 60 stran**
Rozsah příloh: **dle pokynů VDP**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **M. Mañas, Staněk D. Mañas. Výrobní stroje a zařízení I. Stroje gumárenské a plastikářské I., 2007. ISBN 978-80-7318-596-1**
2. **M. Mañas, Helštýn. Výrobní stroje a zařízení II. Gumárenské a plastikářské stroje II., ISBN 80 - 214 - 0213 - X**
3. **Ducháček. Polymery: výroba, vlastnosti, zpracování, použití. 2011. ISBN 978-80-7080-788-0 (3. vydání)**
4. **VOLEK, František. Základy konstruování a části strojů I. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009, 167 s. ISBN 978-80-7318-654-8.**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Adam Škrobák, PhD.**
Ústav výrobního inženýrství
Datum zadání bakalářské práce: **2. ledna 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **24. května 2019**

Ve Zlíně dne 15. února 2019

L.S.

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

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

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 24.5.2019

.....

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 nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

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

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

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či 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). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

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

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

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukčním návrhem uchycení magnetického kartáče. Práce je rozdělena do dvou částí. V první části je popsána technologie válcování, a další technologie s ní spjatou. Druhá, praktická část, je rozdělena na dvě kapitoly. V první kapitole je popsána linka s technologií Thermofix, na které se bude návrh realizovat. Druhá kapitola se zabývá už samotným konstrukčním návrhem. Návrh je zkontrolován výpočtem a statickou analýzou. Veškeré 3D návrh, výkresy a analýza byly provedeny v softwaru od společnosti Autodesk v programu Inventor Professional 2019.

Klíčová slova: válcování, Thermofix, magnetická metla, kartáč, Inventor Professional

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the design of the magnetic brush attachment. The work is divided into two parts. In the first part is described technology calendering, and other technologies with it connected. The second, practical part, is divided into two chapters. The first chapter describes a line with the Thermofix technology to which the design will be implemented. The second chapter deals with the design itself. The design is checked by calculation and static analysis. All 3D design, drawings, and analysis were made in Autodesk software in Inventor Professional 2019.

Keywords: calendering, Thermofix, magnetic brush, Inventor Professional

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu Ing. Adamu Škrobákovi, Ph.D. za odborné rady a připomínky, jež mi napomáhaly při zhotovení mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Petru Gahurovi a Pavlu Kadlečíkovi z firmy Fatra, a.s. za milou spolupráci a čas, který mi ochotně věnovali.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvolněno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor. Dále prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahrána do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 ZPRACOVÁNÍ TERMOPLASTŮ	12
1.1 POLYVINYLCHLORID (PVC)	14
1.1.1 Neměkčené (tvrdé) PVC	14
1.1.2 Měkčené PVC	14
2 VÁLCOVÁNÍ	15
2.1 DVOUVÁLCOVÉ VÁLCOVACÍ STROJE (DVOUVÁLCE)	16
2.2 VÍCEVÁLCOVÉ VÁLCOVACÍ STROJE (VÍCEVÁLCE)	17
2.2.1 Malé víceválce	18
2.2.2 Velké víceválce	19
2.3 KOMPENZACE PROHNUTÍ VÁLCŮ	21
2.3.1 Kompenzace prohnutí válců klenutím	21
2.3.2 Kompenzace prohnutí válců křížením	21
2.3.3 Kompenzace prohnutí válců protimomentem	22
2.4 POHON VÍCEVÁLCOVÉ STROJE	23
2.5 STROJE A ZAŘÍZENÍ PRO VÝROBNÍ LINKY	24
2.5.1 Odvíjecí a navíjecí zařízení	24
2.5.2 Tažné válce	26
2.5.3 Zásobníky	26
2.5.4 Sušárny a chladičky	27
2.5.5 Rozpínací ústrojí	30
2.5.6 Naváděcí ústrojí	30
2.5.7 Měřicí zařízení	32
2.5.8 Dezénovací zařízení	34
2.6 VÁLCOVACÍ LINKY	35
2.6.1 Linka na gumové folie a pásy	35
2.6.2 Linka na oboustranné pogumování kordů	36
2.6.3 Linka na folie z měkčeného PVC	37
2.6.4 Linka na folie z neměkčeného PVC	38
II PRAKTICKÁ ČÁST	39
3 STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	40
4 LAMINAČNÍ LINKA S TECHNOLOGIÍ THERMOFIX	41

4.1	ZÁSOBNÍK POLOTOVARŮ	41
4.2	TERMOFIXAČNÍ TUNEL	42
4.3	PÁSOVÝ DOPRAVNÍK	43
4.4	VÁLEČKOVÝ DOPRAVNÍK	44
4.5	DEZÉNOVACÍ ZAŘÍZENÍ	45
4.6	LAKOVACÍ A VYTVRZOVACÍ ZAŘÍZENÍ.....	45
4.7	TŘÍVÁLCOVÁ CHLADIČKA	45
4.8	ŘEZACÍ ZAŘÍZENÍ	46
4.9	PNEUMATICKÝ MANIPULÁTOR.....	46
5	MAGNETICKÝ KARTÁČ (METLA).....	48
6	UMÍSTĚNÍ KARTÁČE (METLY)	50
7	NÁVRH UCHYCENÍ.....	52
7.1	DRŽÁK RAMENA	52
7.2	RAMENO NA MAGNETICKÝ KARTÁČ	54
7.3	SESTAVENÍ JEDNOTLIVÝCH KOMPONENTŮ.....	56
7.4	POSUVNÝ RÁM NA UCHYCENÍ METLY	56
7.5	ZAJIŠTĚNÍ PROTI POHYBU	58
7.6	UCHYCENÍ NA VÝROBNÍ LINCE	60
7.7	CELKOVÁ SESTAVA NA VÝROBNÍ LINCE	61
7.8	STATICKÁ ANALÝZA.....	61
7.8.1	Statická analýza se zajišťovacím šroubem.....	61
7.8.2	Statická analýza bez zajišťovacího šroubu.....	63
	ZÁVĚR	66
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	67
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	69
	SEZNAM OBRÁZKŮ	70
	SEZNAM PŘÍLOH.....	73

ÚVOD

Technologické zpracování polymerních materiálů zažil v druhé polovině 20. století největší rozvoj. Nejrozšířenější technologie jsou vstřikování, válcování, vytlačování a vyfukování. Používají se v mnoha odvětvích po celém světě např. stavebnictví, strojírenství, automobilový průmysl, potravinářství nebo elektroniku.

Technologie válcování se používá na zpracování termoplastických materiálů. S tímto zpracováním jsou spjaty další technologie, které s válcováním tvoří kontinuální výrobu (např. výroba podlahoviny, fólie...). Ovšem, aby byla zaručena nepřetržitá výroba, musí výrobní linka obsahovat další zařízení (ořezávací, dezénovací, atd...). K těmto zařízením patří i bezpečnostní prvky pro ochranu člověka, výrobní linky a výrobku.

Teoretická část bude tedy zaměřena na technologii válcování a technologie kolem ní.

Praktická část bakalářské práce bude rozdělena na dvě části. První bude popisovat výrobní linky z technologií Thermofix. Druhá část samotný konstrukční návrh uchycení magnetického kartáče na linku, tak aby byly dodrženy veškeré podmínky a zásady technologického postupu výroby.

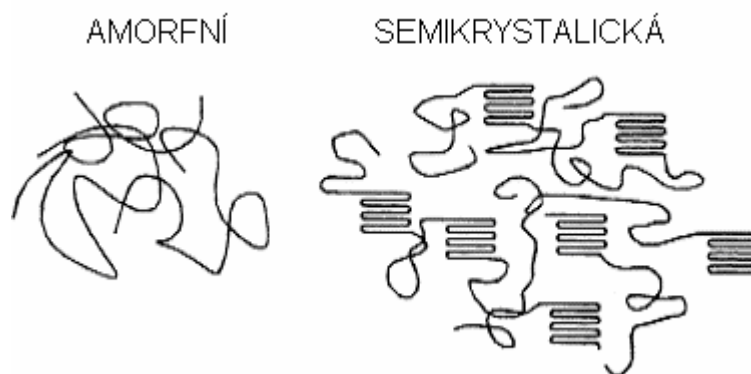
Kartáč bude zachycovat kovové předměty, aby nedošlo k poškození výrobních zařízení, které jsou součástí výrobní linky. Ve 3D softwaru bude vymodelované uchycení kartáče a později i provedena statická analýza. Kontrola uchycení bude provedena kontrolními výpočty.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZPRACOVÁNÍ TERMOPLASTŮ

Termoplasty jsou nejrozšířenější skupina plastů. Jsou to makromolekulární látky tvořené lineárními nebo rozvětvenými řetězci. Jejich řetězce tvoří jen jeden druh základní chemické skupiny, která se nazývá homopolymer. Termoplasty jsou teplem tavitelné a v roztaveném stavu se dále zpracovávají např. vstřikování, válcování apod. V plastikářském průmyslu tvoří termoplasty kolem 94 % objemu používaných materiálů. U samotného vstřikování je to asi 40 %. Mezi nejznámější patří PVC, PP, PE, PC, PET, PS. Z hlediska vnitřní struktury se termoplasty dělí na [11, 12, 13]:

- amorfní
- semikrystalické



Obr. 1. Amorfní a semikrystalická struktura [12]

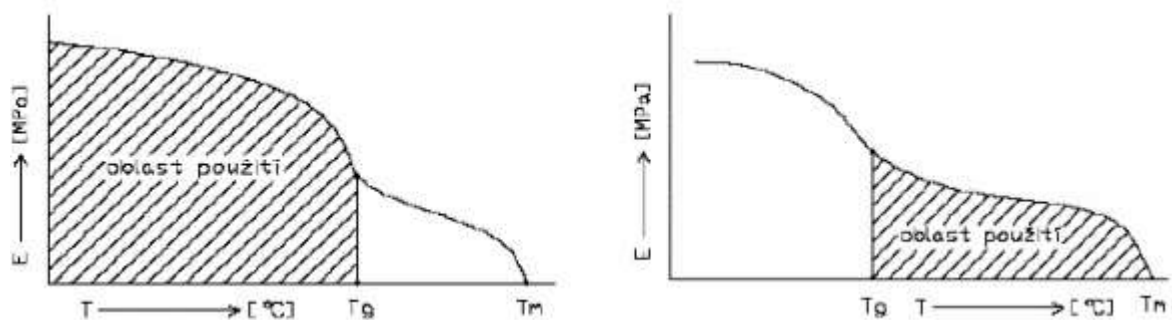
Do amorfních polymerů patří ty, které mají makromolekuly uspořádané nahodile. Vyznačují se transparentností, pokud neobsahují barviva. Mezi jejich vlastnosti patří křehkost a jsou velmi dobře rozpustné v řadě rozpouštědel. Mohou se zpracovávat téměř všemi známými technologiemi až na výjimku zvláknování. Do skupiny amorfních polymerů patří např. polystyren, polymetylmakrylát, polyvinylchlorid a nevytvrzené pryskyřice. [5]

Semikrystalické materiály se naopak vyznačují pravidelným uspořádáním molekul v určitých oblastech. Semikrystalickým polymerům nedovolí jejich vlastnosti úplnou krystalizaci. Z toho vyplývá, že mezi oblastmi krystalickými jsou ještě oblasti amorfní. Základními vlastnostmi j vysoká pevnost, houževnatost, elastické a jsou často špatně rozpustné

nebo nerozpustné v běžných organických rozpouštědlech. Mají velmi úzkou oblast kaučukovitosti, tím se nehodí pro zpracování válcováním a vytlačováním. Naopak jsou velmi vhodné pro vstřikování a zvláknování. Příklady semikrystalických polymerů jsou polyamidy, polyethylen, polypropylen, polyformaldehyd. U polymerů, které nekrystalizují samovolně, ale až se změnou teploty nebo pod napětím, mají za běžných podmínek kaučukový charakter. Mezi ně patří přírodní a syntetické kaučuky. Obvykle se zpracovávají válcováním, vytlačováním a lisováním. [5]

V oblasti pod teplotou skelného přechodu T_g jsou amorfní polymery v pevném stavu. Proto se výrobky využívají právě v této oblasti. Při zvýšení teploty nad T_g dochází k postupnému slábnutí kohezní síly mezi makromolekulami. Plast se díky tomu dostává k plastické oblasti, ve které se může zpracovávat. Objem polymeru narůstá současně se zvyšováním teploty. [11]

Části makromolekul, u semikrystalických plastů, jsou vázány pevněji v lamelách a ve sférolitech krystalické fáze. Postupným zvyšováním teploty se nejdříve uvolní část makromolekul z amorfní oblasti, později i ostatní. Změna je doprovázena značným nárůstem objemu. Plasty tohoto typu se používají v oblasti nad teplotou T_g , jelikož mají výhodnou kombinaci pevnosti a houževnatosti nad touto teplotou. [11]



Obr. 2. Oblasti využití amorfních a semikrystalických plastů [11]

1.1 Polyvinylchlorid (PVC)

Jedná se o jediný plast, který má nejširší aplikační zastoupení, a to především díky jeho schopnostem se vyskytovat ve velmi rozmanitých podobách. Univerzálnosti dosahuje za pomoci kvalitních fyzikálních a chemických vlastností a schopnosti vyhovět takřka všem požadavkům na výrobu. Proto má PVC zastoupení v automobilového průmyslu, stavebnictví, obalové techniky až po oděvní průmysl.

Přidáním plniv, stabilizátorů, barviv a dalších přísad nabízí stále nové možnosti použití. Zpracovává se především vytlačováním, vstřikováním a válcováním. [15]

1.1.1 Neměkčené (tvrdé) PVC

Pokud neobsahuje žádné změkčovadlo nebo maximálně 5 %, potom je PVC tvrdý plast. Používá se pro výrobu odpadních trubek potrubí nebo okenních rámců. Materiál má vynikající odolnost vůči oděru a má sklon k tečení. Tečení má velký význam právě u výroby trubek, kde se předpokládá životnost trubek přinejmenším padesát let. K dalším výhodám patří výborná odolnost proti stárnutí způsobené slunečním zářením. Tyto vlastnosti se uplatňují u výroby okenních rámců. [15]

1.1.2 Měkčené PVC

U měkčeného PVC je změkčovadlo olejovitá organická kapalina. Proniká mezi makromolekuly PVC a snižuje kohezi mezi makromolekulárními řetězci. Díky této reakci, PVC přechází z tvrdého stavu do stavu ohebného, ovšem záleží na množství změkčovadla. Tyto materiály se používají pro výrobu nafukovacích hraček, izolačních obalů elektrických vodičů a podlahových krytin. [15]

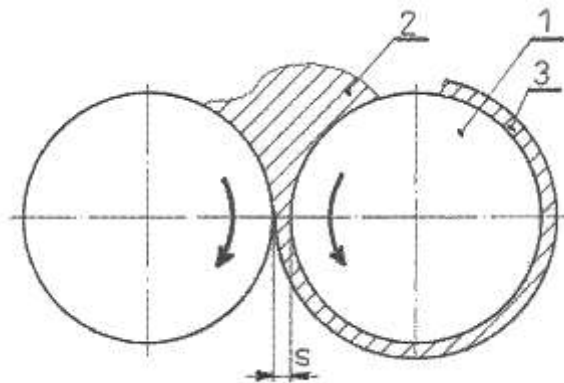
Výroba podlahoviny probíhá kontinuálně v několika krocích. Zprvu se mícháním připraví plast (PVC), který se následně zpracuje v hnětacím nebo vytlačovacím stroji. Dále je zplastikovaná směs promíchána na dvouválci, který je vytápěn, vlivem různých obvodových rychlostí. Hmota poté pokračuje na válcovací linku (kalandr). Za válcovací linkou se nachází další zařízení pro výrobu (dezénovací, ochlazovací, ořezávací, apod.) [20]

2 VÁLCOVÁNÍ

Víceválcový kalandr, předchůdce dnešních válcovacích strojů, byl původně vyvinut v polovině 18. století pro zpracování pryže. Pryžové fólie se stále vyrábí válcováním, to se ovšem stalo vedoucím průmyslovým procesem výroby PVC fólií všeho druhu (včetně výroby podlahoviny). V dnešní době se z 80 % zpracovává právě termoplast. Dále se kalandrováním zpracovávají termoplastické kaučuky, polyurethanové kompozice, polyolefiny a ABS plasty. [18,19]

Mezi hlavní dodavatele válců a válcovacích linek patří Berstorff Group (W. Germany a USA), BMKI Industrieanlagen GmbH (W. Germany), Farrel Group (USA a UK), Bolling Division of Intercole Bolling Corp. (USA) a Independent Machine Co. (USA). [18,19]

U válcování (kalandrování) dochází k přetváření plastů a kaučukových směsí v úzké mezeře (skusu) mezi dvěma sousedícími válci (kalandry). Jedná se o kontinuální proces přeměny surového materiálu na produkt generací tlaku a smykových sil z vyhřívaných válců. Tuto metodu používáme z velké části při výrobě PVC plošných výrobků, jelikož je zde mnohem menší riziko degradace než u vytlačování. [5, 14, 16]

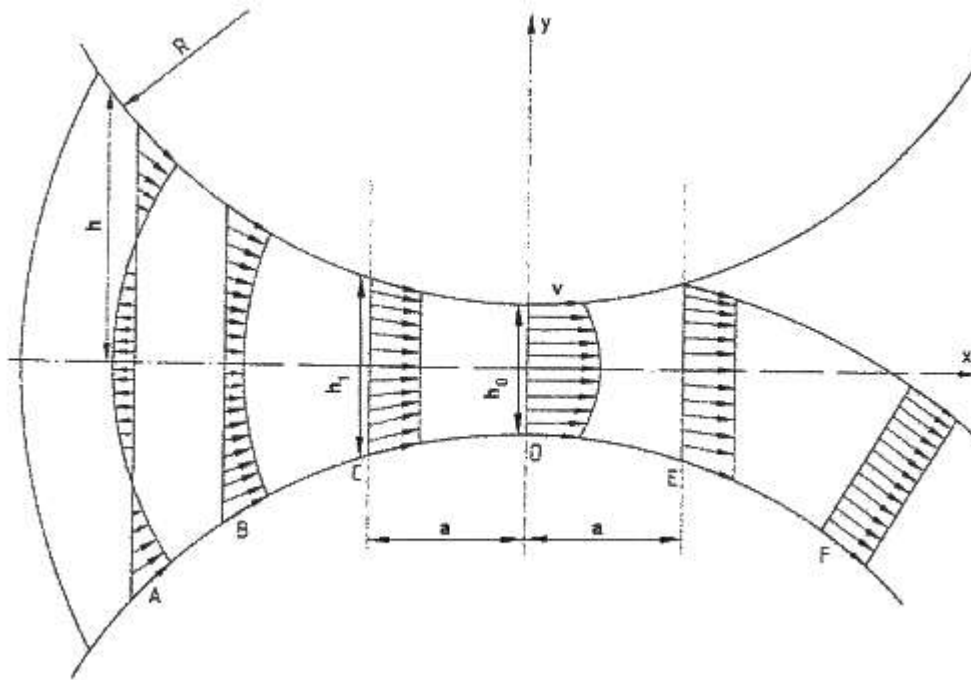


Obr. 3. Princip válcování [5]

1 – válec, 2 – návalek, 3 – opásání

Nevýhodou válcovacích linek je jejich velikost. U velkých strojů, které jsou schopné vysokých výrobních rychlostí, může být šířka válců až 2,5 m a průměr 0,9 m. Válce se vyrábí z kvalitní litiny a vyžadují povrchovou úpravu, proto jsou speciálně broušeny a leštěny. U stěn válců je vyžadována dokonalá přesnost, aby se zajistilo jejich rovnoměrné vytápění, či chlazení po celé ploše. Tloušťka stěny bývá úměrná velikosti válců. [5]

Při kalandrování má zpracovávaný polymer proměnlivý průřez, který je dán okamžitou vzdáleností povrchů válců a jejich délkou. [5]

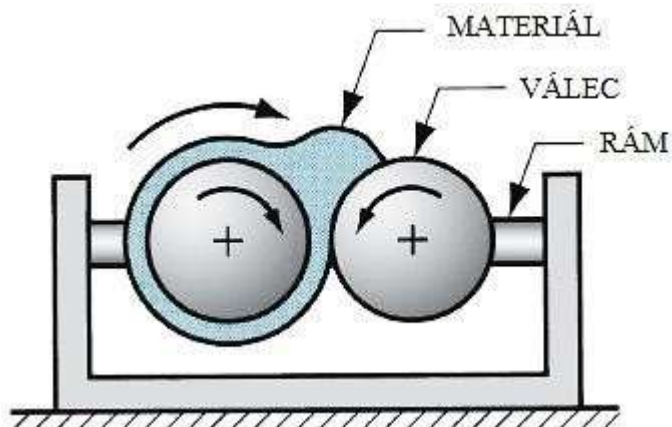


Obr. 4. Průběh rychlosti taveniny mezi válci [1]

Uvažuje se, že zpracovávaný polymer se bude pohybovat na povrchu válců s určitou rychlostí v , která bude shodná s obvodovou rychlostí válců. V určitém místě c vzdáleném od osy y o vzdálenost a bude rychlost materiálu v celém průřezu stejná. [1]

2.1 Dvouválcové válcovací stroje (dvouválce)

Dvouválec je jednoduchý způsob pro míchání více složek směsí. K míchání dochází v otevřeném prostoru, proto se do směsi často dostane prach a vzduch. Další nevýhodou je také závislost na zručnosti pracovníka, který stroj obsluhuje. Jedná se o nejstarší metodu mísení PVC. Využívá se nejčastěji v gumárenském průmyslu. Dvouválce bývají často součástí linek a zásobují materiálem kalandry nebo extrudéry. Rozlišují se podle velikostí válců a množství zpracovaného materiálu. [1, 14, 16]



Obr. 5. Schéma válcování [10]

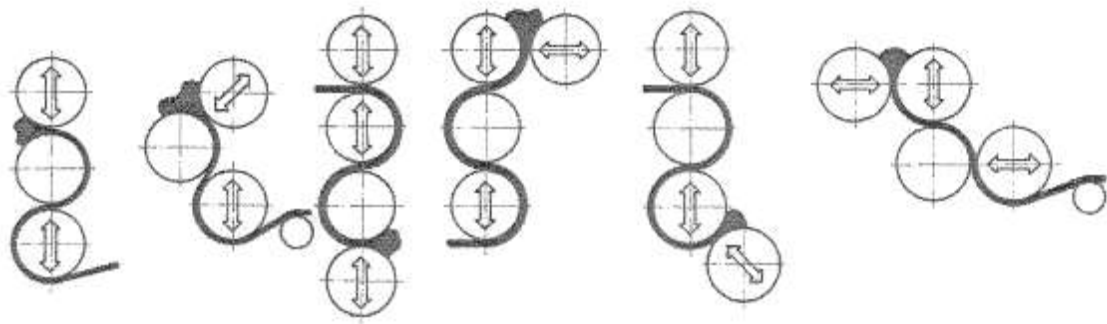
Při válcování bývá většinou zadní válec chladnější o 10 °C než přední. Tím je docíleno opá-sání materiálu na přední válec a redukci disipačního tepla. Rychlost válců je taktéž odlišná, liší se v různých poměrech. Teplota předního válce u PVC směsí bývá mezi 150 až 160 °C a závisí na množství změkčovadla a jiných aditiv.

Zprvu se do mezery mezi válci stroje přivede jedna složka, která se plastikuje pomocí vyhří-vaných válců a postupně nebo naráz se do ní vmíchána další komponenta. Šířka mezery mezi válci bývá za začátku co nejužší a postupně se rozšiřuje v závislosti na množství materiálu mezi válci. Vždy by měla být v mezeře malá zásoba (návrh) materiálu. [1, 14, 16]

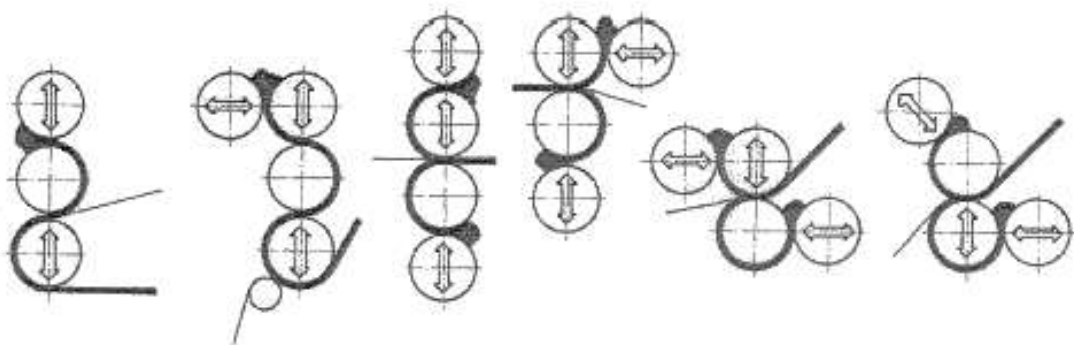
2.2 Víceválcové válcovací stroje (víceválce)

Víceválce jsou konstrukčně složitější než dvouválce. Používají se k válcování folií, pásů, profilů, k nánosování nebo vtírání na podkladový materiál, k zdrojování nebo desenování.

Nejběžnější víceválce jsou čtyřválce a tříválce. Válce je možné uspořádat do různých tvarů. Víceválce s větším počtem válců se zpravidla staví pro speciální účely. Podle požadovaných výkonů a rozměrů rozdělujeme víceválce na malé a velké. [1, 14, 16]



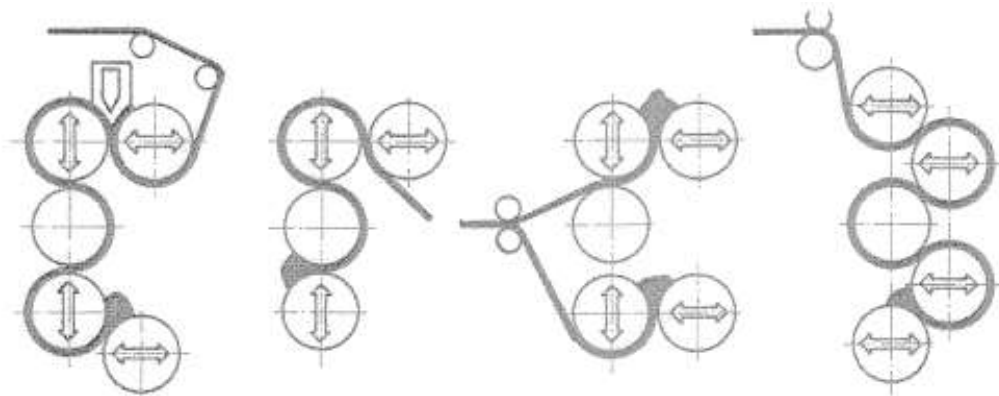
Obr. 6. Víceválce pro válcování folií [1]



Obr. 7. Víceválce pro nánosování nebo vtírání na podkladový materiál [1]

2.2.1 Malé víceválce

Malé válce mají průměry válců do 320 mm a délky 400 až 900 mm. Díky tomu nejsou deformace válců tak výrazné, proto není u nich řešena kompenzace prohnutí. Vyrábí se zpravidla z tvrzené litiny, popř. jsou ocelové, kalené a leštěné. Ukládají se do valivých nebo kluzných ložisek. Pohon bývá řešen s ohledem na požadavek plynulé změny rychlosti válců (od minimální rychlosti při najíždění po maximální rychlost při plynulé výrobě). Pomocí ozubených kol jde řešit změna skluzu mezi válci. [1]

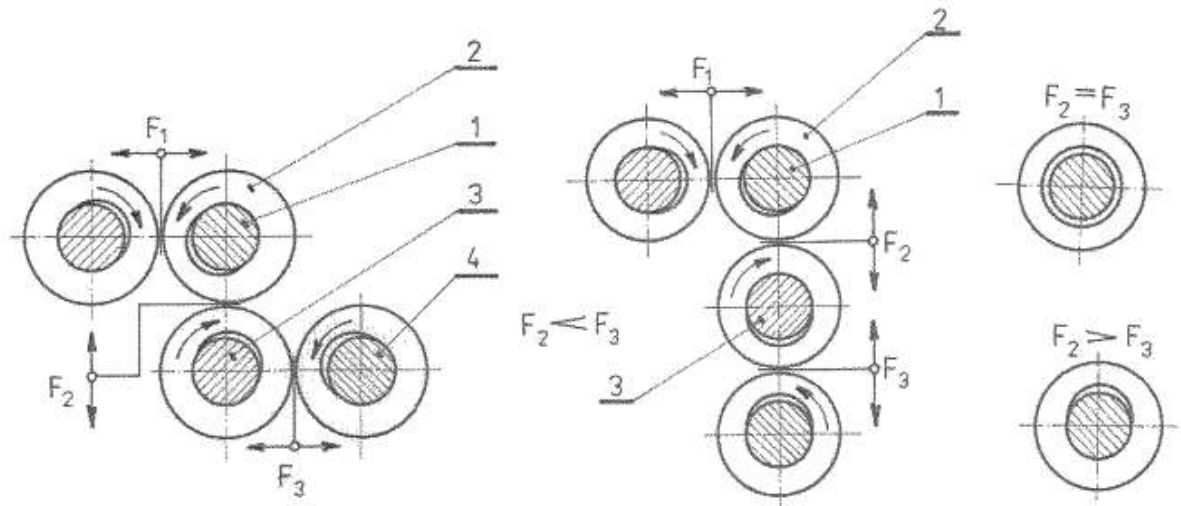


Obr. 8. Malé víceválce [1]

2.2.2 Velké víceválce

V této skupině strojů jsou převážně tříválce a čtyřválce s průměrem válců nad 450 mm a délkami nad 1200 mm. Uspořádání válců ovlivňuje celkové řešení stroje. Má také vliv na přístupnost k prostoru mezi válci (např. z důvodu zásobování) a na tzv. plování válců. Plováním válců se rozumí jejich přesouvání, díky změně vůle mezi čepem a ložiskovým pouzdem vlivem sil vyvolaných ve skusu. Díky tomu se mění tloušťka válcovaného materiálu bez zásahu obsluhy. Tento negativní jev lze snížit použitím valivých ložisek, které mají menší radiální vůli než kluzná ložiska, nebo také použitím doplňkového zatížení válců.

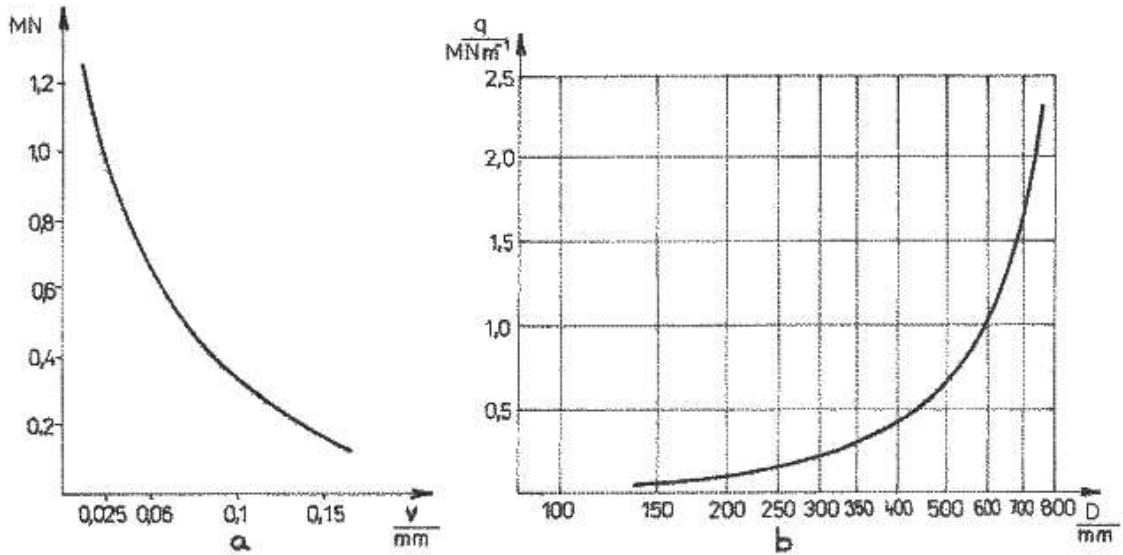
U víceválcovacích strojů musí být válce tuhé a odolné vůči oděru. Proto se vyrábí převážně z tvrzené litiny. Jejich povrch musí být pečlivě opracovaný a leštěný. Pro temperaci válců se používají vyvrtané kanálky pod povrchem, které jsou zapojené do sekcí, aby se dosáhlo co nejrovnoměrnějšího rozložení teploty jak po obvodu, tak po celé pracovní šířce. Pomocí topných hlav se přivádí topné medium (pára nebo horká voda) do válců. Ve válcích se musí teplota snižovat nebo zvyšovat pozvolna, neboť náhlé a velké změny teploty by mohla mít příčinu nežádoucích deformací. Na výstupu topného média bývají nejčastěji umístěna čidla regulátorů. Je nutné počítat s určitým rozdílem mezi teplotou válce a teplotou temperačního média na výstupu. Přesnější povrchovou teplotu válců nám poskytují bezdotyková čidla. [1]



Obr. 9. plování víceválců

1,3,4- čep válce, 2- ložiskové těleso [1]

Čepy válců jsou uloženy ve valivých nebo kluzných ložiskách. Valivá ložiska mají menší radiální vůli, to umožňuje přesnější nastavení štěrbin mezi válci, ovšem jsou také dražší. V obou případech musí být zajištěny odpovídající podmínky chlazením a mazáním. [1]



Obr. 10. Zátžitelnost válců [1]

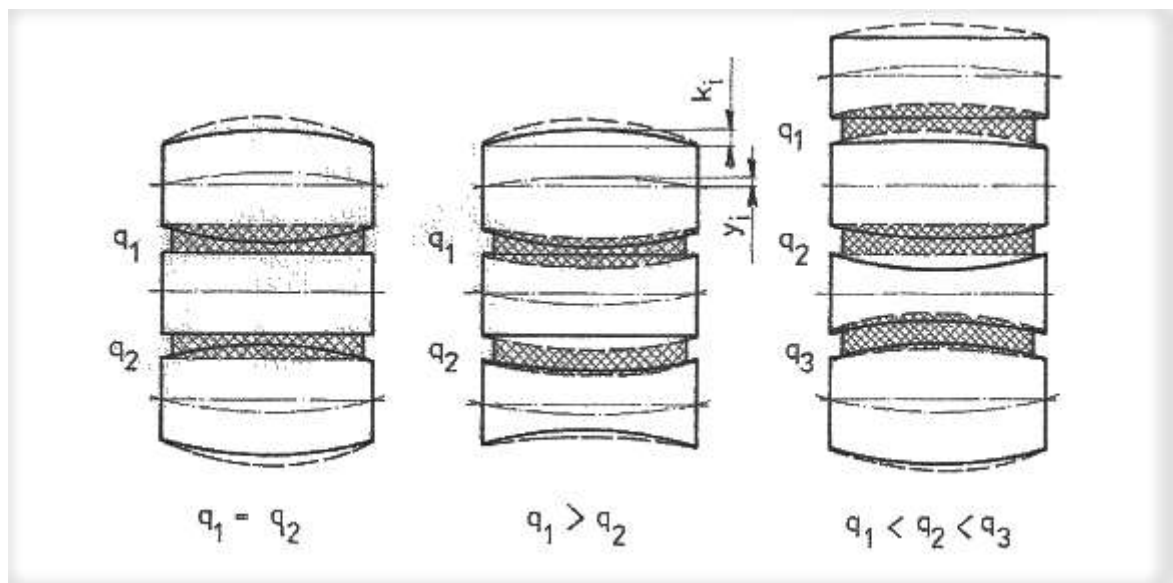
a – v závislosti na vůli v ložiskách, b – v závislosti na průměru válců

2.3 Kompenzace prohnutí válců

Síly, které vznikají ve skusu mezi válci, mohou dosahovat zásadních hodnot. Zatížení způsobuje taktéž pružnou deformaci – prohnutí válců, které má za příčinění nerovnoměrnou tloušťku válcované folie a má za následek zvýšenou spotřebu materiálu. Tyto jevy lze částečně eliminovat prohnutím válců. [1]

2.3.1 Kompenzace prohnutí válců klenutím

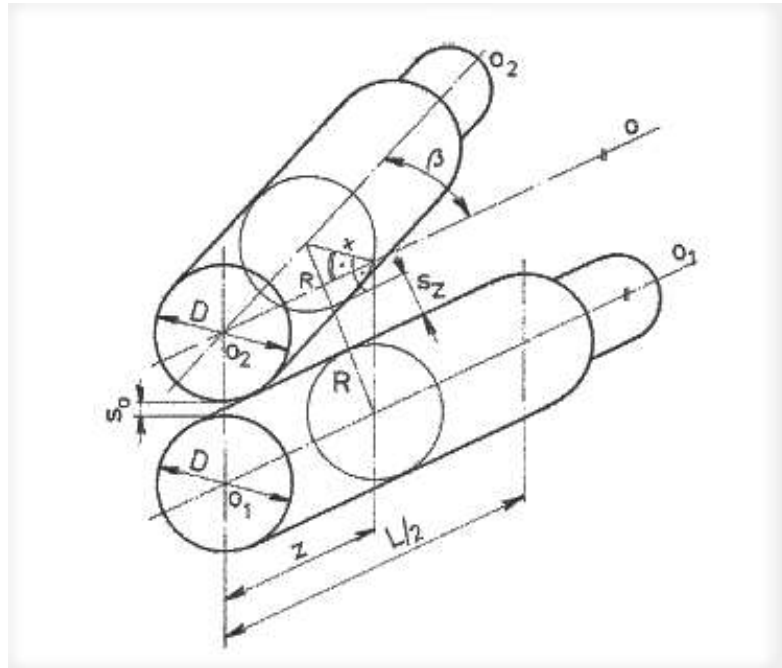
U tohoto způsobu kompenzace je vytvořen profil na válci tak, aby odpovídal jeho očekávanému prohnutí (obr.). Nevýhoda je v neproměnném výběru zpracovaného materiálu. Tím myslíme, že při válcování jsou stále provozní podmínky. Další nevýhodou je obtížná výroba těchto klenutých válců. [1]



Obr. 11. Kompenzace prohnutí válců klenutím [1]

2.3.2 Kompenzace prohnutí válců křížením

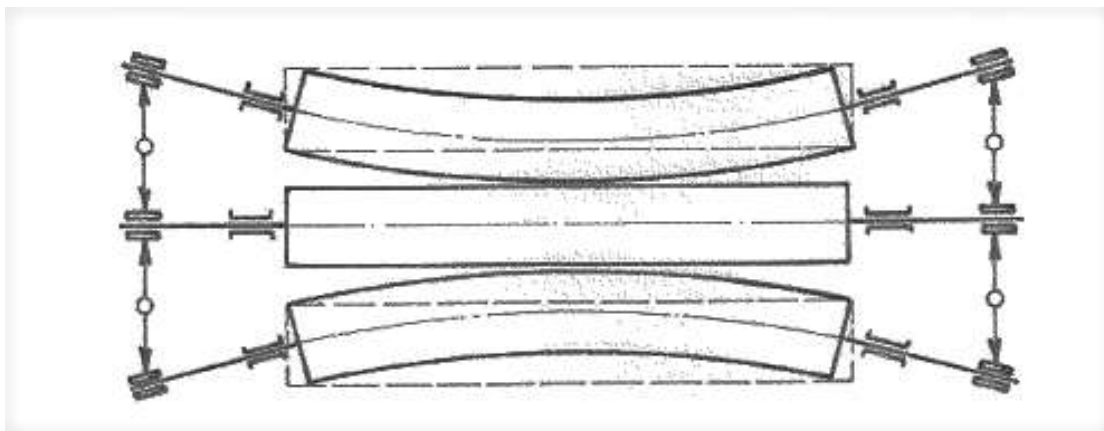
Princip kompenzace prohnutí válců křížením spočívá v tom, že jsou válce nejbliže při sobě ve střední části, takže ve stavu bez zátěže je mezi nimi šterbina, která je širší na okrajích. Při zatížení se válce ve středu od sebe vzdalují a šterbina se po celé šířce vyrovná. U křížení je potřeba speciálních úprav ložiska a pohonu válců. [1]



Obr. 12. Kompenzace prohnutí válců křížením [1]

2.3.3 Kompenzace prohnutí válců protimomentem

Jedná se poměrně o nejdokonalejší způsob kompenzace průhybu válců, pomocí dodatečného zatížení protimomentem. Pomocí osamělých sil, působících na prodloužené čepy válců, které působí proti ohybovému momentu od zatížení sil ve skusu. Nevýhoda se nachází ve zvětšeném zatížení ložisek. [1]



Obr. 13. Kompenzace prohnutí válců protimomentem [1]

2.4 Pohon víceválců

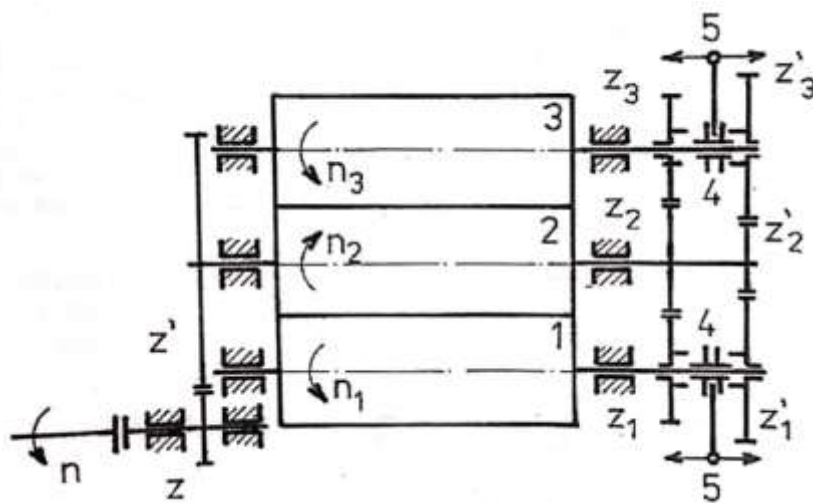
Od pohonu víceválcových strojů se předpokládá plynulá regulace pohonu, která umožňuje plynulé najíždění výroby a plynulý provoz při optimálních podmínkách. Nejčastěji se používají střídavé nebo stejnosměrné elektromotory s regulací otáček.

Převodová skříň u starých strojů je uspořádána jako u malých víceválců. Skluz je konstantní a může se měnit pouze výměnou ozubených kol. Pro změnu skluzu se používají výsuvné zubové spojky. Pohon tříválců je zobrazen na obr. Přesunutím zubové spojky 5 do záběru dochází ke změně skluzu dle požadovaných výrobních podmínek.

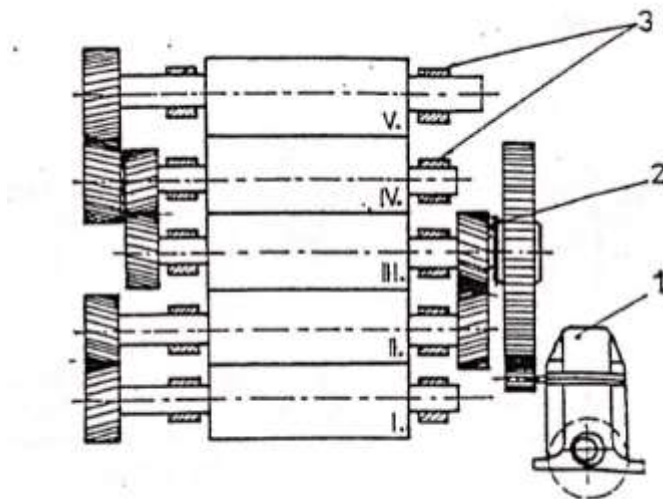
U moderních strojů – především čtyřválců – se používá převážně oddělený pohon válců. Převodová ozubená kola válců jsou uložena v samostatné převodové skříně a krouticí moment je na válec přenášen kloubovými spojkami, které umožňují stranové vychýlení. Každý válec je poháněn samostatným přírubovým stejnosměrným motorem, který umožňuje větší rozsah změny otáček (1:10) než komutátorový motor (1:3). [6]

Oddělený pohon má tyto výhody:

- ložiska válců nejsou zatěžována tíhou ozubených kol,
- kloubové spojky umožňují křížení a stavění válců,
- umožňují lepší ochranu ozubených kol před prachem a výpary,
- umožňují účinnější mazání ozubených kol,
- válce mohou být stejně dlouhé, tedy navzájem zaměnitelné, a po jejich přebroušení při opravě není nutno upravovat zuby převodových kol. [6]



Obr. 14. Pohon tříválců [1]



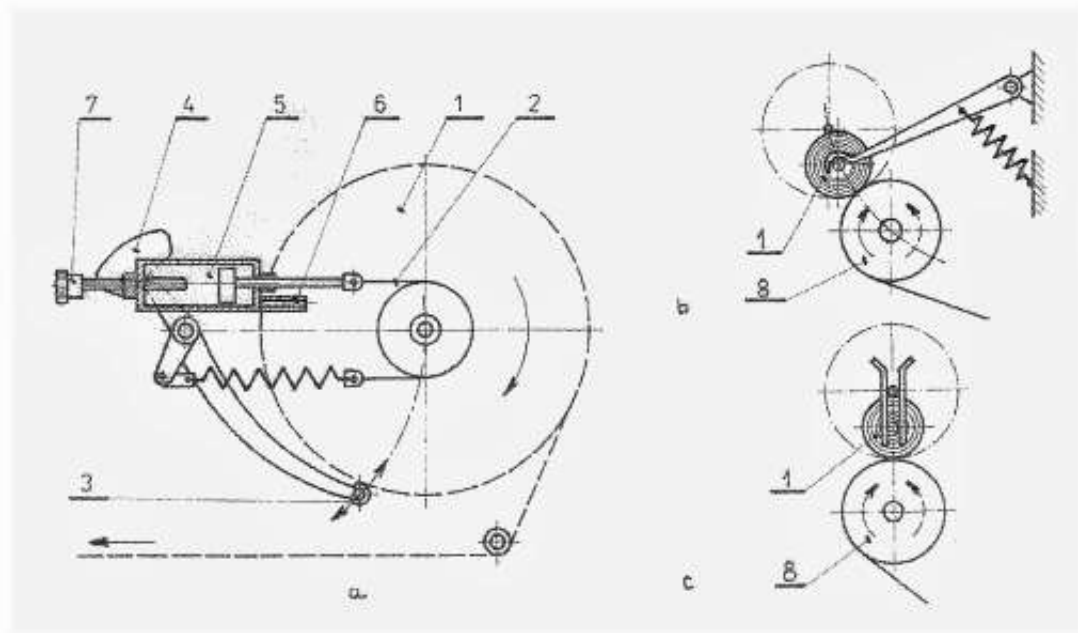
Obr. 15. Pohon pětiválcového stroje [6]

2.5 Stroje a zařízení pro výrobní linky

Ve výrobních linkách jsou, kromě víceválcovacích strojů, zařazeny stroje a zařízení, které zajišťují další aspekty výroby. Od navíjecích zařízení až po dezénovací zařízení. Pomáhají ve výrobě ke kontinuální činnosti celé výrobní linky. [1]

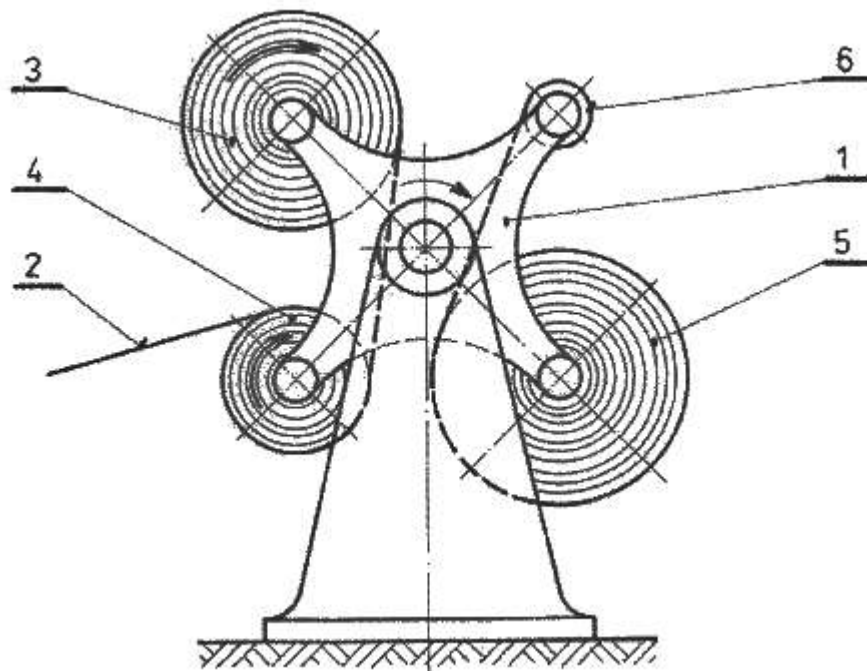
2.5.1 Odvíjecí a navíjecí zařízení

Folie, textil, papír aj. určené pro další zpracování se odvíjí z nábalu (balíku). Pro balíky se používají plastové trubky, dřevěné válečky nebo lepenkové dutiny. Odvíjecí zařízení má za účel udržet odvíjené pásy v konstantním napětí, aby nedošlo ke krčení. Proto musí docházet, s rostoucím průměrem balíku, ke změně brzdového momentu. K regulaci brzdového momentu se používají pásové nebo čelistové brzdy, u kterých se změna realizuje pomocí závaží nebo regulací tlaku pružiny. [1]



Obr. 16. Odvíjecí a navíjecí zařízení [1]

1 – balík, 2 – brzdny pás, 3 – odvíjený pás, 4 – závaží, 5 – pneumatický válec, 6 – přívod tlakového vzduchu, 7 – stavitelný doraz, 8 – hnací (brzděný) válec

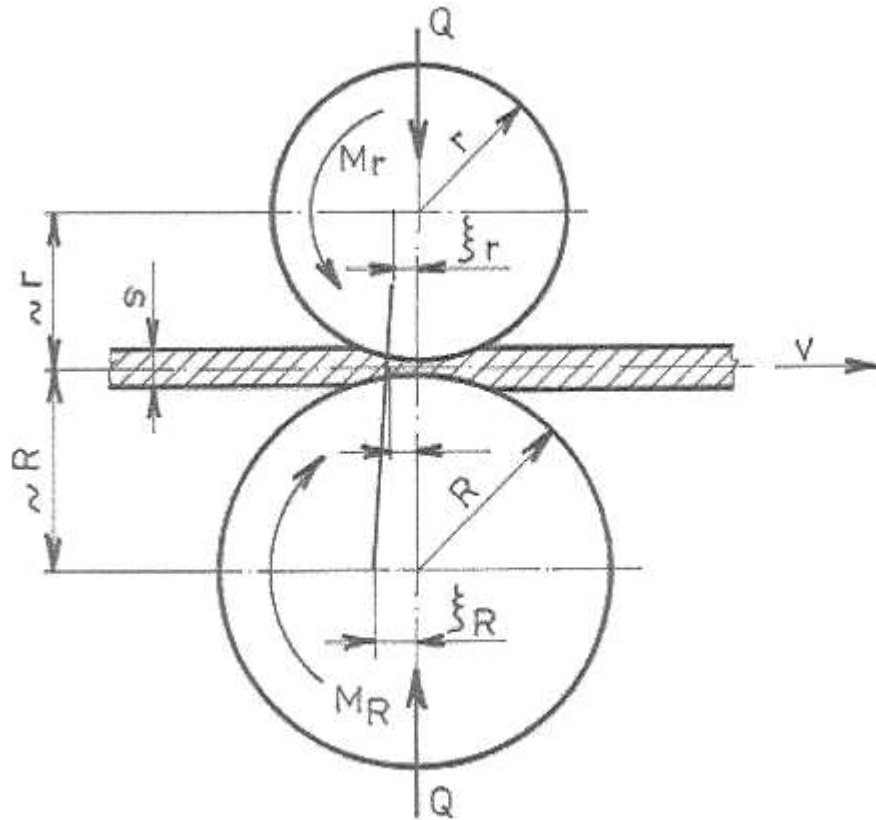


Obr. 17. Dvojité navíjecí ústrojí [1]

1 – křížová konzola, 2 – navíjený materiál, 3 – zábalová vložka, 4 – navíjený balík, 5 – balík zábalové vložky, 6 – váleček pro navíjení

2.5.2 Tažné válce

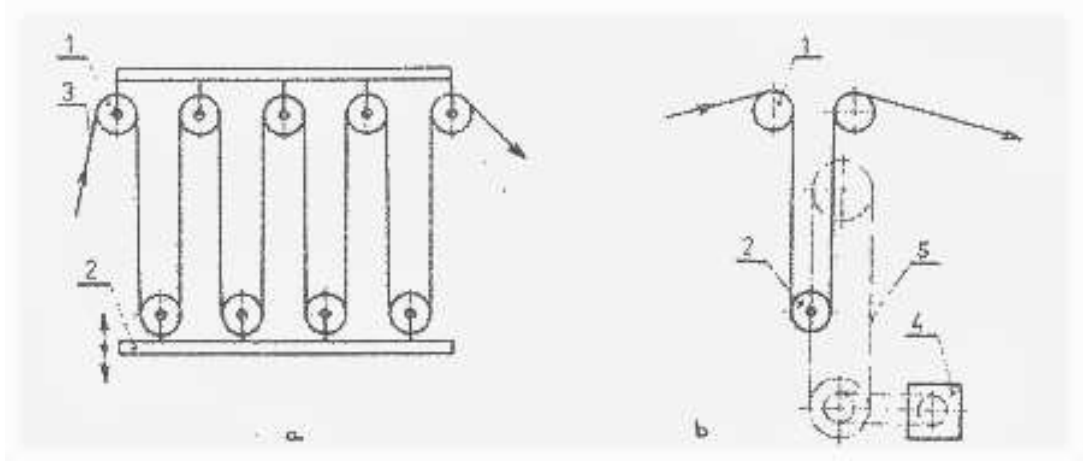
Pro splnění požadavků na plynulost výroby je potřeba dimenzovat přítlak a pohon tažných válců. Pracovní délka válců udává šířku materiálu, který mezi válci prochází. Tyto válce jsou přitlačovány celkovou přítlačnou silou. [1]



Obr. 18. Obecná dvojice válců [1]

2.5.3 Zásobníky

Zásobníky se zařazují do výrobních linek, kde materiál pracuje diskontinuálně. Využívají se při výměně balíků u navíjecích zařízení (navíjení je během výměny balíku mimo provoz). Obdobně se řeší i zásoba materiálu v případě napojování začátku a konce balíku při odvíjení.



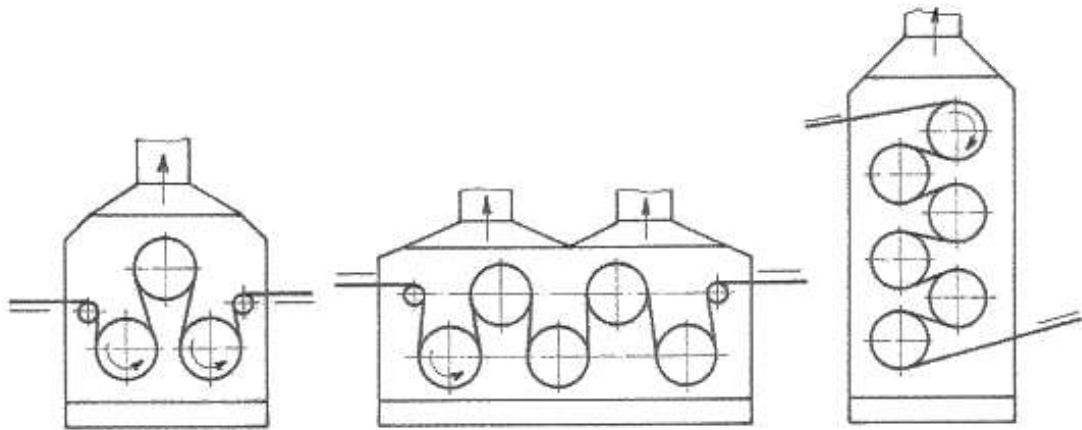
Obr. 19. Válečkové zásobníky [1]

Zásobníky lze také využít u linek, jejichž rychlost nelze udržovat konstantní. Pohyblivý váleček zavěšený na řetězech reguluje rychlost odvíjení (navíjení). [1]

2.5.4 Sušárny a chladičky

Využívají se v mnoha případech, kde je nutno podkladový textil před zpracováním nejdříve vysušit. Například u kaučukových směsí, aby při vulkanizaci nevznikly separace. Mnohdy jsou sušící stroje součástí výrobních linek, jen zřídka jsou používány samostatně. Rozložení sušícího stroje se volí tak, aby zabíral co nejmenší plochu, proto se používají nejčastěji vertikální uspořádání (obr. 20). [1]

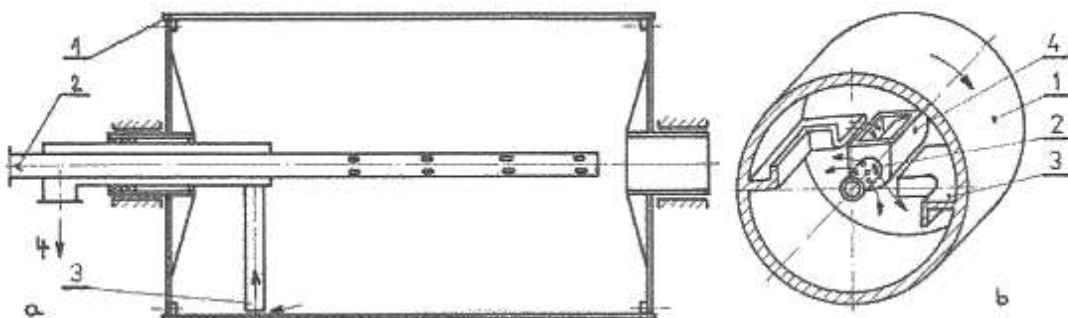
Ovšem toto uspořádání má obtížnější navádění pásu oproti horizontálnímu. Počet válců je nutno volit takový, aby došlo k dokonalému vysušení pásu i při vysoké pracovní rychlosti. [1]



Obr. 20. Válcové sušicí a chladicí stroje [1]

Válce sušících strojů jsou vyrobeny z litiny s přišroubovanými víky, ocelové nebo svařované. Povrch je pečlivě obroběn, často i pochromován. Válce mívají průměr 600 až 800 mm a délku 1200–1800 mm. Jestli jsou válce vytápěné parou, musí se řešit jako tlakové nádoby. Přívod topné páry je řešen, stejnou konstrukcí jako u válcovacích strojů, přes topnou hlavu. [1]

Pásky se při sušení smršťují, proto mají sušárny do výrobní linky zařazeny volnoběžné (bez pohonu) válce. Díky tomu je zaručena kompenzace délkových změn pásu. Tyto stroje mají samostatné navíjecí a odvíjecí zařízení. Pokud sušicí stroje pracují samostatně, mají poslední válec poháněný. Pohon válců je také zařazen do linky, pokud je v lince malý počet válců. [1]

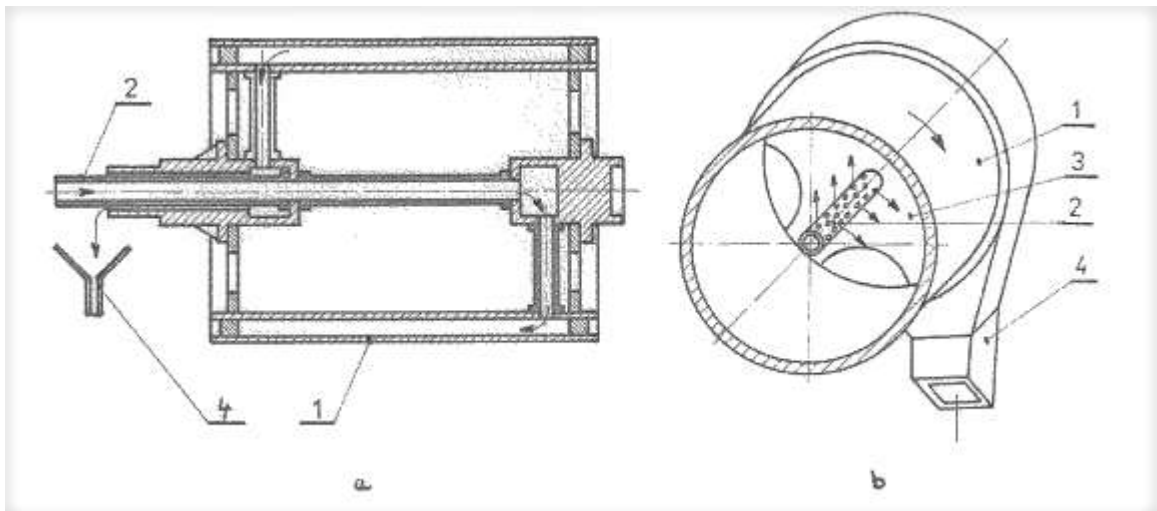


Obr. 21. Sušicí válce vyhřívány parou [1]

1 – plášť, 2 – přívod páry, 3 – sběrač kondenzátu, 4 – odvod kondenzátu

Chlazení materiálu se provádí nejčastěji na chladících válcích. Ty bývají umístěny za válcovacím strojem, kde teplota fólie, pásu, nánosu je příliš vysoká a jejich pevnost nízká. Materiál se musí ochladit na takovou teplotu, aby se s ním mohlo dále manipulovat. [1]

Válce se vyrábí a uspořádávají podle typu chlazeného materiálu. Zvětšením průměru se dosáhne zvětšení teplosměnné plochy – větší odvod tepla. Proto nelze použít měděné válce na chlazení kaučukových směsí. Pokud se jedná o lepidlo, musí být povrch opatřen nelepidivým povlakem. [1]



Obr. 22. Chladící válec [1]

a – dvouplášťový chladící válec, b – s otevřeným čelem

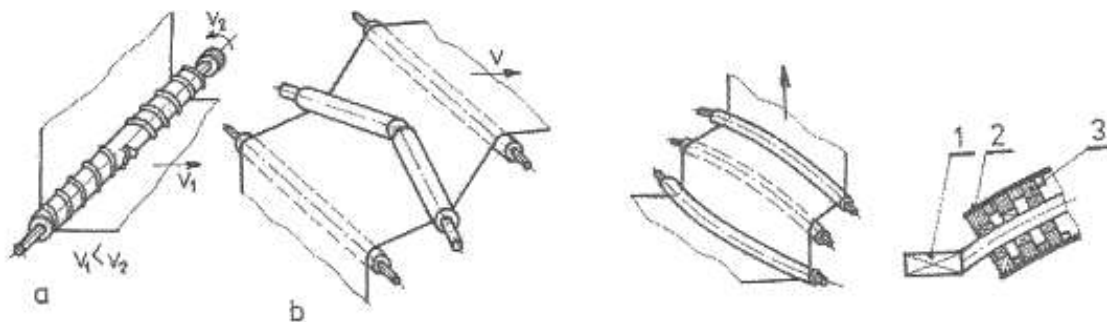
1 – plášť, 2 – přívod chladicí vody, 3 – čelo, 4 – výlevka

Intenzivní chlazení je zajištěno díky plynulému odvodu oteplené chladicí vody. Jedno z možných řešení je na obrázku 22. Dvouplášť umožňuje zvýšit rychlost proudění vody a tím zesílit přestup tepla. [1]

Pohon malého chladicího stroje bývá přímo od základního stroje. Díky tomu nejsou problémy s regulací rychlosti, ale neumožňuje u výrobků kompenzaci smrštění. Samostatné hnací pohony se řeší u velkých strojů s více chladícími válci. Pouze poslední válec je poháněný, ostatní jsou volnoběžné. Regulace rychlosti pomocí hnacích jednotek musí být plynulá, aby byla zajištěna návaznost na další stroje a operace v lince. U výroby tenkých fólií při vysokých rychlostech se kladou vysoké požadavky na regulaci pohonu chladících válců. [1]

2.5.5 Rozpínací ústrojí

Rozpínací ústrojí se používá na začátku výrobních linek. Je nutné pásy rozpínat, aby byly odstraněny veškeré podélné záhyby a eliminovalo se příčné smrštění. Na obr. 23 jsou nakresleny nejběžnější rozpínací zařízení. [1]



Obr. 23. Rozpínací ústrojí [1]

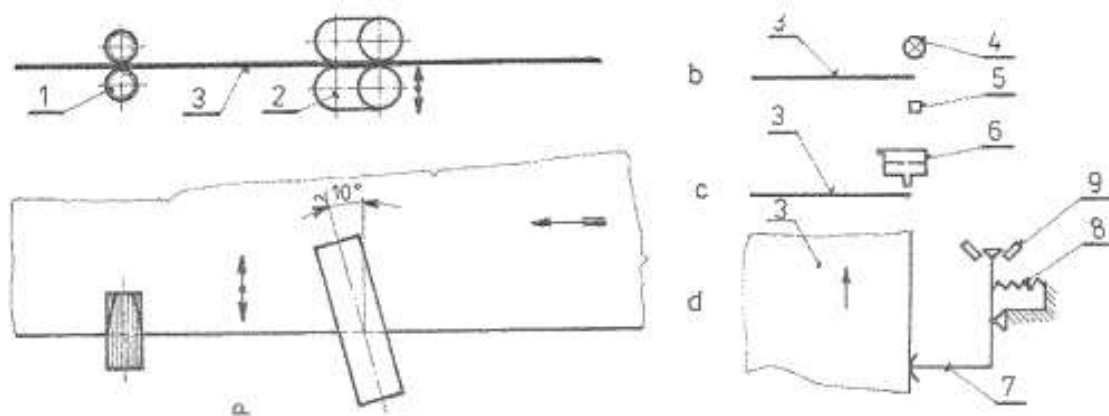
a – válec se šroubovicí, b – šikmé válce, c – pružné válce,

1 – nosná tyč, 2 – pružná hadice, 3 – kladky

Kvůli mírnému rozpínacímu účinku se válečky s pravou a levou šroubovicí používají pro rozpínání jemnějších textilií. Ovšem se dají uplatit i při rozpínání textilních dopravníků pásů v nejrůznějších strojích. Dobré upínací účinky lze zajistit díky šípovému uspořádání válečků. Účinky se mění změnou úhlu nastavení. Nejlepších účinků se dosahuje pomocí prohnutých pružných válečků (obr. 23 c). [1]

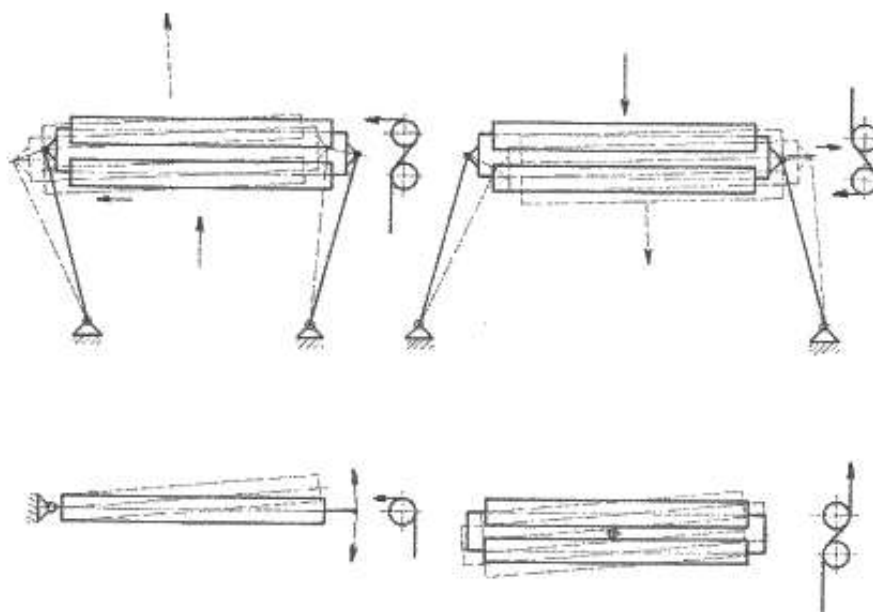
2.5.6 Naváděcí ústrojí

Naváděcí ústrojí se používá pro udržování směru chodu folie, textilu, dopravního pásu apod. v ose stroje. Hlídá přesouvání pásu v příčném směru.



Obr. 24. Naváděcí ústrojí se šikmými válečky [1]

1 – rýhované kolečko, 2 – šikmé válečky, 3 – pás, 4 – světelný zdroj, 5 – fotonka,
6 – tryska, 7 – snímač, 8 – pružina, 9 – bezkontaktní
a – naváděcí ústrojí, b, c, d – způsoby snímání polohy pásu

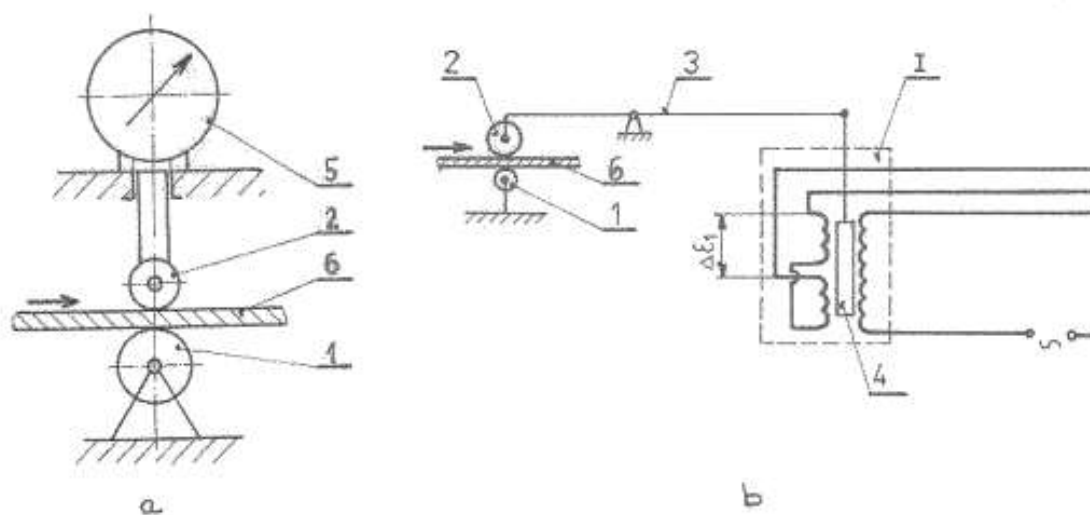


Obr. 25. Naváděcí ústrojí s výkyvnými válečky [1]

2.5.7 Měřicí zařízení

U výroby plastových polotovarů se zjišťuje během výroby délka a tloušťka pásu nebo nánosu. Délka se měří obvykle kontaktními měřidly (odvalování měřícího kolečka počítadla po povrchu pásu). [1]

Větší problém nastává u měření tloušťky. Pokud jde o měření tloušťky v případě, kdy má být měřená veličina využita k regulaci vlastního výrobního zařízení (válcování). Nejjednodušší způsobem je měření pomocí mechanického měřícího přístroje. Zjišťuje se rozdíl mezi povrchem měřeného materiálu od povrchu podložného válce.

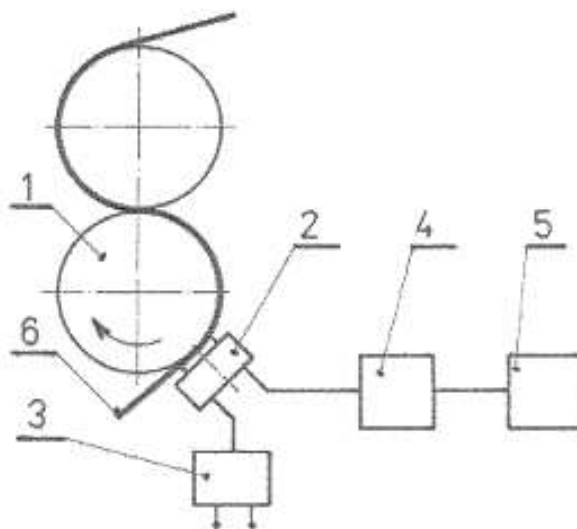


Obr. 26. Měřič tloušťky [1]

a – mechanický, b – indukční

1 – opěrná kladka, 2 – snímací kladka, 3 – páka, 4 – jádro transformátoru, 5 – úchylkoměr,
6 – fólie

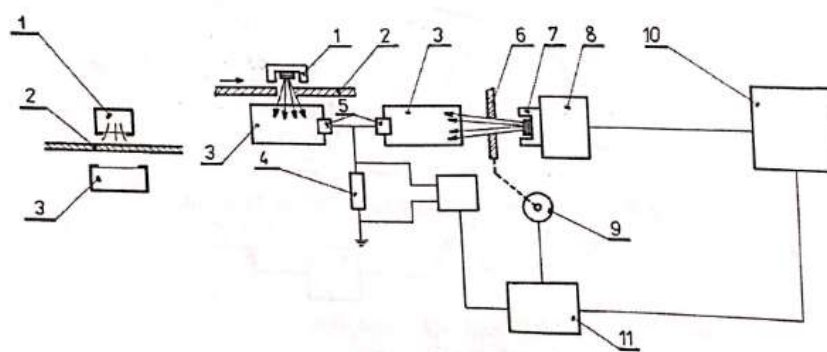
Měření tloušťky fólie pomocí pneumatického měřícího ústrojí pracuje na principu změny tlaku v závislosti na změně mezery. Změny jsou registrovány mikromanometrem a slouží k regulaci. [1]



Obr. 27. Pneumatický měřič tloušťky [1]

1 – pás, 2 – podložný válec, 3 – zdroj tlakového vzduchu, 4 – tryska,
5 – mikromanometr, 6 – zesilovač

Měření tloušťky pomocí izotopů je principiálně velmi jednoduché. Nad měřenou fólií je umístěn zářič. Záření je průchodem přes fólii částečně pohlceno. Tloušťka fólie je úměrná intenzitě záření. Jelikož jak zářič, tak snímač pojíždí v příčném směru, dá se díky tomu měřit tloušťka fólie po celé šířce pásu. [1]

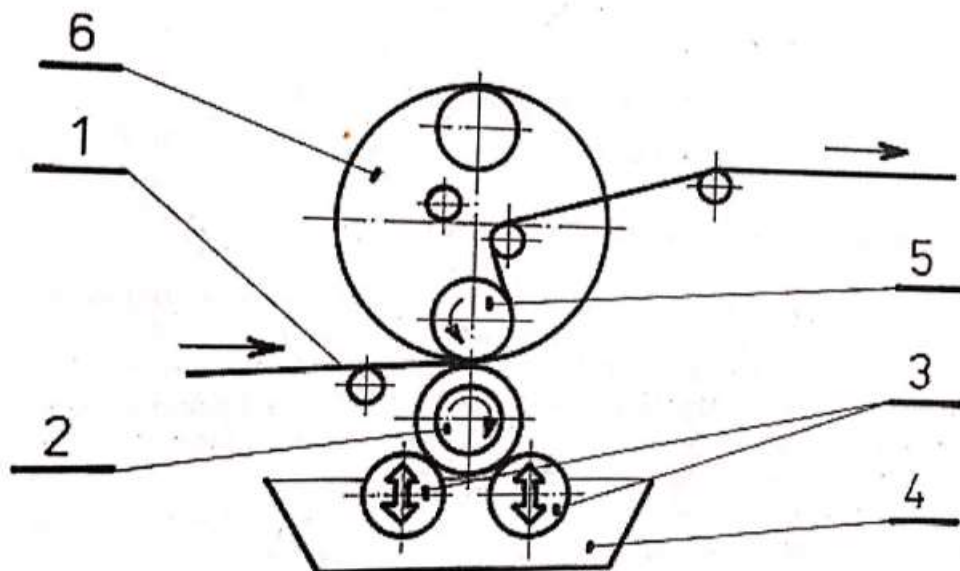


Obr. 28. Měření tloušťky pomocí izotopů [1]

1 – zářič, 2 – měřená fólie, 3 – snímací sonda, 4 – odpor, 5 – GM-čítač, 6 – porovnávací fólie, 7 – porovnávací zářič, 8 – zesilovač, 9 – elektromotor, 10 – převodník,
11 – regulátor

2.5.8 Dezénovací zařízení

Pomocí dezénovacího zařízení se vyrábí prostorový vzorek na plošném materiálu. Zařízení může být implementováno do výrobní linky nebo pracovat samostatně. Dezénovací materiál je pomocí oprýžovaného válce přitlačován k dezénovacímu válci. Přítlačná síla je vyvolána pneumatickým systémem opěrných válců. Díky tzv. revolverové hlavě bývají uloženy dezénovací válce, což umožňuje snadnou a rychlou změnu dezénu. K chlazení válců dochází pomocí vody, která se nachází uvnitř válce. Podložné válce se pak brodí v chladících vanách [1]



Obr. 29. Dezénovací ústrojí [1]

1 – fólie, 2 – podložný válec, 3 – přítlačné válce, 4 – chladící vana, 5 – dezénovací válec,
6 – revolverová hlava

Při dezénování se materiál nejprve ohřeje (zdroji infračerveného záření, vyhřívanými válci), pokud není dostatečně zahřátý z minulé operace, na požadovanou teplotu. Poté je veden mezi oprýžovaný podložní válec a chladicí dezénovací válec, který je intenzivně chlazen vodou (zevně, zevnitř nebo oběma způsoby současně), aby se povrch dezénovacího materiálu dostatečně ochladil a neztrácel vytvořený dezén. [6]

2.6 Válcovací linky

V plastikářském průmyslu se kalandry používají k válcování PVC fólií, k výrobě koženek, podlahovin atd. V gumárenském průmyslu slouží k jedno nebo oboustrannému nanosování kaučukových směsí na textil a k válcování fólii. Tyto polotovary slouží pro výrobu pneumatik, klínových řemenů, dopravních pásů, nafukovacích matrací apod. [6]

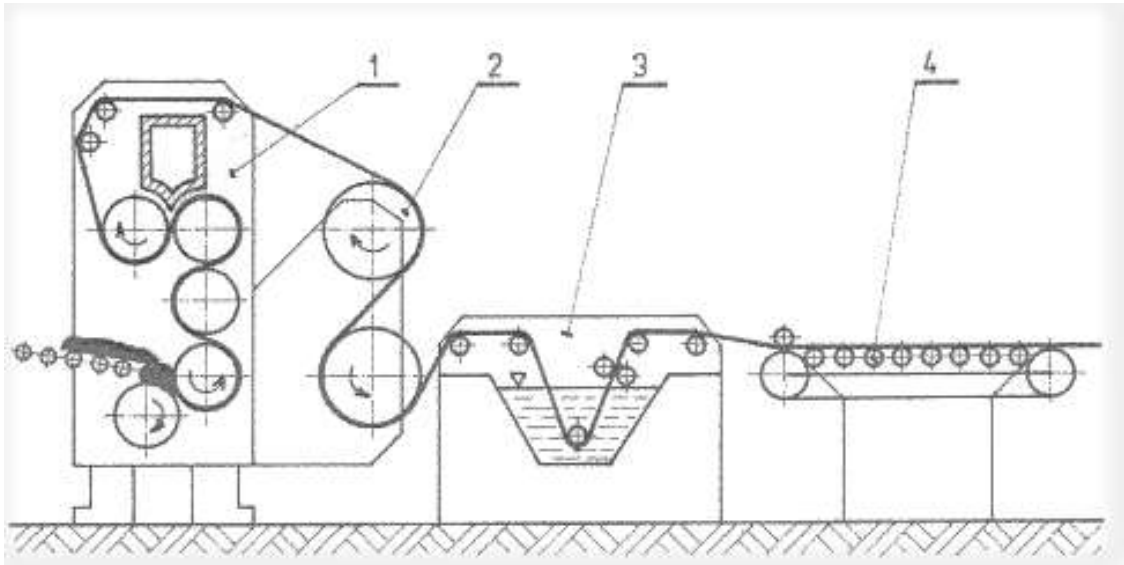
Kalandry nemohou pracovat samostatně. Musí se zásobovat výchozími surovinami (plast, kaučukovité směsi, textil) a po válcování je nutno polotovar chladit a navinout, někdy bývá ještě přidána operace dezénování. Zajistit kontinuita těchto procesů není jednoduché. Moderní čtyřválcové linky dokáží pracovat s rychlostí kolem 50 m/min a při špičkových výkonnostech i s rychlostmi dvojnásobnými. [6]

Procesy na všech linkách lze rozdělit do tři fází:

- a) příprava plastické směsi (na dvouválcí, v hnětiči, vytlačovacím stroji),
- b) válcování fólií (a jejich nanesení na podložku),
- c) následné zpracování produktů [6]

2.6.1 Linka na gumové folie a pásy

Linka na gumové fólie a pásy, viz Obr. 30, slouží k válcování hladkých nebo dezénových fólií z kaučukových směsí. Dvouválcce funguje jako zásobník pro pětiválec. Chladicí zařízení je hned za pětiválcem s ním také vana se separačním prostředkem a manipulačním dopravníkem. Fólie se navíjí do nábalu nebo řeže na přířezy. Další doplňující zařízení (nůžky, vysekávací stroje aj.) mohou být součástí výrobní linky. Rychlost linky se pohybuje v rozpětí 0,05 až 0,14 m/s. [1]

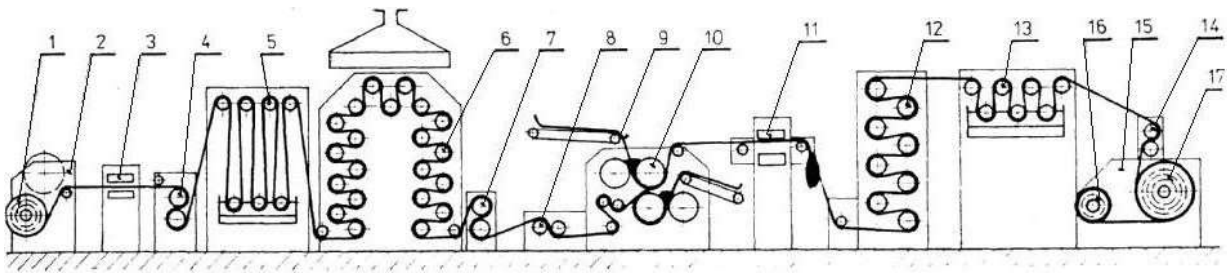


Obr. 30. Linka na gumové fólie a pásy [5]

1 – pětiválec, 2 – chladicí válece, 3 – vana, 4 – pásový dopravník

2.6.2 Linka na oboustranné pogumování kordů

Linka začíná odvíjecím zařízením, které je umístěno na stojanu. Pomocí slepovacího ústrojí se spojí dva pásy, z vulkanizováním proužku směsi. Tažné válce, zajišťují pohon pásu a mají samostatný pohon s možností regulace rychlosti. Kontinuální provoz linky zajišťují válečkové zásobníky. Před gumováním je nutno pás vysušit pomocí válcové sušičky, které mají průměry válců 710 mm vyhřívané parou a jsou bez pohonu. Naváděcí zařízení udržuje správný směr pásu před vstupem do čtyřválece. Čtyřválece má sestaveny válce do tvaru Z. Tyto válce mají oddělenou centrální hnací jednotku. Kompenzaci průhybu (klenutím, křížením) řeší zařízení, kterým je stroj vybaven. Obě dvojice válců jsou zásobovány kaučukovou směsí pomocí rozsévacích dopravníků. Ze zásobovacího dvouválce je odebírána směs. Tloušťka pásu (nánosu) je měřena zařízením se zářičem. Za měřením je umístěno válcovací chladicí zařízení, které chladí pogumovaný pás. Pohon je umístěn na posledním válci. Navíjecí ústrojí navine pogumovaný kord se zábalovou vložkou. Maximální pracovní šířka uvedené linky je 1500 mm a vyvine maximální rychlost cca 1 m/s. [1]

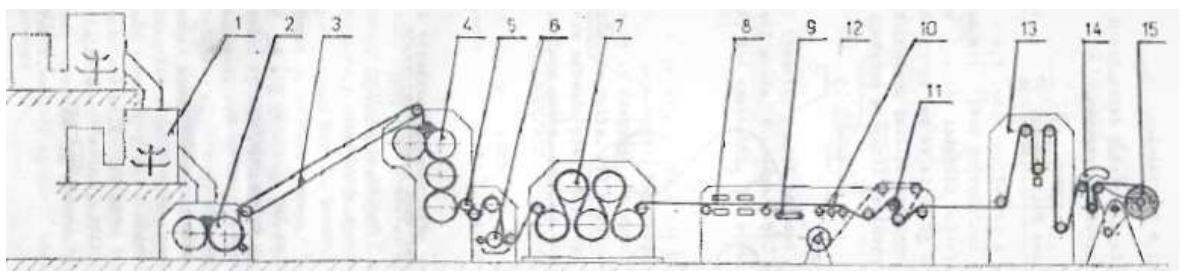


Obr. 31. Linka na oboustranné pogumování kordů [5]

1 – odvíjecí hlava, 2 – stojan, 3 – slepovací ústrojí, 4, 7, 14 – tažné válce, 5, 12 – válečkový zásobník, 6 – válcová sušárna, 8 – naváděcí ústrojí, 9 – rozsévací dopravník, 10 – čtyřválec, 11 – měřicí ústrojí, 12 – válcová chladička, 15, 17 – navíjecí ústrojí, 16 – zábalová vložka

2.6.3 Linka na folie z měkčeného PVC

Fluidní míchačky zásobují dvouválec. Pomocí pásových dopravníků je směs dopravována do čtyřválece, sestaveného do F. Odtah vyrobené fólie zajišťují tažné válce, která dále prochází dezénovacím zařízením a soustavou chladicích válců. Tloušťka fólie je měřena měřicím zařízením se zářičem. Fólie se kontroluje prosvětlováním. Na ořezávacím ústrojí se provádí ořezávání okrajů. Odpad. Vzniklý ořezáním, je odváděn a navíjen na navíjecí ústrojí. Nakonec fólie projde přes zásobník, naváděcí a řezací rameno až do navíjení. [1]



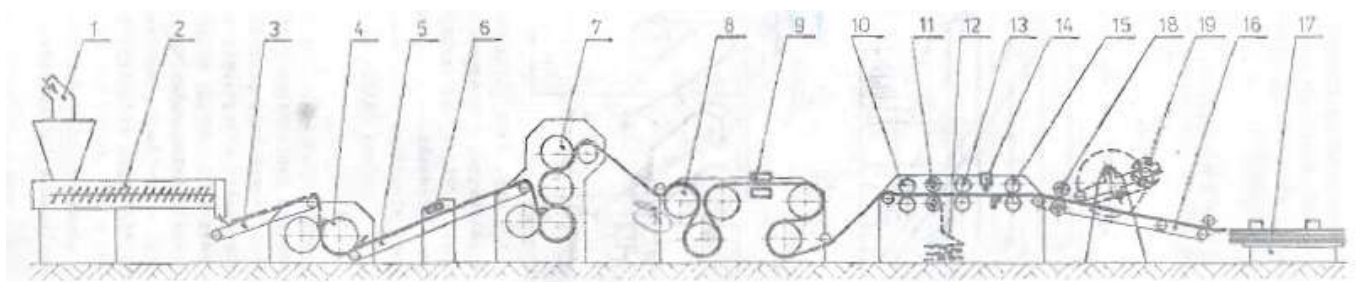
Obr. 32. Linka na folie z měkčeného PVC [1]

1 – fluidní míchačka, 2 – dvouválec, 3 – dopravník, 4 – čtyřválec, 5 – odtah, 6 – dezénování, 7 – chladicí válce, 8 – měřič tloušťky, 9 – prosvěcovací stůl, 10 – ořezávací ústrojí, 11 – tažné válce, 12 – navíjení okrajů, 13 – zásobník, 14 – příčné řezání, 15 – navíjecí zařízení

2.6.4 Linka na folie z neměkčeného PVC

Na obr. 33 je schéma výrobní linky na výrobu fólie z neměkčeného PVC. Z fluidní míchačky se sypká směs dostane do KO-hnětiče. V něm se plastikuje a v podobě tablet se dopravuje pásovým dopravníkem na dvouválec. Před vstupem do čtyřválece projde materiál přes elektrický detektor kovů, který reaguje na přítomnost kovových nečistot. Válce ve čtyřválcí jsou sestaveny do tvaru L. Jejich průhyb je kompenzován protimomentem a křížením. Měřicí ústrojí je umístěno mezi chladicí válce, jeho signál je použit na seřizování šířky štěrbin mezi poslední dvojicí válců u čtyřválece. Kotoučové nože fólii ořezávají na požadovanou šířku, příčně se pak dělí na archy rozřezávacím ústrojím. Archy se skládají na palety. Pokud se fólie neřeže na archy, je přidáno navíjecí zařízení, které fólii navíjí do balíku. [1]

Na této lince je možno dosáhnout maximální šířky fólie 1600 mm o tloušťce 0,1 až 1,2 mm. Rychlost linky je pak v rozmezí 0,3 až 1 m/s. [1]



Obr. 33. Linka na fólie z neměkčeného PVC [5]

- 1 – přívod suroviny, 2 – KO-hnětič, 3 – dopravník, 4 – dvouválec, 5 – dopravník,
 6 – detektor kovů, 7 – čtyřválec, 8 – chladička, 9 – měřič tloušťky, 10, 13, 15 – tažné
 válce, 11 – ořezávací ústrojí, 12 – ořezaný okraj, 14 – příčné rozřezávací ústrojí,
 16 – stahovací stůl, 17 – paleta, 18 – formátovací ústrojí, 19 – navíjecí zařízení

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

V bakalářské práci byly stanoveny následující cíle:

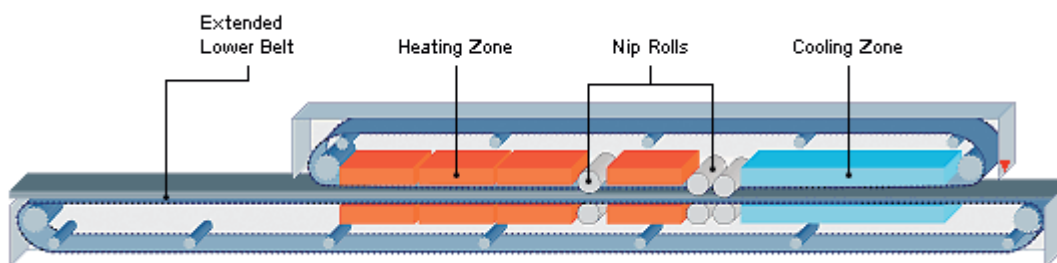
- vypracovat literární rešerši na dané téma
- popis současného stavu výrobní linky a nové požadavky linky
- návrh konstrukčního řešení uchycení kartáče včetně výrobní dokumentace
- realizace celého návrhu

Teoretická část bakalářské práce se zabývá zpracováním plastů pomocí válcování. Je zde popsáno válcování a další technologie, které k tomuto zpracování patří, tak aby vznikla kontinuální výroba.

Cílem praktické části je navrhnout uchycení magnetického kartáče, tak aby nezasahoval do výrobního procesu a byly dodrženy technologické postupy u výrobní linky. Návrh je pomocí výpočtů zkontrolován a doložen technickou dokumentací. Proto je praktická část rozdělena na dvě kapitoly. První kapitola popisuje laminační linku s technologií Thermofix, na které bude proveden konstrukční návrh. Druhá kapitola se zabývá již samotným konstrukčním návrhem.

4 LAMINAČNÍ LINKA S TECHNOLOGIÍ THERMOFIX

Technologie Thermofix® pracuje na bázi dvojitého lisu, kde jsou dva zesílené tepelně stabilní pásy uspořádány horizontálně nad sebou. Nanášení materiálu a předběžná úprava je obvykle ovlivněna prodlouženým dolním pásem. Zadní strany pásů jsou v kontaktu s topnými a chladicími deskami. Zatímco spodní desky jsou upevněny pevně, horní desky se pohybují ve svislém směru společně s celým horním pásem, aby se vytvořila mezera podle tloušťky materiálu. Obvykle je mezi topnou a chladicí zónou namontován jeden nebo více párů kalibračních styčných válců. [7]



Obr. 34. Princip technologie Thermofix [7]

4.1 Zásobník polotovarů

Zajišťuje kontinuální zásobu polotovarů pro výrobu podlahoviny.



Obr. 35. Zásobník spodní černé fólie [7]



Obr. 36. Zásobníky polotovarů [7]

4.2 Termofixační tunel

Plochý laminátor od firmy Schott & Meissner Thermofix® pracuje na principu kombinace kontaktního tepla a tlaku. Materiál je veden laminátorem s plochým ložem nebo dvojitým pásovým lisem mezi dvěma dopravními pásy potaženými teflonem a zahříván pomocí topných desek, které jsou umístěny za dopravníkovými pásy. Produkt, který je stále držen mezi oběma dopravníkovými pásy, je pak veden přes jeden nebo více dvojitých párů šěrbinových válců, uspořádaných za sebou a kalibrován. Po zahřívací zóně má dvojitý pásový lis chladicí oblast. Zde je produkt "termoset" pomocí chladicích desek, které jsou také umístěny přímo za dopravníkovými pásy. Se zvedací jednotkou chladicích desek, která je samostatná a nezávislá na topné zóně, může být produkt navíc kalibrován na požadovanou tloušťku v chladicí zóně a v termosetu. [8]



Obr. 37. Termofixační tunel [8]

4.3 Pásový dopravník

Pásový dopravník je umístěn hned za termofixačním tunelem. Dopravuje podlahovinu na válečkový dopravníky, za kterým dochází k dezénování materiálu.



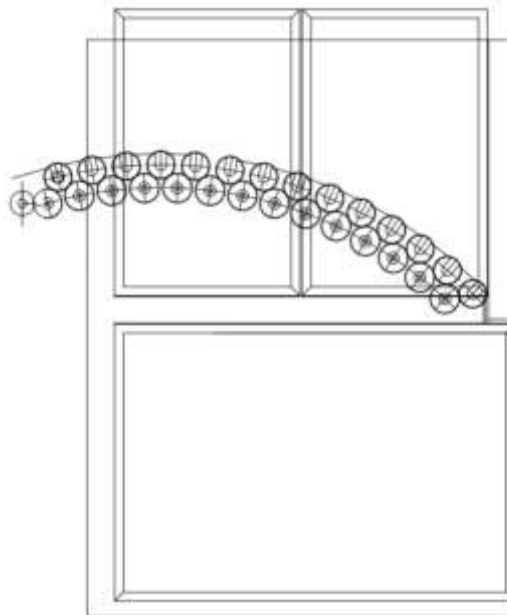
Obr. 38. Pásový dopravník_1 [7]



Obr. 39. Pásový dopravník_2 [7]

4.4 Válečkový dopravník

Pomocí válečkového dopravníku je materiál (podlahovina) dopravován do dezénovacího zařízení.



Obr. 40. Schéma válečkového dopravníku

4.5 Dezénovací zařízení

Dezénovací zařízení je zařazeno ve výrobní lince za termofixačním tunelem. Díky tomu se nemusí podlahovina znovu zahřívat. Princip dezénování je popsán v teoretické části bakalářské práce viz kapitola 2.5.8. [19]



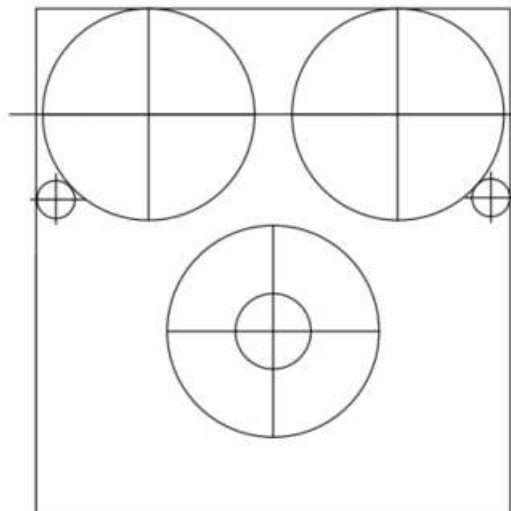
Obr. 41. Dezénovací válec [7]

4.6 Lakovací a vytvrzovací zařízení

V zařízení dochází k nanášení kapalného laku na podlahovinu. Poté je celý materiál vytvrzen pomocí ultrafialového záření.

4.7 Tříválcová chladička

Chladička ochlazuje podlahovinu na požadovanou teplotu. Principy jsou popsány v teoretické části, viz kapitola 2.5.4.



Obr. 42. Schéma Tříválcové chladičky

4.8 Řezací zařízení

Řezací zařízení zajišťuje odřezávání a sekání okrajů. Řezání okrajů zajišťují poháněné rotační nože. [17]



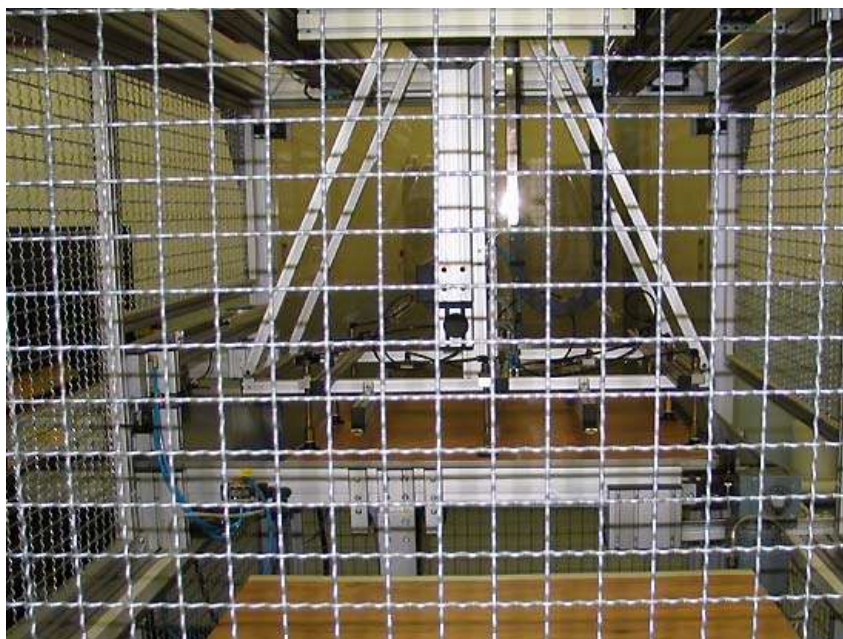
Obr. 43. Řezací zařízení [17]

4.9 Pneumatický manipulátor

Manipulátor je zařazen na konec automatické linky kontinuálně s technologickým procesem. Pracuje na principu vakuových příchytok. Řídicím systémem manipulátoru je software od firmy Siemens. [17]



Obr. 44. Pneumatický manipulátor – pohled 1 [17]

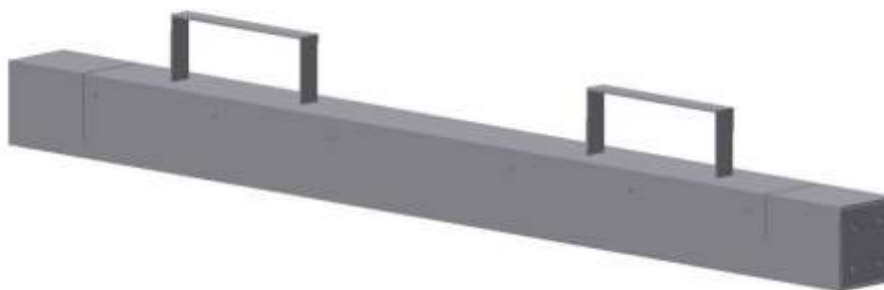


Obr. 45. Pneumatický manipulátor – pohled 2 [7]

5 MAGNETICKÝ KARTÁČ (METLA)

Magnetická metla se používá ke sbírání magnetických kovových i nekovových částic (např. špony, nýty, hřebíky, dráty, šroubky). Taktéž se dá použít na sběr nejdrobnějších prachových částic (brusný a svařovací prach). [21]

Metla, u které se bude navrhovat uchycení je od firmy SOLLAU. Její rozměry jsou 1400x1000x1000 mm. Cena metly dle e-shopu firmy je v rozmezí cca 6200–16000 Kč, podle typu použití a přídatného příslušenství. Tato firma používá neodymové NdFeb magnety. Tento typ magnetu zaručuje vysokou účinnost i při sběru větších kovových nečistot s vyšší hmotností. [21, 22]



Obr. 46. Zjednodušený 3D model metly

Údržba metly je velice jednoduchá, vytažením madla do horní polohy dojde k demagnetizaci spodní části metly (viz obr. 47). Díky tomu kovové částice odpadnou. [21]



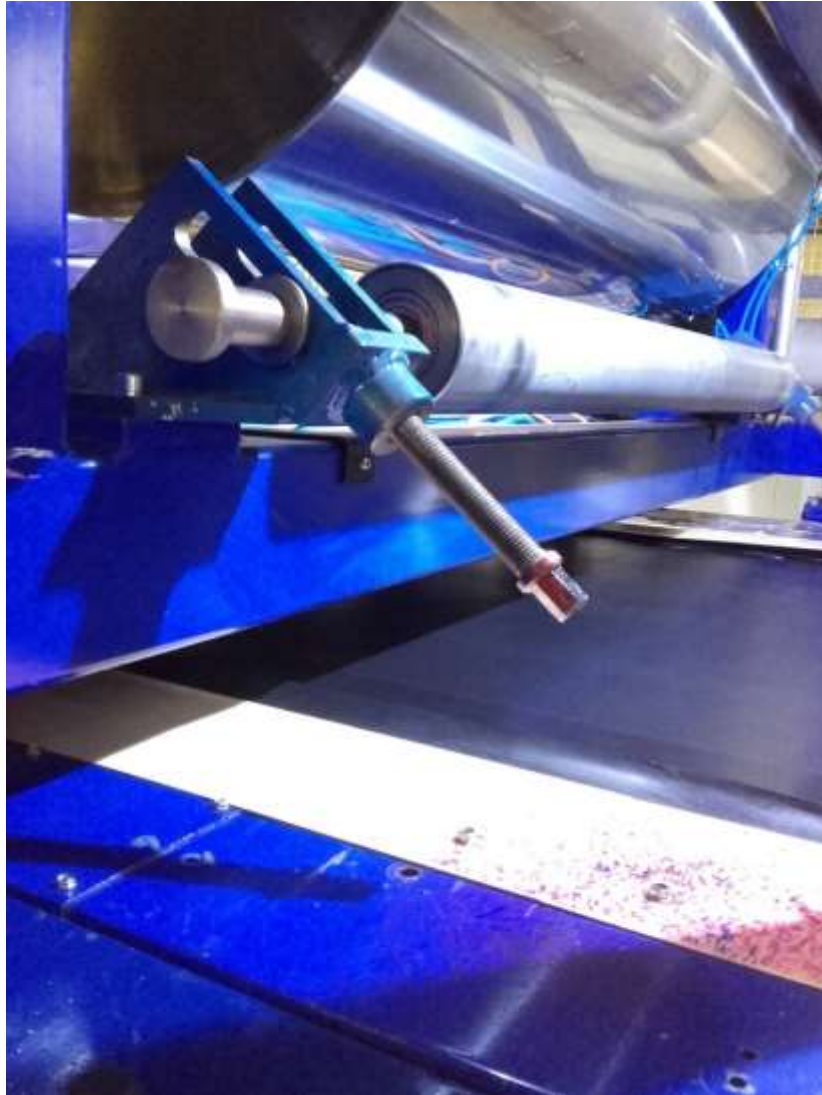
Obr. 47. Magnetická metla

Na obr. 47 je vyfocena magnetická metla od firmy SOLLAU, která bude na výrobní linku uchycena. Firma SOLLAU se specializuje na výrobu a prodej magnetických metel, které se dají použít jak v provozu, tak k úklidu malých dílen. Do provozu se často používají metly, které se díky příslušenství nasadí na vysokozdvížený vozík, případně na úklidový vozík. Pro malé dílny se na metlu namontují kolečka a přichytí se rukojeť, tím se zajistí ruční manipulace s magnetickou metlou. [21]

Mezi výhody magnetických metel je snadná manipulace, jednoduché čištění. Dá se také použít na různé druhy povrchů a je velmi praktická na skladnost. [21]

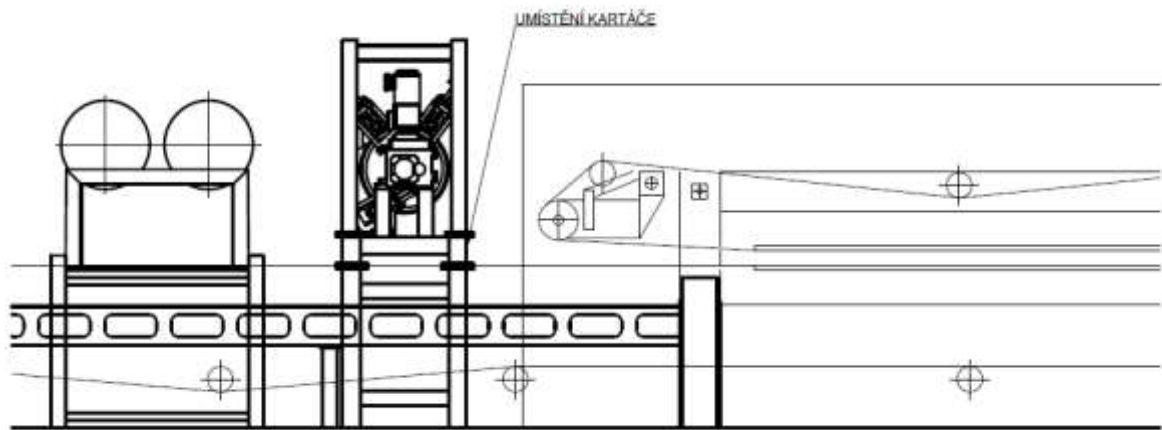
Ovšem nemusí se používat pouze v provozech a dílnách. Magnetické metly patří mezi základní příslušenství na úklid letištních ploch. [21]

6 UMÍSTĚNÍ KARTÁČE (METLY)



Obr. 48. Umístění magnetické metly

Na obr. 48 je vyfoceno místo, kde bude magnetický kartáč upevněn. Hlavní prioritou je, aby metla nezasahovala do výrobní technologie a její pracovní účinnosti byla co největší. Kvůli tomu musí být metla umístěna maximálně 5 cm nad výrobní linkou.

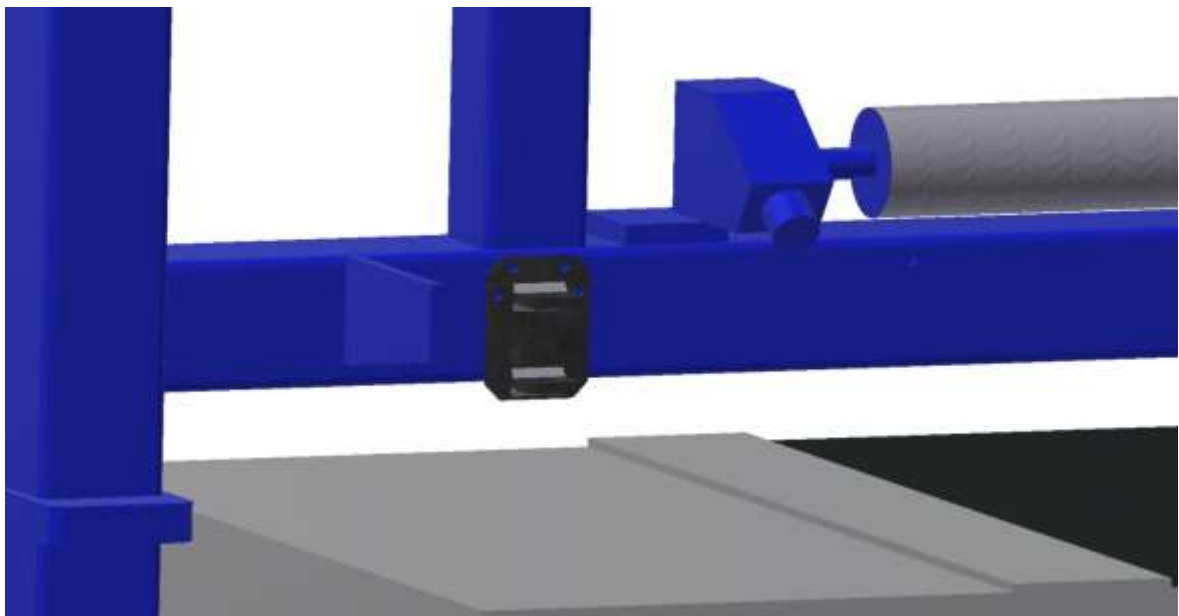


Obr. 49. Umístění kartáče na výrobní lince

Magnetický kartáč bude umístěn mezi zásobníkem polotovarů a thermofixačním tunelem (viz obr. 49). Při doplňování polotovarů, obsluha musí vylézt na „můstky“, které se nachází nad linkou (mezi jednotlivými balíky polotovarů). Díky tomu se na výrobní pás a polotovary dostávají nečistoty. Pokud by nebyly nečistoty odstraněny před thermofixačním tunelem, mohlo by dojít k porušení (rozřezání) teflonového dopravního pásu, který je součástí thermofixačního tunelu. V tomto případě by se musela zastavit výroba a oprava dopravního pásu trvá i několik dní.

7 NÁVRH UCHYCENÍ

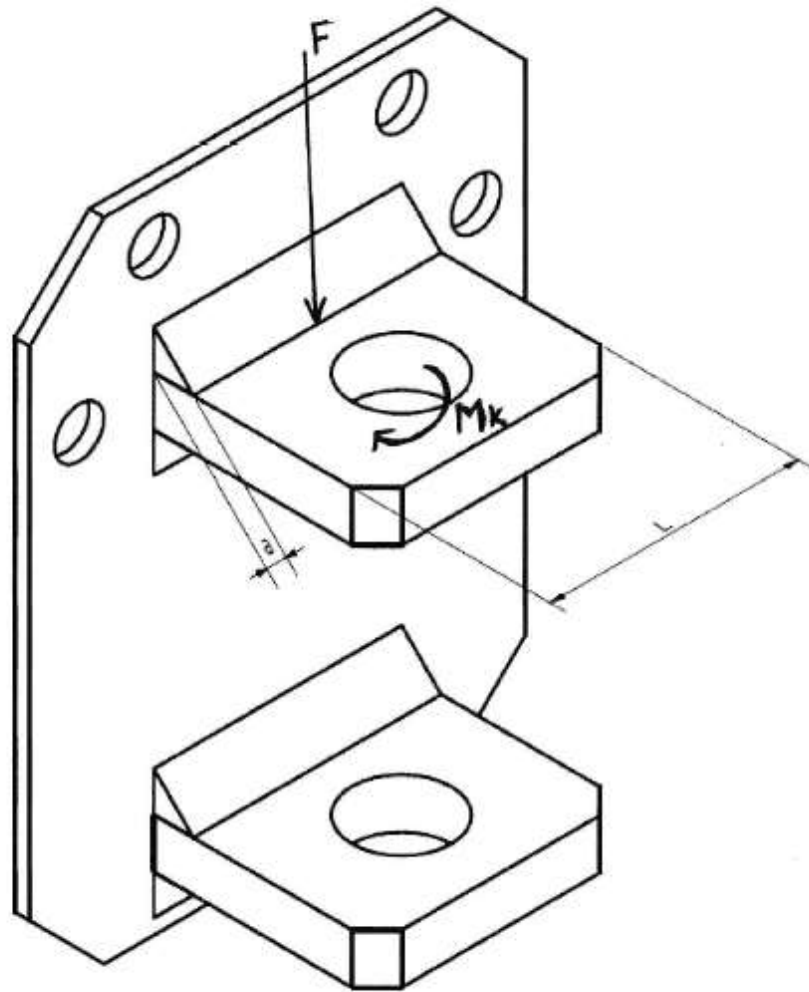
Na Obr. 49 je zjednodušený model výrobní linky. Je zde také ukázaný typ držáku, který bude na lince umístěn. Jak už bylo zmíněno, držák a celé uchycení kartáče musí být navrhnutu a umístěno tak, aby funkční část magnetické metly byla maximálně 5 cm na výrobním páse Fremat.



Obr. 50. Návrh umístění držáku ramena

7.1 Držák ramena

Jedná se o držák ramene, který ponese celé uchycení magnetické metly. Skládá se ze tří částí, které jsou svařeny k sobě. Kontrola svaru je vypočítaná pod Obr. 50. Dále na držáku jsou vyvrtány 4 díry, které budou použity k uchycení na linku pomocí šroubů AS 1111 M10 x 140. Hmotnost držáku ramene dle softwaru Autodesk Inventor 2019 je 0,6 kg a bude vyroben z oceli třídy 11. Výrobní výkres je součástí přílohy bakalářské práce.



Obr. 51. Držák ramena

Aby mohl být zkontrolovat koutové svary na držáku ramene, musel se pomocí spojitého zatížení určit krouticí moment a sílu, která na svaru působí. Tyto hodnoty jsou pak dále použity na zkontrolování svaru na rameni a na kontrolní výpočet šroubu na uchycení držáku na výrobní linku.

Kontrolní výpočet koutového svaru:

$$M_k = 104,125 \text{ N.m}$$

$$F = 4165 \text{ N}$$

$$a = 5,6 \text{ mm}$$

$$l = 38,8 \text{ mm}$$

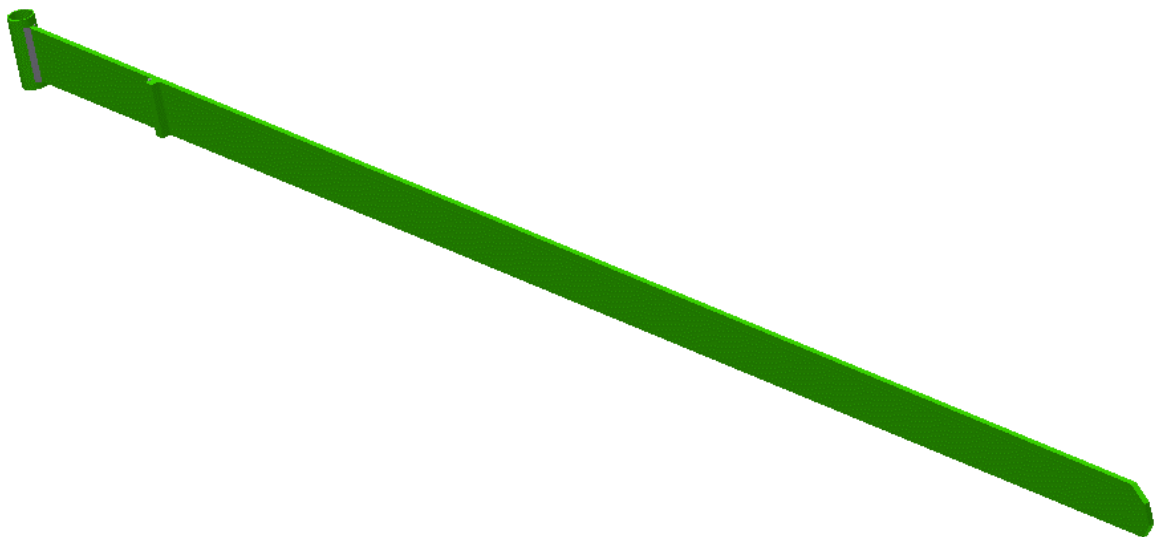
$$T = \frac{F}{2 \cdot a \cdot l} = \frac{4165}{2 \cdot 5,6 \cdot 38,8} = 9,6 \text{ MPa}$$

$$T = \alpha \cdot \frac{Re}{K} = 0,75 \cdot \frac{275}{2} = 103,125 \text{ MPa}$$

Dle výpočtu jsou zkontrolovány svary a je vidět, že navrhovaný svar vydrží tento typ zatížení. Dovolené napětí je cca 103 MPa a napětí ve svaru vyšlo 9,6 MPa.

7.2 Rameno na magnetický kartáč

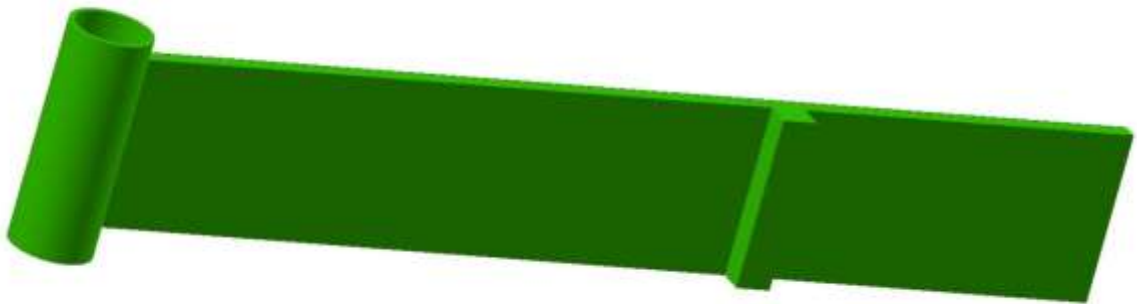
Rameno magnetického kartáče se skládá ze tří částí. První část je pouzdro (obr. 52), které bude nasazeno na čepu, kolem kterého se bude moci celé rameno otáčet. Rameno a pouzdro je svařeno k sobě pomocí koutového svaru. Třetí část na rameni je doraz (obr. 53), který zabraňuje k pohybu metly. Tento doraz je taktéž spojen s ramenem pomocí koutového svaru. Všechny tyto části jsou vyrobeny s oceli třídy 11. Jejich celková váha je cca 3,4 kg (dle softwaru Autodesk Inventor 2019). Výrobní výkresy pouzdra, ramene a dorazu jsou součástí BP.



Obr. 52. Rameno na magnetický kartáč



Obr. 53. Pouzdro pro čep



Obr. 54. Rameno s dorazem pro metlu



Obr. 55. Svařené rameno

Na kontrolu koutového svaru na rameni byly použity hodnoty zjištěné u prvního výpočtu. U ramene byl kontrolován svar mezi pouzdrům a ramenem. Zde bude nejspíš největší zatížení na svar. Výrobní výkres ramene (svařence) je součástí přílohy bakalářské práce.

Kontrolní výpočet svaru ramene:

$$T = \alpha \cdot \frac{Re}{K} = 0,65 \cdot \frac{275}{2} = 89,375 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{6 \cdot Mk}{s \cdot l^2} = \frac{6 \cdot 104125}{5 \cdot 50^2} = 49,98 \text{ MPa}$$

Dovolené napětí ve svaru dle materiálu a typu svaru je cca 89 MPa. Napětí ve svaru vyšlo cca 50 MPa. Svar tedy vyhovuje.

7.3 Sestavení jednotlivých komponentů

Držák ramene a rameno na magnetický kartáč je spojeno pomocí čepu ISO 2341 B B-20 x 100. Čep je zajištěn proti vysunutí závlačkou ISO 1234 3,2 x 28. Tyto komponenty jsou vybrány z knihovny softwaru Inventor 2019.



Obr. 56. Sestavení rámu a držáku

7.4 Posuvný rám na uchycení metly

Posuvný rám je navrhnut tak, aby se dal posouvat po rameni. Může tak dojít k jednoduchému čištění magnetické metly. Taktéž je vyroben z oceli třídy 11, jeho váha je dle softwaru cca 13,2 kg. Na obr. 57 je vidět, že k rameni jsou navařeny patky, na kterých jsou navařeny dvě matice ISO 4032 M14 x 1. Díky tomuto se magnetická metla zaaretuje do polohy, kde bude pracovat.



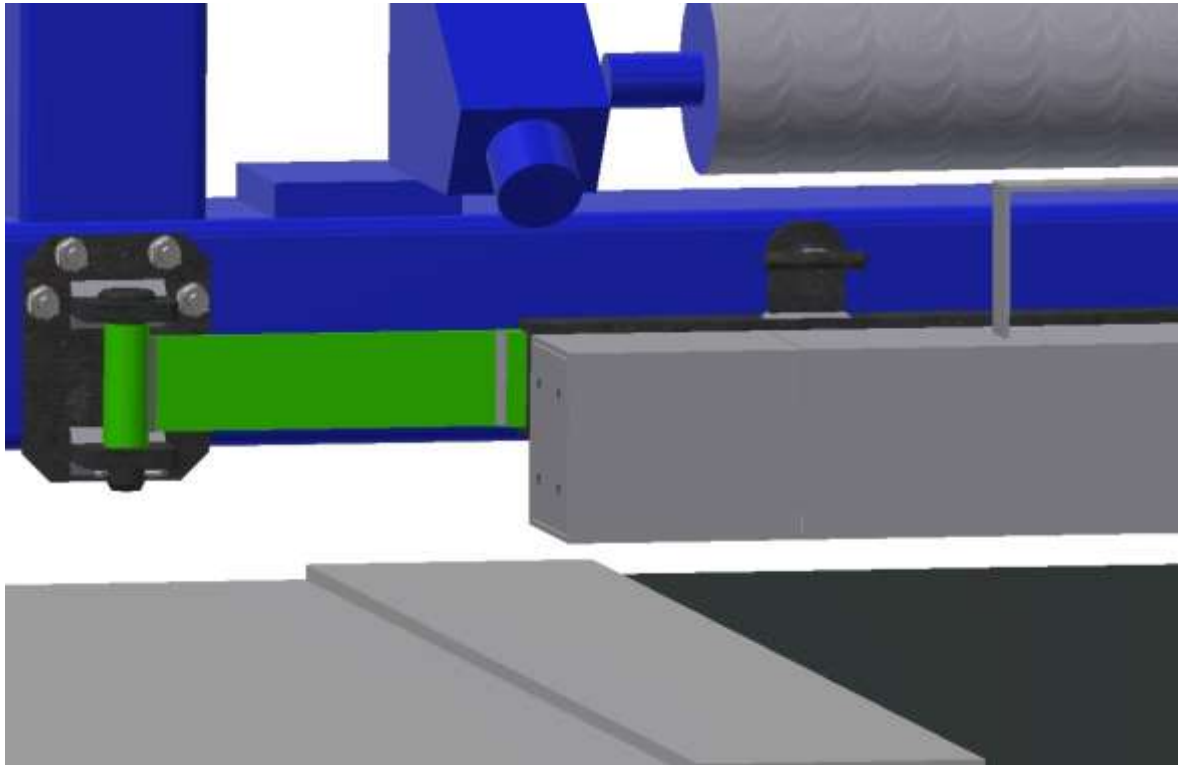
Obr. 57. Posuvný rám na uchycení metly

Obrázek 57 znázorňuje sestavení metly s posuvným rámem. Byly použity normalizované součástky z knihovny softwaru. Jedná se o 6 šroubů ČSN EN ISO 4762 M10 x 25 a matice ISO 4032 M10 x 1. Použity jsou zápusťné šrouby, aby nedošlo ke kolizi při posunu rámu na rameni. Výrobní výkresy rámu a sestavení metly s rámem je součástí přílohy této práce.



Obr. 58. Spojení rámu a metly

7.5 Zajištění proti pohybu

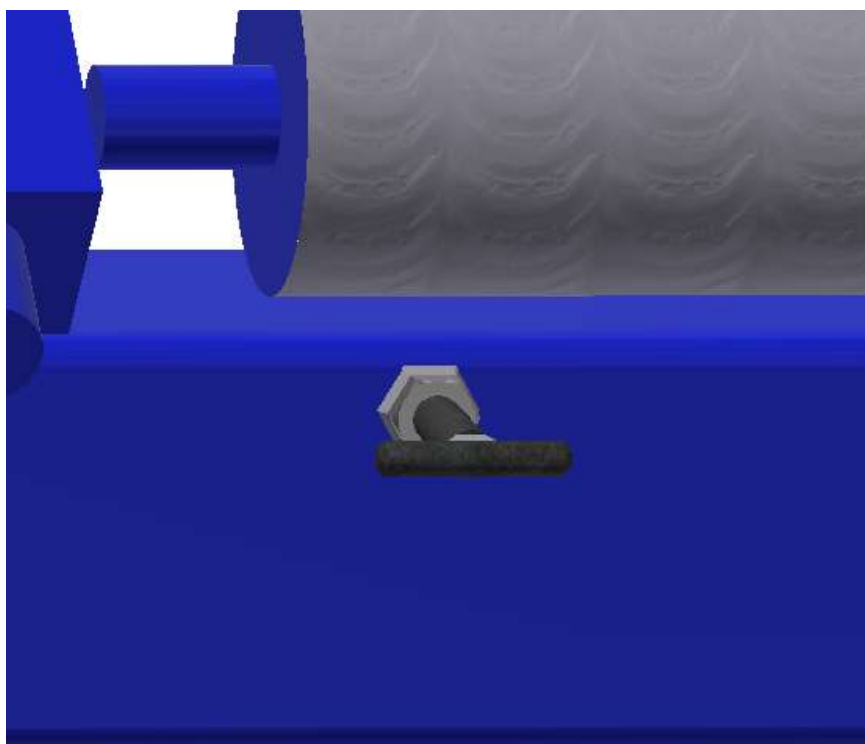


Obr. 59. Zajištění proti pohybu kartáče

Na obr. 59 je znázorněno zajištění proti pohybu (pootočení, posunutí). Pokud má dojít k čištění (demagnetizaci) metly, povolí se zajišťovací šrouby a na čepu se dá celé uchycení pootočit. Aby byl zajišťovací šroub funkční, musí být na rámu linky navařena matice pro zašroubování (upevnění) šroubu. Zajišťovací šroub je na obrázku 59 a jeho výrobní výkres je doložen v příloze bakalářské práce.



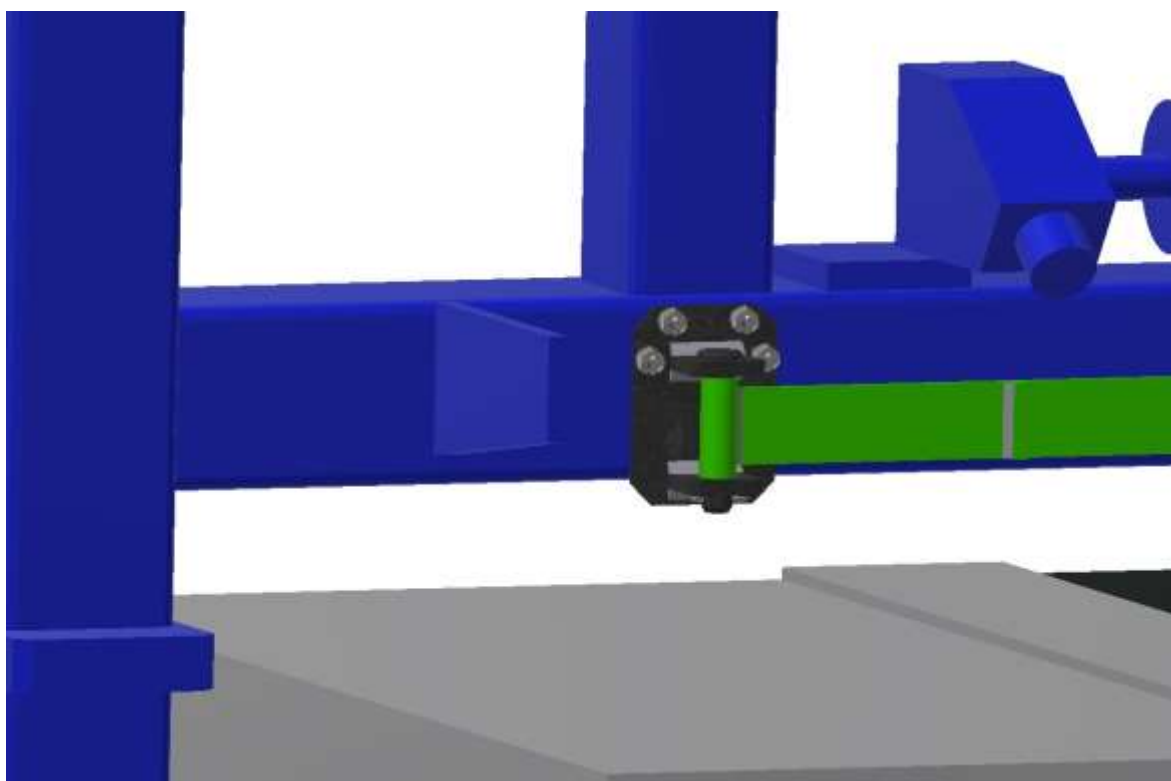
Obr. 60. Zajišťovací šroub



Obr. 61. Navaření matice na výrobní linku

7.6 Uchycení na výrobní lince

Na obr. 50 je naznačeno kde bude umístěn držák ramene. Držák bude přichycen ke konstrukci výrobní linky pomocí 4 šroubů ISO 4017 M10 x 140, podložek ISO 7089 M10 x 1 a matic ISO 4032 M10 x 1 (vybrané z knihovny softwaru). Obrázek 61 zachycuje kompletní spojení uchycení s výrobní linkou. Šrouby, které budou spojovat uchycení a rám linky jsou namáhány. Proto je pod tímto obrázkem jejich kontrolní výpočet, tedy návrh průměru šrouby, který má být použit.



Obr. 62. Uchycení sestavy na výrobní lince

Kontrolní výpočet Šroubu ISO 4017 M10 x 140:

Jedná se o šroub s oceli třídy 4.6 (měkká ocel). Jeho pevnost v tahu je $R_m = 400 \text{ MPa}$ a mez kluzu $R_e = 240 \text{ MPa}$. [23, 24]

Dovolené napětí:

$$\sigma_D = \frac{R_m (R_e)}{K} = \frac{240}{2} = 120 \text{ MPa}$$

Napětí ve šroubu:

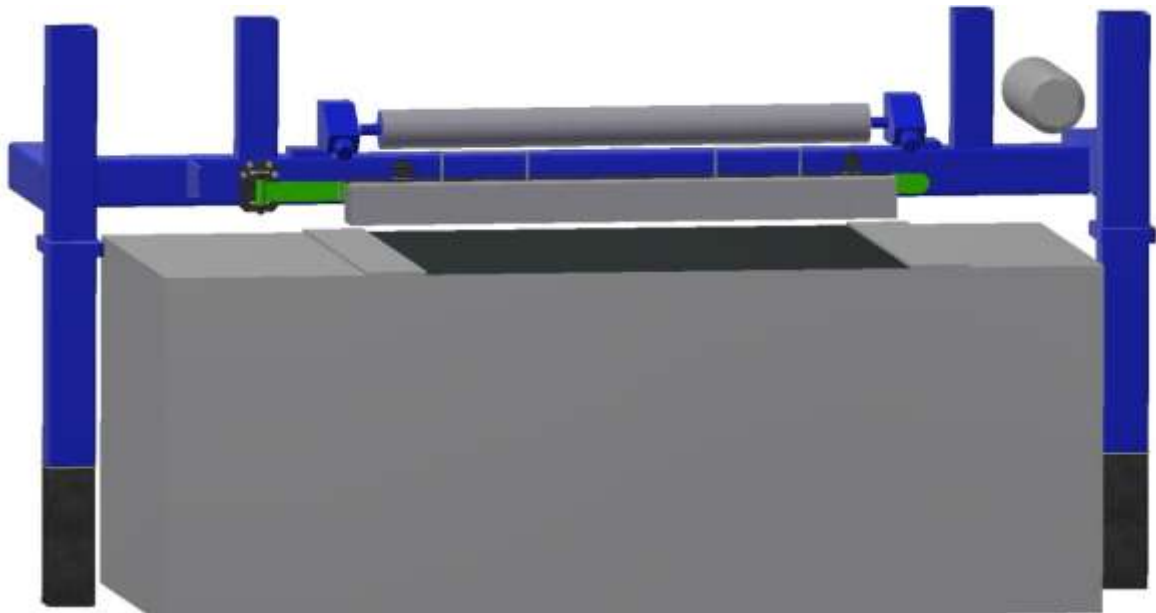
$$\sigma = \frac{F}{S} \leq \sigma_D$$

$$\sigma = \frac{4.4165}{\pi \cdot 10^2} = 53,03 \text{ MPa}$$

Podle kontrolních výpočtů pro šrouby vyjde napětí na šroubu 53,03 MPa. Ovšem šroub, který byl použit k uchycení, vydrží napětí 120 MPa. Navrhovaný šroub tedy vyhovuje pevnostním podmínkám.

7.7 Celková sestava na výrobní lince

Celkový návrh uchycení a sestavení na výrobní lince je na obr. 63. Kompletní seznam všech komponentů je v technické dokumentaci, která je přiložena k této práci.



Obr. 63. Celkové sestavení

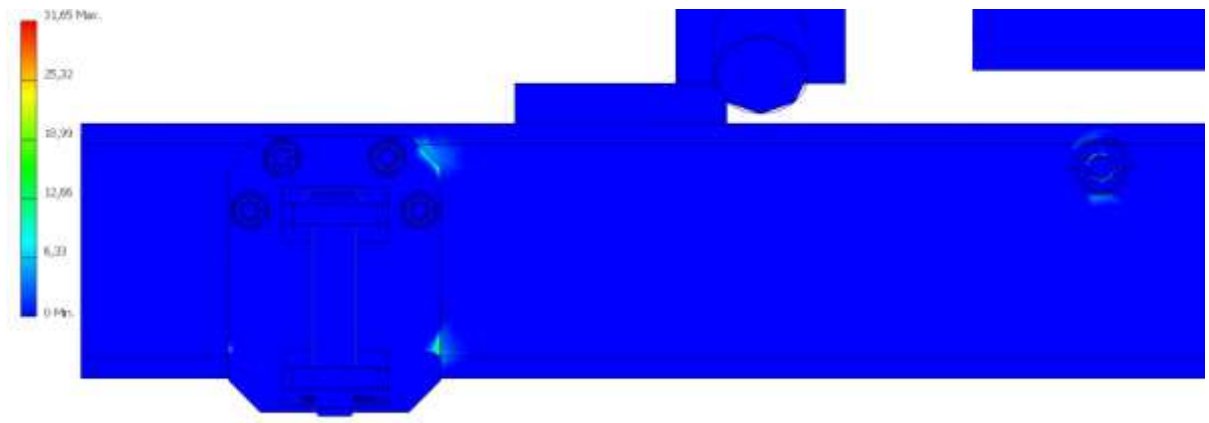
7.8 Statická analýza

Statická analýza je provedena pro kontrolu vnitřních napětí, posunutí, součinitele bezpečnosti a přetvoření materiálu. Držák ramene je v analýze pevně zajištěn a magnetická metla je zatížena spojitým zatížením. Analýza byla provedena v softwaru Autodesk Inventor Professional 2019.

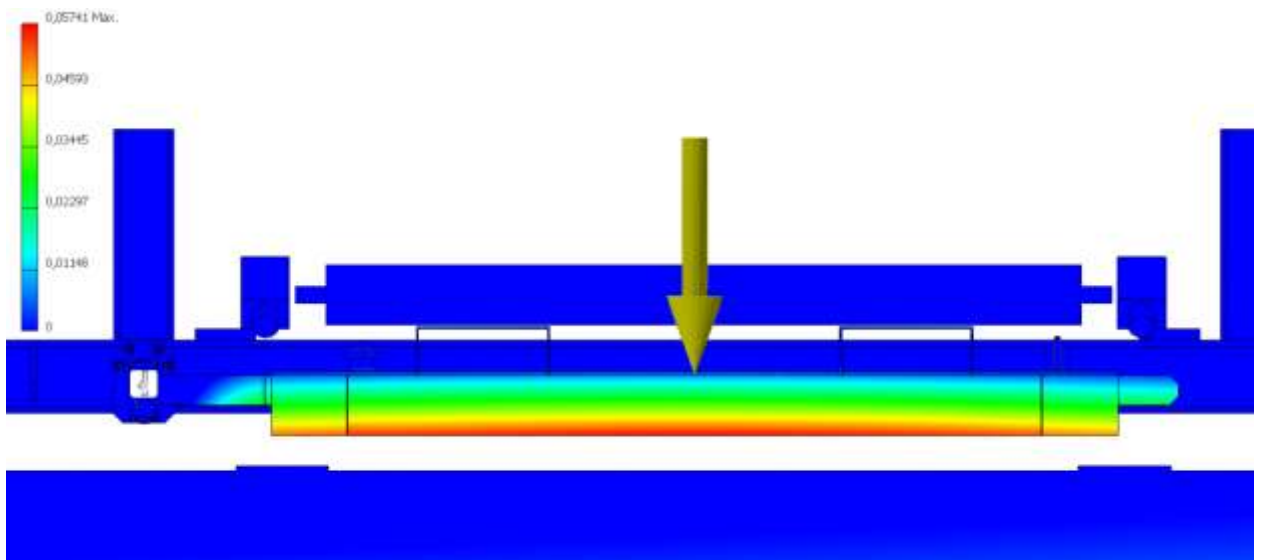
7.8.1 Statická analýza se zajišťovacím šroubem

První statická analýza byla provedena se zajišťovacím šroubem, který zaaretoval magnetickou metlu do pracovní polohy. Z výsledků analýzy můžeme vidět, že největší hodnota Von Mises napětí (obr. 64) vyšla 31,65MPa. Posunutí v ose Y (obr. 65) se nejvíce projevuje u

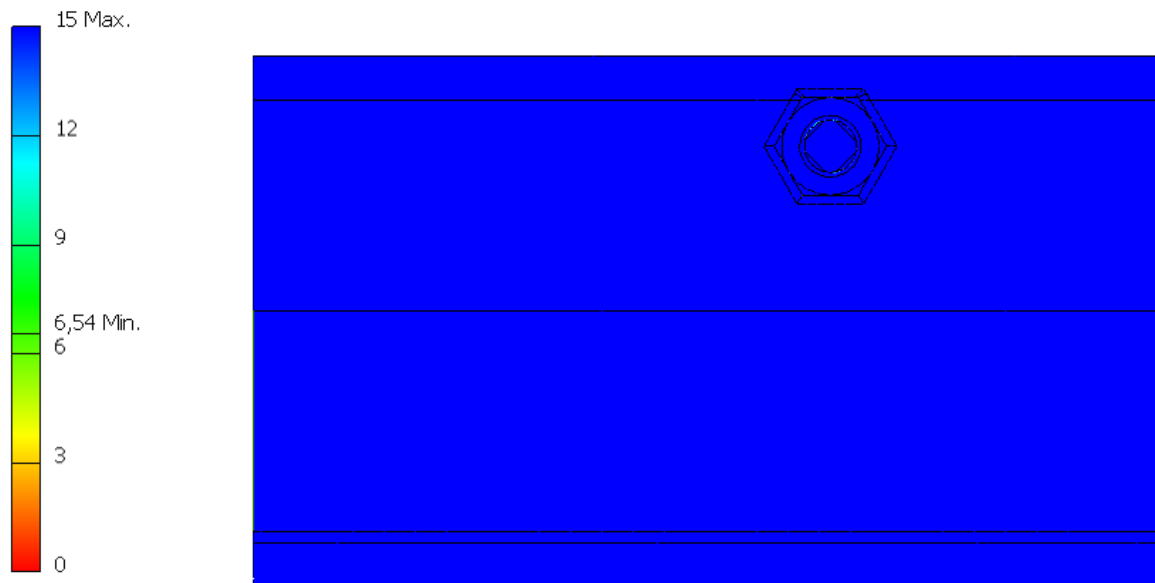
magnetické metly, největší hodnota je cca 0,057 mm. Součinitel bezpečnosti (obr. 66) u této polohy je minimálně 6,54 a nachází se uvnitř matice, které zajišťuje s pojistným šroubem pracovní polohu. Vnitřní přetvoření (obr. 67) části výrobní linky se pohybuje v deseti tisících milimetrů.



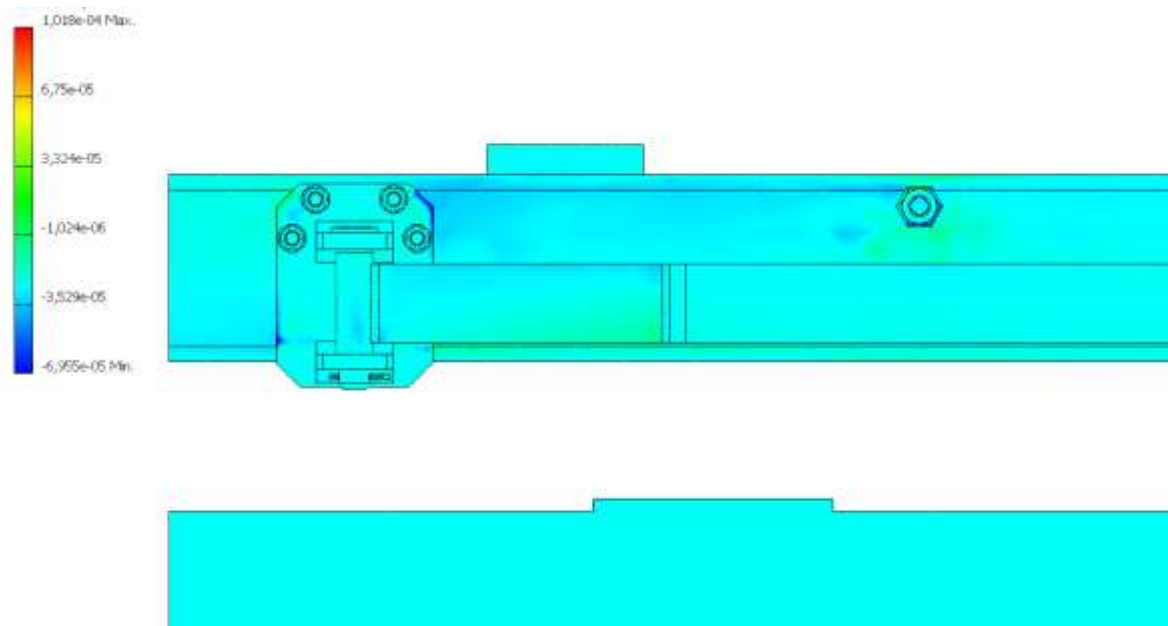
Obr. 64. Von Mises napětí



Obr. 65. Posunutí v ose Y



Obr. 66. Součinitel bezpečnosti

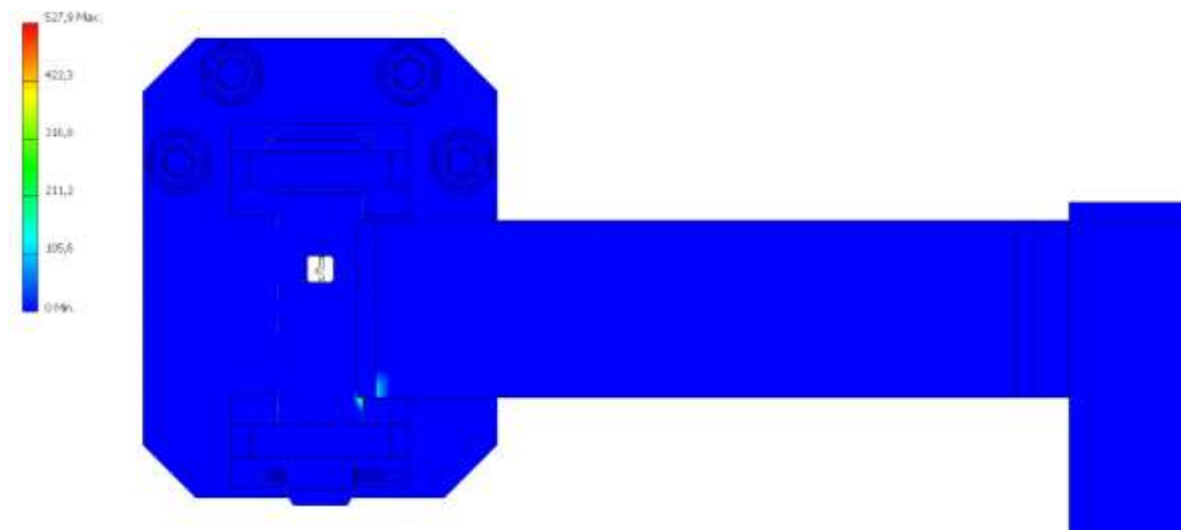


Obr. 67. Vnitřní přetvoření

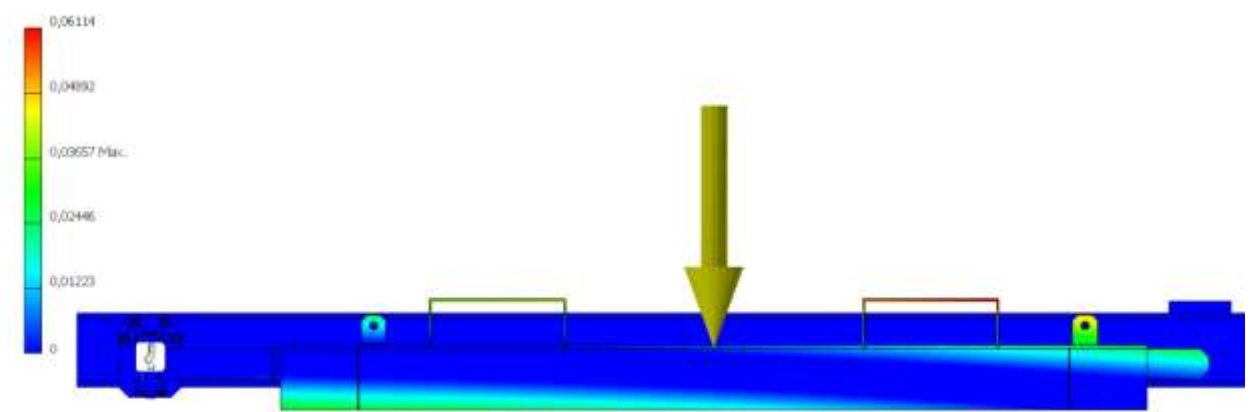
7.8.2 Statická analýza bez zajišťovacího šroubu

Druhá statická analýza se provedla u návrhu, kde nebude magnetická metla zajištěna pojistným šroubem k výrobní lince. Tento typ zatížení bude nastávat při čištění magnetického kartáče. Bude zde docházet k většímu posunutí. Maximální hodnota napětí Von Mises (obr.

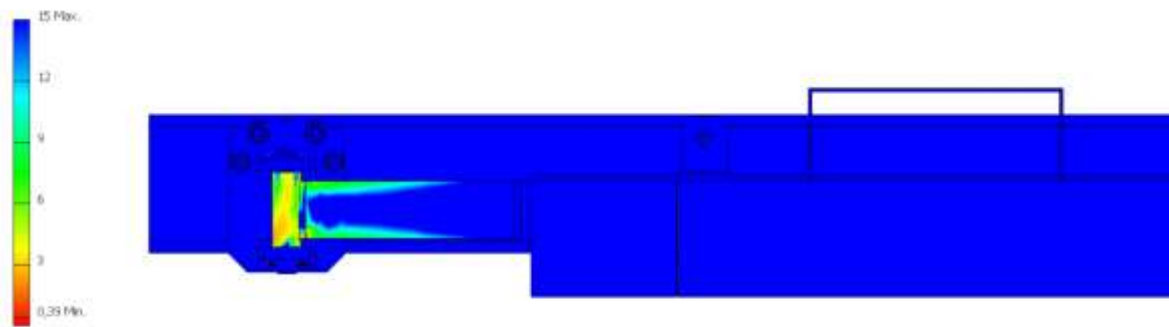
68) taktéž vyšla 527,9 MPa. Tato hodnota se nachází ve svaru pouzdra a ramene. Ovšem posunutí v ose Y (obr. 69) se změnilo. Největší hodnota 0,061 mm, se nachází na rukojeti magnetické metly. Je to docíleno právě momentem, který na rameni vzniká, jelikož není díky aretaci rovnoměrně rozmístěn. Součinitel bezpečnosti (obr. 70) se změnil, nejmenší hodnota 0,39 se objevila na začátku ramene (svar pouzdra a ramene) a v samotném pouzdru. Vnitřní přetvoření (obr. 71) se mění v pouzdře čepu, kde se nachází vyšší hodnoty než ve zbytku uchycení.



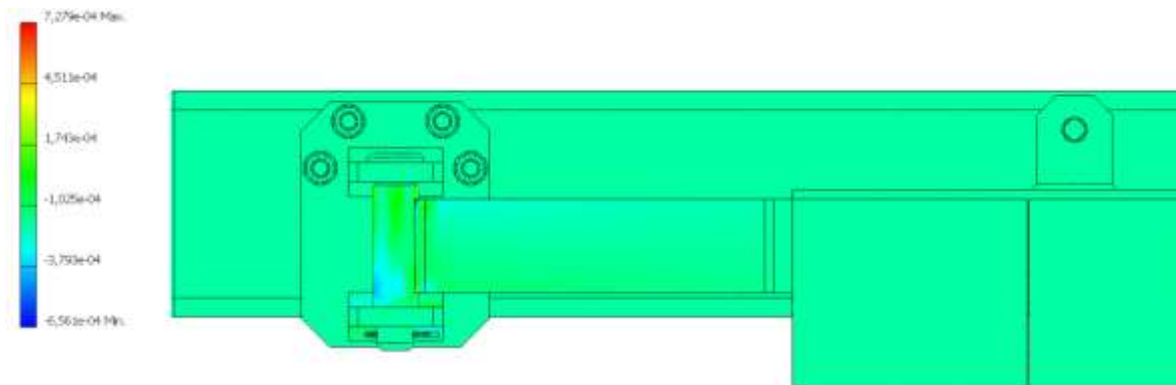
Obr. 68. Napětí Von Mises



Obr. 69. Pousnutí v ose Y bez zajišťovacího šroubu



Obr. 70. Součinitel bezpečnosti bez zajišťovacího šroubu



Obr. 71. Vnitřní přetvoření bez zajišťovacího šroubu

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout uchycení magnetického kartáče od společnosti SOLLAU na laminační linku s technologií Thermofix. Hlavními podmínkami bylo zachovat a nezasahovat do výrobní technologie a navrhnout uchycení tak, aby byla docílena co největší účinnost magnetického kartáče.

V teoretické části práce jsou stručně popsány termoplasty, které se zpracovávají válcováním. Další kapitola se zaměřuje na technologii válcování. Popisuje historii, princip a další technologie, které s válcováním souvisí, tak aby byla zajištěna kontinuální výroba. Nakonec jsou popsány linky, u kterých se válcování využívá.

Praktická část bakalářské práce je rozdělena na dvě kapitoly. První kapitola popisuje výrobní linku s technologií Thermofix, u které bude navrženo uchycení magnetického kartáče.

Druhá kapitola praktické části obsahuje samotný návrh uchycení. Popisuje jednotlivé díly, které se musí vyrobit pro realizaci uchycení. U některých komponentů je kontrolní výpočet svarů a u uchycení na výrobní linku jsou zkontrolovány šrouby. Taktéž je ze softwaru Inventor Professional 2019 použita statická analýza pro kontrolu celého návrhu. Analýza byla provedena ve dvou případech, ke kterým bude docházet (pracovní poloha, servisní poloha). Jednotlivé analýzy jsou mezi sebou porovnané.

Na závěr byla vypracována výkresová dokumentace. Při zpracování praktické části byl použit software Inventor Professional 2019 od společnosti Autodesk. Taktéž byly z tohoto programu vygenerovány normalizované díly z obsahového centra.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] M. Mañas, Staněk D. Mañas. *Výrobní stroje a zařízení I. Stroje gumárenské a plastikářské I.*, 2007. ISBN 978-80-7318-596-1
- [2] M. Mañas, Helštýn. *Výrobní stroje a zařízení II. Gumárenské a plastikářské stroje II.*, ISBN 80 - 214 - 0213 - X
- [3] Ducháček. *Polymery: výroba, vlastnosti, zpracování, použití.* 2011. ISBN 978-80-7080-788-0 (3. vydání)
- [4] Hanulík. *Speciální technologie. Zhotovení pryžových polotovarů a výrobků díl I.* 2006.
- [5] M. Mañas, Vlček. *Aplikovaná reologie.* 2001. ISBN 80-7318-039-1
- [6] Kuta, *Technologie a zařízení pro zpracování kaučuků a plastů.* 1999. ISBN 80-7080-367-3
- [7] www.schott-meissner.de [online], dostupný z WWW: <<https://www.schilling-knobel.de/parse.php?b=3&p=0&s=0&l=0>>
- [8] www.schott-meissner.de [online], dostupný z WWW: <<https://www.schott-meissner.de/en/products/>>
- [9] LENFELD, P. *Technologie II: Plasty a jejich zpracovatelské vlastnosti* [online]. Dostupný z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/01.htm
- [10] *Rubber Processing Technology*, [online]. <http://www.slideshare.net/klivsie/ch14-9297693>.
- [11] BOBČÍK, Ladislav. *Formy pro zpracování plastů: 1. Díl – Vstřikování termoplastů. 2. upr. vydání.* Brno: Uniplast, 1999.
- [12] BEAUMONT, John P.; NAGEL, Robert; SHERMAN, Robert. *Successful injection molding: process, design, and simulation.* Munich: Hanser, 2002. 362 s. ISBN 3-446-19433-9
- [13] NOVOTNÝ, J., et al. *Technologie I.* 2. vyd. Praha: ČVUT, 2006.
- [14] PREKOP a spol., *Gumárenska technológia I.* 1998. ISBN 80-7100-483-9
- [15] SOVA, Miloš a Josef KREBES. *Termoplasty v praxi.* Svazek 1. 2001. ISBN 8086229157
- [16] SOVA, Miloš a Josef KREBES. *Termoplasty v praxi.* Svazek 2. 2001. ISBN 8086229157
- [17] www.automation.forinel.eu [online], dostupný z WWW: <<http://automation.forinel.eu/projects/>>
- [18] ROSATO, Dominick V. *Extruding plastics: a practical processing handbook*, 1998, ISBN 0-412-82810-3.

- [19] Titow, W.V. *PVC plastics: properties, processing, and applications*, 1990 ISBN 978-1-85166-471-9
- [20] *Plasty a jejich zpracovatelské vlastnosti. Katedra tváření kovů a plastů*. [Online] 14.3. 2019. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/10.htm
- [21] www.magnet-technology.cz [online], dostupný z WWW: <https://www.sollau.cz/katalog/cs-i30-magneticke-metly-mz.html>
- [22] www.magnet-technology.cz [online], dostupný z WWW: <https://www.magnet-technology.cz/magneticke-metly/>
- [23] www.fortress.kiwi.com [online], dostupný z WWW: http://fortress.kiwi/site/fortressfasteners/images/Product%20PDFs/msl_bolt_nut.pdf
- [24] www.briol.cz [online], dostupný z WWW: <https://www.briol.cz/data/editor/file/BOSSARD%20Techinfo.pdf>
- [25] VOLEK, František, *Základy konstruování a části strojů I*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009, 167 s. ISBN 978-80-7318-654-8

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PVC	Polyvinylchlorid
PP	Polypropylen
PE	Polyethylen
PET	Polyethylentereftalát
PS	Polystyren
ABS	Akrylonitrilbutadienstyren
T _g	Teplota skelného přechodu [°C]
F	Síla [N]
M _k	Kroutící moment [N/m]
a	Rozměr svaru [mm]
l	Délka svaru [mm]
R _m	Mez pevnosti [MPa]
R _e	Mez kluzu [MPa]
K	Součinitel bezpečnosti [-]
σ	Napětí ve svaru [MPa]
T	Smykové napětí ve svaru [MPa]
α	Součinitel svarového spoje [-]

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Amorfni a semikrystalická struktura [12]</i>	12
<i>Obr. 2. Oblasti využití amorfniích a semikrystalických plastů [11]</i>	13
<i>Obr. 3. Princip válcování [5]</i>	15
<i>Obr. 4. Průběh rychlosti taveniny mezi válci [1]</i>	16
<i>Obr. 5. Schéma válcování [10]</i>	17
<i>Obr. 6. Víceválce pro válcování folií [1]</i>	18
<i>Obr. 7. Víceválce pro nánosování nebo vtírání na podkladový materiál [1]</i>	18
<i>Obr. 8. Malé víceválce [1]</i>	19
<i>Obr. 9. plování víceválců</i>	20
<i>Obr. 10. Zatížitelnost válců [1]</i>	20
<i>Obr. 11. Kompenzace prohnutí válců klenutím [1]</i>	21
<i>Obr. 12. Kompenzace prohnutí válců křížením [1]</i>	22
<i>Obr. 13. Kompenzace prohnutí válců protimomentem [1]</i>	22
<i>Obr. 14. Pohon tříválců [1]</i>	23
<i>Obr. 15. Pohon pětiválcového stroje [6]</i>	24
<i>Obr. 16. Odvíjecí a navíjecí zařízení [1]</i>	25
<i>Obr. 17. Dvojité navíjecí ústrojí [1]</i>	25
<i>Obr. 18. Obecná dvojice válců [1]</i>	26
<i>Obr. 19. Válečkové zásobníky [1]</i>	27
<i>Obr. 20. Válcové sušící a chladící stroje [1]</i>	28
<i>Obr. 21. Sušící válece vyhřívány parou [1]</i>	28
<i>Obr. 22. Chladící válec [1]</i>	29
<i>Obr. 23. Rozpínací ústrojí [1]</i>	30
<i>Obr. 24. Naváděcí ústrojí se šikmými válečky [1]</i>	31
<i>Obr. 25. Naváděcí ústrojí s výkyvnými válečky [1]</i>	31
<i>Obr. 26. Měřič tloušťky [1]</i>	32
<i>Obr. 27. Pneumatický měřič tloušťky [1]</i>	33
<i>Obr. 28. Měření tloušťky pomocí izotopů [1]</i>	33
<i>Obr. 29. Dezénovací ústrojí [1]</i>	34
<i>Obr. 30. Linka na gumové fólie a pásy [5]</i>	36
<i>Obr. 31. Linka na oboustranné pogumování kordů [5]</i>	37
<i>Obr. 32. Linka na fólie z měkčeného PVC [1]</i>	37

<i>Obr. 33. Linka na fólie z neměkčeného PVC [5]</i>	38
<i>Obr. 34. Princip technologie Thermofix [7]</i>	41
<i>Obr. 35. Zásobník spodní černé fólie [7]</i>	41
<i>Obr. 36. Zásobníky polotovarů [7]</i>	42
<i>Obr. 37. Termofixační tunel [8]</i>	43
<i>Obr. 38. Pásový dopravník_1 [7]</i>	43
<i>Obr. 39. Pásový dopravník_2 [7]</i>	44
<i>Obr. 40. Schéma válečkového dopravníku</i>	44
<i>Obr. 41. Dezénovací válec [7]</i>	45
<i>Obr. 42. Schéma Tříválcové chladičky</i>	45
<i>Obr. 43. Řezací zařízení [17]</i>	46
<i>Obr. 44. Pneumatický manipulátor – pohled 1 [17]</i>	47
<i>Obr. 45. Pneumatický manipulátor – pohled 2 [7]</i>	47
<i>Obr. 46. Zjednodušený 3D model metly</i>	48
<i>Obr. 47. Magnetická metla</i>	49
<i>Obr. 48. Umístění magnetické metly</i>	50
<i>Obr. 49. Umístění kartáče na výrobní lince</i>	51
<i>Obr. 50. Návrh umístění držáku ramena</i>	52
<i>Obr. 51. Držák ramena</i>	53
<i>Obr. 52. Rameno na magnetický kartáč</i>	54
<i>Obr. 53. Pouzdro pro čep</i>	55
<i>Obr. 54. Rameno s dorazem pro metlu</i>	55
<i>Obr. 55. Svařené rameno</i>	55
<i>Obr. 56. Sestavení rámu a držáku</i>	56
<i>Obr. 57. Posuvný rám na uchycení metly</i>	57
<i>Obr. 58. Spojení rámu a metly</i>	57
<i>Obr. 59. Zajištění proti pohybu kartáče</i>	58
<i>Obr. 60. Zajišťovací šroub</i>	59
<i>Obr. 61. Navaření matice na výrobní linku</i>	59
<i>Obr. 62. Uchycení sestavy na výrobní lince</i>	60
<i>Obr. 63. Celkové sestavení</i>	61
<i>Obr. 64. Von Mises napětí</i>	62
<i>Obr. 65. Posunutí v ose Y</i>	62

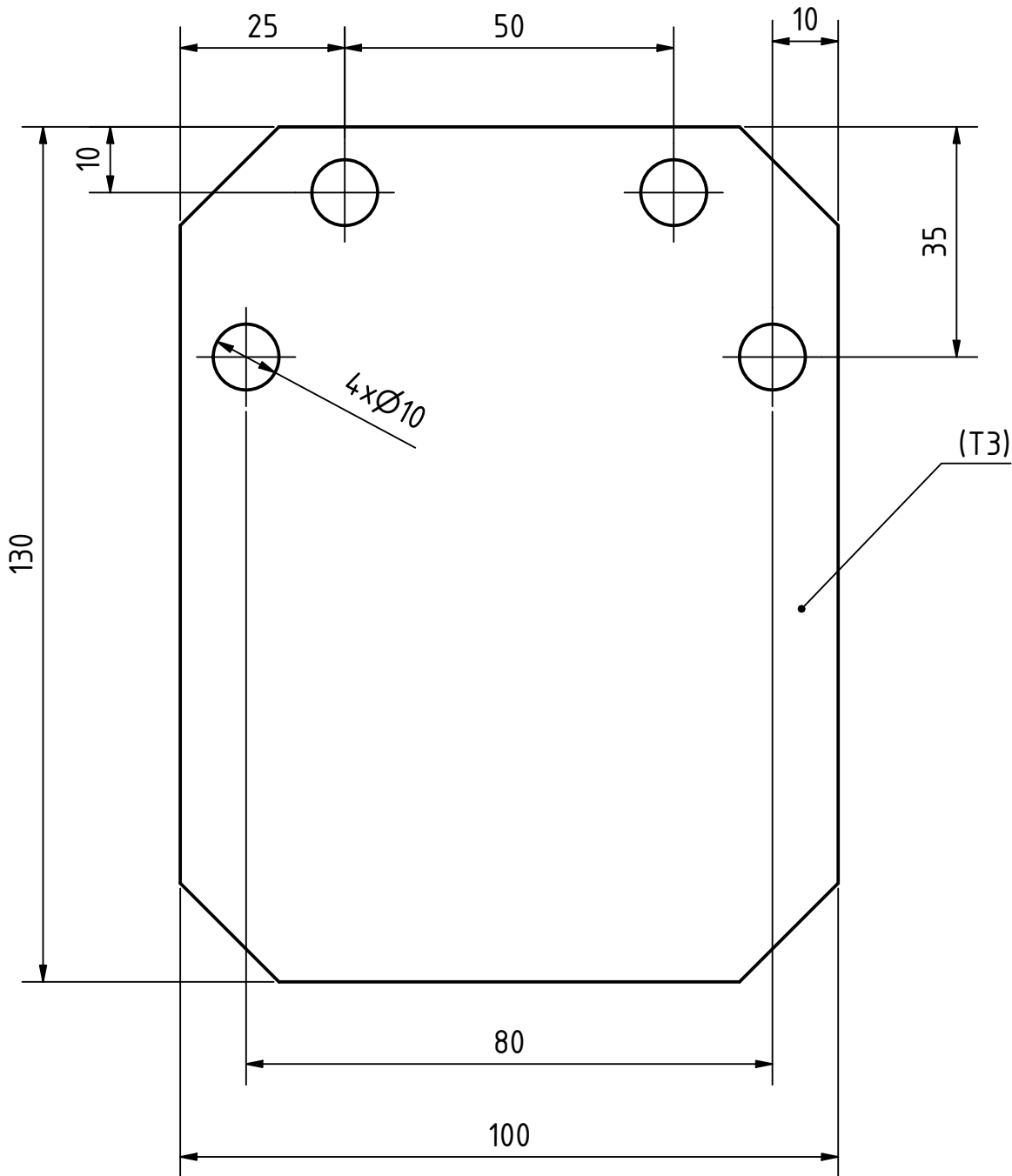
<i>Obr. 66. Součinitel bezpečnosti</i>	<i>63</i>
<i>Obr. 67. Vnitřní přetvoření</i>	<i>63</i>
<i>Obr. 68. Napětí Von Mises.....</i>	<i>64</i>
<i>Obr. 69. Pousnutí v ose Y bez zajišťovacího šroubu.....</i>	<i>64</i>
<i>Obr. 70. Součinitel bezpečnosti bez zajišťovacího šroubu</i>	<i>65</i>
<i>Obr. 71. Vnitřní přetvoření bez zajišťovacího šroubu</i>	<i>65</i>

SEZNAM PŘÍLOH

- PI Seznam přiložené výrobní dokumentace
- PII CD disk obsahující: bakalářskou práci,
3D modely dílů,
3D model sestavy,
výrobní výkresy jednotlivých dílů,
výkres sestavení,
soupis položek

**PŘÍLOHA P I: SEZNAM PŘILOŽENÉ VÝKRESOVÉ
DOKUMENTACE**

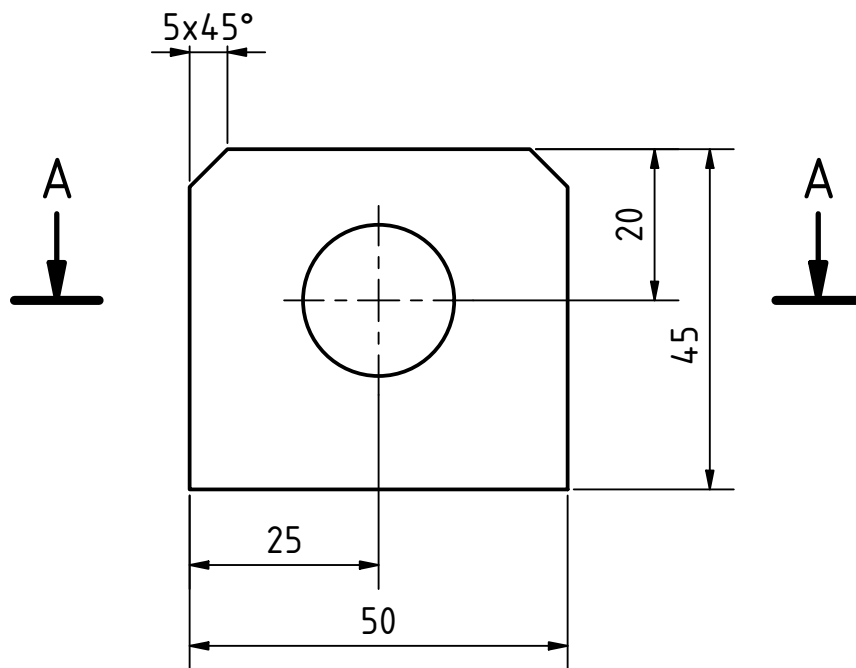
NÁZEV VÝKRESU	ČÍSLO VÝKRESU
DRŽÁK	BP-001-03
PATKA DRŽÁKU	BP-002-04
DRŽÁK_SVAŘENEC	BP-003-03
RAMENO	BP-004-03
POUZDRO	BP-005-04
DORAZ NA RAMENO	BP-006-04
RAMENO_SVAŘENEC	BP-007-03
RÁM KARTÁČE	BP-008-03
DRŽÁK PRO ZAJIŠŤOVACÍ ŠROUB	BP-009-04
RÁM KARTÁČE_SVAŘENEC	BP-010-03
METLA	BP-011-03
METLA SESTAVA	BP-012-03
POJISTNÝ ŠROUB	BP-013-03
SESTAVA	BP-014-02
KUSOVNÍK	BP-015-03



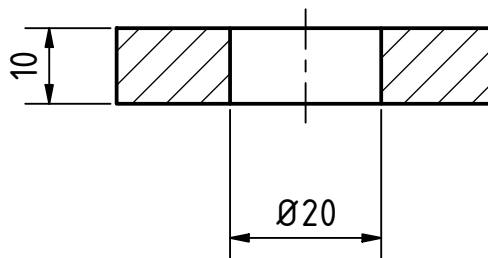
Nekótované stražené hrany 15x45°

$\sqrt{\text{Ra } 3,2}$

MATERIÁL 1.0036		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně	
POLOT. PLO 110x3-140 ČSN 42 5522		Fakulta technologická	
POZNÁMKA		HMOTNOST:	MĚŘÍTKO 1:1
KRESLIL Tomáš Močička	PROMÍTÁNÍ ISO E		
SCHVÁLIL Ing. Adam Škrobák, PhD	TOLEROVÁNÍ ISO 8015	PŘESNOST ISO 2768 -mk	
DRŽÁK RAMENE		BP-001-04	

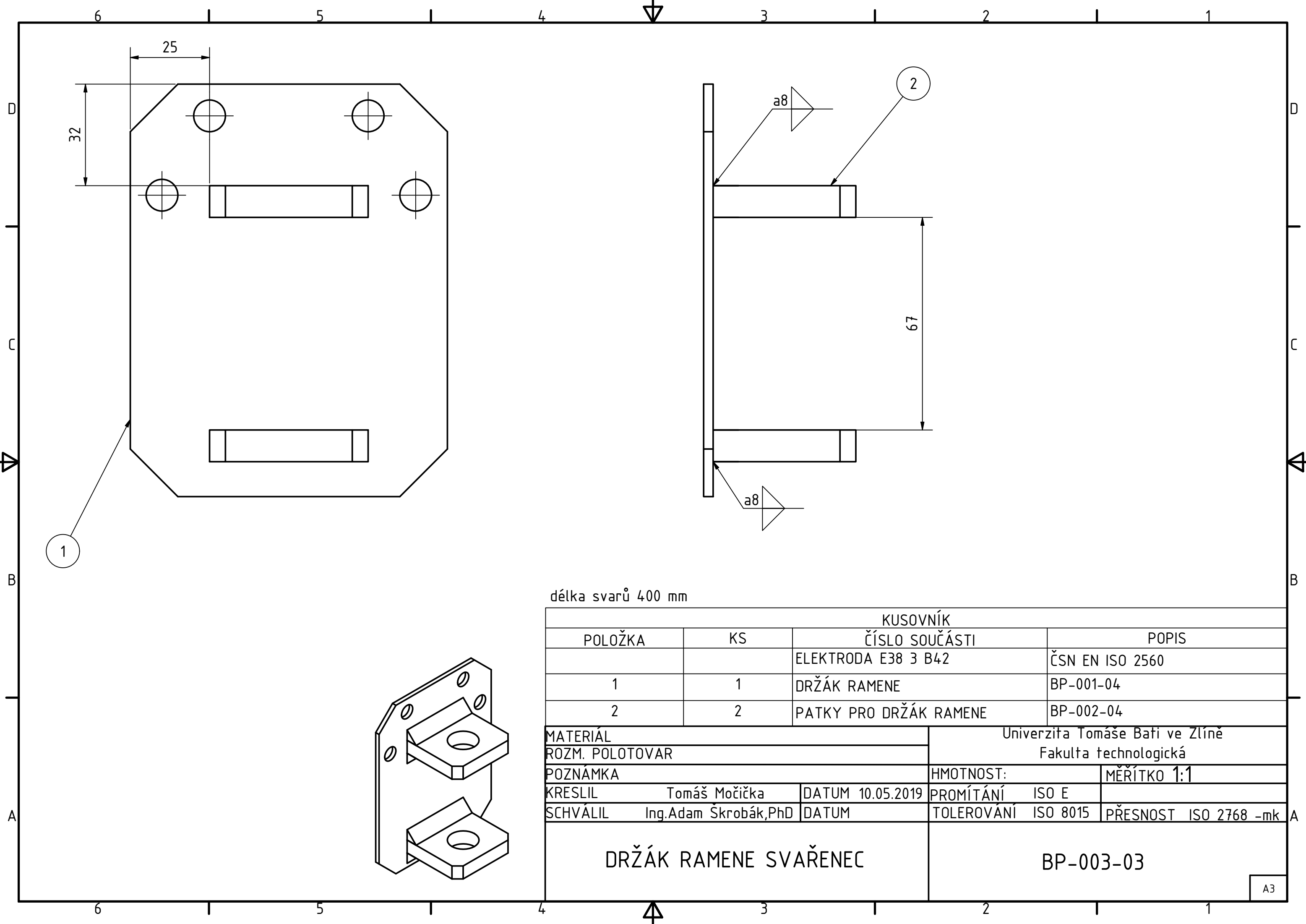


A-A (1 : 1)



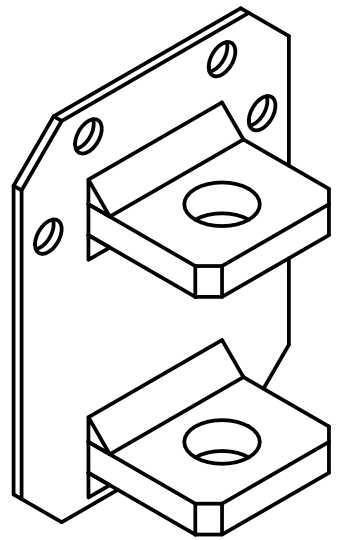
Ra 3,2

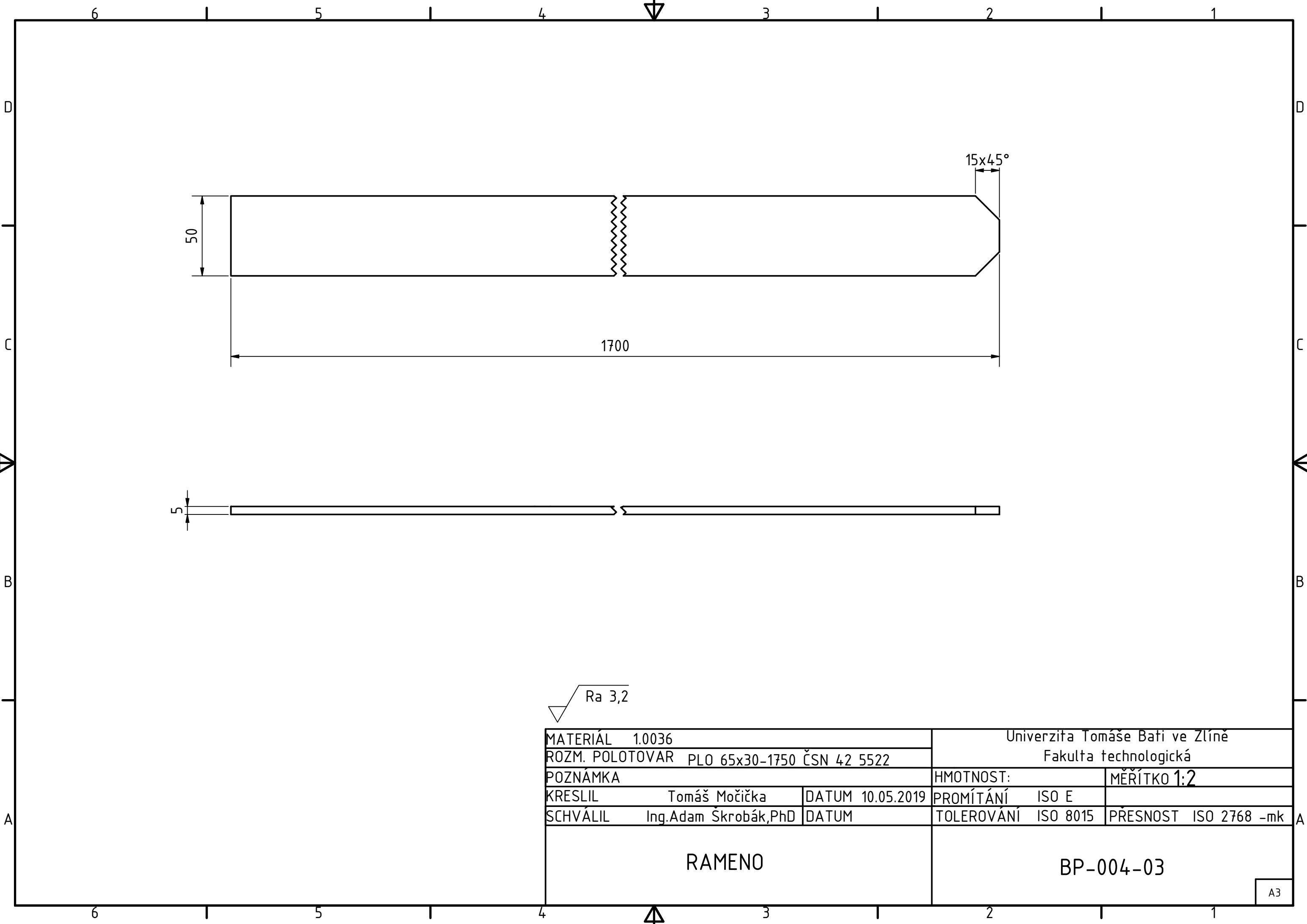
MATERIÁL 1.0036		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně	
ROZ. POL.PLO 55x12-50 ČSN 42 5522		Fakulta technologická	
POZNÁMKA		HMOTNOST:	MĚŘÍTKO 1:1
KRESLIL Tomáš Močička		PROMÍTÁNÍ ISO E	
SCHVÁLIL Ing.Adam Škrobák,PhD		TOLEROVÁNÍ ISO 8015	PŘESNOST ISO 2768 -mk
PATKA DRŽÁKU		BP-002-04	



délka svarů 400 mm

KUSOVNÍK				
POLOŽKA	KS	ČÍSLO SOUČÁSTI	POPIS	
		ELEKTRODA E38 3 B42	ČSN EN ISO 2560	
1	1	DRŽÁK RAMENE	BP-001-04	
2	2	PATKY PRO DRŽÁK RAMENE	BP-002-04	
MATERIÁL			Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně	
ROZM. POLOTOVAR			Fakulta technologická	
POZNÁMKA			HMOTNOST:	MĚŘÍTKO 1:1
KRESLIL	Tomáš Močička	DATUM 10.05.2019	PROMÍTÁNÍ ISO E	
SCHVÁLIL	Ing. Adam Škrobák, PhD	DATUM	TOLEROVÁNÍ ISO 8015	PŘESNOST ISO 2768 -mk
DRŽÁK RAMENE SVAŘENEC			BP-003-03	





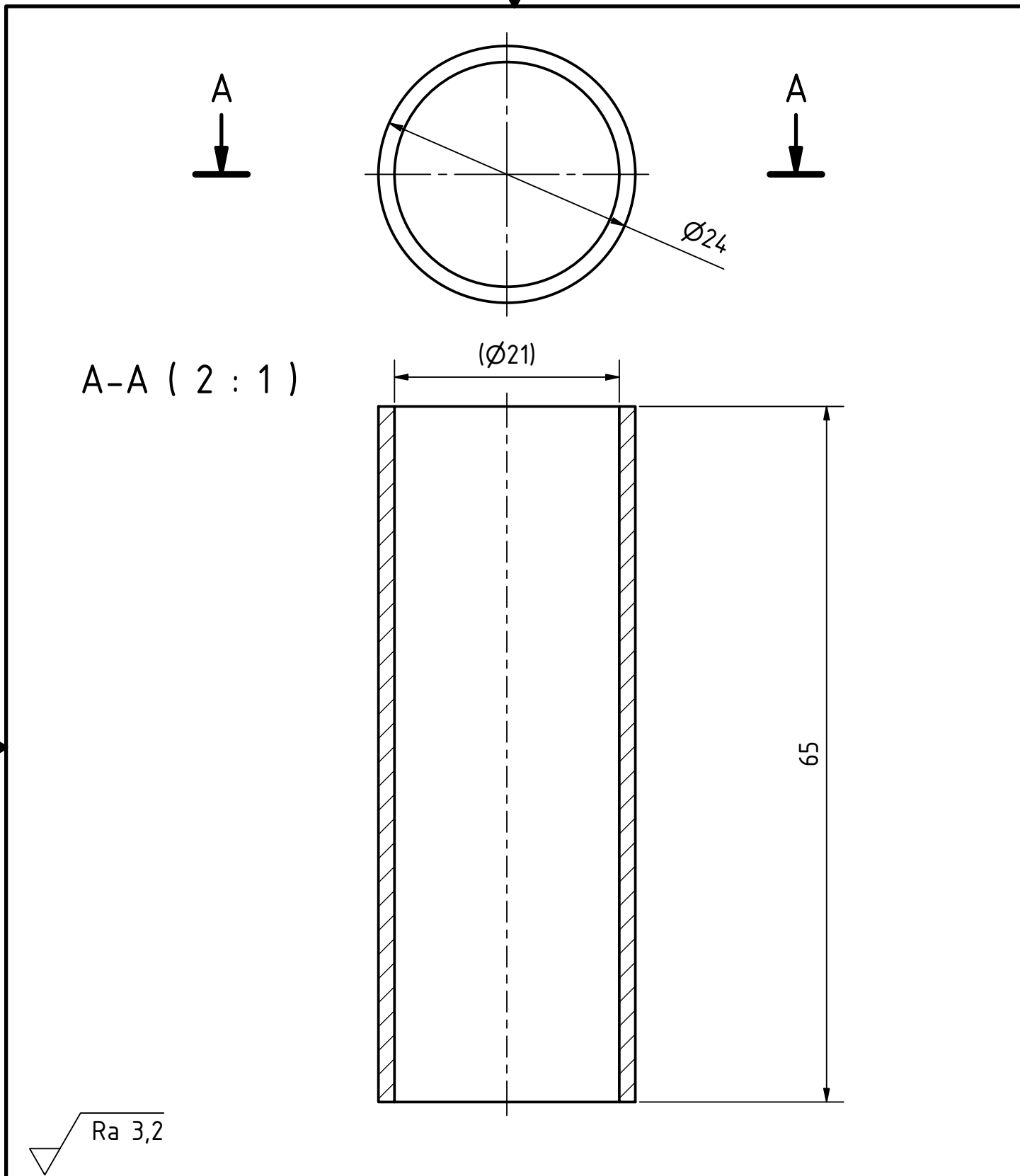
Ra 3,2

MATERIÁL 1.0036	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně		
ROZM. POLOTOVAR PLO 65x30-1750 ČSN 42 5522	Fakulta technologická		
POZNÁMKA	HMOTNOST:	MĚŘÍTKO 1:2	
KRESLIL Tomáš Močička	DATUM 10.05.2019	PROMÍTÁNÍ ISO E	
SCHVÁLIL Ing. Adam Škrobák, PhD	DATUM	TOLEROVÁNÍ ISO 8015	PŘESNOST ISO 2768 -mk

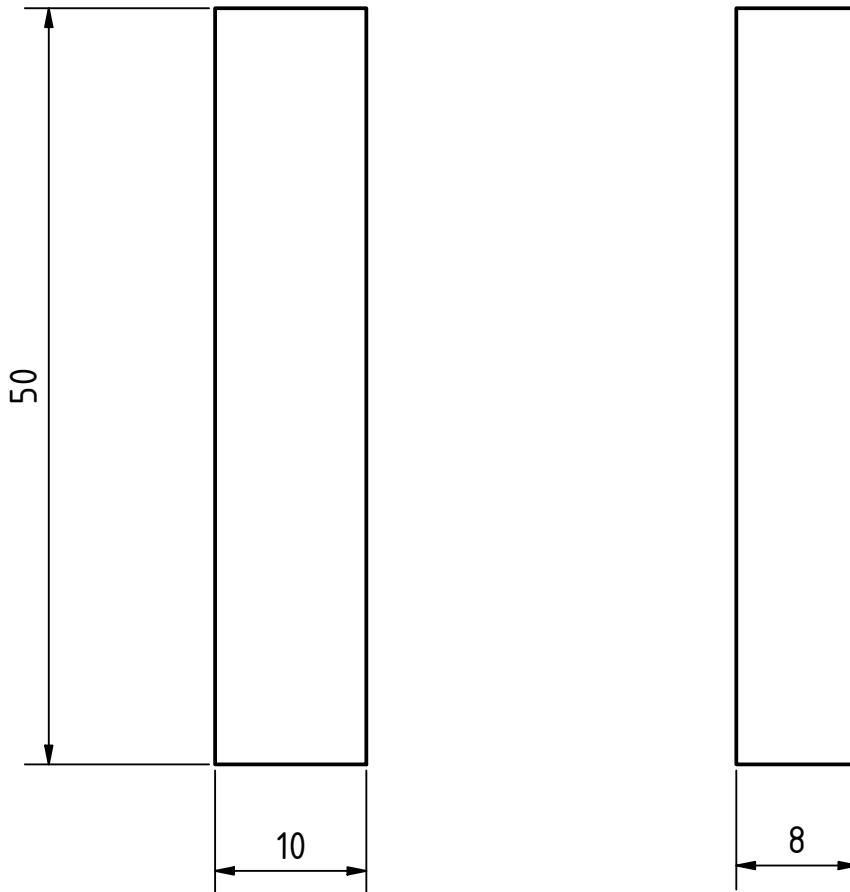
RAMENO

BP-004-03

A3

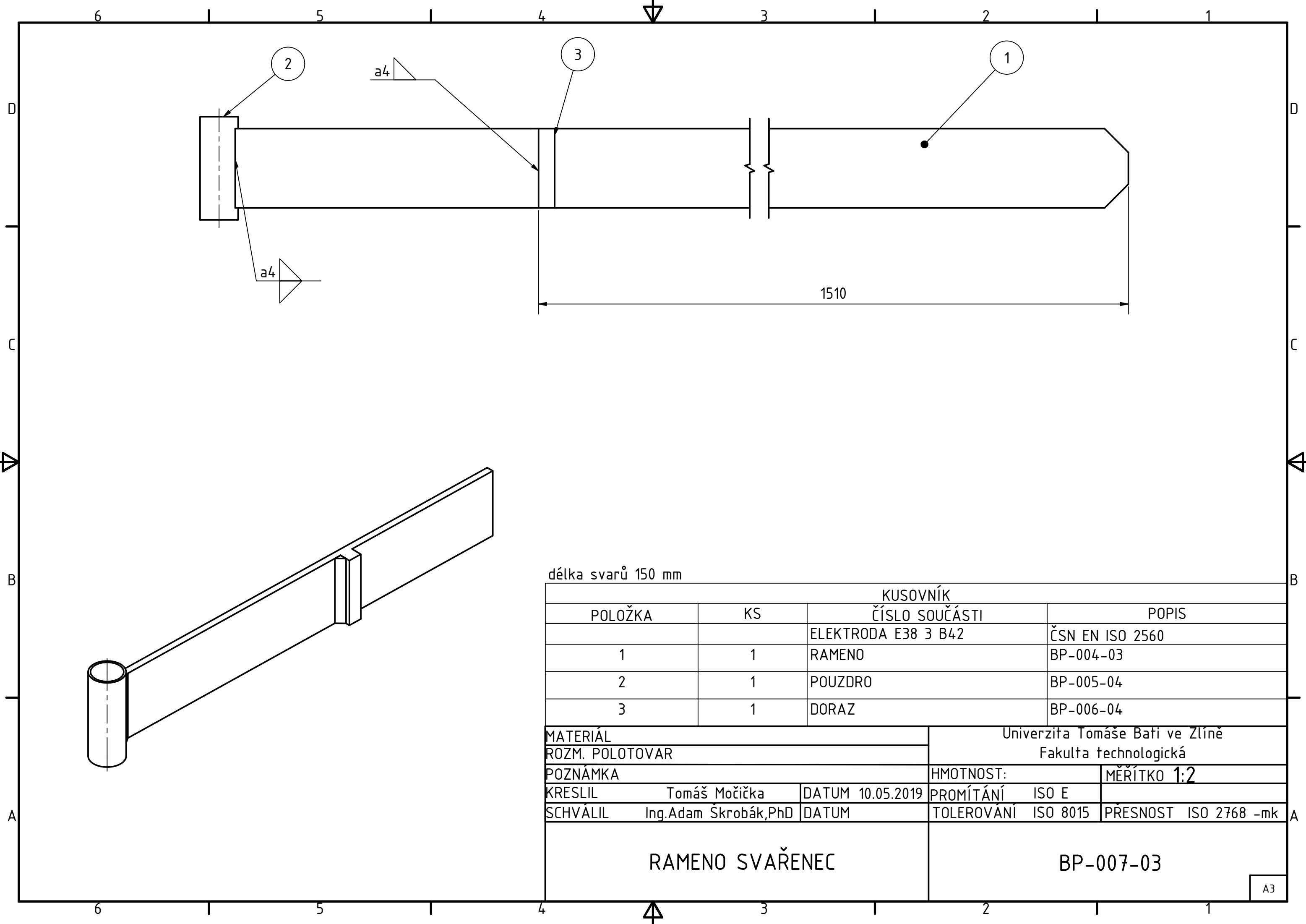


MATERIÁL 1.0036	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně		
ROZM. POL. TR Ø25x4 ČSN 42 5715	Fakulta technologická		
POZNÁMKA	HMOTNOST:	MĚŘÍTKO 2:1	
KRESLIL Tomáš Močička	PROMÍTÁNÍ ISO E		
SCHVÁLIL Ing. Adam Škrobák, PhD	TOLEROVÁNÍ ISO 8015	PŘESNOST ISO 2768 -mk	
POUZDRO PRO ČEP	BP-005-04		



$Ra\ 3,2$

MATERIÁL 1.0036		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně	
ROZ. POL. PLO 10x8-55 ČSN 42 5522		Fakulta technologická	
POZNÁMKA		HMOTNOST:	MĚŘÍTKO 2:1
KRESLIL	Tomáš Močička	PROMÍTÁNÍ	ISO E
SCHVÁLIL	Ing. Adam Škrobák, PhD	TOLEROVÁNÍ	ISO 8015
		PŘESNOST	ISO 2768 -mk
DORAZ NA RAMENO		BP-006-04	



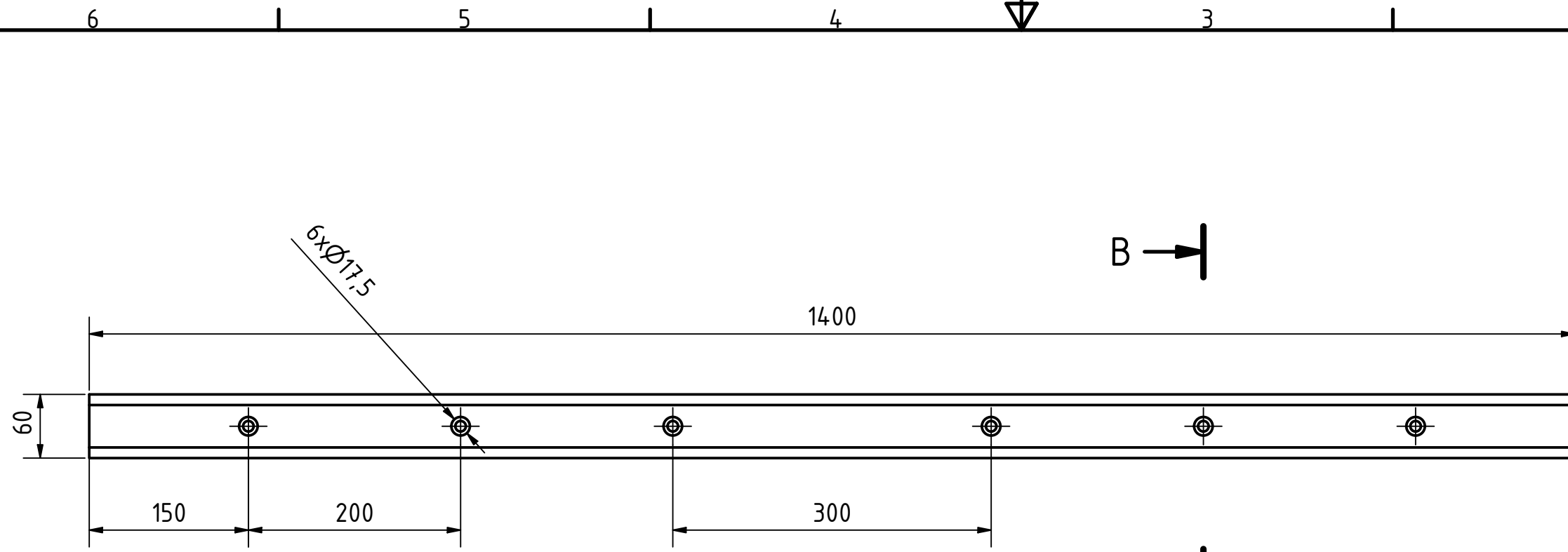
délka svarů 150 mm

KUSOVNÍK			
POLOŽKA	KS	ČÍSLO SOUČÁSTI	POPIS
		ELEKTRODA E38 3 B42	ČSN EN ISO 2560
1	1	RAMENO	BP-004-03
2	1	POUZDRO	BP-005-04
3	1	DORAZ	BP-006-04

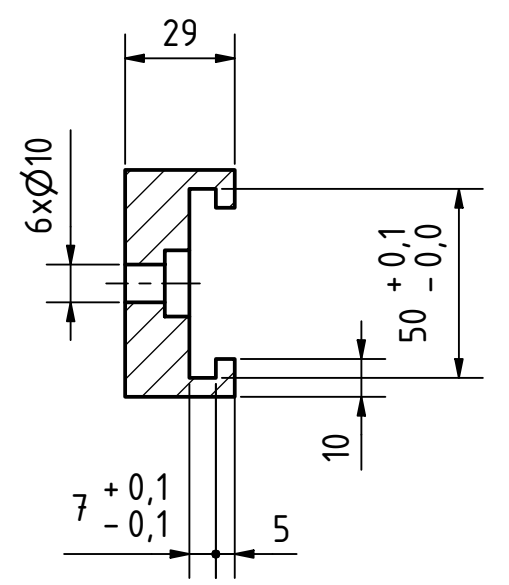
MATERIÁL		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně		
ROZM. POLOTOVAR		Fakulta technologická		
POZNÁMKA		HMOTNOST:	MĚŘÍTKO 1:2	
KRESLIL	Tomáš Močička	DATUM	10.05.2019	PROMÍTÁNÍ ISO E
SCHVÁLIL	Ing. Adam Škrobák, PhD	DATUM		TOLEROVÁNÍ ISO 8015 PŘESNOST ISO 2768 -mk

RAMENO SVAŘENEC		BP-007-03		
-----------------	--	-----------	--	--

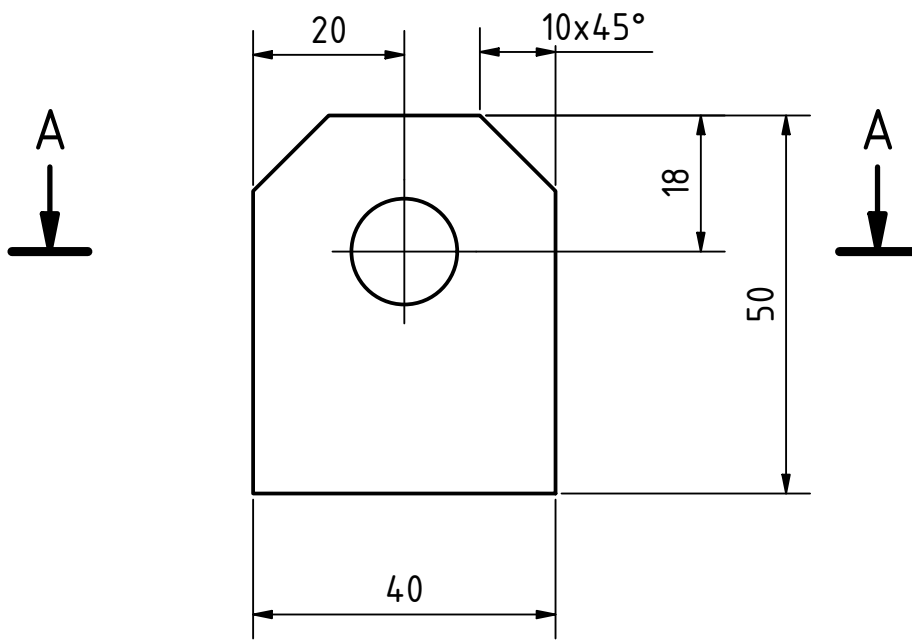
A3



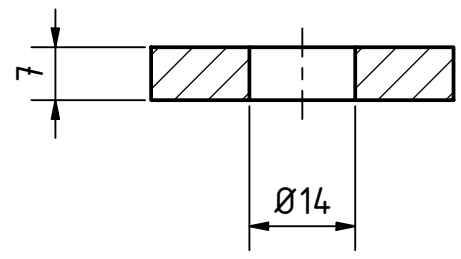
B-B (1 : 2)




MATERIÁL 1.0036		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně		
ROZM. POLOTOVAR PLO 65x30-1450 ČSN 42 5522		Fakulta technologická		
POZNÁMKA		HMOTNOST:	MĚŘÍTKO 1:5	
KRESLIL Tomáš Močička	DATUM 10.05.2019	PROMÍTÁNÍ ISO E		
SCHVÁLIL Ing. Adam Škrobák, PhD	DATUM	TOLEROVÁNÍ ISO 8015	PŘESNOST ISO 2768 -mk	
RÁM MAGNETICKÉ METLY		BP-008-03		
		A3		

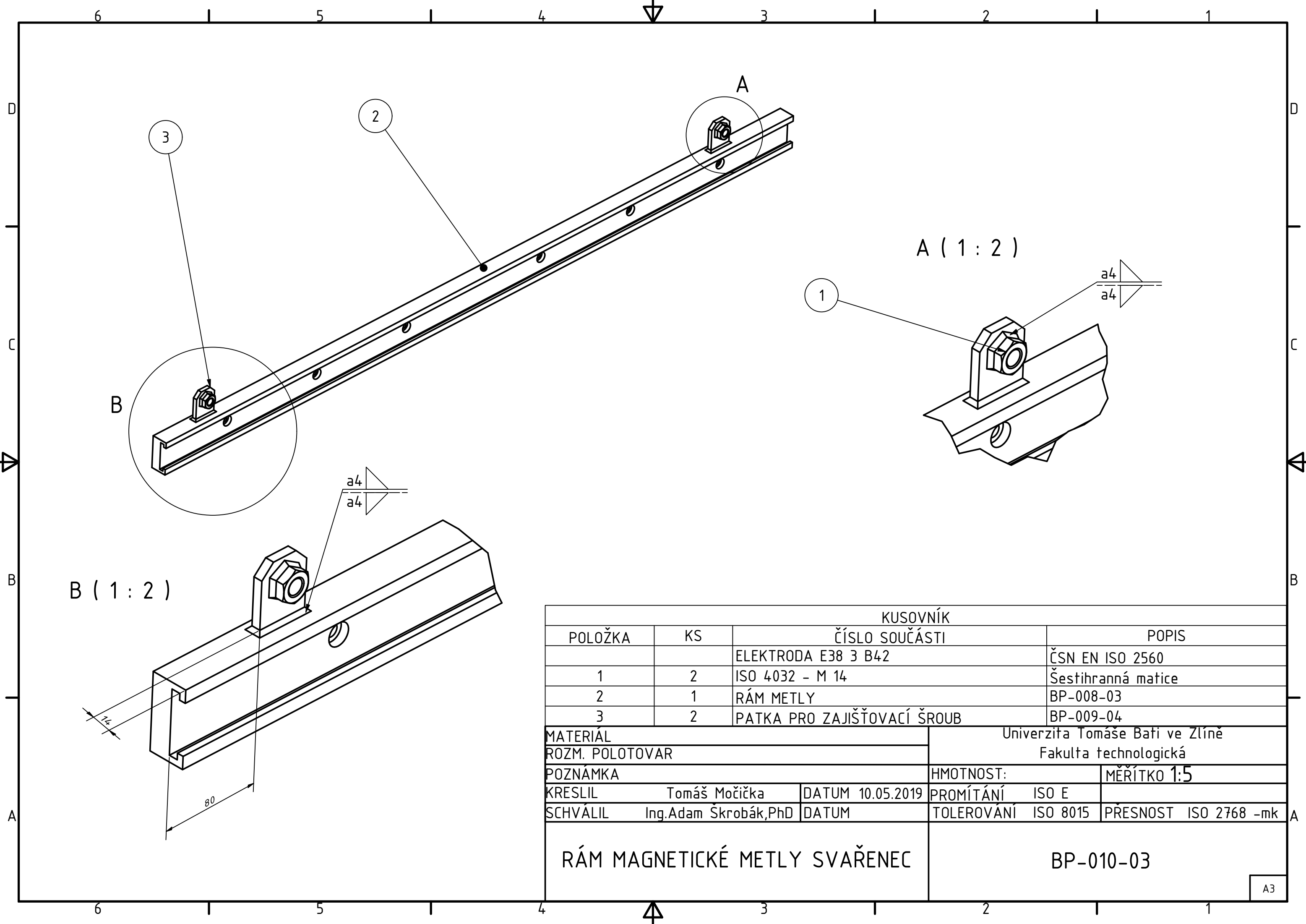


A-A (1 : 1)

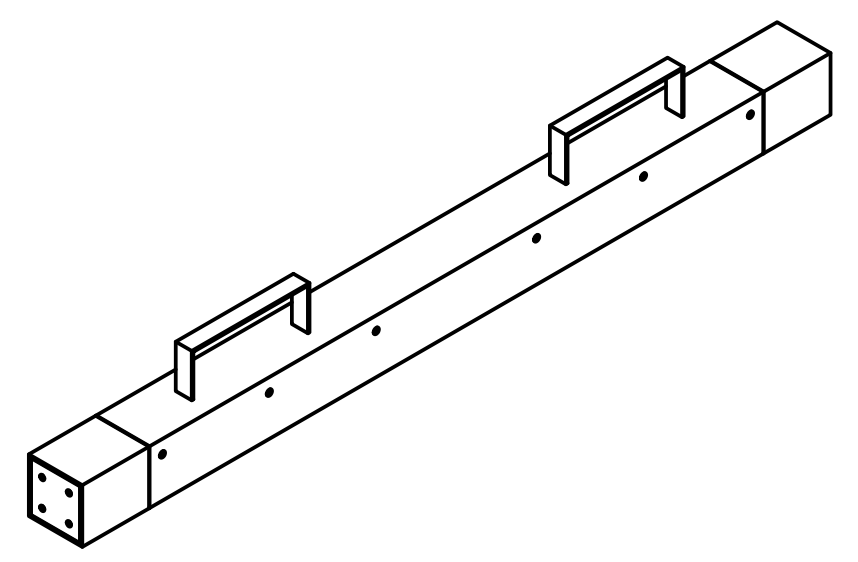
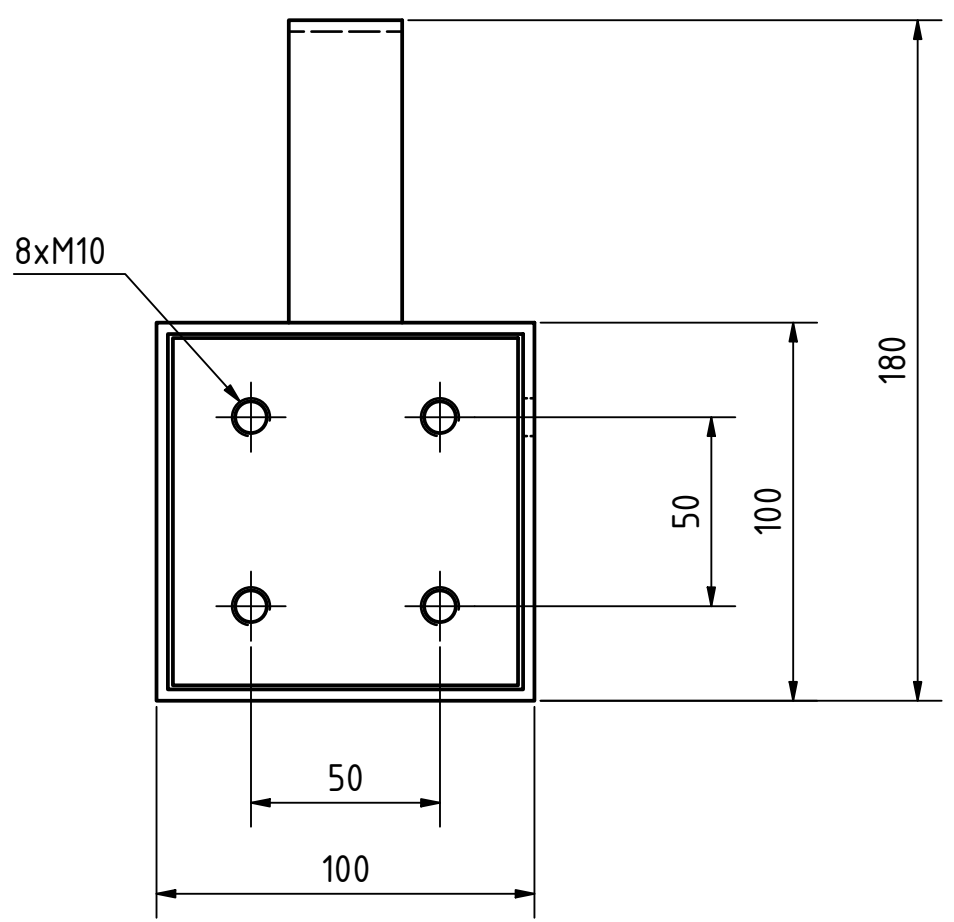
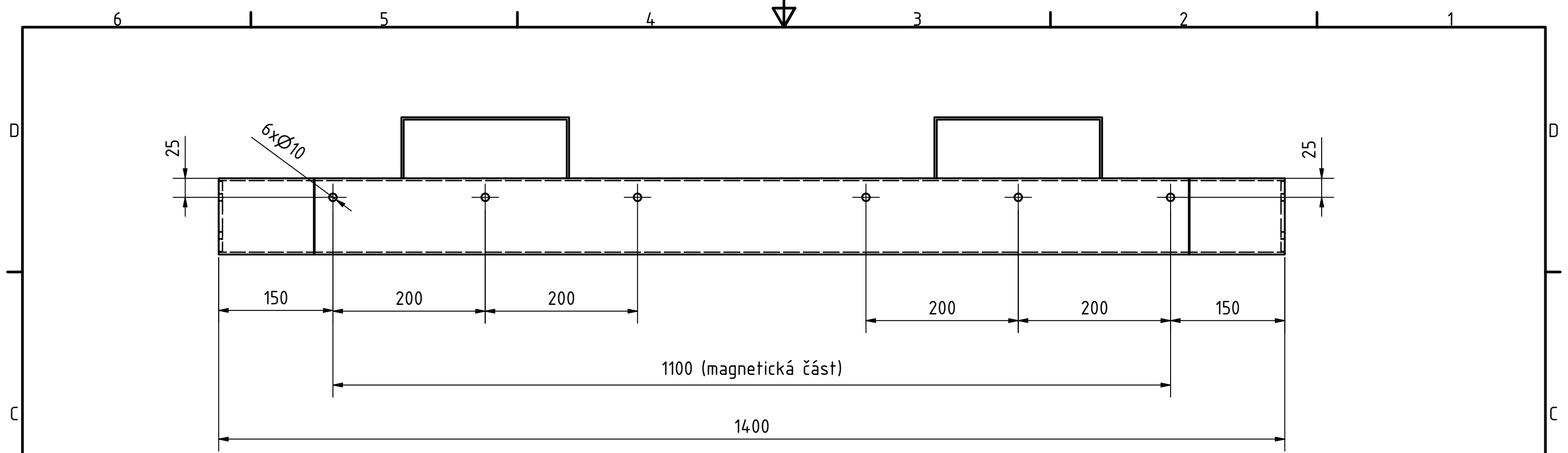


 Ra 3,2

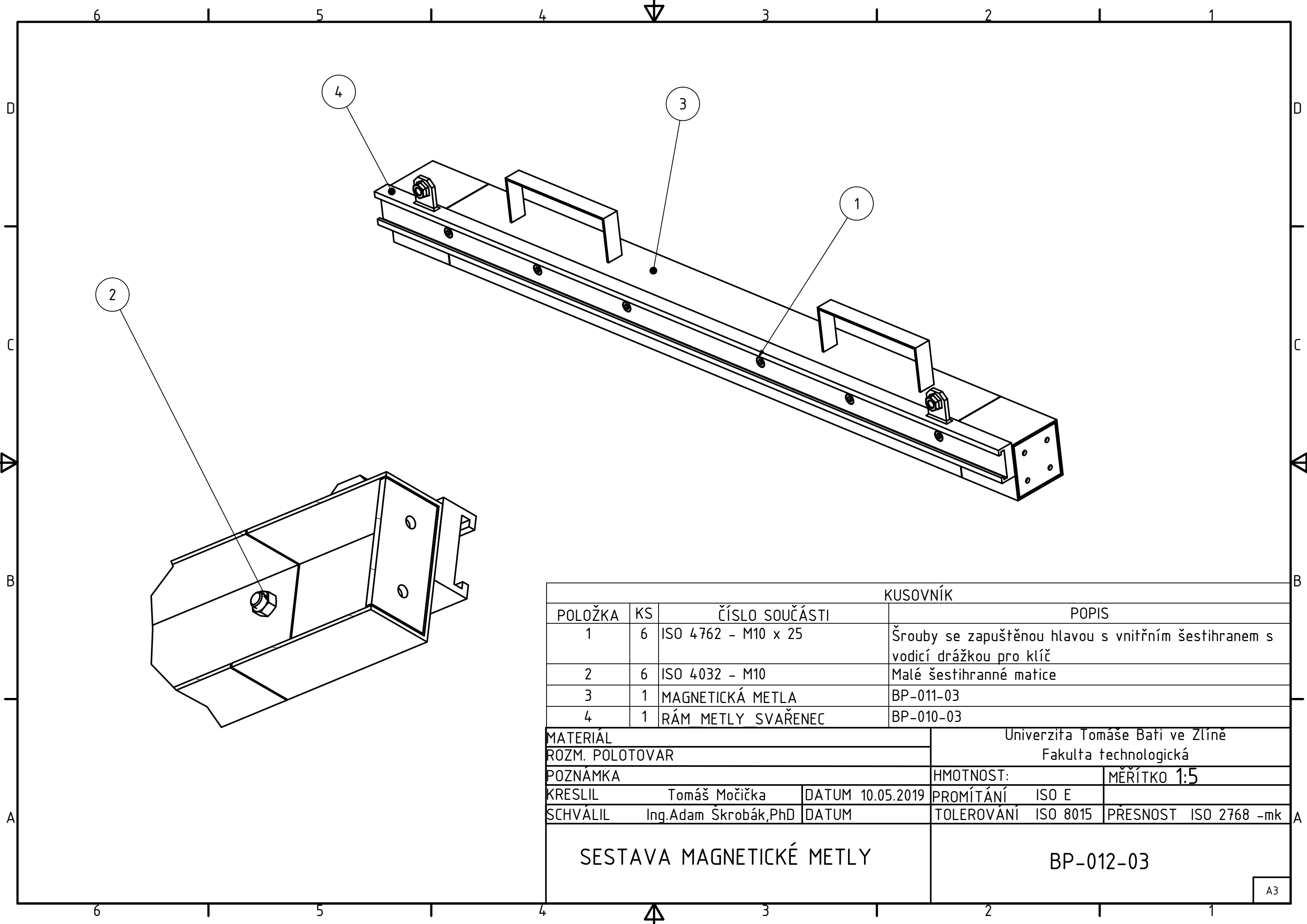
MATERIÁL 1.0036		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně	
ROZ. POL.PLO 45x10-55 ČSN 42 5522		Fakulta technologická	
POZNÁMKA	HMOTNOST:	MĚŘÍTKO 1:1	
KRESLIL Tomáš Močička	PROMÍTÁNÍ ISO E		
SCHVÁLIL Ing.Adam Škrobák,PhD	TOLEROVÁNÍ ISO 8015	PŘESNOST ISO 2768 -mk	
PATKA PRO ZAJIŠŤOVACÍ ŠROUB		BP-009-04	



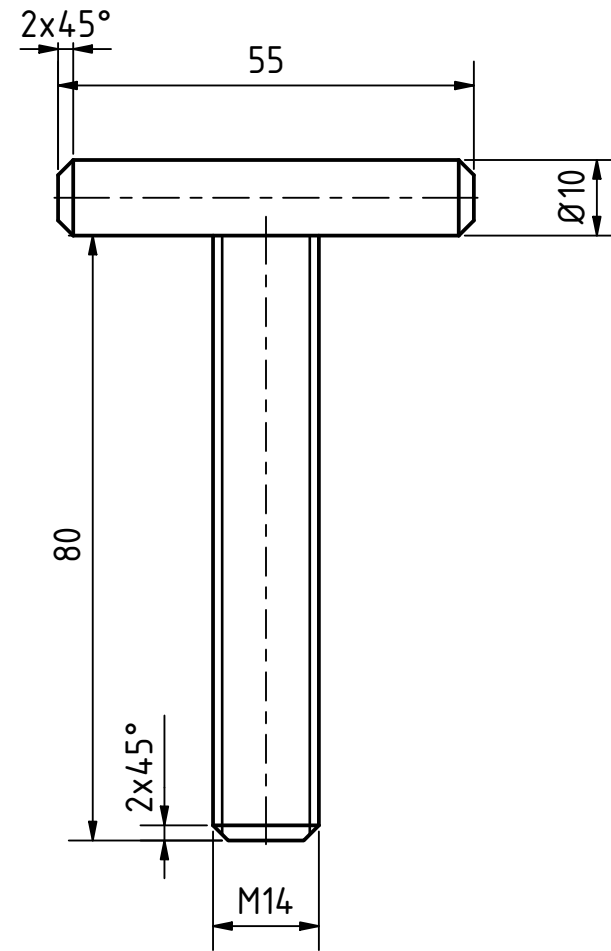
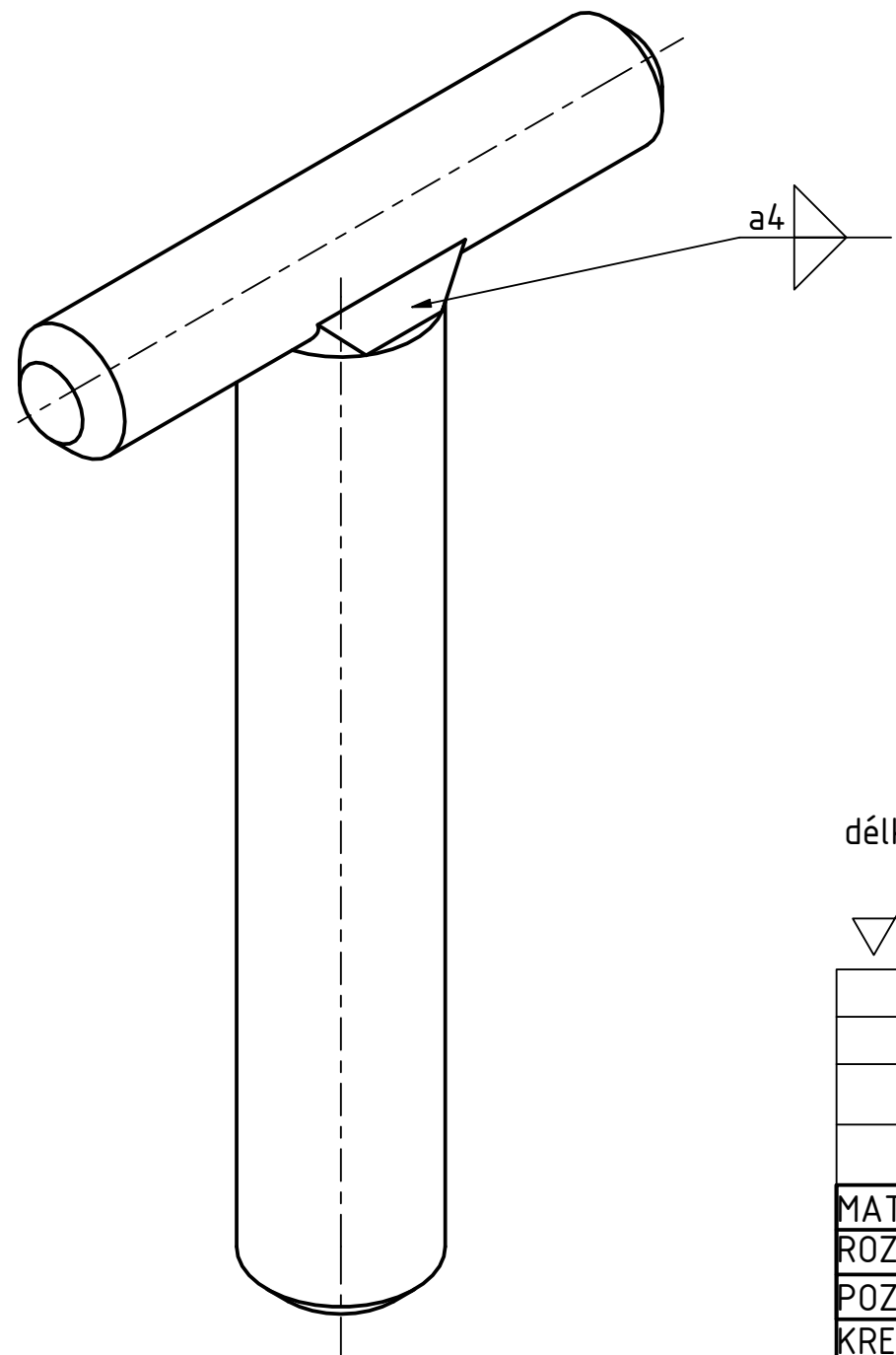
KUSOVNÍK				
POLOŽKA	KS	ČÍSLO SOUČÁSTI		POPIS
		ELEKTRODA E38 3 B42		ČSN EN ISO 2560
1	2	ISO 4032 - M 14		Šestihranná matice
2	1	RÁM METLY		BP-008-03
3	2	PATKA PRO ZAJIŠŤOVACÍ ŠROUB		BP-009-04
MATERIÁL			Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně	
ROZM. POLOTOVAR			Fakulta technologická	
POZNÁMKA			HMOTNOST:	MĚŘÍTKO 1:5
KRESLIL	Tomáš Močička	DATUM	10.05.2019	PROMÍTÁNÍ ISO E
SCHVÁLIL	Ing. Adam Škrobák, PhD	DATUM		TOLEROVÁNÍ ISO 8015 PŘESNOST ISO 2768 -mk
RÁM MAGNETICKÉ METLY SVAŘENEC			BP-010-03	



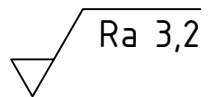
MATERIÁL		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně		
ROZM. POLOTOVAR		Fakulta technologická		
POZNÁMKA		HMOTNOST:	MĚŘÍTKO 1:5	
KRESLIL	Tomáš Močíčka	DATUM	10.05.2019	PROMÍTÁNÍ ISO E
SCHVÁLIL	Ing. Adam Škrobák, PhD	DATUM		TOLEROVÁNÍ ISO 8015 PŘESNOST ISO 2768 -mk
MAGNETICKÁ METLA		BP-011-03		



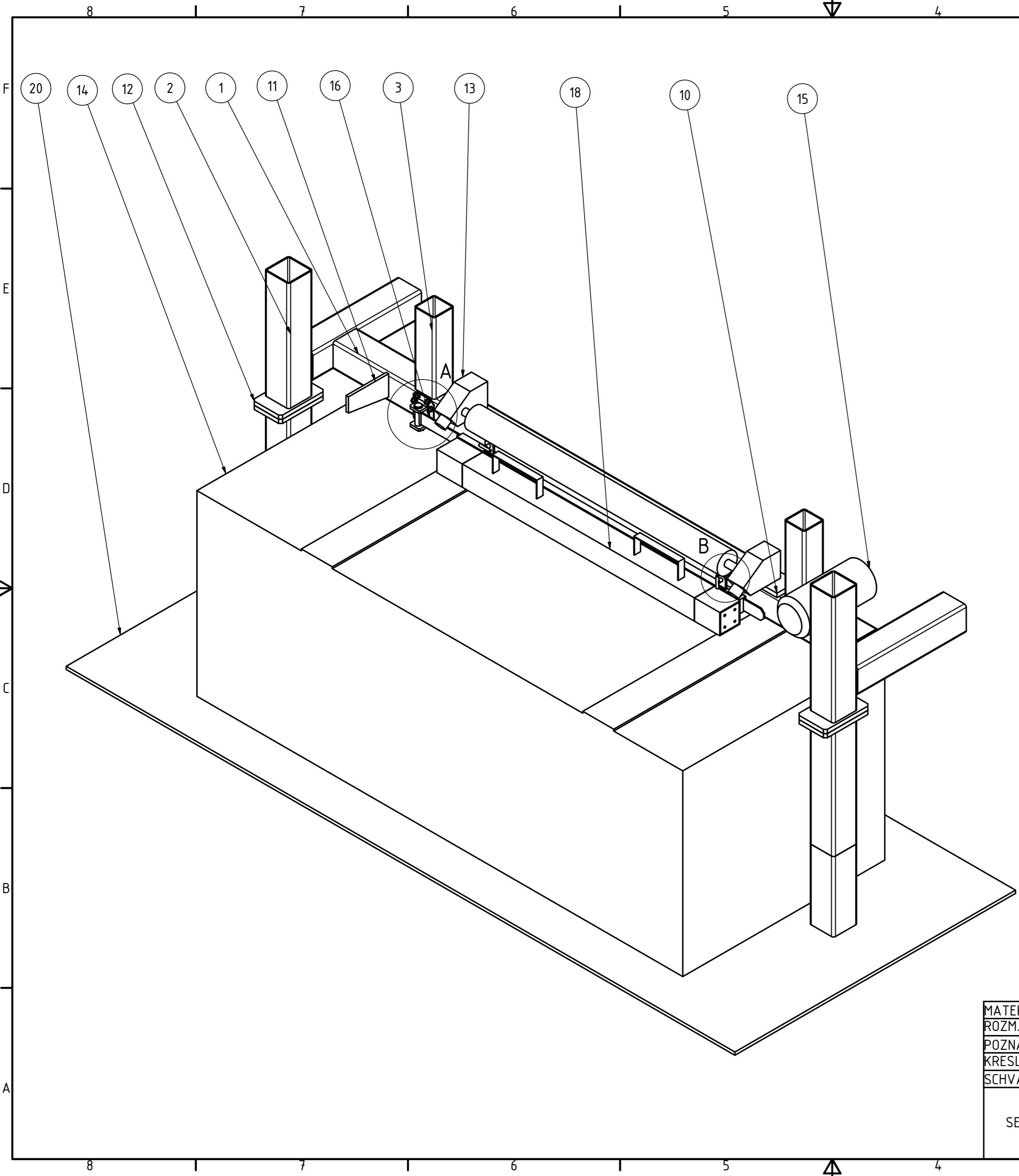
KUSOVNÍK				
POLOŽKA	KS	ČÍSLO SOUČÁSTI	POPIS	
1	6	ISO 4762 - M10 x 25	Šrouby se zapuštěnou hlavou s vnitřním šestihranem s vodicí drážkou pro klíč	
2	6	ISO 4032 - M10	Malé šestihranné matice	
3	1	MAGNETICKÁ METLA	BP-011-03	
4	1	RÁM METLY SVAŘENEC	BP-010-03	
MATERIÁL			Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně	
ROZM. POLOTOVAR			Fakulta technologická	
POZNÁMKA			HMOTNOST:	MĚŘÍTKO 1:5
KRESLIL	Tomáš Močička	DATUM 10.05.2019	PROMÍTÁNÍ	ISO E
SCHVÁLIL	Ing. Adam Škrobák, PhD	DATUM	TOLEROVÁNÍ	ISO 8015 PŘESNOST ISO 2768 -mk
SESTAVA MAGNETICKÉ METLY			BP-012-03	



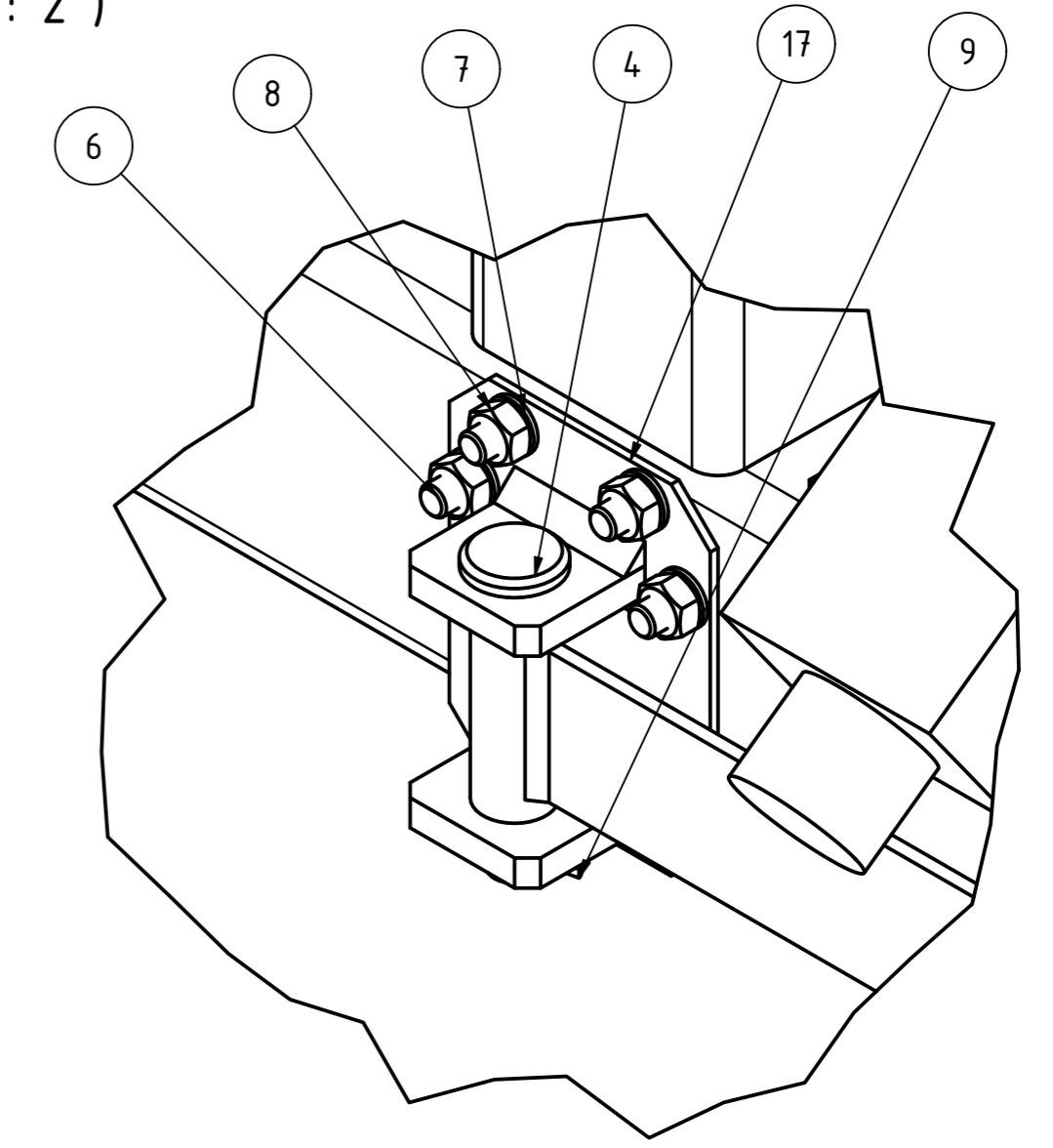
délka svarů 28 mm



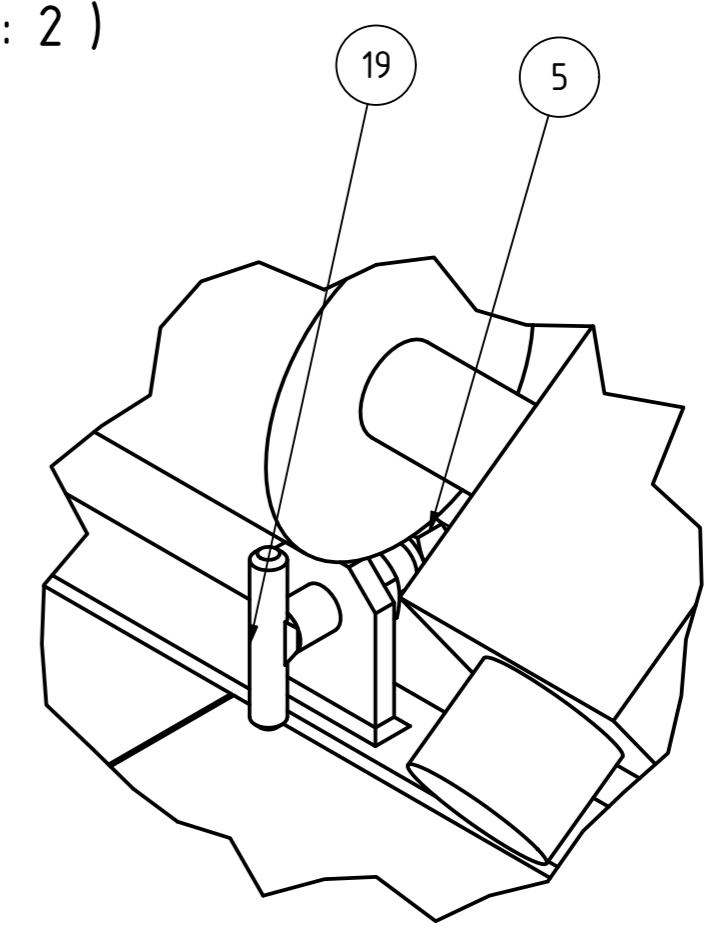
KUSOVNÍK				
POLOŽKA	KS	ČÍSLO SOUČÁSTI	POPIS	
		ELEKTRODA E38 3 B42	ČSN EN ISO 2560	
1	1	POJISTNÝ ŠROUB		
MATERIÁL 1.0036			Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně	
ROZM. POLOTOVAR $\varnothing 16 \times 160$ ČSN 42 5510			Fakulta technologická	
POZNÁMKA			HMOTNOST:	MĚŘÍTKO 1:1
KRESLIL	Tomáš Močička	DATUM 10.05.2019	PROMÍTÁNÍ ISO E	
SCHVÁLIL	Ing. Adam Škrobák, PhD	DATUM	TOLEROVÁNÍ ISO 8015	PŘESNOST ISO 2768 -mk
POJISTNÝ ŠROUB			BP-013-03	



A (1 : 2)



B (1 : 2)



MATERIÁL		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně		
ROZM. POLOTOVAR		Fakulta technologická		
POZNÁMKA		HMOTNOST:	MĚŘITKO 1:10	
KRESLIL	Tomáš Močička	DATUM	10.05.2019	PROMÍTÁNÍ ISO E
SCHVÁLIL	Ing. Adam Škrobák, PhD	DATUM		TOLEROVÁNÍ ISO 8015
		PRESNOST	ISO 2768 -mk	
SESTAVENÍ MAGNETICKÉHO KARTÁČE NA LINCĚ		BP-014-00		

KUSOVNÍK			
POLOŽKA	KS	ČÍSLO SOUČÁSTI	POPIS
1	2577,000 mm	CSN EN 10219-2 - 120 x 120 x 5 - 2577	Duté svařované profily tvářené za studena z nelegované a jemnozrnné konstrukční oceli
2	3224,220 mm	CSN EN 10219-2 - 120 x 120 x 5 - 537,37	Duté svařované profily tvářené za studena z nelegované a jemnozrnné konstrukční oceli
3	700,000 mm	CSN EN 10219-2 - 100 x 100 x 5 - 350	Duté svařované profily tvářené za studena z nelegované a jemnozrnné konstrukční oceli
4	1	ISO 2341 - B - 20 x 100	Čepy závěsu s hlavou
5	2	ISO 4032 - M 14	Šestihranná matice
6	4	ISO 4017 - M10 x 140	Šrouby ISO metrické standardní s šestihrannou hlavou
7	4	ISO 7089 - 10	Ploché kovové podložky pro všeobecné stroj. účely (metrický systém)
8	4	ISO 4032 - M10	Šestihranné matice, styl 1 - výrobní řada A a B
9	1	ISO 1234 - 3,2 x 28	Závlačky (metrické)
10	2	Plo 19 100-10 hsdř2	
11	1	žebro ca we3	
12	4	Plo 220x140ř4	
13	1	Držáky stáv. cca ř5	
14	1	Pás fremat5	
15	1	motor cca konec11	
16	1	RAMENO_SVARENEC	BP-007-03
17	1	DRŽÁK_SVARENEC	BP-003-03
18	1	METLA_SESTAVA	BP-012-03
19	2	POJISTNÝ ŠROUB	BP-013-03
20	1	BETONOVÁ PODLAHA	

MATERIÁL		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně		
ROZM. POLOTOVAR		Fakulta technologická		
POZNÁMKA		HMOTNOST:	MĚŘÍTKO	
KRESLIL	Tomáš Močička	DATUM	10.05.2019	PROMÍTÁNÍ ISO E
SCHVÁLIL	Ing. Adam Škrobák, PhD	DATUM		TOLEROVÁNÍ ISO 8015 PŘESNOST ISO 2768 -mk
KUSOVNÍK		BP-015-03		
		A3		