

Konstrukce řezacího stroje TS

Radim Bůžek

Bakalářská práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Radim BŮŽEK**
Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Konstrukce řezacího stroje TS**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracování literární studie na téma
 - a) Získávání surovin z opotřebovaných zařízení – vztah k životnímu prostředí
 - b) Konstrukce tištěných spojů, montáž elektrosoučástek
 - c) TS jako zdroj surovin
 - d) Technologické možnosti zpracování TS jako zdroje surovin
2. Stanovte silové poměry na TS
3. Zpracujte konstrukční řešení řezacího stroje TS
4. Zhodnocení a závěr

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Zdeněk Dvořák, CSc.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

19. února 2010

Termín odevzdání bakalářské práce:

2. června 2010

Ve Zlíně dne 21. ledna 2010



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
vedoucí katedry

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 užit své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

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

(1) Vysoká škola 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). 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 výdělků 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 výdělků dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Ve své bakalářské práci se budu zabývat konstrukcí řezacího stroje na tištěné spoje. Tento stroj bude sloužit pro odřezávání elektronických součástek z povrchu PC desek. Stroj bude konstruován jako pásová pila. V praktické části byly stanoveny silové poměry pro řezání desky plošného spoje. Dále 2D a 3D model řezacího stroje byl vytvořen v programu Autodesk Inventor 11 Professional.

Klíčová slova:

Řezací stroj, PC deska (deska plošného spoje), elektrické součástky,

ABSTRACT

In my thesis I examine the construction of cutting machines for printed circuit boards. This machine will be used to cut the electronic components from the surface of PC boards. The machine is designed as a band saw. The practical part of the force ratios were determined for cutting PCB. Furthermore, 2D and 3D model of the cutting machine was created in Autodesk Inventor 11 Professional.

Keywords:

Cutting machine, PC board (PCB), electrical components,

Chtěl bych touto cestou poděkovat ing. Zdeňku Dvořákovi CSc. za odborné vedení při vypracovávání této práce, zodpovězení mých dotazů a pomoc při řešení problémů, které se během mé práce vyskytly.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG je totožná.

OBSAH

ÚVOD	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 ZÍSKÁVÁNÍ SUROVIN Z OPOTŘEBENÝCH ZAŘÍZENÍ	13
1.1 OZNAČOVÁNÍ ELEKTROSPOTŘEBIČŮ.....	13
1.2 ŽIVOTNÍ CYKLUS ELEKTROZAŘÍZENÍ	14
1.2.1 Nákup nového elektrického nebo elektronického zařízení	14
1.2.2 Nepotřebná elektrozařízení	14
1.2.3 Sběr	14
1.2.4 Třídění	15
1.2.5 Recyklace	15
1.2.6 Nové využití pro staré materiály	15
1.3 SCHÉMA RECYKLAČNÍ LINKY	16
1.3.1 Demontáž	16
1.3.2 Speciální třídění znečištěného odpadu	16
1.3.3 Drcení	16
1.3.4 Nové využití pro staré materiály	17
1.3.4.1 Železné kovy	17
1.3.4.2 Plasty.....	17
1.3.4.3 Sklo	18
1.3.4.4 Neželezné kovy	18
1.3.5 Energetické využití.....	18
2 KONTRUKCE TIŠTĚNÝCH SPOJŮ	19
2.1 DRUHY PROPOJOVACÍCH STRUKTUR	19
2.1.1 Jednovrstvé plošné spoje.....	19
2.1.2 Dvouvrstvé plošné spoje	20
2.1.3 Vícevrstvé plošné spoje.....	21
2.2 METODY VÝROBY PROPOJOVACÍCH STRUKTUR	21
2.2.1 Subtraktivní metoda	22
2.2.2 Semiaditivní metoda.....	22
2.2.3 Aditivní metoda.....	22
2.3 MĚDĚNÁ FÓLIE.....	23
2.4 NEPÁJIVÁ MASKA	23
2.4.1 Typy nepájivých masek.....	24
2.4.1.1 Tekutá nepájivá maska nanášená sítotiskem	24
2.4.1.2 Suchá fotocitlivá nepájivá maska	24
2.4.1.3 Tekutá fotocitlivá nepájivá maska nanášená clonovým polem.....	25
2.5 OSAZENÍ DPS DESKY	25
3 TIŠTĚNÉ SPOJE JAKO ZDROJ SUROVIN	26
3.1 MOŽNOSTI RECYKLACE PLOŠNÝCH SPOJŮ	26
3.2 DRCENÍ DPS DESEK	26
3.3 ZÍSKÁVÁNÍ DRAHÝCH KOVŮ.....	26
4 TECHNOLOGIE ŘEZÁNÍ PRO ODSTRANĚNÍ ELEKTROSOUCÁSTEK	28

4.1	PÁSOVÉ PILY	28
4.1.1	Manuální pásová pila	28
4.1.2	Gravitační pásová pila	29
4.1.3	Hydraulická poloautomatická pásová pila	29
4.1.3.1	Poloautomatická pásová pila - ramenová	30
4.1.3.2	Poloautomatická pásová pila – dvousloupová	30
4.1.4	Automatická pásová pila s CNC řídicím systémem	31
4.2	PILOVÉ PÁSY	32
4.2.1	Dělení a tvar pilového zubu	33
4.2.1.1	Standartní zub	33
4.2.1.2	Pozitivní zub	33
4.2.1.3	Mezerový zub	34
4.2.1.4	Profilový zub	34
4.2.1.5	Trapézový zub	34
4.2.2	Typy rozvodů na pilovém pásu	35
4.2.2.1	Standartní rozvod zubů	35
4.2.2.2	Skupinový rozvod zubů	36
4.2.2.3	Pravo – levý rozvod zubů	36
4.2.2.4	Vlnový rozvod zubů	36
4.2.3	Šířka pilového pásu	36
4.2.4	Zabíhání pilových pásů	37
4.2.5	Napnutí pilového pásu tenzometrem	38
4.2.6	Chladicí kapalina	39
4.2.7	Refraktometr	39
5	SHRnutí TEORETICKÉ ČÁSTI	40
II	PRAKTICKÁ ČÁST	41
6	CÍLE PRAKTICKÉ ČÁSTI	42
7	ŘEZACÍ STROJ TIŠTĚNÝCH SPOJŮ	43
7.1	PRACOVNÍ STŮL A PODSTAVEC	43
7.2	RÁM PILY	44
7.3	KLOUB PILY	45
7.4	POHON PILY A HNACÍ KOLO	45
7.5	NAPÍNACÍ MECHANISMUS	46
7.5.1	Napínací kolo	46
7.5.2	Systém napínání	47
7.5.3	Kontrola dotažení pásu	48
7.6	TLUMIČ POSUVU	48
7.6.1	Systém tlumiče	49
7.6.2	Ovládání regulace tlumiče	49
7.6.3	Uchytení tlumiče na pile	50
7.7	VODÍCÍ KOSTKY	51
7.7.1	Fixní (pevná) kostka	51
7.7.2	Pohyblivá kostka a její vedení	52
7.7.3	Chlazení	52

7.8	PILOVÝ PÁS	53
7.9	OVLÁDACÍ PANEL.....	53
7.9.1	Schéma ovládací skříňky.....	53
7.10	PRUŽINA NA PROTIZÁVAŽÍ.....	54
7.11	MADLO PRO ZVEDÁNÍ RAMENE PILY.....	55
7.12	UCHYCENÍ ZADNÍHO KRYTU	55
7.13	ÚCHYT UPÍNACÍHO PŘÍPRAVKU	56
7.13.1	Možnost nastavení úchytu upínacího přípravku	56
7.14	CHLAZENÍ	57
8	SILOVÉ POMĚRY NA TS	58
8.1	STANOVENÍ HNACÍ JEDNOTKY	58
	ZÁVĚR	60
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	61
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	62
	SEZNAM OBRÁZKŮ	63
	SEZNAM PŘÍLOH.....	65

ÚVOD

Vývoj vzájemného spojování elektronických součástek jde v celé historii elektroniky souběžně s jejich modernizací. V začátcích radiotechniky byly vývody součástek řešeny jako připojovací šroubky s maticemi, pod které se přitahoval propojovací drát. To si vyžadovalo značnou rozměrnost součástek. [10]

Začátkem čtyřicátých let se objevují první praktické pokusy realizace na odleptávání spojů. Výrobní technologie je však drahá, takže vše upadá na několik let v zapomnění. Teprve vývoj nových materiálů a výrobních postupů umožnil koncem téhož desetiletí techniku odleptávání plošných spojů znovu oživit. [10]

Koncem šedesátých let přichází firma Philips s prvními součástkami s bezdrátovými vývody. Zahajuje tak novou éru - technologie pro povrchové montáže součástek. [10]

Dnes se vyrábí pro různá použití značné množství různých podkladových materiálů, které se od sebe liší hlavně v použití pro kmitočtové závislé obvody, kde významnou roli hraje kapacitní vodivost této podložky. Tyto desky plošného spoje obsahují vzácné kovy, které se při recyklaci těchto spojů snažíme získat. Jednou z možností se jeví jejich odřezání.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZÍSKÁVÁNÍ SUROVIN Z OPOTŘEBENÝCH ZAŘÍZENÍ

Elektroodpadem se míní vysloužilá elektrozařízení, kterých se chceme zbavit. Jedná se o všechna zařízení, která fungují na elektrický proud nebo na baterky. Často se můžeme v praxi setkat i s pojmem elektrošrot, vysloužilý elektrospotřebič, dosloužilý elektrospotřebič, atd. [1]



obr. 1. Elektroodpad [1]

1.1 Označování elektrospotřebičů

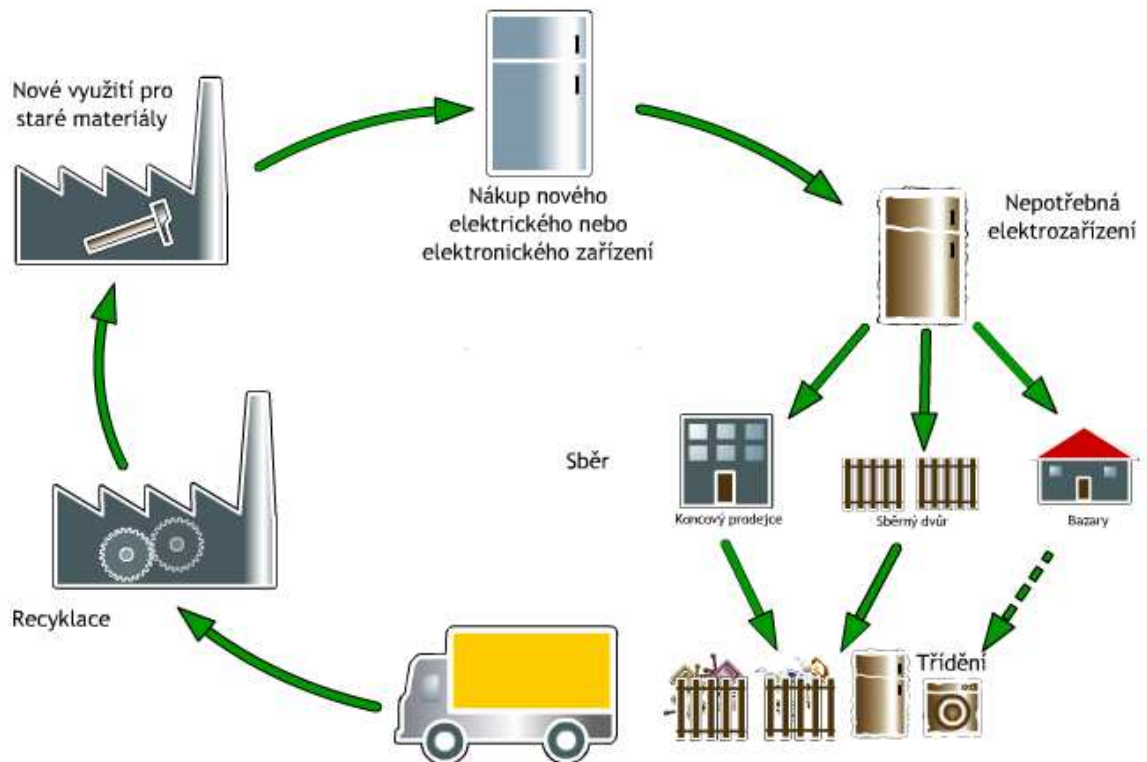
Rozpoznat, zda se jedná o elektrospotřebič, pomáhá symbol přeškrtnuté popelnice. Tento symbol vyjadřuje, že elektrozařízení nesmí být vyhozeno do komunálního odpadu, ale má být sbíráno odděleně. [1]



obr. 2. Symbol elektrospotřebiče [1]

Tento symbol se ale určitě nenajde u starých spotřebičů vyrobených před srpnem 2005, kdy ještě nebyla zavedena povinnost je sbírat odděleně. A pravděpodobně u opotřebených či poničených přístrojů, kde již není vidět. Proto se nelze spoléhat pouze na označení a je důležité vždy uvážit, zda daný výrobek patří do popelnice nebo je nutné zbavit se ho jiným způsobem. [1]

1.2 Životní cyklus elektrozařízení



obr. 3. Životní cyklus elektrozařízení [1]

1.2.1 Nákup nového elektrického nebo elektronického zařízení

Při zakoupení každého výrobku, platí spotřebitel recyklační poplatek. Ten slouží později k financování sběru a recyklaci vyřazeného zařízení. [1]

1.2.2 Nepotřebná elektrozařízení

Zařízení se časem stane nepotřebné nebo nepoužitelné, a proto je třeba zajistit jeho odstranění způsobem příznivým pro životní prostředí. [1]

1.2.3 Sběr

Pro sběr elektrozařízení se nabízí několik variant. Výběr závisí na stavu, v jakém vyřazené zařízení je:

- Pokud může být zařízení znovu použito, často skončí v prodejnách s použitými výrobky, kde je vyčištěn, případně opraven a prodán za sníženou cenu. [1]

- Pokud zařízení není vhodné k opětovnému použití, je možné odložit ho ve sběrném dvoře. [1]
- Další možností je vrátit nepotřebné zařízení při nákupu nového zařízení stejného typu přímo u prodejce. [1]

1.2.4 Třídění

Vyřazená elektrozařízení jsou tříděna podle toho, do které skupiny elektrozařízení náleží. Některé výrobky, jako například lednice nebo obrazovky vyžadují speciální způsob recyklace. [1]

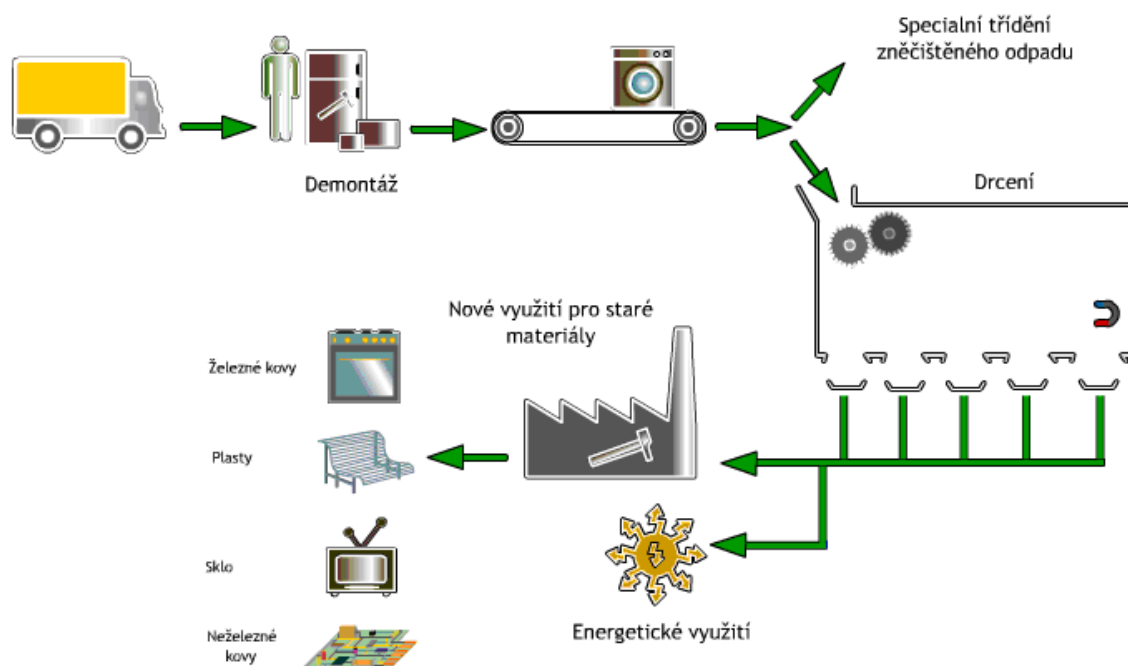
1.2.5 Recyklace

Zařízení jsou ve zpracovatelských centrech rozebrána, materiály jsou roztříděny a dále využívány. Některé součásti obsahující nebezpečné látky, jako například baterie a kondenzátory, jsou ze zařízení odstraněny a dále rozebírány ručně. [1]

1.2.6 Nové využití pro staré materiály

Recyklované materiály (železné i neželezné kovy, plasty a sklo) jsou odvezeny ke zpracovatelům, kde jsou využity k výrobě nových výrobků. [1]

1.3 Schéma recyklační linky



obr. 4. Schéma recyklační linky [1]

1.3.1 Demontáž

Demontáž vyřazených elektrozařízení je z větší části manuální proces. Nejprve jsou ze zařízení vyjmuty baterie, lampy, kabely a některé elektronické komponenty. Části obsahující nebezpečné látky jako například asbest, rtuť, kondenzátory a baterie jsou opatrně odstraněny. Tyto nebezpečné látky jsou dále zpracovány akreditovanými společnostmi způsobem, který je co nejšetrnější k životnímu prostředí. [1]

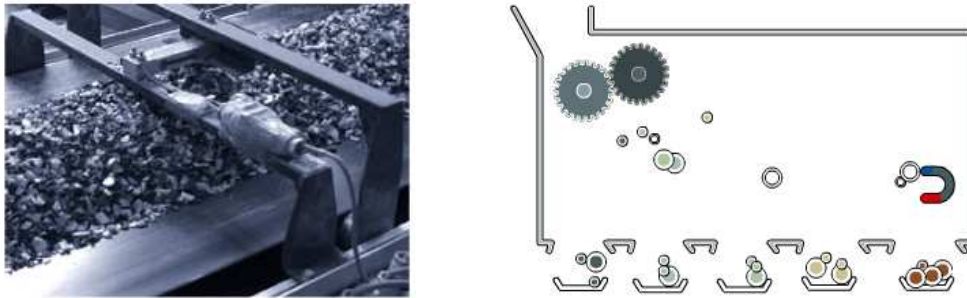
1.3.2 Speciální třídění znečištěného odpadu

Obsah škodlivin je v závislosti na jejich typu zničen žářem (zejména u freonů a jiných plynů) nebo znovu vrácen do oběhu (například rtuť nebo olejové a inkoustové náplně). [1]

1.3.3 Drcení

Jakmile jsou z odpadu odstraněny nebezpečné složky, zbývající část je rozdrcena na drobnější kusy. Ze vzniklé směsi jsou jednotlivé materiály tříděny pomocí různých technik. Výsledkem jsou oddělené skupiny materiálů: železo, neželezné kovy (měď, olovo, hliník,

zinek,...), sklo a různé typy plastů jako například polyethylen (PE), polypropylen (PP) a polystyren (PS). [1]



obr. 5. Drcení surovin [1]

1.3.4 Nové využití pro staré materiály

Mezi materiály, které opětovně vracíme do výrobního procesu, patří železné kovy, plasty, sklo a neželezné kovy.

1.3.4.1 Železné kovy

Vytříděné železo je používáno mimo jiné v ocelářském průmyslu pro výrobu různých kovových výrobků. Protože kovy při recyklaci neztrácejí své vlastnosti, mohou být recyklovány opakovaně. [1]



obr. 6. Možnosti opětovného použití železných kovů [1]

1.3.4.2 Plasty

Vytříděné plasty jsou rozdrceny na drobné části, vyčištěny a vysušeny. Plasty jako například polyethylen (PE), polypropylen (PP) a polystyren (PS), jsou granulovány a nově obarveny. Tyto materiály mohou být využity mimo jiné v automobilovém a nábytkářském průmyslu. Recyklace plastů je velmi náročná, protože vyžaduje roztřídění plastů podle jednotlivých typů a barev. [1]



obr. 7. Možnosti opětovného použití plastů [1]

1.3.4.3 Sklo

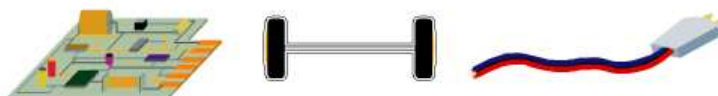
Rozdrcené a očištěné sklo může být znovu využito při výrobě televizních a počítačových obrazovek a dalších výrobků. [1]



obr. 8. Opětovné využití skla [1]

1.3.4.4 Neželezné kovy

Měď, olovo, zinek a drahé kovy jako zlato stříbro, platina a paladium (které jsou v malém množství obsaženy v elektronických komponentech) dostávají po očištění a roztavení nový život. Recyklované kovy se můžou později najít ve stejném typu zařízení, ze kterého pocházejí. Jsou využívány například pro výrobu kabelů a elektronických komponentů. Protože tyto kovy s časem neztrácejí své vlastnosti, mohou být recyklovány opětovně. [1]



obr. 9. Opětovné využití neželezných kovů [1]

1.3.5 Energetické využití

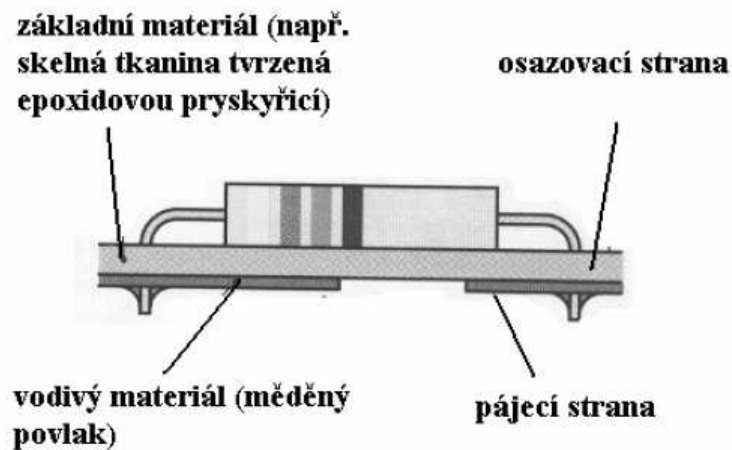
Bohužel ne vždy je možné využít všechny materiály obsažené ve vyřazených elektrozařízeních. Nerecyklovatelné materiály, jako například některé plasty nebo dřevo, jsou proto využívány jako palivo v cementárnách nebo spalovnách odpadů. Při spalování těchto odpadů je produkována energie a zároveň je snižováno množství odpadu, který by byl jinak ukládán na skládkách. [1]

2 KONTRUKCE TIŠTĚNÝCH SPOJŮ

2.1 Druhy propojovacích struktur

Propojovací struktura je tvořena vodivým motivem na nosném substrátu. Propojovací struktura zahrnuje vodiče, plošky, signálové a součástkové otvory, chladiče i pasivní prvky, které byly zhotoveny během výroby montážní a propojovací struktury (jako nedílná část procesu).[2]

Propojovací struktury se liší počty vrstev, hustotou propojení, způsoby propojení, typy vymezujičích jader, ohebností/neohebností aj. [2]

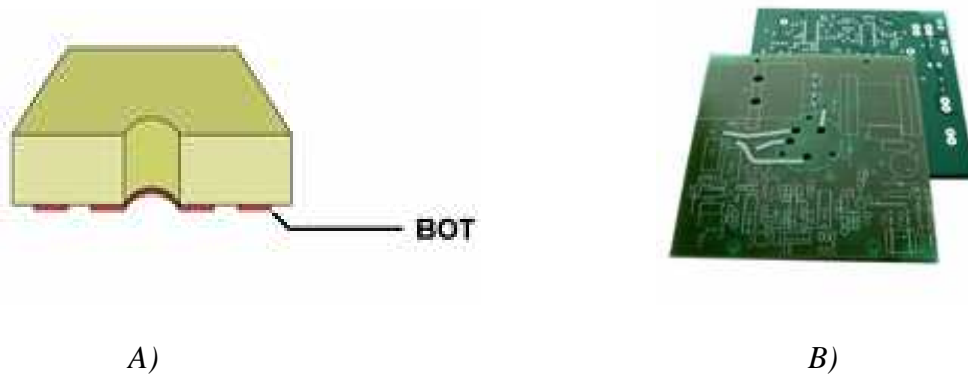


obr. 10. Řez osazenou deskou [6]

2.1.1 Jednovrstvé plošné spoje

Jednovrstvé desky plošných spojů mají pouze jednu vrstvu propojovacích vodičů - spojů (vrstva BOT) a nemají pokovené otvory. Jsou vhodné pro jednodušší aplikace. Vyrábějí se ze základního materiálu, který je jednostranně plátován mědí příslušné tloušťky. Vodivý obrazec je zhotovený subtraktivní metodou (proces leptání), případně aditivní metodou pomocí chemické mědi nebo vodivým motivem zhotoveným tlustovrstvou technologií tiskem polymerních vodivých past a následným vytvrzením nebo vypálením. [7]

Na osazování se používají klasické vývodové součástky (osazují se do vyvrtaných otvorů), nebo SMD součástky (osazují se ze strany spojů), v některých případech se používá kombinace obou způsobů osazování. [11]

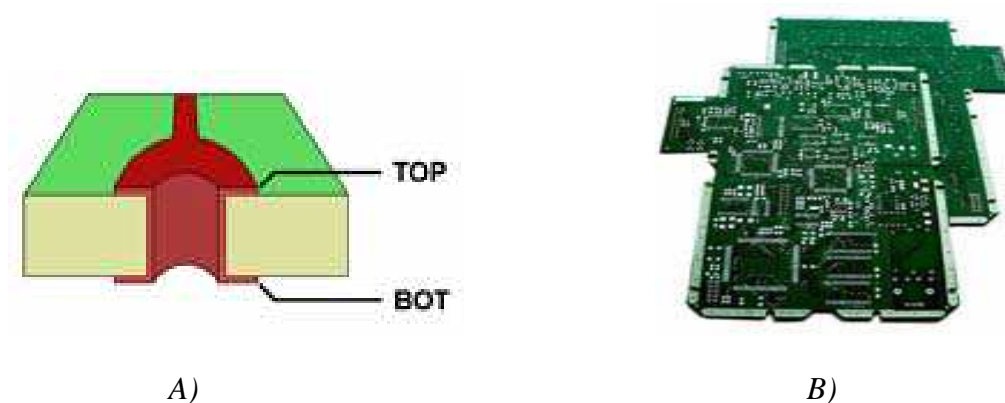


obr. 11. Jednovrstvá DPS: A – schéma řezu jednovrstvé DPS, B – skutečná podoba jednovrstvé DPS [7]

2.1.2 Dvouvrstvé plošné spoje

Dvouvrstvé desky plošných spojů mají dvě vrstvy propojovacích vodičů - spojů (vrstvy BOT a TOP). Vyrábějí se ze základního materiálu, který je oboustranně plátován mědí příslušné tloušťky. Vodivé obrazce na obou stranách základního materiálu jsou vytvořeny subtraktivním nebo aditivním postupem. Obě vrstvy jsou nejčastěji propojeny pokovenými otvory. [7]

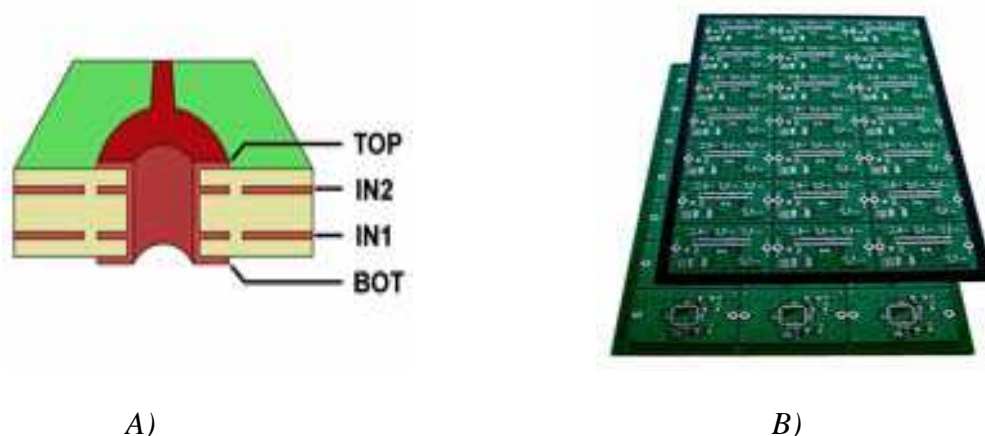
Na osazování se používají jak vývodové, tak v poslední době především SMD součástky. Používají se pro náročnější aplikace, dosahuje se u nich podstatně vyšší propojitelnosti než u jednovrstvých desek. [11]



obr. 12. Dvouvrstvá DPS: A – schéma řezu dvouvrstvé DPS, B – skutečná podoba dvouvrstvé DPS [7]

2.1.3 Vícevrstvé plošné spoje

Vícevrstvé desky plošných spojů mají více než dvě vrstvy propojovacích vodičů. Standardně se vyrábějí v sudém počtu vrstev. Nejběžnějším provedením jsou čtyřvrstvé desky, které mají dvě vrstvy vnější (BOT a TOP) a dvě vrstvy vnitřní (IN1 a IN2). Vnitřní vrstvy jsou po vytvoření vodivých obrazců zalisovány v samotné desce. Všechny vrstvy mohou být vzájemně propojeny pokovenými otvory. U těchto typů desek se dosahuje podstatně vyšší propojitelnosti než u dvouvrstevných desek. Osazují se jak vývodovými, tak v poslední době především SMD součástkami. Při výrobě vícevrstevných desek se používají tenké základní materiály, na nichž se nejprve vytvoří vodivé obrazce vnitřních vrstev. Na vnější vrstvy se použije měděná fólie vhodné tloušťky. Celá sestava se pak slisuje pomocí lepicích listů, tzv. prepregů. [7]



obr. 13. Vícevrstvá DPS: A – schéma řezu vícevrstvé DPS, B – skutečná podoba vícevrstvé DPS [7]

2.2 Metody výroby propojovacích struktur

V současné době se používají tři druhy výrobních postupů, a to subtraktivní, aditivní a semiaditivní. Subtraktivní metoda spočívá ve vytvoření motivu, který je krytý leptuodolnou vrstvou a následným leptáním fólie. Leptá se měděná fólie různé tloušťky. Při aditivní metodě se vodivé cesty i pokovení otvorů vytvoří jen chemickou mědí bez leptání. Semiaditivní metoda je kombinace obou předchozích metod. Na chemicky zvodivěném povrchu se vodivé cesty i pokovení otvorů vytvoří galvanicky.

2.2.1 Subtraktivní metoda

Ve světové produkci plošných spojů převládá subtraktivní výroba. Zaujímá přibližně 90% objemu výroby. Následující text popisuje subtraktivní metodu jako typického představitele výrobní technologie.

Použití základních materiálů s plátovanou 35 μm silnou měděnou fólií pro desky plošných spojů s jemnou roztečí je problematické i při správném dodržování příslušných rozměrových tolerancí vodičů a pájecích plošek. Při leptání obrazce zde může dojít k podleptání. Z tohoto důvodu se doporučuje používat tenčí měděné fólie o tloušťce 17,5, 10 i 5 μm . Maximální šířka základního materiálu desky plošných spojů by měla souhlasit s její tloušťkou, aby deska plošných spojů byla dostatečně tuhá a nebylo třeba ji před osazením a pájením vyztužovat. Tenčí tloušťky fólie (5 μm) se připravují elektrolytickým vylučováním mědi na hliníkovou fólii, jež slouží jako dočasný nosič a ochrana proti oxidaci a manipulaci. Dodávána je například krycí hliníková fólie tloušťky 40 μm , která se po vyvrtání bez obtíží odleptá v kyselině chlorovodíkové. Z hlediska výrobního zpracování jsou tyto materiály výhodnější pro snadné mechanické odstraňování hliníkové fólie, které je možné provádět i po vrtání. Měděná fólie tloušťky 5 μm je prakticky bezporézní, má vysoký stupeň tažnosti a dobré vazební vlastnosti vůči základnímu sklolaminátu. [3]

2.2.2 Semiaditivní metoda

Semiaditivní metoda výroby desek plošných spojů má obdobné výhody a přednosti jako výrobní proces spojený s měděnou fólií 5 μm . Výchozím materiálem je speciální neplátový materiál bez měděné fólie, který se celý včetně otvorů pokoví po vyvrtání a úpravě povrchu (sledující co největší adhezi následného povlaku) vrstvou mědi o tloušťce cca 5 μm . Další postup je obdobný jako v případě výroby desek metodou pokovování obrazce. Semiaditivní technologie je důležitým mezistupněm k plně aditivní technologii, jež je pro budoucnost velmi perspektivní. [3]

Jestliže jsme schopni subtraktivní metodou běžně vyrábět plošný spoj s šířkou vodičů 0,3 mm a s obtížemi 0,2 mm, pak semiaditivní metoda nám umožňuje vyrobít spoj široký 0,15 mm. [3]

2.2.3 Aditivní metoda

Při aditivním zhotovování spojů s pokovenými otvory úplně odpadá proces leptání, a tím i problémy s ním spojené (podleptání, zkraty způsobené oddělenými převisy,

zpracování odpadů po leptání). Výchozí základní materiál je neplátovaný. Po vyvrtání otvorů se přímo vytváří požadovaný vodivý obrazec včetně pokovení otvorů. Měď, případně jiné kovové povlaky, se nanáší chemicky bez přítomnosti elektrického proudu. Výhodou oproti subtraktivního procesu je, že se výchozí materiál nezpracovává společně s měděnou fólií, čímž nedochází k vnitřnímu pnutí, které zapříčiní prohnutí a zkroucení desek. Použitím kvalitních lázní při vylučování mědi se dosahuje daleko lepší rovnoměrnosti jak na ploše, tak i v otvorech desky. Proto je možné pokovovat i otvory malých průměrů (0,3 mm). Při této metodě je možno zhotovit spoje a mezery široké 0,1 mm, ale z důvodu např. přilnavosti není užší spoj technicky realizovatelný. [3]

2.3 Měděná fólie

Měděná fólie je určena k vytvoření vodivého obrazce. Základní materiál je pokryt Cu fólií, která je vyrobena elektrolyticky o čistotě 99,5%. Vyznačuje se dobrou adhezí k povrchu laminátu, která je podmíněna drsností povrchu a vysokou pružností.

Na měděnou fólii jsou kladeny požadavky, kterým musí odpovídat i její vlastnosti. Fólie musí mít dostatečnou adhezi, aby při pájení nedocházelo k jejímu odloupení. Dále se musí vyznačovat dobrou proudovou vodivostí, která je důležitá při konstrukci plošných spojů. Velkou roli hraje i tloušťka fólie. Běžnou tloušťkou je 17 μm nebo 35 μm , ale používají se i silnější (71 μm), např. v automobilovém průmyslu. [3]

2.4 Nepájivá maska

Důležitou a nedílnou součástí desky plošných spojů je nepájivá maska. Původně se nepájivé masky používaly jako prostředek prevence proti tvorbě můstků mezi vodiči během pájení vlnou, postupem doby se nároky na nepájivou masku zvýšily a očekávalo se od ní, že bude izolovat a chránit povrch plošného spoje a také zabraňovat vzniku můstků pájky. Jako materiály se dříve využívaly akryláty a epoxidy. Avšak nejvýznamnějším trendem využití se stalo zvýšené zaměření na výtěžnost montáže.

Volba vhodné nepájivé masky je důležitá pro výrobu a montáž velmi hustých desek plošných spojů s povrchovou montáží. Výtěžnost výroby je silně ovlivňována vlastnostmi nepájivé masky, jako je: [3]

- Rozlišovací schopnost
- Přilnavost

- Zapouzdření povrchu
- Opakovatelnost

Další zde uvedené vlastnosti nepájivé masky mají přímý vliv na kvalitu desky plošných spojů:

- Tloušťka
- Odolnost proti tepelnému nárazu
- Ochrana průchodek při montáži

Čištění konečné soustavy je rovněž ovlivňováno chemickou odolností a tloušťkou masky. [3]

2.4.1 Typy nepájivých masek

Nepájivé masky dělíme do tří základních skupin, a to na tekuté nepájivé masky nanášené sítotiskem, suché fotocitlivé masky nepájivé masky a tekuté fotocitlivé nepájivé masky nanášené clonovým polem.

2.4.1.1 Tekutá nepájivá maska nanášená sítotiskem

Natisknutí se provádí přes síto na potiskovacím zařízení (ručním, poloautomatickém nebo plně automatickém). Výsledek závisí na volbě tkaniny, napětí síta, tlaku a rychlosti stěrky a výšce odtrhu síta. Mezi výhody patří velmi jednoduché nanášení, malé náklady pro středí i malá množství, malé investiční náklady pro zařízení a velký výběr materiálů. Tento typ masky v sobě skrývá i několik nevýhod. Mezi ně patří kolísavé toušťky nánosů, nemožnost použití na jemné plošné spoje a u velkých formátů je problematické dodržení tolerance. [3]

2.4.1.2 Suchá fotocitlivá nepájivá maska

Suchý polymerní film definované tloušťky (50, 75, 100 μm) se za tepla a tlaku navaluje na povrch přřezu, který je upravený čistý a suchý. Je schopen překrýt i otvory větší než 2 mm. Po odstranění vzduchových bublin podélných vodičů se s úspěchem používá vakuum. Tímto způsobem dojde k téměř dokonalému zapouzdření vodiče. Nelaminovaný film se zpracuje běžným způsobem, známým ze zpracování suchých fotorezistů. Nakonec se film vytvrdí v kombinované UV a IČ sušárně. Výhodou této

metody je vysoká přesnost při reprodukci a rovnoměrné povrstvení. Naopak nevýhodami jsou větší náklady na zařízení a nutnost klimatizovaného pracovního prostoru. [3]

2.4.1.3 Tekutá fotocitlivá nepajivá maska nanášená clonovým polevem

Fotocitlivý lak je dvousložkový, obsahuje velké množství pevných látek (až 70%) a musí mít definovanou viskozitu a čistotu. Podmínky nanášení musí být kontrolované automaticky bez lidského vlivu. Sušení přířezu s vrstvou laku musí mít definovaný průběh, aby byla zaručena jeho další zpracovatelnost. Tekutý lak je možné nanášet pouze jednostranně. Jednostranně vrstvený přířez se zpracuje fotocestou, vyvolá se nasvícený motiv a vrstva masky se vytvrdí UV zářením. Poté se obdobně nanese druhá strana a následně se desky s polymerním filmem termicky vytvrdí v sušárně. [3]

2.5 Osazení DPS desky

Princip osazování spočívá v odebrání součástky ze zásobníku, její vystředění a osazení do lepidla, pájecí pasty nebo tavidla na DPS desce. Rozdělení osazovacích metod je složité, protože některé operace se v jednotlivých metodách prolínají, přesto můžeme říci, že osazovací metody dělíme na: [2]

- Ruční nebo poloautomatické
- Automatické

Ruční nebo poloautomatické:

Při této metodě se odebírání součástek a jejich osazení provádí rukou. U osazovacího poloautomatu je odebíraná pozice indikována světelně nebo nastavení odebírací pozice. Místo pro osazení prvku je indikováno světelným paprskem. [2]

Automatické:

U této metody je operace osazení prováděna strojově. Pro poloautomatickou i automatickou metodu se zhotovuje osazovací program buď v samoučícím režimu, nebo se data generují přímo z navrhovaného systému. [2]

3 TIŠTĚNÉ SPOJE JAKO ZDROJ SUROVIN

3.1 Možnosti recyklace plošných spojů

Pokud DPS obsahují elektronické součásti, je třeba všechny odstranit ještě před samotnou recyklací. Nejznámější metody pro separaci elektrických součástek jsou:

- Mechanické odstranění
- Tavení
- Řezání

Při mechanickém odstranění dochází mechanickým odstranění pinů k oddělení diod, tranzistorů, rezistorů apod. od desek DPS (jedná se o vrstvený laminát - izolant na bázi pryskyřic a papíru, u počítačové techniky se jako základní materiál používají desky na bázi skleněných tkanin). [4,5]

Metoda tavení spočívá ve vystavení DPS teplotám 350 – 400 °C, při kterých dochází k postupnému roztavení cínových spojů a uvolnění pinů součástek, jež se dále odstraní mechanickou cestou. [4,5]

Při řezání se DPS desky uchytí do speciálního rámu, ve kterém dojde k odřezání pinů pilkou na kov. Nevýhoda této metody spočívá ve vzniku odpadu při ořezávání (směs laminátových a kovových pilin). [4,5]

3.2 Drcení DPS desek

K drcení se používají břitové drtící stroje, granulační mlýny, řezací zařízení nebo brousky a tzv. kryogenní drcení, při kterém je odpad nejprve zchlazen na teplotu minus (100 – 170) °C a poté teprve drcen. Tento způsob, zatím finančně náročný, využívá rozdílných účinků nízkých teplot na fyzikální vlastnosti materiálů. Podchlazené materiály potřebují k dokonalé fragmentaci drtiče s přibližně polovičním příkonem oproti klasickému drcení. [4,5]

3.3 Získávání drahých kovů

Pro zpracovatele DPS desek je nejzajímavější získávání drahých kovů, ke kterému používají:

- Extrakci v tavenině olova

- Kyanidové loužení
- Sulfáto – nitrátová cesta
- Elektrolýza

Extrakce v tavenině olova:

Při extrakci v tavenině olova putuje drť DPS do tavicího zařízení, kde se mísí s roztaveným olovem. Plast shoří, železo společně s částí barevných kovů vyplave na hladinu taveniny, kde je vyloveno. V roztaveném olovu zůstane většina ušlechtilých kovů, proto se tavenina prožene vzduchem, kde část obecných kovů a olova zoxiduje a odstraní se jako struska. Zbývá část taveniny se podrobí rafinaci, při které se získá měď, selen, nikl, tellur, olovo, cín a rtuť. Tento způsob není ale příliš ekologicky šetrný. [5]

Kyanidové loužení:

Při kyanidovém loužení se získává zlato za podmínky, že pozlacený materiál je obnažen a že celý jeho povrch je v kontaktu s loužícím roztokem. Tento postup je znám svou vysokou účinností a jeho výhodou je fakt, že ostatní kovy nejsou dotčeny, tedy nejčastěji používané slitiny na bázi mědi, zinku a niklu mohou být dále metalurgicky rafinovány, aniž by se tyto prvky dostávaly do roztoků, ze kterých by musely být obtížně extrahovány. Nevýhodou jsou provozní rizika a potenciální možnost havárie spojená s používáním toxického kyanidu. [5]

Sulfáto – nitrátová cesta:

Sulfáto-nitrátová cesta se používá pro separaci palladia. Elektrolyticky se zpracovávají frakce barevných kovů nebo výluh z některého odpadu. Roztok obsahuje velké množství kovů (měď, zinek, nikl, kadmium, stříbro atd.), přičemž izolace všech složek ze směsi není ekonomicky a ekologicky možná. [5]

Elektrolýza:

Při elektrolýze se většinou získá podíl mědi, drahé kovy zůstávají v anodických katech. [5]

4 TECHNOLOGIE ŘEZÁNÍ PRO ODSTRANĚNÍ ELEKTROSOUČÁSTEK

4.1 Pásové pily

Pásové pily se vyrábějí jako svislé a vodorovné. Svislé pásové pily se převážně používají pro tvarové řezání součástí z plechů nebo pro dělení menších průřezů a profilů z lehkých slitin. Vodorovné pásové pily se používají výhradně pro dělení materiálu. Mají dva kotouče, přes které je opásán nekonečný pilový pás. Jeden z těchto kotoučů je hnací a druhý vodící. Při řezání na těchto pilách vzniká malý prořez a řezná plocha je rovná.

Rozdělení:

- Manuální pásová pila
- Gravitační pásová pila
- Hydraulická poloautomatická pila
- Automatická pásová pila s CNC řídicím systémem

4.1.1 Manuální pásová pila

Manuální pásová pila s kompletní manuální obsluhou, ručně ovládaný rychloupínací svěrák, manuálně vedený řez proti tlaku pružin. Výhodou je citlivé vnímání průběhu řezu zejména pro kusovou výrobu. Spuštění stroje mikrospínačem v rukojeti. Manuální posun materiálu. Otočení ramene pily pro úhlové řезы. [8]



obr. 14. Manuální pásová pila [8]

4.1.2 Gravitační pásová pila

Univerzální pásová pila, která umožňuje široké využití při řezání profilů a středně velkých plných materiálů i při větších sériích. Jednoduché, plynulé nastavení řezných úhlů v rozsahu $90^\circ - 60^\circ$ při stálé poloze upnutého materiálu. Dvě řezné rychlosti 40 a 80 m/min. Celkové robustní zpracování stroje zaručuje vysokou přesnost řezu a životnost stroje. Ovládací panel, včetně ovládání olejového tlumiče, je ergonomicky umístěn na přední straně podstavce. [8]

Ručně ovládaný rychloupínací svěrák, řez prostřednictvím hmotnosti ramene regulován hydraulickým tlumičem a škrťícím ventilem, průběh řezu není ovlivněn lidským faktorem a vede k vyšší životnosti pásu. Obsluha odstartuje řez tlačítkem START a nastaví řeznou rychlost. Po doříznutí se pila automaticky vypne a obsluha manuálně zvedne rameno do výchozí polohy. Manuální posun materiálu. Otočení ramene pily pro úhlové řезы. [8]



obr. 15. Gravitační pásová pila [8]

4.1.3 Hydraulická poloautomatická pásová pila

Po stisknutí jediného spínače se provede celý řezací cyklus - upnutí materiálu, zapnutí pilového pásu, provedení řezu, zastavení pilového pásu, zvednutí ramene do původní (nastavitelné) horní polohy a rozepnutí svěráku. To ve spojení s hydraulickým posunem pilového pásu do řezu podstatně zvyšuje produktivitu řezání, zvláště u plných materiálů. Všechny funkce je možno ovládat samostatně. Posuv materiálu je ruční. Pila je vybavena silnějším motorem a frekvenčním měničem, které umožňují plynulou regulaci rychlosti pilového pásu v rozsahu 15-90 m/min. Optimální nastavení rychlosti pilového

pásu podstatně zvyšuje produktivitu stroje, přesnost řezu a životnost pilových pásů. Regulace tlaku svěráku je ve standardní výbavě. [8]

Rozdělení poloautomatických pásových pil:

- Ramenová
- Dvousloupová

4.1.3.1 Poloautomatická pásová pila - ramenová

Pásová pila s otočným stolem pro úhlové řezy vpravo i vlevo. Nalézá uplatnění v kusové a malosériové výrobě a vzhledem ke své robustní konstrukci umožňuje dělení široké škály jakostí materiálů včetně nerez a nástrojových ocelí a to jak profilů, tak plných polotovarů. [8]



obr. 16. Poloautomatická pásová pila - ramenová [8]

4.1.3.2 Poloautomatická pásová pila – dvousloupová

Poloautomatická, hydraulicky ovládaná dvousloupová pásová pila, určená pro dělení ocelových konstrukcí a profilů. Umožňuje oboustranné úhlové řezy do 60 stupňů vpravo a do 60 stupňů vlevo. S kompletním hydraulickým ovládním. Po odstartování stroj upne svěráky, provede řez zvolenou rychlostí, v dolní poloze sepne mikrospínač a rameno se zvedne do zvolené horní polohy a otevře svěráky. Obsluha pouze posouvá materiál. [8]



obr. 17. Poloautomatická pásová pila - dvousloupová [8]

4.1.4 Automatická pásová pila s CNC řídicím systémem

Pomocí hydraulického agregátu jsou ovládány veškeré pracovní pohyby ramene pily, svěráků a podavače materiálu. Rameno pily je do řezu tlačeno dvoučinným hydraulickým válcem. Rychlost pracovního pohybu a síla řezu jsou regulovány. Délka i počet kusů je zadáván z ovládacího panelu. Stroj si sám volí počet podání a provádí potřebné výpočty. Systém umožňuje zadání 9 programů pro rychlé nastavování délek, případně variantu automatické změny rozměru pro dělení několika přířezů z jedné tyče. Pila umožňuje volbu mezi automatickým a poloautomatickým režimem, kdy jsou veškeré pohyby ovládané nezávisle. Možnost úhlových řezů. [8]



obr. 18. Automatická pásová pila s CNC řídicím systémem [8]

4.2 Pilové pásy

Při řezání na pásových pilách pomocí pilových pásů se musíme řídit určitými pravidly, které nám ovlivňují pilový pás. Je nutné si uvědomit, že při nedodržení těchto základních pravidel ani sebekvalitnější pilový pás není schopen eliminovat základní nedostatky, které se projeví na nízkém výkonu, předčasném otupení ostří, popraskání nebo prasknutí pilového pásu. [9]

Hlavní faktory, které ovlivňují pilový pás a ostří pásu:

- Opatření a středění vedení pásu
- Nastavení vodiček co nejbližší k dělenému materiálu
- Napnutí pilového pásu tenzometrem
- Koncentrace chladicí emulze refraktometrem
- Upnutí materiálu do svěráku
- Volba optimálního posuvu do řezu
- Zvolení optimálního pásu (počet zubů, velikost a geometrie zubu)

Je důležité, aby každý jednotlivý zub pilového pásu postupoval kupředu se správnou hloubkou řezu. To je určeno volbou rozteče zubu, rychlostí pásu a posuvem. Podle třísky, kterou pila při řezání produkuje, si můžete odvodit správný posuv. Daný tvar třísky umožňuje rozeznat, je-li správná rychlost a posuv. [9]



obr. 19. Druhy třísek podle řezných podmínek [8]

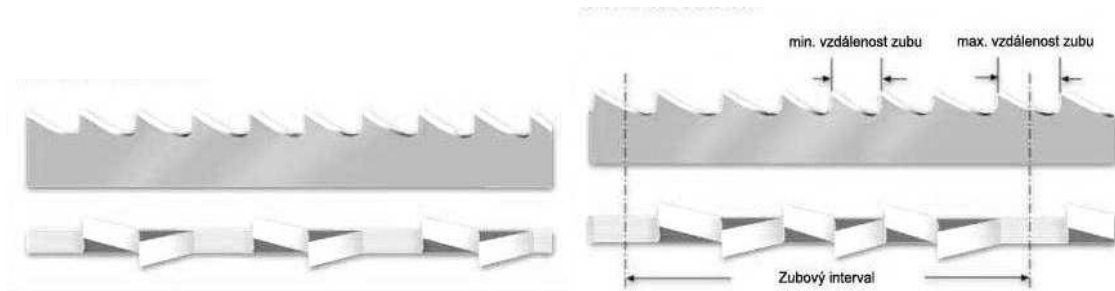
Tříška A – tříška je tenká nebo práškovitá. Je třeba zrychlit posuv nebo snížit rychlost pilového pásu.

Tříška B – tříška je tlustá, těžká nebo modrá. Příliš vysoká rychlost posuvu. Je třeba zpomalit posuv nebo zvýšit rychlost pilového pásu.

Tříška C – Volné, stočené třísky značí správné hodnoty řezu.

4.2.1 Dělení a tvar pilového zubu

Tvary zubů se v mnoha provedeních vzájemně odlišují úhlem řezné hrany, jakož i rozdílným tvarováním základu zubu. Dále rozlišujeme pásy podle vzdálenosti zubů a to na pásy s konstantní vzdáleností zubů a na pásy s variabilní vzdáleností zubů. Konstantní vzdálenost zubů je charakterizováno jednotnou roztečí řezných hran a používá se především pro řezání tvrdých materiálů. Oproti tomu variabilní vzdálenost zubů má proměnlivou rozteč v každém zubovém intervalu a slouží k řezání měkkých materiálů. Dělení zubů je vyjádřeno počtem zubů na palec. Jeden palec = 24,5 mm. [8]



obr. 20. Pás s konstantní vzdáleností zubů obr. 21. Pás s variabilní vzdáleností zubů

4.2.1.1 Standardní zub

Standardní zub s úhlem čela 0° je určen zvláště k řezání materiálů tvořících krátkou třísku s vysokým obsahem C, přednostně pro nástrojové oceli a ocelolitinu. V zásadě vždy pro materiály malých průřezů jako profily a tenkostěnné trubky. Ve výrobním programu je standardní zub v konstantním provedení dodáván od 3 do 24 zubů na palec a ve variabilním provedení od 3 – 4 do 10 – 14 zubů na palec. [8]

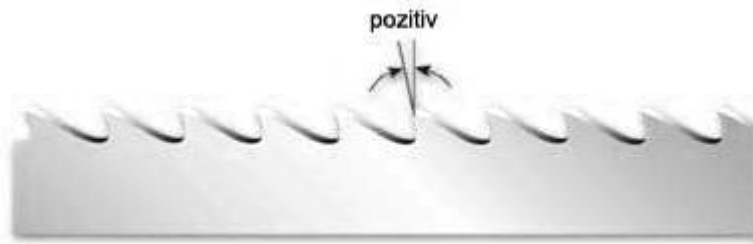


obr. 22. Standardní zub [8]

4.2.1.2 Pozitivní zub

Je určen zejména pro materiály tvořící dlouhou třísku s obsahem $C < 0,5\%$. Zde se jedná převážně o hlubokotažné, konstrukční oceli k zušlechťování, jako i nerezavějící a kyselinovzdorné. Používá se při velkých průřezech řezaného materiálu. Ve výrobním

programu je pozitivní zub v konstantním provedení dodáván od 0,75 do 6 zubů na palec a ve variabilním provedení od 0,55 – 0,75 do 4 – 6 zubů na palec. [8]



obr. 23. Pozitivní zub [8]

4.2.1.3 Mezerový zub

Mezerový zub je určen k řezání velkých průřezů drobných materiálů jako je například šedá litina. Ve výrobním programu je mezerový zub dodáván v konstantním provedení s 2, 3 a 4 zuby na palec. [8]



obr. 24. Mezerový zub [8]

4.2.1.4 Profilový zub

Profilový zub s pozitivním úhlem čela je určen zejména pro duté profily, úhelníky, nosníky, pro řezání ve svazcích i vrstvách a všude tam, kde během řezání dochází k vibracím. Profilový zub je dodáván s variabilním ozubením od 2 – 3 zubů na palec do 8 – 11 zubů na palec. [8]

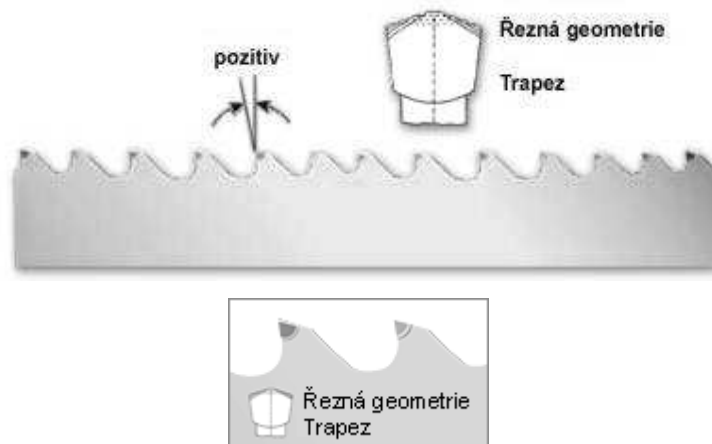


obr. 25. Profilový zub [8]

4.2.1.5 Trapézový zub

Toto provedení nahrazuje rozvod zubů. Výkonnou složku vždy tvoří skupina zubů s funkcí předřezávání, řezání a dořezávání a ta se opakuje. Řezné hrany zubů jsou vytvořeny

z tvrdokovu a tyto pilové pásy vykazují velmi vysoké řezné výkony u odolných materiálu.
[9]



obr. 26. Trapézový zub [9]

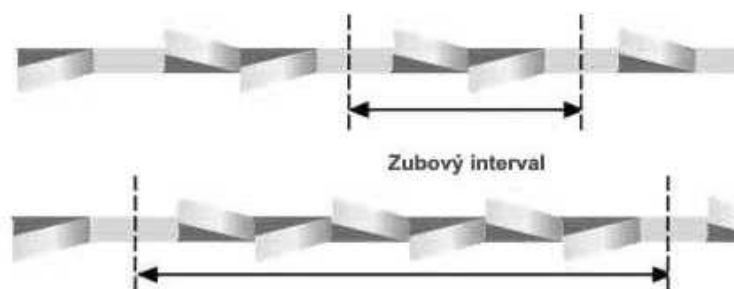
Inovací trapézového zubu vznikl speciální trapézový zub (TSN) s negativní geometrií. Tvar zubů (TSN) je určen pro kalené, povrchově tvrzené a tvrdě chromované materiály. [9]

4.2.2 Typy rozvodů na pilovém pásu

Šířku řezného kanálu vytváří odpovídající rozvod zubů. Materiálové třídy mohou vyžadovat různé typy rozvodu zubů. V převážné většině však vystačíte se standardním rozvodem zubů. Při dělení zvláštních nebo exotických materiálů lze použít nadstandardní provedení. [9]

4.2.2.1 Standardní rozvod zubů

Standardní rozvod (SD) je univerzálně použitelný pro oceli, litinu a tvrdé neželezné kovy pokud je řezná délka nad 5 mm. Při konstantním dělení zubů je sled zubů vlevo/vpravo/rovně. [9]



obr. 27. Standardní rozvod zubů [9]

U variabilního ozubení je v intervalu jeden zub rovný, zbývající zuby jsou vždy vlevo/vpravo rozvedeny. [9]

4.2.2.2 Skupinový rozvod zubů

U pilových pásů s ozubením od 4 do 18 zubů na palec docílí skupinový rozvod zlepšenou kvalitou povrchu. [9]



obr. 28. Skupinový rozvod zubů [9]

4.2.2.3 Pravo – levý rozvod zubů

Při řezání lehce dělitelných materiálů, neželezných kovů, umělých hmot a dřeva dosahuje pravo-levý rozvod vysoký řezný výkon. [9]



obr. 29. Pravo - levý rozvod zubů [9]

4.2.2.4 Vlnový rozvod zubů

Při délkách řezu do 5 mm jako plechy, tenkostěnné trubky a profily se doporučuje vlnový rozvod. [9]

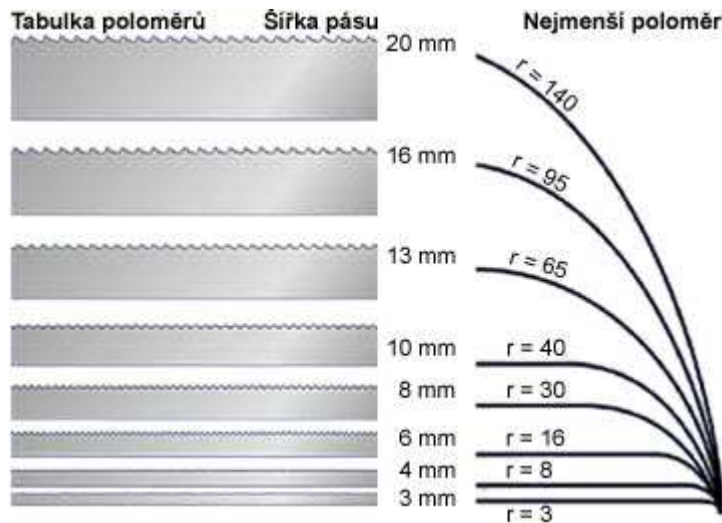


obr. 30. Vlnový rozvod zubů [9]

4.2.3 Šířka pilového pásu

U horizontálních strojů je šířka pásů určena a je neměnná. Vertikální pásové pily dovolují v jistém rozsahu použití různých šířek pilových pásů. Přirozeně platí, že s

přibývající šířkou roste pevnost a stabilita pilových pásů. Při zakřivených řezech je určující pro stanovení šířky pilového pásu nejmenší poloměr řezu. [9]

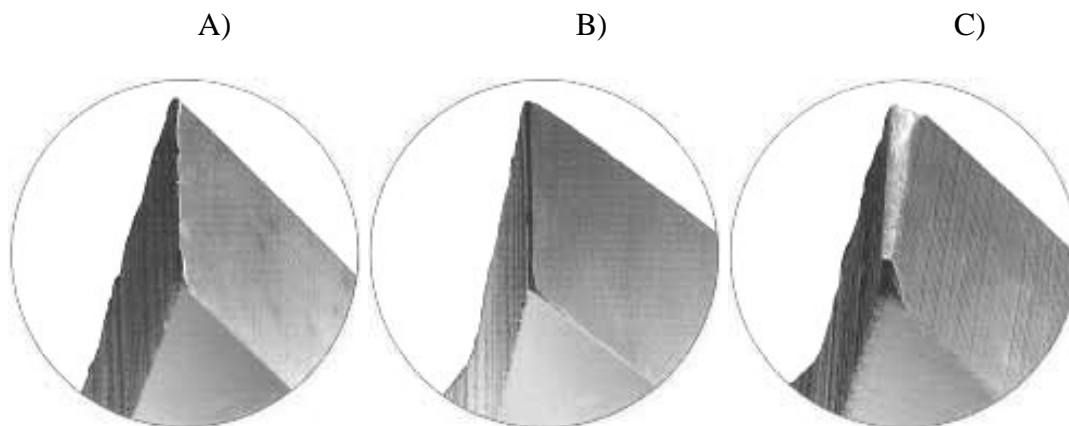


obr. 31. Druhy šířek pásů [9]

4.2.4 Zabíhání pilových pásů

Ostrost pilového pásu, která je podmínkou vysoké řezné schopnosti, je docílena extrémně malým zaoblením řezných hran. Aby bylo možné dosáhnout dlouhé životnosti pilového pásu, doporučujeme nové pásy zaběhnout. [9]

Správné zaběhnutí garantuje dlouhou životnost pilových pásů. V závislosti na řezaném materiálu je třeba hodnoty posuvu redukovat na 50%. Tím zabráníme tvorbě mikro-střípků ostrých řezných hran, které pak zůstávají v řezném kanálu a mohou způsobit rychlé (abrasivní) otupení pilového pásu. Nové pilové pásy jsou často náchylné ke vzniku vibrací. Citlivým záběhem pilového pásu se odstraní tyto nežádoucí vlastnosti a získá nástroj, který je schopen po dlouhou dobu podávat vysoký řezný výkon. Nežádoucí vibrace (vysokých frekvencí) se prakticky projevují pískavým tónem vznikajícím při řezání. V takovém případě je třeba poněkud snížit řeznou rychlost. [9]



obr. 32. Druhy opotřebení zubů [9]

A - Nová nezaběhnutá pila s velmi malým zaoblením hran.

B - Správně zaběhnutá pila s optimálně zaoblenými řeznými hranami.

C - Nepřiměřené namáhání pilového pásu při zabíhání vede k odlamování a následnému abrasivnímu opotřebení řezných hran.

4.2.5 Napnutí pilového pásu tenzometrem

Optimální napnutí pilového pásu je základní předpoklad k dosažení dlouhé životnosti a přesnosti při řezání. Měřicí přístroj Vám umožní dokonalou kontrolu doporučených parametrů. Optimální napětí pásu se doporučuje 300 N/mm. Tato hodnota leží uprostřed zeleného pole měřícího přístroje. Pomocí měřícího přístroje zabráníte prasknutí pásu vlivem přetažení, případně podřezávání, které je způsobeno nedostatečným napnutím pilového pásu. [9]



obr. 33. Tenzometr na měření napnutí pásu [9]

4.2.6 Chladící kapalina

Chladící kapaliny snižují teplotu v řezu a zvyšují trvanlivost pilových pásů. Chladící médium maže, chladí a transportuje třísky. [9]

Zásady při používání kapaliny:

- Používat jen vysoce kvalitní média
- Všímat si doporučené koncentrace
- Ujistit se, že chladící médium je přiváděno do místa řezu pod malým tlakem a v dostatečném množství.
- Nepřekračovat doporučenou dobu životnosti média, protože pak se snižuje jeho účinnost.

4.2.7 Refraktometr

Opotřebení řezných hran je rozhodujícím způsobem ovlivňováno složením chladící a řezné kapaliny. Uvedený refraktometr Vám umožní odečíst koncentraci oleje v procentech rychle a přesně přímo u stroje. [9]



obr. 34. Refraktometr

5 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

V teoretické části je řešena problematika získávání surovin z opotřebených zařízení, konstrukce tištěných spojů, recyklace tištěných spojů a technologii řezání pro odstranění elektrosoučástek.

V první části je uvedeno, jak se elektrozařízení během času mění z používaného zařízení na nepotřebné zařízení. To je nutné sbírat a snažit se ho jistým způsobem zpracovat nebo recyklovat. Recyklované suroviny poté opětovně vracet do výrobního procesu na výrobu nových zařízení stejného nebo i jiného druhu.

V části konstrukce tištěných spojů jsou popsány tři druhy propojovacích struktur a to jednovrstvá, dvouvrstvá a vícevrstvá propojovací struktura. Dále je zde popsána výroba těchto propojovacích struktur metodou subtraktivní, aditivní a semiaditivní. Také jsou zde uvedeny druhy nepájivých masek a metody osazování DPS desek.

Ve třetí části jsou nastíněny možnosti recyklace plošných spojů. Způsoby odstranění součástek z povrchu desky plošného spoje a následné drcení. Také jsou zde popsány následné operace pro získávání drahých kovů.

V části technologie řezání pro odstranění elektrosoučástek je uvedeno roztrídění pásových pil podle druhu a složitosti konstrukce. Poté dělení pilových pásů podle jejich zubů. Závisí na tvaru zubu a na druhu rozvodu zubů. Také je zde popsáno správné zabíhání pilového pásu a potřebné příslušenství pily.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

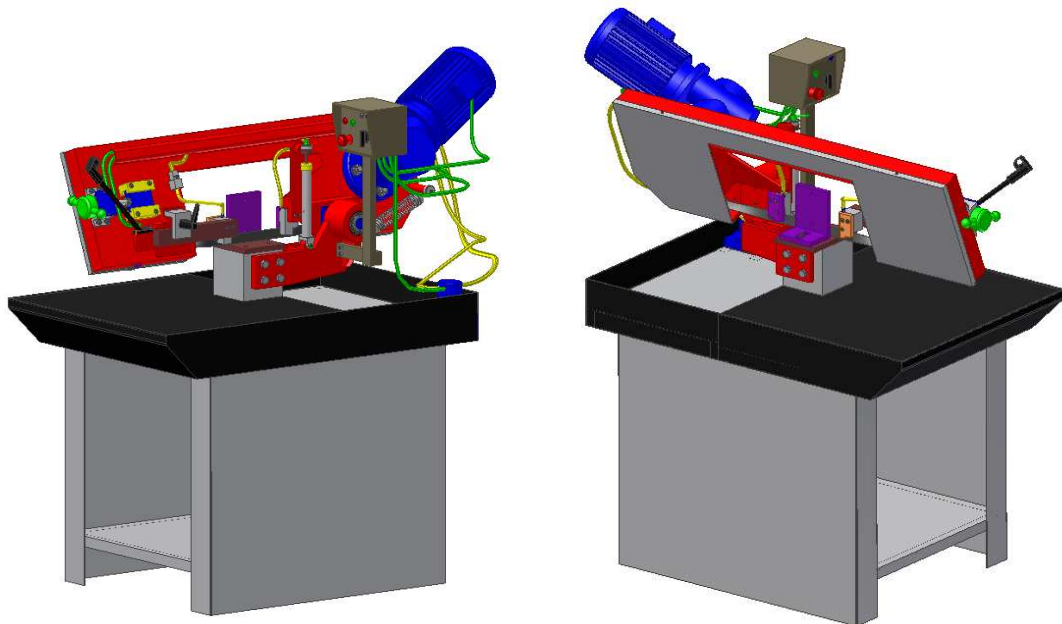
6 CÍLE PRAKTICKÉ ČÁSTI

V následující praktické části mé bakalářské práce bude řešen konstrukční návrh řezacího stroje pro odřezávání elektronických součástek z povrchu DPS desek. Řezací stroj bude konstruován jako ramenová pásová pila. Budou zde řešeny její hlavní části, jako jsou například pracovní stůl, kloub pily, rameno pily, napínací mechanismus, tlumič posuvu pily aj.

V další části budou stanoveny silové poměry na tištěném spoji. Tato část je rozdělena na dvě části a to na část, kde je řešena maximální napínací síla, kterou PC deska vydrží bez porušení a na část, kde bude stanovena řezná síla.

7 ŘEZACÍ STROJ TIŠTĚNÝCH SPOJŮ

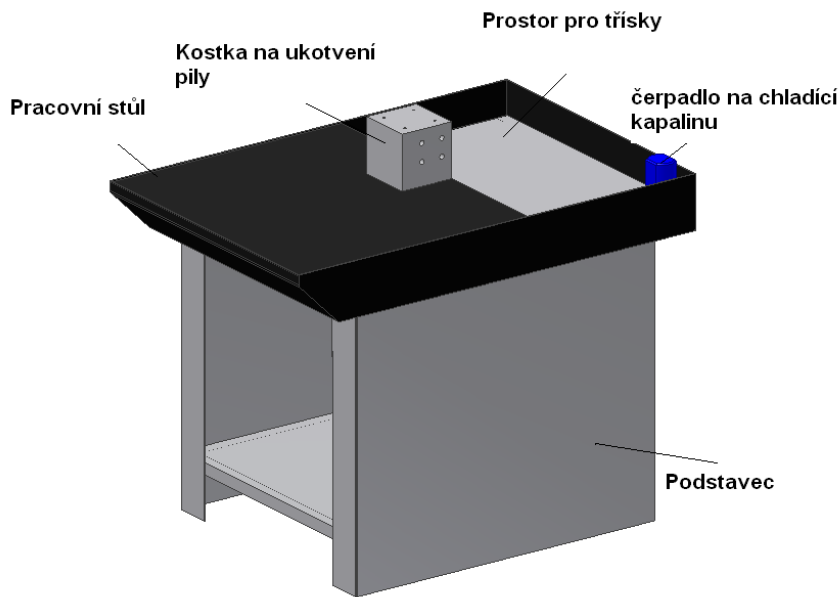
Součástky, které jsou na povrchu desky tištěného spoje, jsou připevněny velmi těsně, proto jsem řezací stroj navrhl jako pásovou pilu. Při odřezávání bude použit tenký pilový pás s velmi jemným zubem, aby při řezu nevznikal velký otřep, který by pak následně bránil vytažení nebo odstranění zbytků součástek. Tyto odstraněné součástky se dále nebudou používat a stanou se odpadem. „Čistá“ DPS deska bez součástek se bude dále zpracovávat.



obr. 35. Celá pila – pohled ze předu i ze zadu

7.1 Pracovní stůl a podstavec

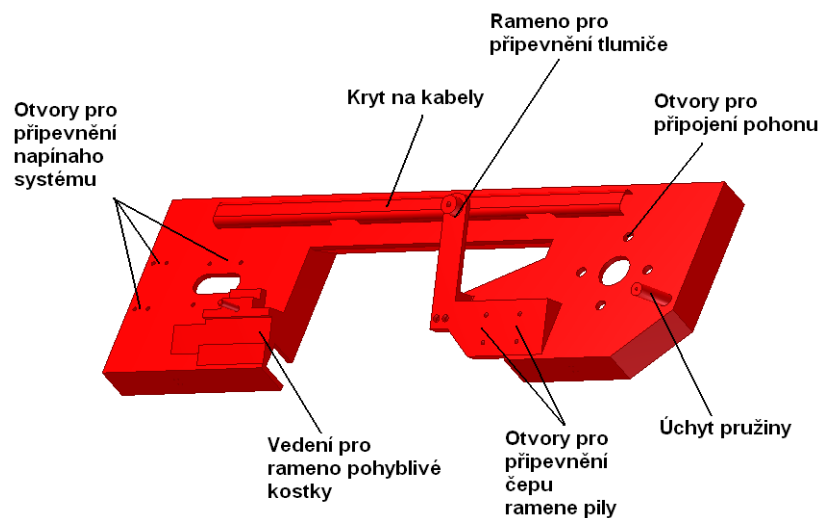
Pracovní stůl je obdélníkového tvaru. Okraje stolu jsou zdviženy, aby chladicí kapalina neunikala ze stolu. Uprostřed stolu je přivařena kostka na upevnění pily. Dále je zde vytvořen prostor na odřezané třísky. Zde je také umístěno čerpadlo, které dodává chladicí kapalinu do řezu. Prostor na chladicí kapalinu je umístěn v prostoru na třísky z toho důvodu, že třísky obsahují zbytky řezné kapaliny a postupným odkapáváním se vrátí do nádrže na chladicí kapalinu přes kryt se sítím, které zabrání znečištění kapaliny třískami. Uvnitř podstavce je vytvořen úložný prostor pro náhradní pilové pásy a potřebné příslušenství.



obr. 36. Podstavec a pracovní stůl pily

7.2 Rám pily

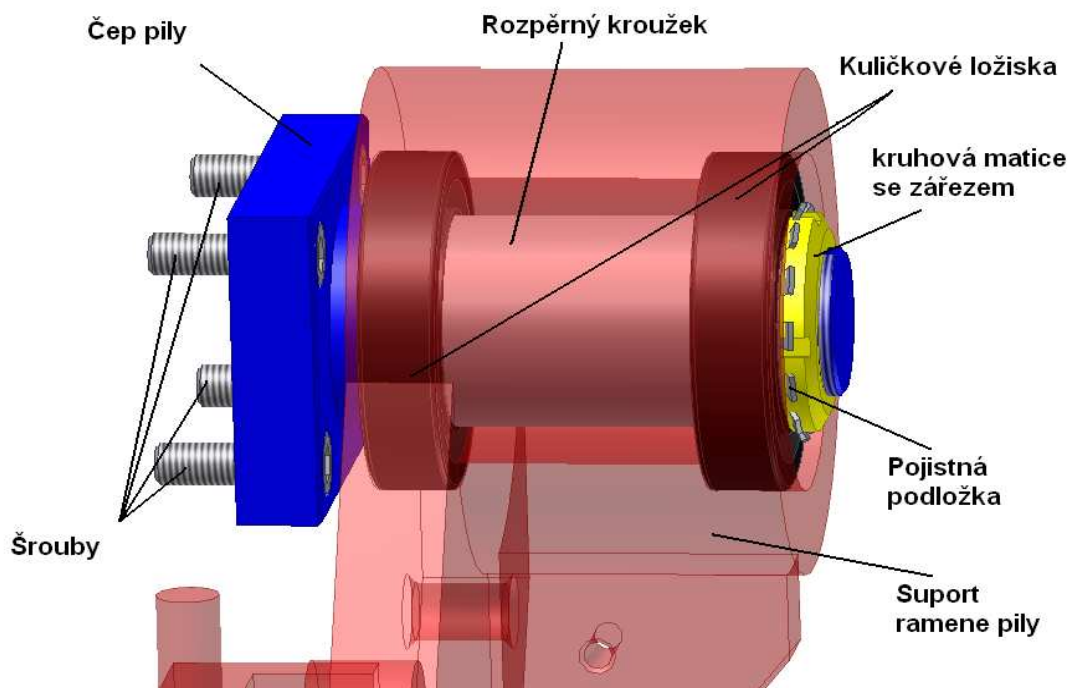
Protože je pásová pila navrhovaná pro jednoduché použití, rám pily byl zvolen jako svařenec. Rám je základním stavebním kamenem celé pily, jelikož jsou na něm uchyceny všechny potřebné součásti důležité pro funkčnost pily. Na rámu najdeme mnoho otvorů, buď průchozích se závitem nebo bez závitu. Tyto otvory slouží k připevnění pohonu, čepu ramene pily, napínacího mechanismu, atd. Součástí rámu je i rameno, na které se připevní tlumič posuvu. V horní části rámu je umístěn kryt kabelů a hadic chlazení. Slouží k zamezení poškození kabelů a hadic během provozu, ale také k jejich vedení a organizaci.



obr. 37. Rám pily

7.3 Kloub pily

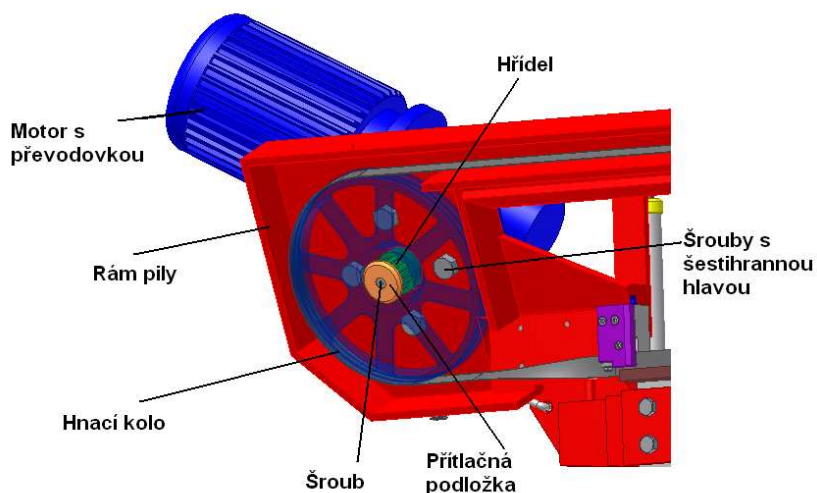
Kloub pily je řešen pomocí čepu, který je pomocí šroubů přišroubován k rámu pily. Otočný pohyb v náboji suportu ramene pily umožňuje dvojice kuličkových ložisek. Mezi nimi je rozpěrný kroužek, který zajišťuje polohu ložisek. Ložiska jsou zajištěna pomocí pojistné podložky a kruhové matice se zářezem. Protože pila bude použita v prašném prostředí, tak byla použita ložiska typu 2RS (zakrytovaná plastem).



obr. 38. Kloub pily

7.4 Pohon pily a hnací kolo

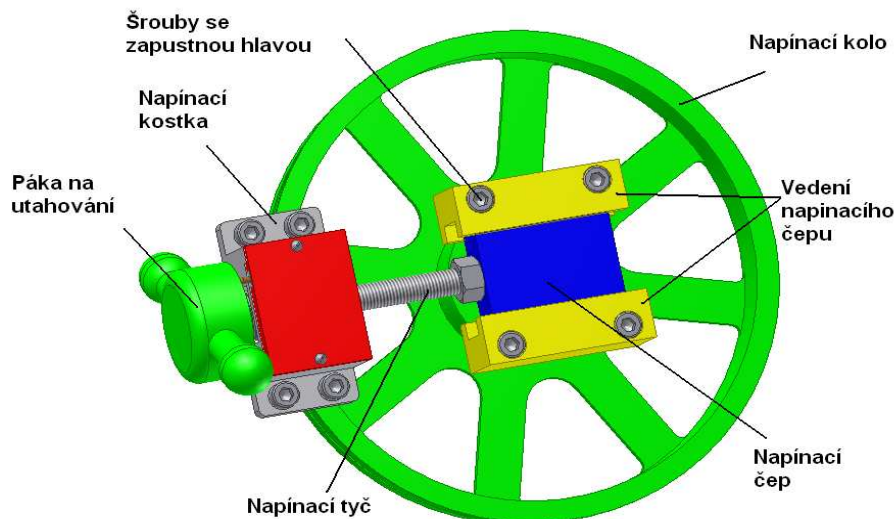
Pohon pily zajišťuje elektromotor se šnekovou převodovkou. Pohonná soustava je pomocí příruby a šestihranných šroubů s podložkami a maticemi připevněna na rám pily. Hnací kolo je nasazeno na hřídel, která vychází z převodovky. Kroutící moment z hřídele na hnací kolo je přenášen pomocí rovnobokého drážkování konce hřídele a náboje kola. Přítlačná podložka, která je připevněna pomocí šroubu do čela hřídele zabraňuje vysunutí kola z hřídele.



obr. 39. Pohon pily a hnací kolo

7.5 Napínací mechanismus

Napínací mechanismus se skládá z napínacího kola, napínacího čepu, vedení, napínací kostky a napínací tyče. Vedení a kostka jsou pomocí šroubů přišroubovány na rám pily.

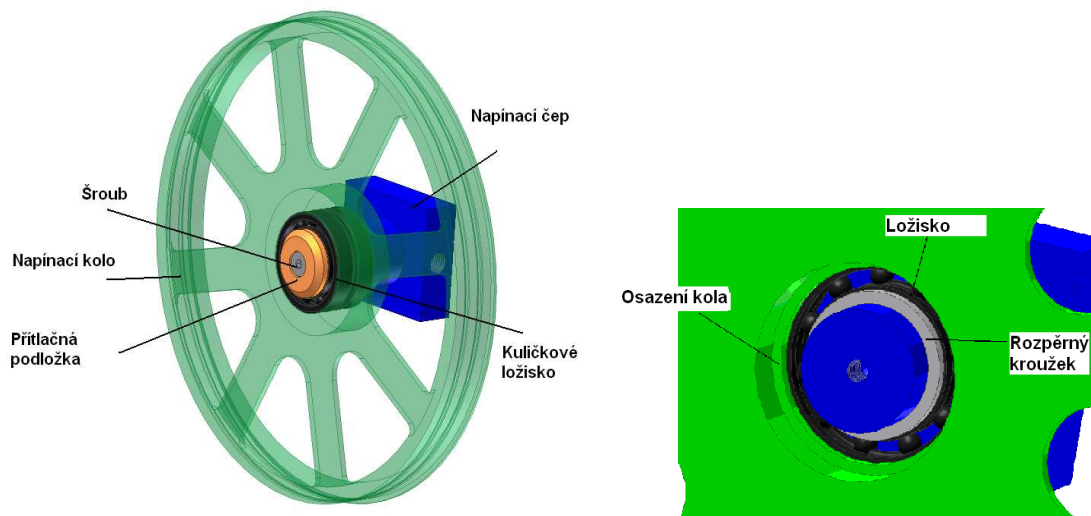


obr. 40. Napínací mechanismus

7.5.1 Napínací kolo

Napínací kolo slouží k vedení a napnutí pilového pásu. Kolo je nasazeno na napínací čep. Otáčení je umožněno dvojicí kuličkových ložisek. Ložiska jsou dotlačena na

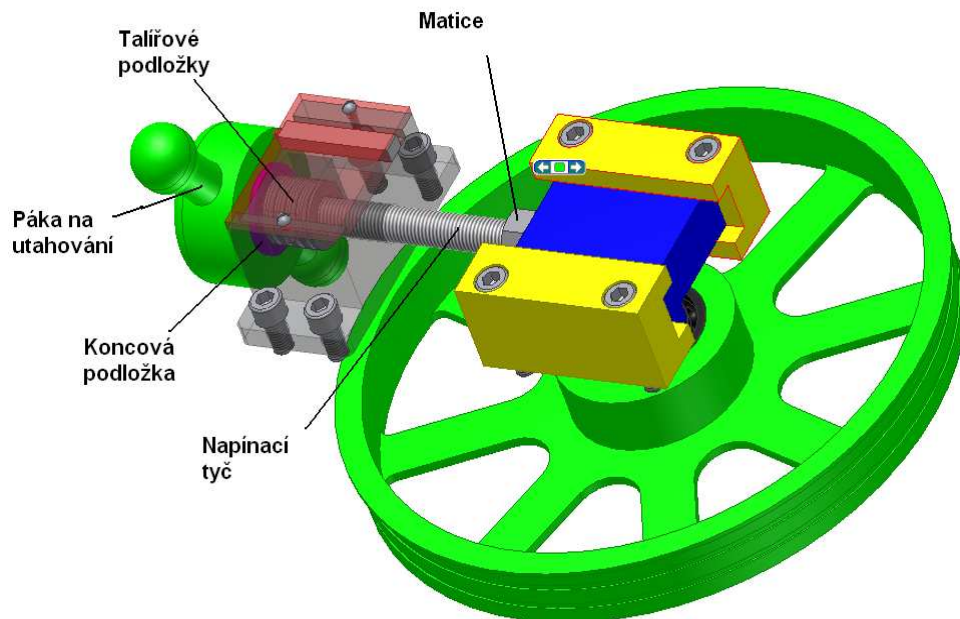
osazení čepu pomocí přitlačné podložky. Na náboji kola je mezi ložisky osazení, aby bylo zamezeno vypadnutí kola z čepu nebo posunutí ložiska ze své polohy.



obr. 41. Napínací kolo

7.5.2 Systém napínání

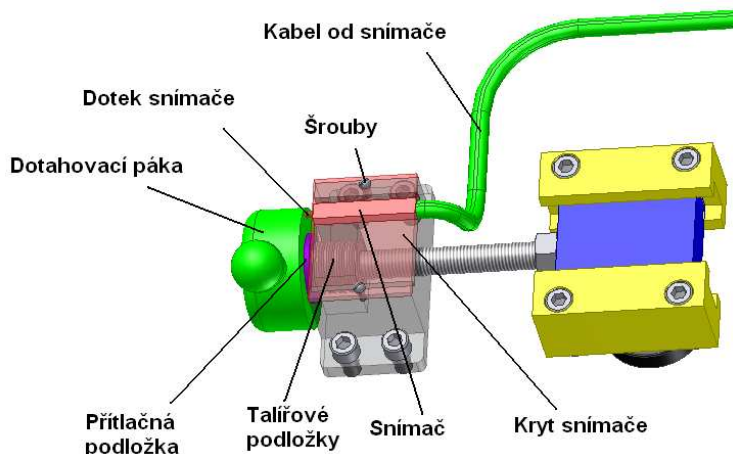
Princip napínání spočívá v otáčení páky na dotahování. Při otáčení se napínací tyč, spojená s napínacím čepem, stále více zašroubovává do páky na utahování a tím posouvá napínací čep doleva společně s napínacím kolem. Napínací tyč je zajištěna proti uvolnění z čepu pomocí tzv. kontramatice, která je dotažena na čelo plochy na čepu.



obr. 42. Systém napínání

7.5.3 Kontrola dotažení pásu

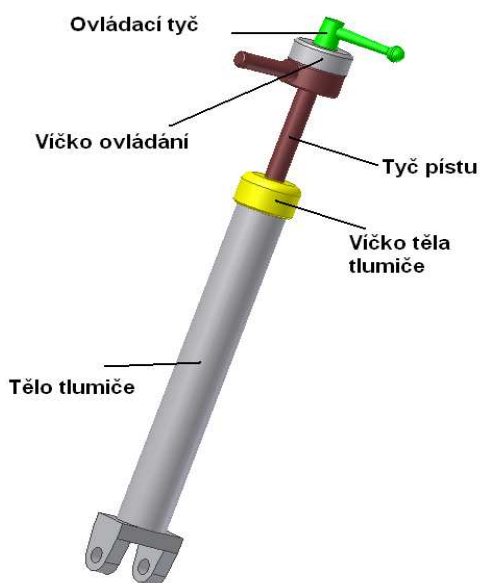
Pro zabezpečení bezpečného chodu pily je systém napínání opatřen snímačem, který zajistí, aby se pila nedala spustit do té doby, než bude pás patřičně napnut. V otvoru koncové kostky jsou naskládány talířové podložky. Ty zde plní funkci „pružiny“. Při dotahování páky se tlakem podložky stlačují. Až se páka dotáhne do takové polohy, že se dotkne doteku snímače, pila je připravena k práci a je možno ji zapnout.



obr. 43. Kontrola dotažení pásu

7.6 Tlumič posuvu

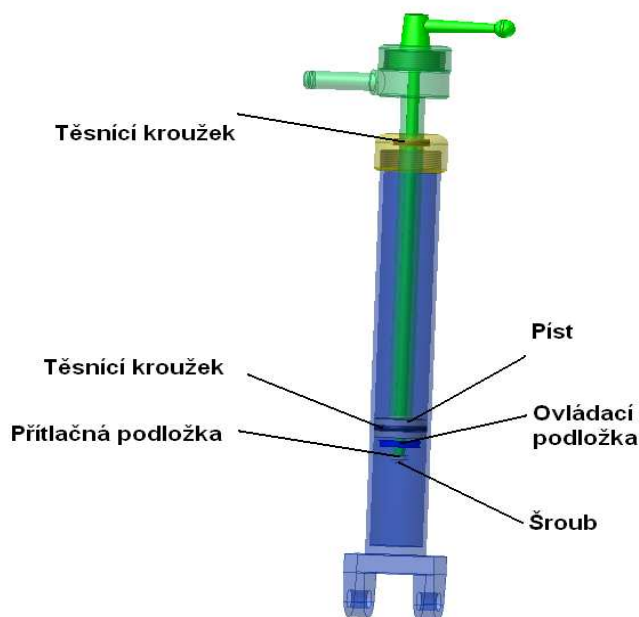
Hydraulický tlumič posuvu slouží k regulaci rychlosti posuvu. Tlumič se skládá z těla tlumiče, pístní tyče, ovládacího mechanismu a dvojice víček.



obr. 44. Tlumič posuvu

7.6.1 Systém tlumiče

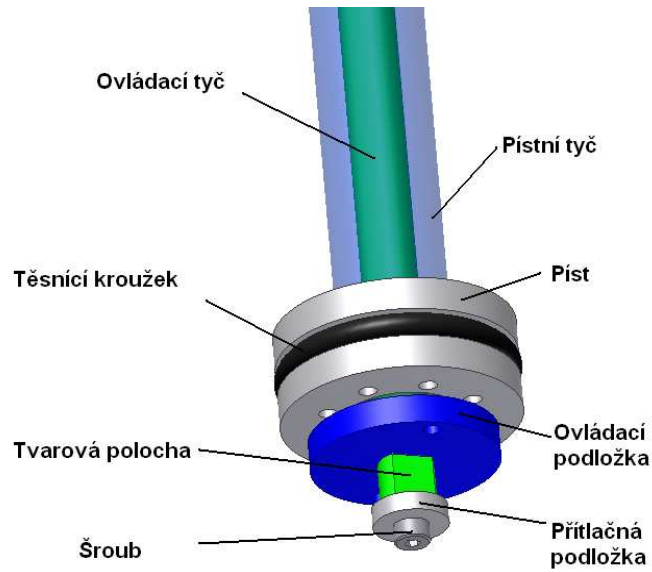
Systém spočívá v tom, že píst je děrovaný a olej, který je pod pístem, protéká nad píst přes díry v pístu. Tím je docíleno plynulého klesání ramene pily do řezu. Průtok oleje je regulován podložkou s menším počtem dírek než má píst. Podložka je připevněna na ovládací tyč a zajištěna proti protáčení tvarovou plochou vnitřního otvoru podložky a vnějšího tvaru tyče. Podložka má možnost částečného osového posuvu z důvodu snadnějšího dosažení horní polohy. Jakmile tlumič zatížíme ramenem pily, tak se tlakem oleje podložka přitlačí na píst. Olej protéká přes prostor tvořený otvory pístu a podložky, které musí být průchodné. Regulace probíhá pootočením ovládací tyče = podložky a zmenšení prostoru průtoku oleje přes díry. Po dosažení spodní polohy pily (po ukončení řezu) ručně zvedneme rameno pily do výchozí horní polohy. Při započetí vertikálního pohybu tlak oleje nad pístem „odrazí“ podložku od pístu a olej proteče zpět pod píst přes všechny díry v pístu, a tím umožní rychlé zdvižení ramene. Těsnící kroužky na pístu a ve víčku těla tlumiče zabraňují úniku oleje bokem pístu, respektive mimo tlumiče.



obr. 45. Pohled do těla tlumiče

7.6.2 Ovládání regulace tlumiče

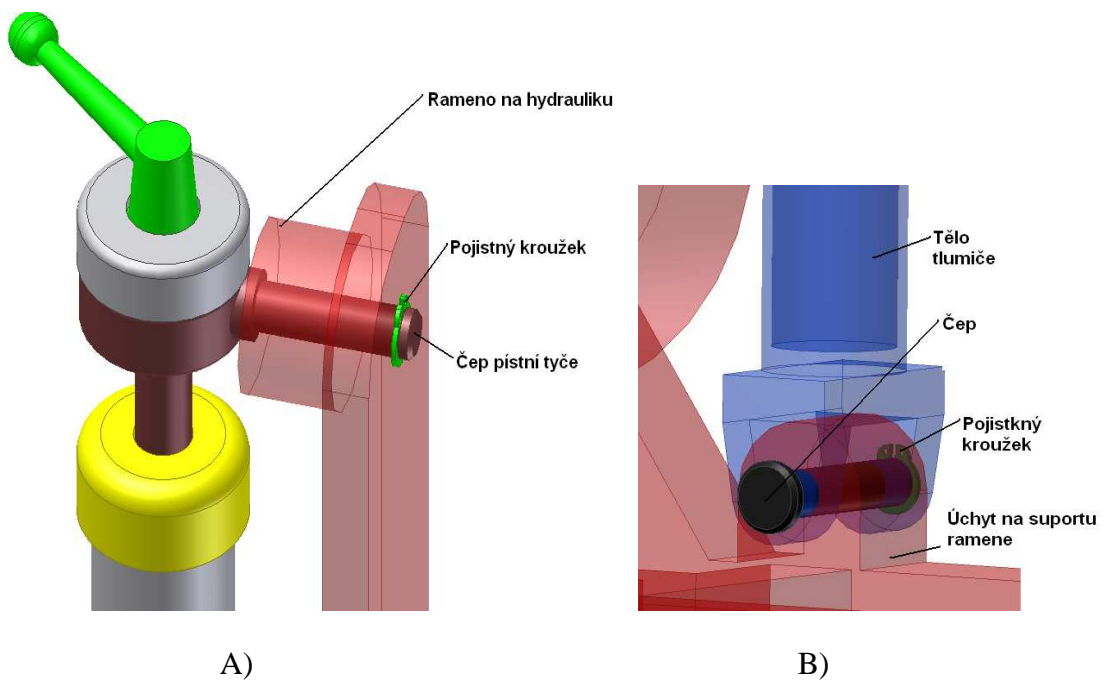
Jak již bylo zmíněno výše, ovládání regulace spočívá v otáčení ovládací tyče a tím o otáčením ovládací podložkou, která reguluje průtok oleje přes díry v pístu. Podložka je na ovládací tyči zajištěna proti vypadnutí menší podložkou se šroubem. Samotný píst je pomocí závitů připevněn na pístní tyči.



obr. 46. Ovládací mechanismus tlumiče

7.6.3 Uchycení tlumiče na pile

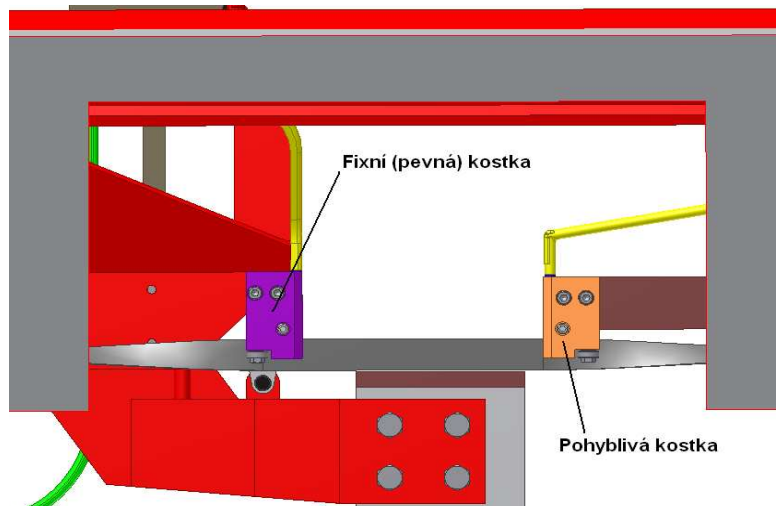
Uchycení tlumiče je provedeno pomocí dvojice čepů. Tyto čepy jsou v obou případech zajištěny proti vypadnutí pojistnými kroužky. Při uchycení k ramenu na hydrauliku, které je součástí rámu pily, je čep součástí pístní tyče. Uchycení spodní části tlumiče je řešeno čepem vsunutým do otvoru, který tvoří tělo tlumiče a úchyt na suportu ramene.



obr. 47. Uchycení tlumiče: A – Horní část, B – dolní část

7.7 Vodící kostky

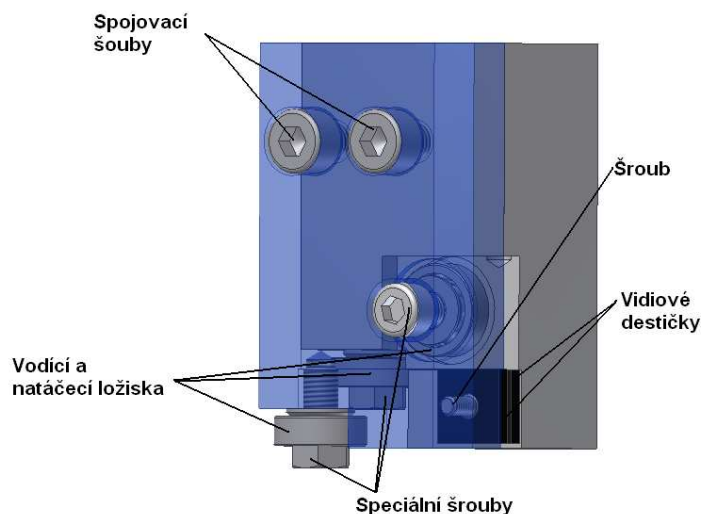
Součástí pásové pily jsou i vodící kostky, které slouží k vedení a natočení pilového pásu do řezu. Kostky jsou dvě a to kostka fixní (pevná) a kostka pohyblivá.



obr. 48. Vodící kostky

7.7.1 Fixní (pevná) kostka

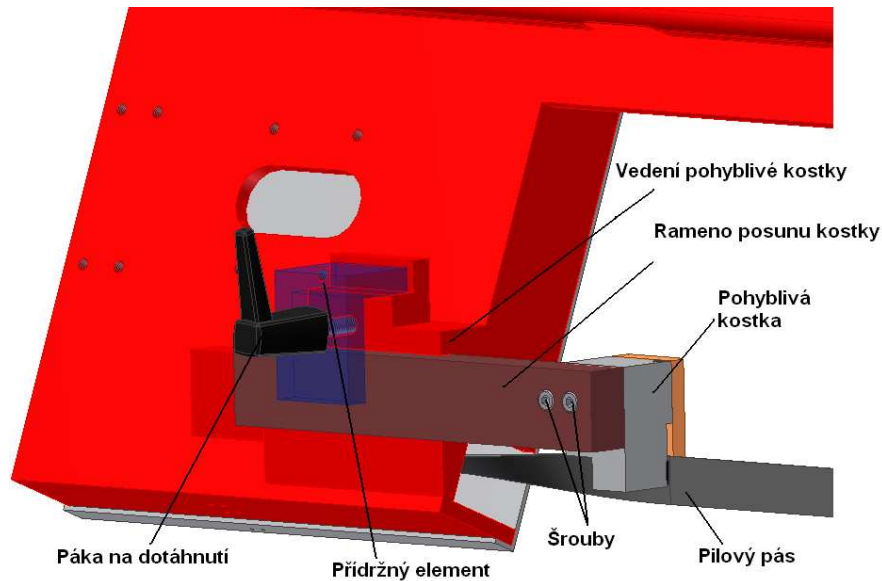
Pevná kostka slouží k vedení a natočení pilového pásu. Skládá se z pravé a levé poloviny. Pilový pás je veden uvnitř kostky. Z původní polohy je natočen pomocí dvojice natáčecích ložisek ve spodní části kostky. Ložisko uprostřed kostky slouží k opření a vedení pilového pásu při řezu. Dvojice vidiových destiček, které jsou připevněny na stěny polovin kostek pomocí šroubů se šikmou hlavou, slouží pro ještě přesnější vedení pilového pásu do řezu.



obr. 49. Fixní (pevná) kostka

7.7.2 Pohyblivá kostka a její vedení

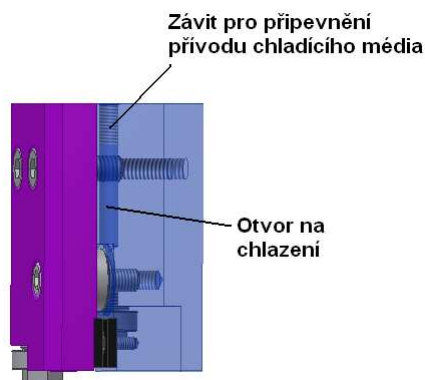
Pohyblivá kostka je úplně stejná jako pevná, jenom s tím rozdílem, že je osově otočena. Pohyblivá kostka je připevněna k ramenu posunu šrouby. Zajištění polohy ramene, respektive pohyblivé kostky, je řešeno přídržným elementem. Element je pákou a šroubem, který je součástí rámu stejně jako vedení, dotažen takovou silou, aby rameno nemělo možnost posunu.



obr. 50. Vedení pohyblivé kostky

7.7.3 Chlazení

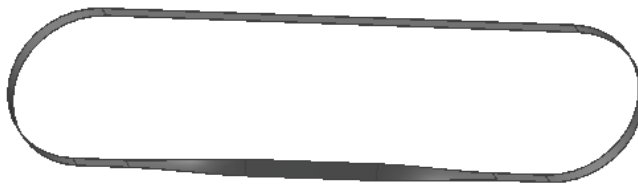
Pomocí vyvrtaného otvoru do kostky se přivede chladicí médium do řezu. V horní části díry je závit pro připevnění hadice s chladicím médiem.



obr. 51. Otvor pro chlazení kostky

7.8 Pilový pás

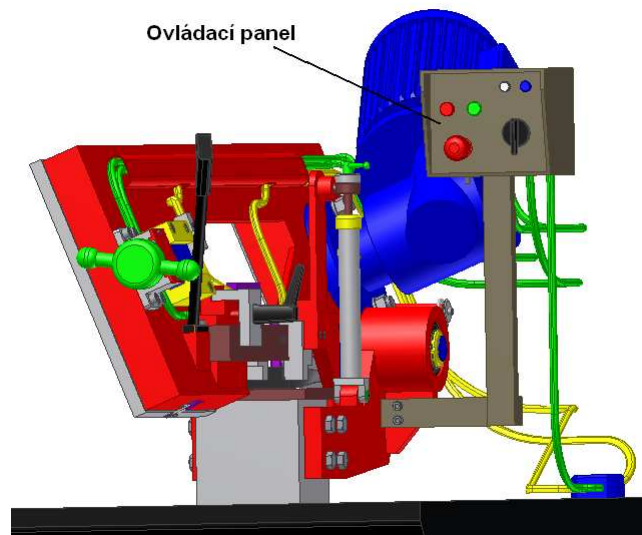
Pilový pás je nástrojem pásové pily. Pás obíhá přes dvojici kotoučů, z nichž jeden je hnací a druhý napínací. Jelikož se pila bude používat na přerušované řezání při odstraňování součástek z povrchu desky plošného spoje, nejvhodnější pilový pás bude s velmi jemným zubem, aby nedocházelo k velkému otřepu. Rozměry pilového pásu pro navrženou pilu jsou 2750 x 27 x 0,9 mm. Pás má 13 zubů na palec nebo 20 zubů na palec. Toto jsou nejvhodnější hodnoty pro dané použití.



obr. 52. Pilový pás

7.9 Ovládací panel

Ovládací panel slouží k veškerému elektrickému řízení pily. Panel je pomocí šroubů připevněn k suportu ramena.

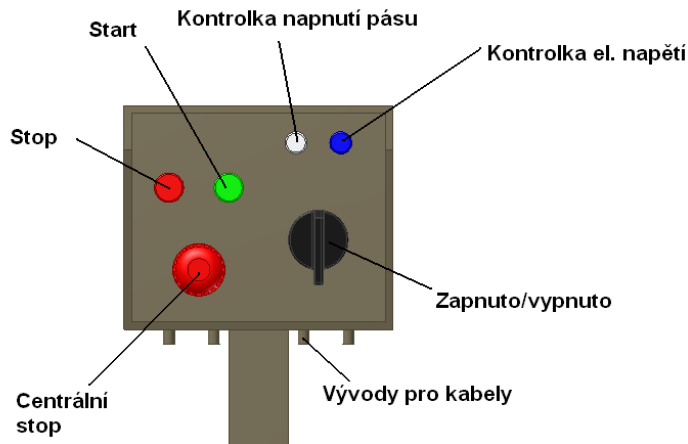


obr. 53. Ovládací panel

7.9.1 Schéma ovládací skříňky

Ovládací panel obsahuje jak tlačítka, tak i kontrolky. V horní části jsou dvě kontrolky, které ukazují funkci el. napětí a požadovaného napnutí pilového pásu. Panel obsahuje

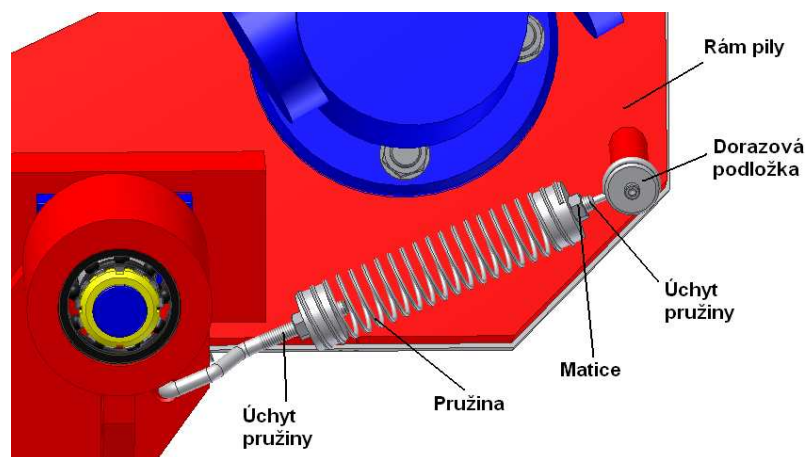
tlačítko „Start“, které nám spouští pilu do chodu. Spustí motor a uvede pilový pás do chodu, a také spustí chlazení. Tlačítko „Stop“ zastaví chod pilového pásu. „Centrální stop“ slouží k úplnému zastavení pily od motoru až po chlazení. Ze spodní části panelu jsou vývody pro připojení kabelů od různých součástí pily.



obr. 54. Schéma tlačítek na ovládacím panelu

7.10 Pružina na protizávaží

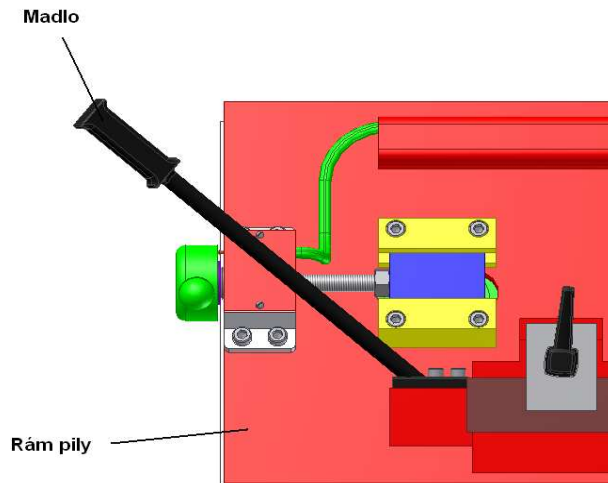
V zadní části pily je umístěna pružina, aby bylo snadnější pilu z dolní polohy zvednout. Pružina je k pile připevněna pomocí dvou úchytů. Jeden úchyt je zachycen v otvoru v suportu ramene pily a druhý je ukotven na rámu pily a zajištěn podložkou se šroubem proti vypadnutí nebo sesmeknutí z čepu. Dvojice matic, které jsou dotaženy k čelům pružiny, zabraňují vyšroubování úchytů z pružiny. Dále je možné pomocí těchto úchytů nastavovat sílu, kterou vyvozuje pružina.



obr. 55. Pružina na protizávaží

7.11 Madlo pro zvedání ramene pily

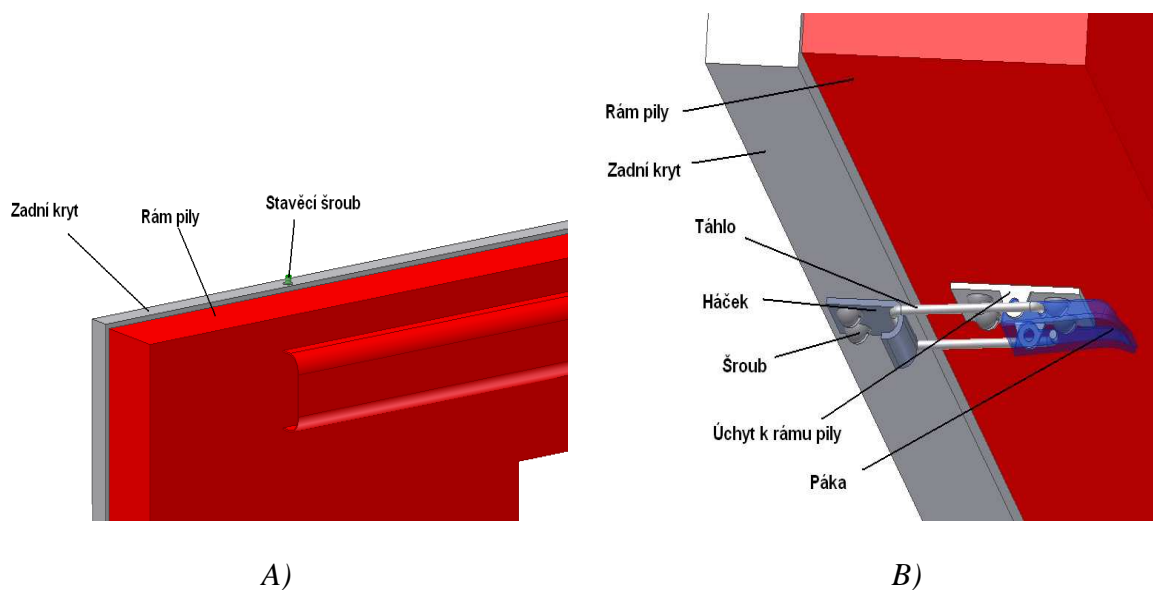
Po dokončení řezu je nutné rameno pily zvednout do výchozí horní polohy. K tomuto účelu slouží madlo. Madlo je přišroubováno k rámu pily pomocí šroubů.



obr. 56. Madlo pro zvedání ramene pily

7.12 Uchycení zadního krytu

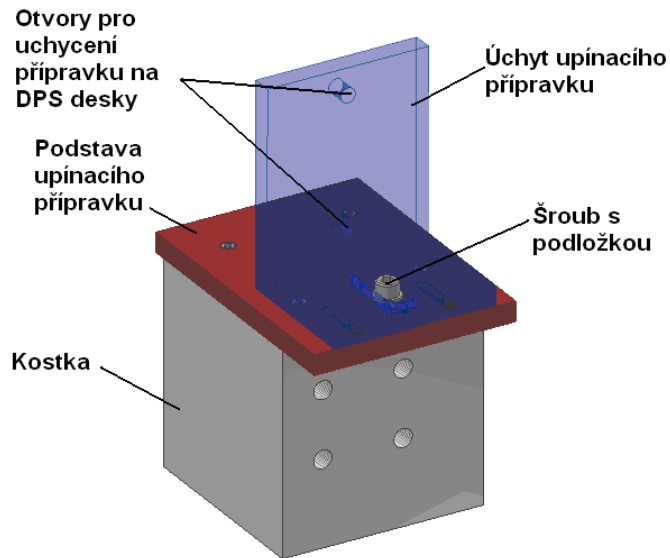
Zadní kryt je uchycen v horní a ve spodní části. V horní části je uchycení realizováno pomocí otvoru v zadním krytu a nasazení otvoru na stavěcí šroub v rámu pily. Ve spodní části je uchycení řešeno háčkem a páčkou s táhlem. Háček i úchyt páky je uchycen k zadnímu krytu, respektive rámu pily pomocí šroubů s půlkulovou hlavou. V horní i spodní části je zadní kryt uchycen na dvou pístech.



obr. 57. Uchycení zadního krytu: A – Horní část, B – dolní část

7.13 Úchyt upínacího přípravku

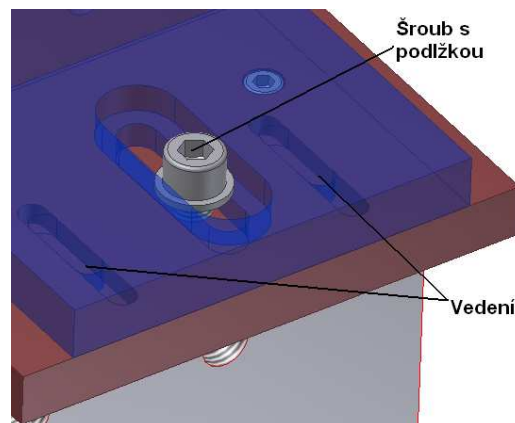
Protože pila slouží pouze k řezání DPS desek, není potřeba obvyklého druhu svěráku, který u podobných pásových pil bývá. Úchyt upínacího přípravku je navržen s ohledem na upínací přípravek, navržený v bakalářské práci Radka Kostky [11].



obr. 58. Úchyt upínacího přípravku

7.13.1 Možnost nastavení úchyty upínacího přípravku

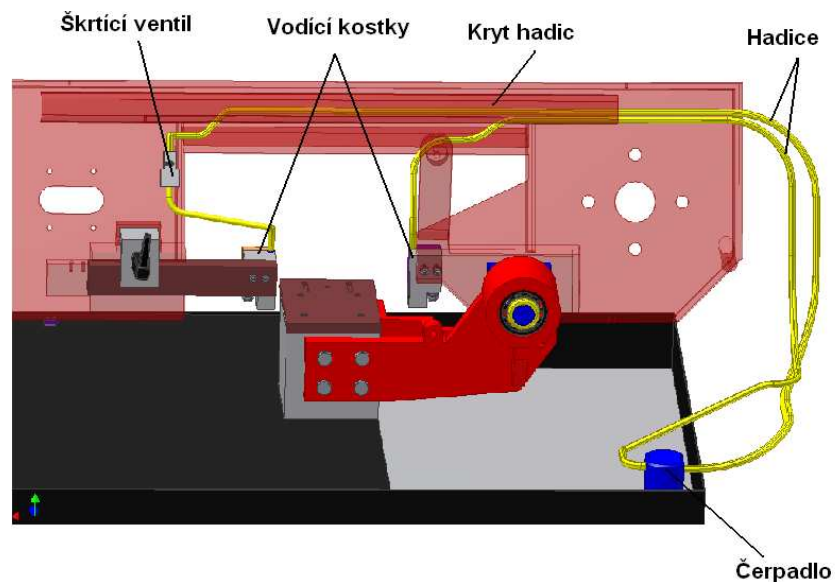
Pomocí jednoho šroubu s podložkou je možné velice rychle nastavit polohu úchyty upínacího přípravku. V podstavě jsou vyfrézovány dvě drážky, které tvoří vedení úchyty upínacího přípravku. Tímto způsobem je docíleno toho, že přípravek se může pohybovat pouze v ose těchto drážek. Dotáhnutím šroubu s podložkou pevně zajistíme polohu přípravku.



obr. 59. Vedení přípravku

7.14 Chlazení

Chladicí systém je nedílnou součástí pily. Při řezání vzniká teplo, které je třeba odvádět pomocí kapaliny. Kapalina, kterou přivádíme do řezu, odvádí teplo a také maže místo řezu a zabraňuje zadření pilového pásu v řezaném materiálu. Médium je čerpáno pomocí čerpadla a je přiváděno pomocí hadic, které jsou vedeny nejdříve volně a poté přes kryt hadic. Následně přes otvory v krytu hadic jsou hadice rozvedeny na vodící kostky. Hadice, která vede na pohyblivou kostku, je opatřena škrťacím ventilem, aby bylo možno regulovat množství dodávaného média. Kapalina, která protéká přes pevnou kostku chladí pilový pás, ale především odvádí piliny z pilového pásu a tím ho čistí.



obr. 60. Chladicí systém

8 SILOVÉ POMĚRY NA TS

Tištěný spoj a řezná oblast jsou charakteristické jednotlivými součástkami a jejich přípojnými dráty. Pomocí těchto drátů jsou součástky připájeny k PC desce. Nelze proto použít klasické stanovení řezných sil, jelikož se bude jednat o přerušované řezy a podle rozteče zubu o kombinaci řezání až sekání jednotlivých vodičů.

Samostatnou kapitolou zůstává odřezávání plastů nebo plastových dílů, eventuálně přípojovacích šroubů. Na základě diskuze s odborníky z praxe a učiteli technologie bylo doporučeno tento výpočet nahradit odborným odhadem. Po konzultaci s výrobcem řezných pásů ing. Pavlem Tudrem, jehož firma vyrábí pilové pásy, je stanoveno pro předpokládané rozměry s ohledem na diplomovou práci zpracovanou bc. Petrem Miklasem, že potřebná síla k odstranění součástí plošného spoje je 300N. Podle tohoto návrhu bylo s koeficientem 1,5 navržen hnací systém.

Při řezné síle 450N nedojde, podle bakalářské práce zpracované Radkem Kostkou [11], k vytržení a porušení upínacího otvoru, jelikož byla stanovena pomocí tahové zkoušky maximální síla, kterou PC deska vydrží bez porušení. Všeobecně se dá říci, že napínací síla musí být menší, než zjištěné hodnoty.

8.1 Stanovení hnací jednotky

Řezná síla byla stanovena s koeficientem 1,5. Proto je její výsledná hodnota 450N. Pro stanovení kroutícího momentu byl použit vzorec

$$M_k = F \cdot \frac{D}{2}, \quad (1)$$

kde „D“ je průměr hnacího kola, což je 0,296m. Po dosazení tedy platí

$$M_k = 450 \cdot \frac{0,296}{2} = 66,6Nm.$$

Pro navržení hnací jednotky je třeba znát řezný výkon, podle kterého následně určíme elektromotor, který naší soustavě bude vyhovovat. Pro výpočet řezného výkonu byl použit vzorec

$$P = \frac{F \cdot v_c}{60}, \quad (2)$$

kde „v_c“ je řezná rychlost a její hodnota je zvolena 0,5 m.s⁻¹. Po dosazení je

$$P = \frac{450 \cdot 30}{60} = 225W = 0,225kW .$$

Jelikož elektromotor nepracuje s účinností 100%, požadovaný jmenovitý výkon je stanoven na dvojnásobnou hodnotu, a to na hodnotu 0,45kW, pro zabezpečení klidného chodu pily. Poté je z katalogové nabídky elektromotorů vybrán elektromotor s nejbližší větší hodnotou jmenovitého výkonu. Požadované hodnoty tedy splňuje elektromotor s výkonem 0,55kW.

ZÁVĚR

Úkolem mé bakalářské práce bylo navrhnout řezací stroj na odstranění elektronických součástek z PC desky.

Teoretická část je zaměřena na PC desky a technologii řezného procesu. Jako první je zde popsán postup získávání surovin z opotřebovaných nebo nepotřebných zařízení.

Druhou navazující kapitolou jsou druhy propojovacích struktur (jednovrstvé, dvouvrstvé a vícevrstvé), technologie výroby PC desek. Dále pak osazení těchto desek SMD součástkami a popis měděné fólie. Také jsou zde uvedeny druhy nepájivých masek.

V třetí části byly nastudovány a popsány možnosti recyklace plošných spojů. Nejprve bylo důležité uvést, jak budou součásti z desky odstraněny a další postup zpracování pro získání vzácných kovů z PC desek.

Čtvrtá část bakalářské práce obsahuje technologii řezání na odstranění elektronických součástek z PC desek. Kapitola obsahuje druhy pásových pil, na jakých lze tyto součástky odstranit. Dále pak jaké druhy pilových pásů lze použít a hlavní faktory ovlivňující jejich životnost. Také je uvedeno příslušenství pily, které slouží přímo k chodu pily nebo její kontrole.

V praktické části mé bakalářské práce je konstrukční řešení řezacího stroje. Tento stroj je konstruován jako ramenová pásová pila. Jsou zde postupně řešeny její hlavní části od pohonu, přes napínací mechanismus, až po chlazení. Dále byla řešena otázka upínací a řezné síly.

Závěrem je třeba říci, že tento způsob odstraňování elektrosoučástek není efektivní, jelikož je třeba neustálého vyvrtávání děr po krajích desky tištěného spoje pro upnutí. Tím pádem je časová náročnost zpracování desky velká.

Další možnosti odstraňování součástek z povrchu PC desky jsou pomocí okružní pily s dvojí kotoučů s vodící lištou, kde by nebylo třeba přípravy PC desky v podobě vyvrtaných děr, ani jiných operací.

Jinou variantou je prosté odfrézování součástek z povrchu PC desky. Deska by byla upnuta ve svěráku pouze takovou silou, aby se neprohýbala. Jako nástroj by byla použita čelní válcová fréza s otupeným čelem ostří. Tato fréza by odfrézovávala součástky z povrchu PC desky pouze obvodem frézy a „tupé“ čelo frézy by neodebíralo materiál desky.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Rema [online]. c2010 [cit. 2010-05-26]. Pro veřejnost. Dostupné z WWW: <<http://www.remasystem.cz/index.php/cs/pro-verejnost/zakladni-informace>>.
- [2] BAČA, P.; JIŘÍ, S.; PETR, K. *Plošné spoje a povrchová montáž* [online]. Brno: VUT Brno. Dostupné z WWW: <http://www.utko.feec.vutbr.cz/~misurec/vyuka/ls0607/Plosne_spoje_a_povrchova_montaz_S_P.pdf>
- [3] ÁBEL M. *Plošné spoje se SMD, návrh a konstrukce*. 1. vyd. Pardubice: Platan, 2000. 218 stran. ISBN 80-902733-2-7.
- [4] BOUŠA, M. *Projekt recyklace elektronických zařízení* [online]. Praha: Viatro, 2003. Dostupné z WWW: <<http://www.vitaro.cz/?pg=projektRecyklaceElektronZar&m=elektro>>
- [5] CHMELA, T. *Možnosti recyklace plošných spojů. Odpadové fórum*. 2006, č. 11, s. 18-19.
- [6] PECINA, P.; PECINA, J. *Elektronika (technická praktika z elektroniky)*. Brno. MU. 2007. ISBN 978-80-210-4279-7.
- [7] MESIT PCB, spol. s.r.o. Dostupné z WWW: <<http://www.pcb.mesit.cz/>>
- [8] Fipas. Dostupné z WWW: <<http://www.fipas.cz/>>
- [9] Wikus. Dostupné z WWW: <<http://www.wikus.cz/>>
- [10] VEJVODOVÁ, E. *Odpady jako nedílná součást výrobní produkce v elektrotechnickém průmyslu* [online]. FEL ZČU Plzeň, 2007. Dostupné z WWW: <<http://ketsrv.fel.zcu.cz/diagnostika/konference/Sbornik/Sekce4/84.pdf>>
- [11] KOSTKA, Radek. *Upínací přípravek pro recyklaci PC desek* [online]. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009. 69 s s. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická. Dostupné z WWW: <https://www.stag.utb.cz/apps/stag/dipfile/index.php?download_this_unauthorized=11674>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DPS	Deska plošného spoje
PE	Polyethylen
PP	Polypropylen
PS	Polystyren
BOT	Označení vrstvy plošného spoje – strana spojů
TOP	Označení vrstvy plošného spoje – strana součástek
IN 1	Označení vnitřní první vrstvy plošného spoje
IN 2	Označení vnitřní první vrstvy plošného spoje
SMD	(Surface Mounted Devices) Součástky pro povrchovou montáž
PS (PLS)	Plošné spoje
Cr	Chrom
Cu	Měď
C	Uhlík
CNC	(Computer Numerical Kontrol) Systém, jehož zvlášť k tomu určený počítač s programovým uložením v paměti je používán k provádění operací číslicového řízení.
UV	Ultrafialové záření
IČ	Infračervené záření
M_k	Kroutící moment [Nm]
F	Řezná síla [N]
D	Průměr hnacího kola [m]
P	Řezný výkon [W]
v_c	Řezná rychlost [$m \cdot s^{-1}$]

SEZNAM OBRÁZKŮ

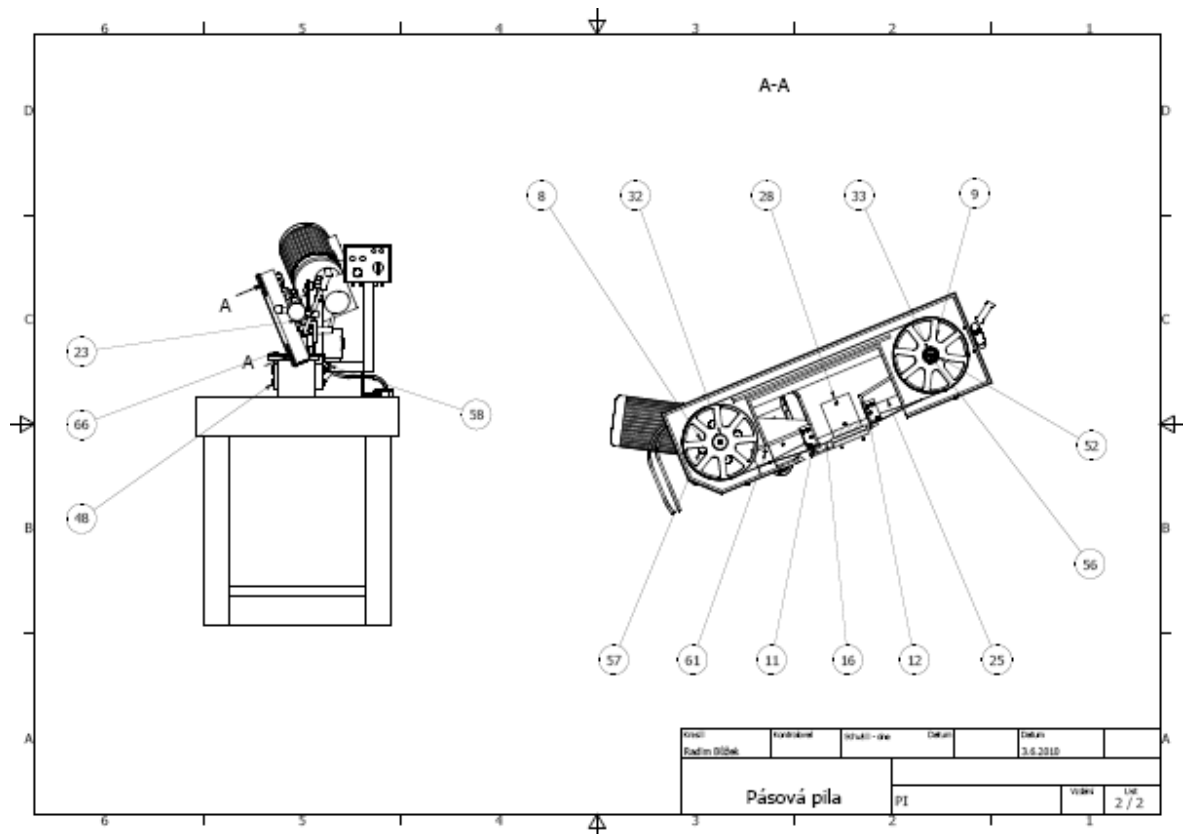
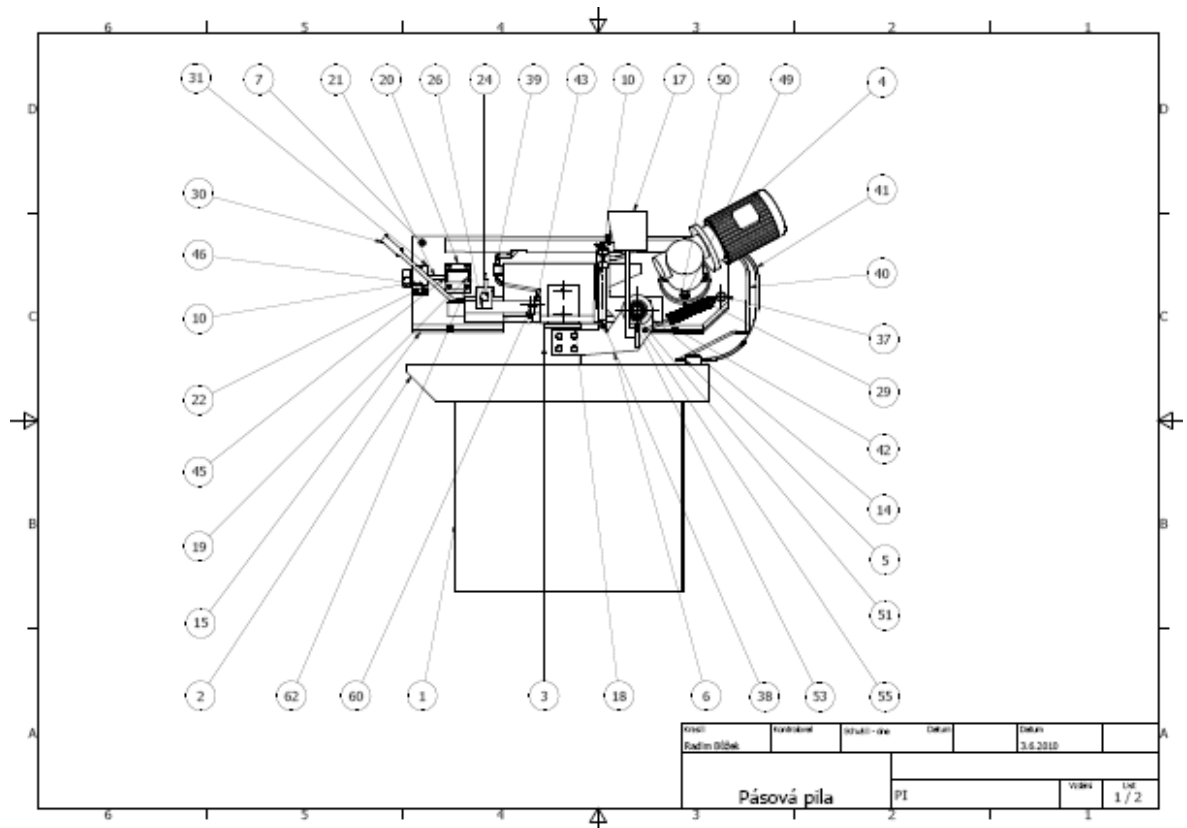
<i>obr. 1. Elektroodpad</i>	13
<i>obr. 2. Symbol elektrospotřebiče</i>	13
<i>obr. 3. Životní cyklus elektrozařízení</i>	14
<i>obr. 4. Schéma recyklační linky</i>	16
<i>obr. 5. Drcení surovin</i>	17
<i>obr. 6. Možnosti opětovného použití železných kovů</i>	17
<i>obr. 7. Možnosti opětovného použití plastů</i>	18
<i>obr. 8. Opětovné využití skla</i>	18
<i>obr. 9. Opětovné využití neželezných kovů</i>	18
<i>obr. 10. Řez osazenou deskou</i>	19
<i>obr. 11. Jednovrstvá DPS: A – schéma řezu jednovrstvé DPS, B – skutečná podoba jednovrstvé DPS</i>	20
<i>obr. 12. Dvouvrstvá DPS: A – schéma řezu dvouvrstvé DPS, B – skutečná podoba dvouvrstvé DPS</i>	20
<i>obr. 13. Vícevrstvá DPS: A – schéma řezu vícevrstvé DPS, B – skutečná podoba vícevrstvé DPS</i>	21
<i>obr. 14. Manuální pásová pila</i>	28
<i>obr. 15. Gravitační pásová pila</i>	29
<i>obr. 16. Poloautomatická pásová pila - ramenová</i>	30
<i>obr. 17. Poloautomatická pásová pila - dvousloupová</i>	31
<i>obr. 18. Automatická pásová pila s CNC řídicím systémem</i>	31
<i>obr. 19. Druhy třísek podle řezných podmínek</i>	32
<i>obr. 20. Pás s konstantní vzdáleností zubů</i>	33
<i>obr. 21. Pás s variabilní vzdáleností zubů</i>	33
<i>obr. 22. Standardní zub</i>	33
<i>obr. 23. Pozitivní zub</i>	34
<i>obr. 24. Mezerový zub</i>	34
<i>obr. 25. Profilový zub</i>	34
<i>obr. 26. Trapézový zub</i>	35
<i>obr. 27. Standardní rozvod zubů</i>	35
<i>obr. 28. Skupinový rozvod zubů</i>	36
<i>obr. 29. Pravo - levý rozvod zubů</i>	36

<i>obr. 30. Vlnový rozvod zubů</i>	36
<i>obr. 31. Druhy šířek pásů</i>	37
<i>obr. 32. Druhy opotřebení zubů</i>	38
<i>obr. 33. Tenzometr na měření napnutí pásu</i>	38
<i>obr. 34. Refraktometr</i>	39
<i>obr. 35. Celá pila – pohled ze předu i ze zadu</i>	43
<i>obr. 36. Podstavec a pracovní stůl pily</i>	44
<i>obr. 37. Rám pily</i>	44
<i>obr. 38. Kloub pily</i>	45
<i>obr. 39. Pohon pily a hnací kolo</i>	46
<i>obr. 40. Napínací mechanismus</i>	46
<i>obr. 41. Napínací kolo</i>	47
<i>obr. 42. Systém napínání</i>	47
<i>obr. 43. Kontrola dotažení pásu</i>	48
<i>obr. 44. Tlumič posuvu</i>	48
<i>obr. 45. Pohled do těla tlumiče</i>	49
<i>obr. 46. Ovládací mechanismus tlumiče</i>	50
<i>obr. 47. Uchycení tlumiče: A – Horní část, B – dolní část</i>	50
<i>obr. 48. Vodící kostky</i>	51
<i>obr. 49. Fixní (pevná) kostka</i>	51
<i>obr. 50. Vedení pohyblivé kostky</i>	52
<i>obr. 51. Otvor pro chlazení kostky</i>	52
<i>obr. 52. Pilový pás</i>	53
<i>obr. 53. Ovládací panel</i>	53
<i>obr. 54. Schéma tlačítek na ovládacím panelu</i>	54
<i>obr. 55. Pružina na protizávaží</i>	54
<i>obr. 56. Madlo pro zvedání ramene pily</i>	55
<i>obr. 57. Uchycení zadního krytu: A – Horní část, B – dolní část</i>	55
<i>obr. 58. Úchyt upínacího přípravku</i>	56
<i>obr. 59. Vedení přípravku</i>	56
<i>obr. 60. Chladicí systém</i>	57

SEZNAM PŘÍLOH

PI	Pásová pila – sestava
PII	Kusovník
PIII	Tlumič posuvu - sestava
PIV	Pevná fixní kostka – sestava
PV	Pohyblivá kostka – sestava
PVI	Rám pily
PVII	Suport ramene
PVIII	Hnací kolo
PIX	Napínací kolo
PX	Čep na napínání
PXI	Čep pily
PXII	Kostka na dotahování
PXIII	Kostka na ukotvení pily
PXIV	Podstava úchytu upínání
PXV	Sáně napínání pásu
PXVI	Levá pevná kostka
PXVII	Pravá pevná kostka
PXVIII	Levá pohyblivá kostka
PXIX	Pravá pohyblivá kostka
PXX	Úchyt upínání
PXXI	CD disk

PŘÍLOHA PI



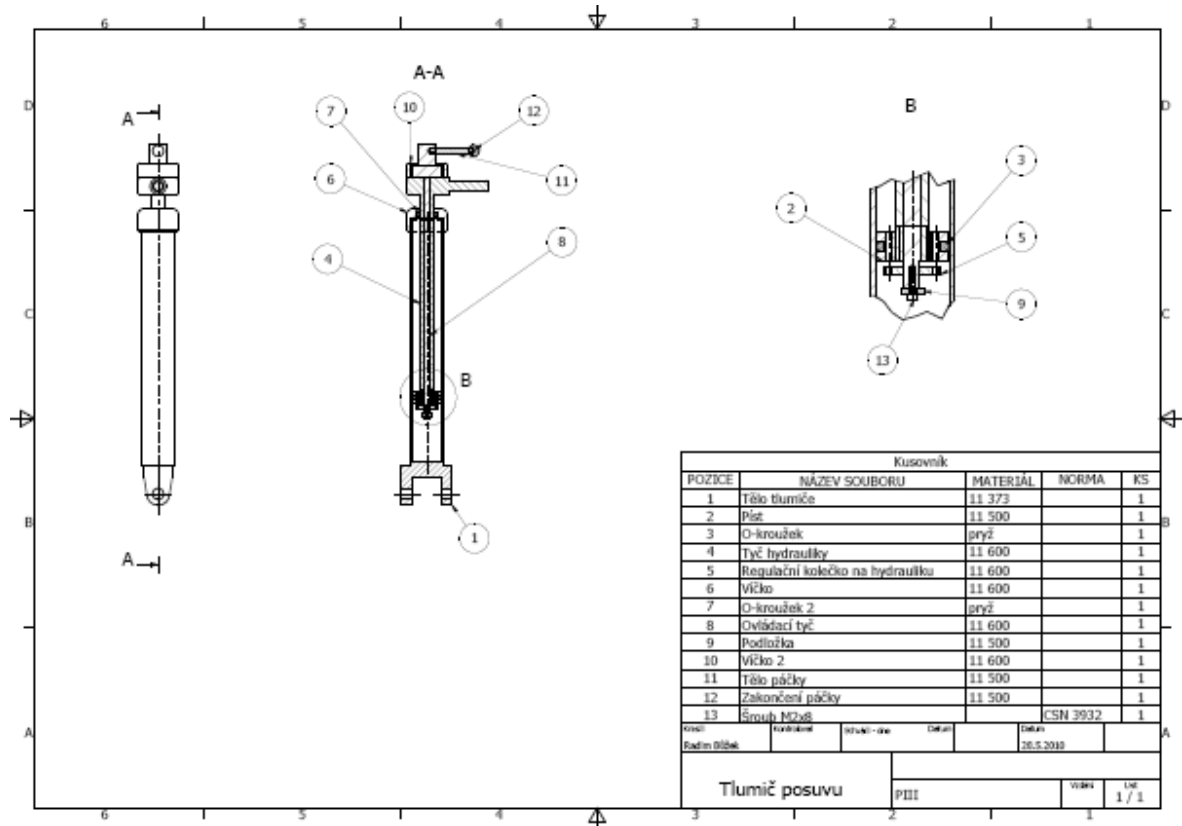
PŘÍLOHA PII

POZICE	NÁZEV SOUBORU	MATERIÁL	NORMA-VÝKRES	KS
1	Stůl	11373	UTB-01-001	1
2	Podstavec	11373	UTB-01-002	1
3	kostka na ukotvení pily	11373	PXIII	1
4	Elektromotor		UTB-01-003	1
5	Čerpadlo		UTB-01-004	1
6	Suport ramene	11373	PVII	1
7	Rám pily	11373	PVI	1
8	Hnací kolo	11600	PVIII	1
9	Napínací kolo	11600	PIX	1
10	Tlumič posuvu		PIII	1
11	Pevná fixní kostka		PIV	1
12	Pohyblivá kostka		PV	1
13	Kryt chladící kapaplíny	11373	UTB-01-005	1
14	Čep pily	11500	PXI	1
15	Zadní kryt	11373	UTB-01-006	1
16	Pilový pás		UTB-01-007	1
17	Ovládací panel		UTB-01-008	1
18	Podstava úchyty upínání	11600	PXIV	1
19	Čep na napínání	11600	PX	1
20	Sáně napínání pásu	11600	PXV	2
21	Tyč napínání pásu	11600	UTB-01-009	1
22	Kostka na dotahování	11500	PXII	1
23	Páka na utahování	11500	UTB-01-010	1

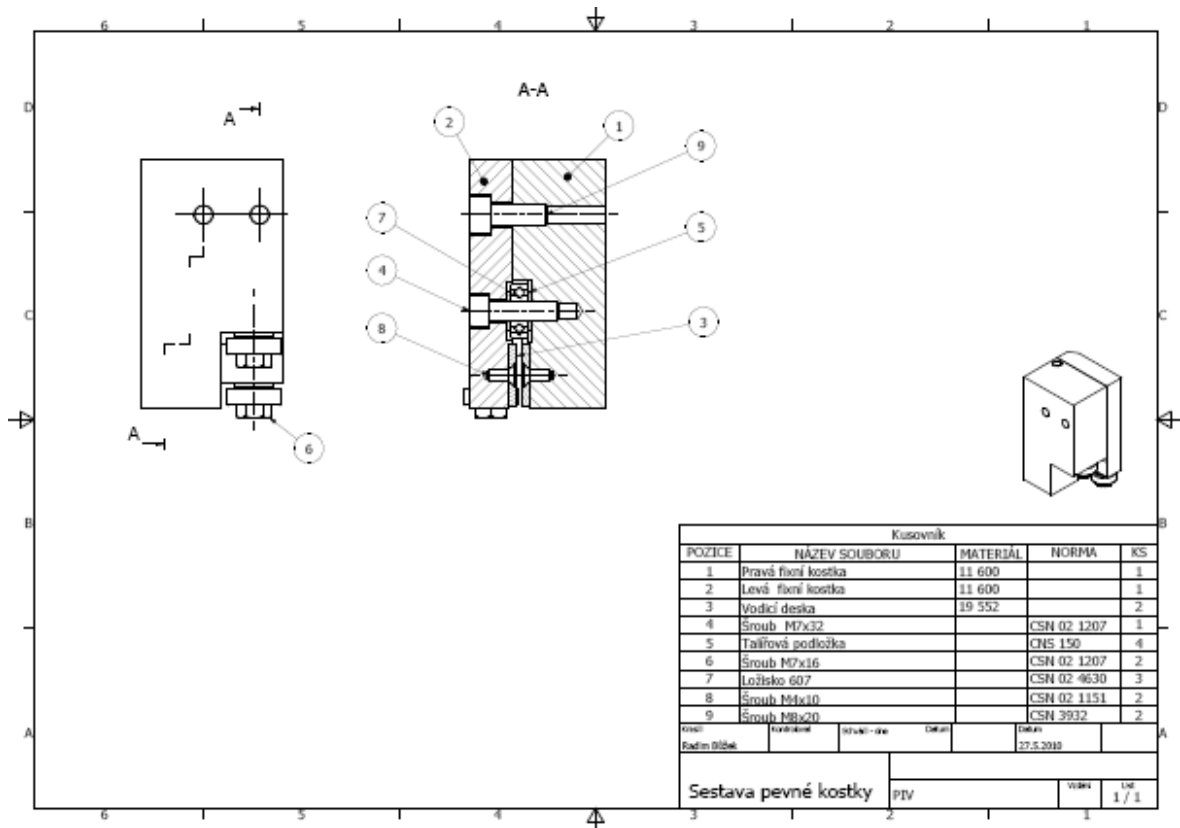
24	Klika na dotahování posunu kostky	11500	UTB-01-011	1
25	Vedení pohyblivé kostky	11600	UTB-01-012	1
26	Utažení vedení pohyblivé kostky	11600	UTB-01-013	1
27	Krabice čidla na napínání pásu	11500	UTB-01-014	1
28	Úchyt upínání	11500	PXX	1
29	Pružina	12090	UTB-01-015	1
30	Madlo	11500	UTB-01-016	1
31	Krabice na spínač na napětí pásu	11500	UTB-01-017	1
32	Podložka hnacího kola	11600	UTB-01-018	1
33	Podložka na napínací tyč	11600	UTB-01-019	1
34	Podložka napínacího kola	11600	UTB-01-020	1
35	Distanční kroužek na napínacím kole	11500	UTB-01-021	1
36	Distanční kroužek v čepu pily	11500	UTB-01-022	1
37	Podložka na úchyt pružiny	11600	UTB-01-023	1
38	Čep na tlumič posuvu	11600	UTB-01-024	1
39	Škrtící ventil		UTB-01-025	1
40	Hadice na chlazení-na pevnou kostku		UTB-01-026	1
41	hadice na chlazení-na pohyblivou kostku		UTB-01-027	1
42	Úchyt zadního krytu		UTB-01-028	2
42	Připojovací nátrubek Z81x9x8x0,75		HASCO 128899	2
44	Talířová podložka 16		CNS 150	9
45	Matice M16		CSN 02 1402	2
46	Šroub M4x12		CSN 02 1146	2
47	Šroub M3x6		CSN 02 1146	12
48	Šroub M16x40		CSN 02 1207	8

49	Matice M20		CSN 02 1402	4
50	Podložka 20		CSN 02 1741	4
51	Pojistná podložka MB7		CSN 02 3640	1
52	Ložisko 6007		CSN 02 4630	2
53	Ložisko 6208		CSN 02 4630	2
54	Podložka 10		CSN 02 2930	3
55	Kruhová matice KM 7		CSN 02 3630	1
56	Šroub M8x16		CSN 02 1151	2
57	Šroub M20x65		CSN 02 1207	4
58	Šroub M8x40		CSN 02 1143	2
59	Šroub M8x30		CSN 02 1143	2
60	Šroub M8x25		CSN 02 1143	2
61	Šroub M10x30		CSN 02 1143	4
62	Šroub M10x45		CSN 02 1143	4
63	Šroub M8x20		CSN 02 1143	2
64	Šroub M6x20		CSN 02 1143	4
65	Šroub M6x16		CSN 02 1143	1
66	Šroub M10x20		CSN 02 1143	5

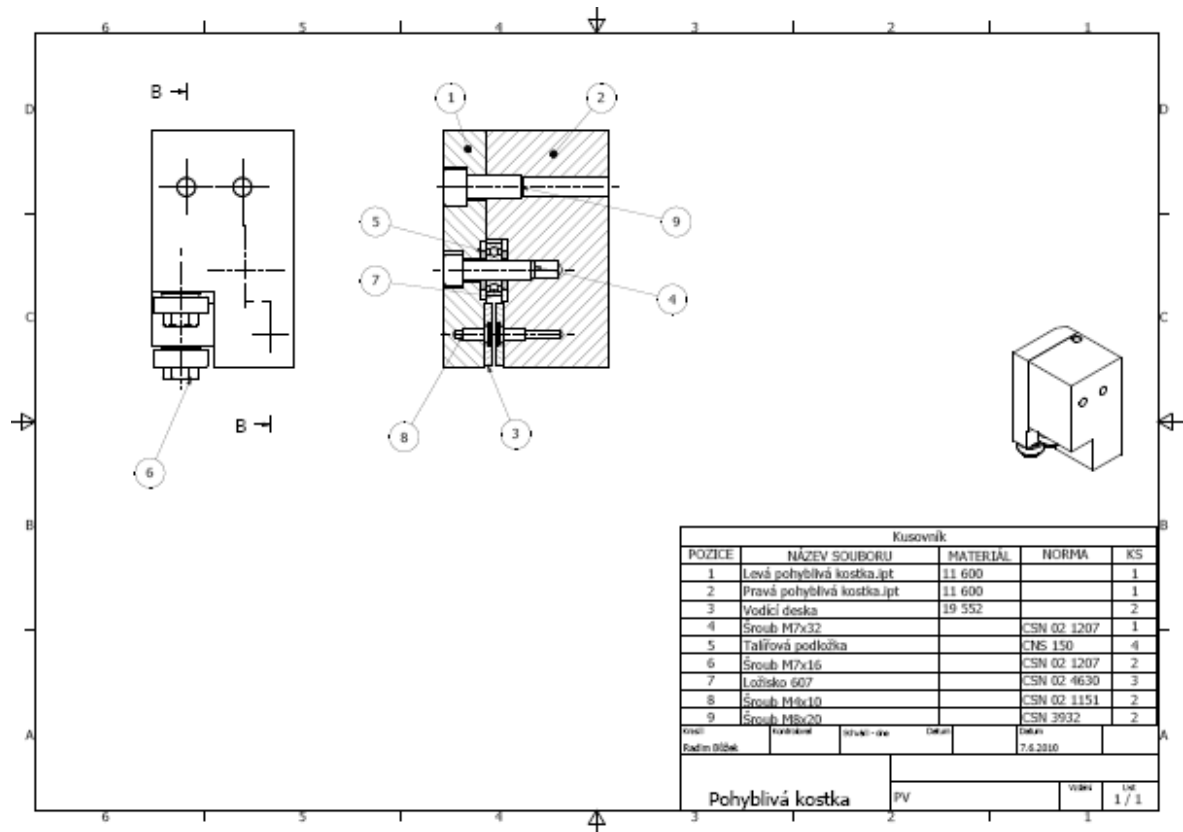
PŘÍLOHA PIII



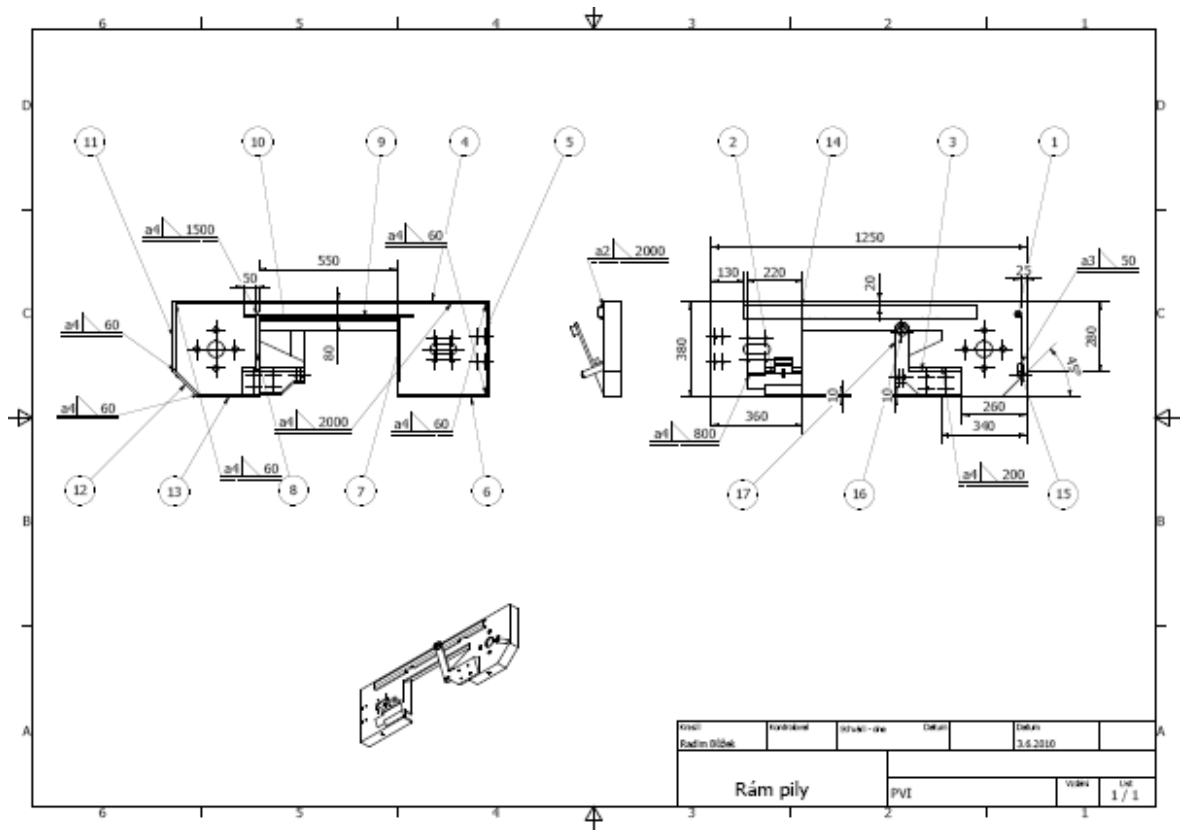
PŘÍLOHA PIV



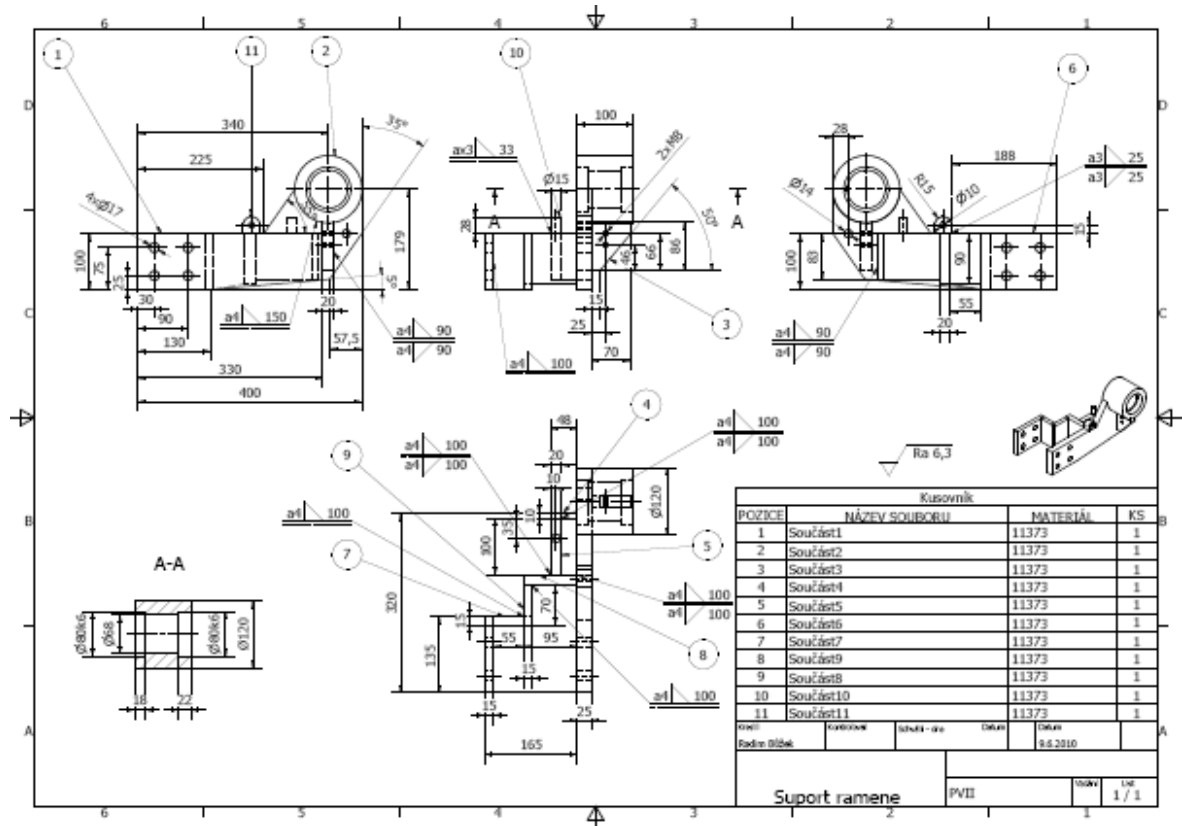
PŘÍLOHA PV



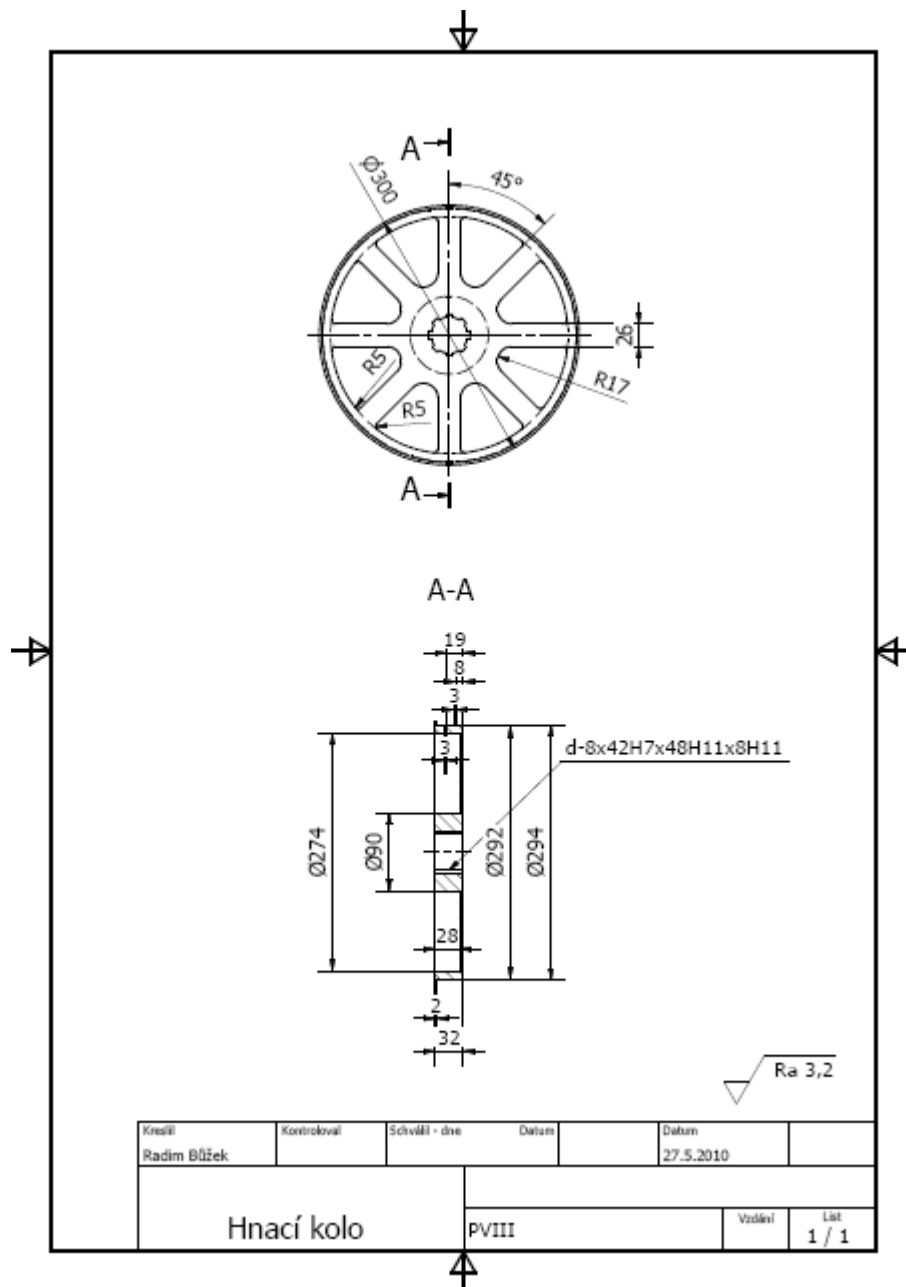
PŘÍLOHA VI



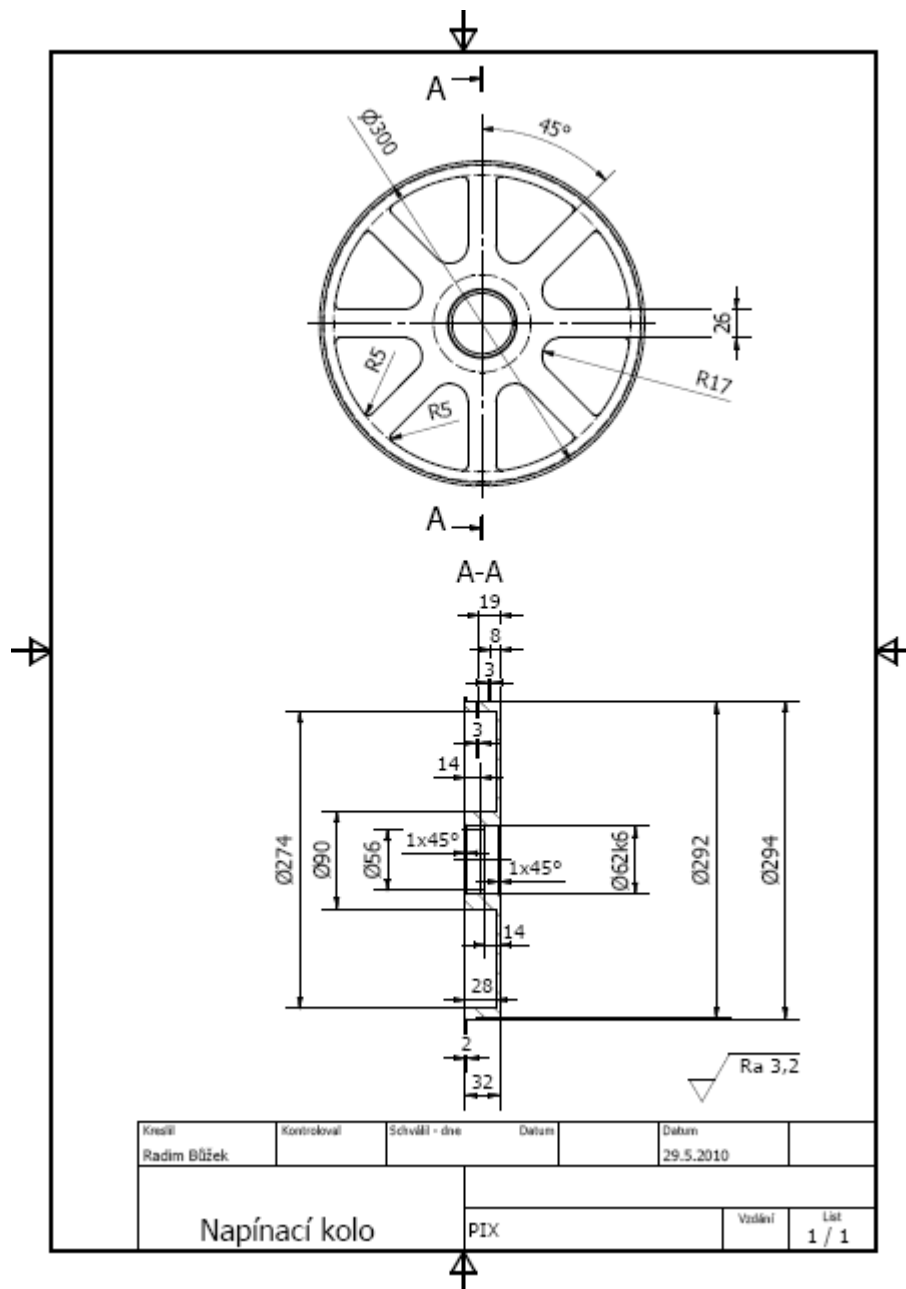
PŘÍLOHA PVII



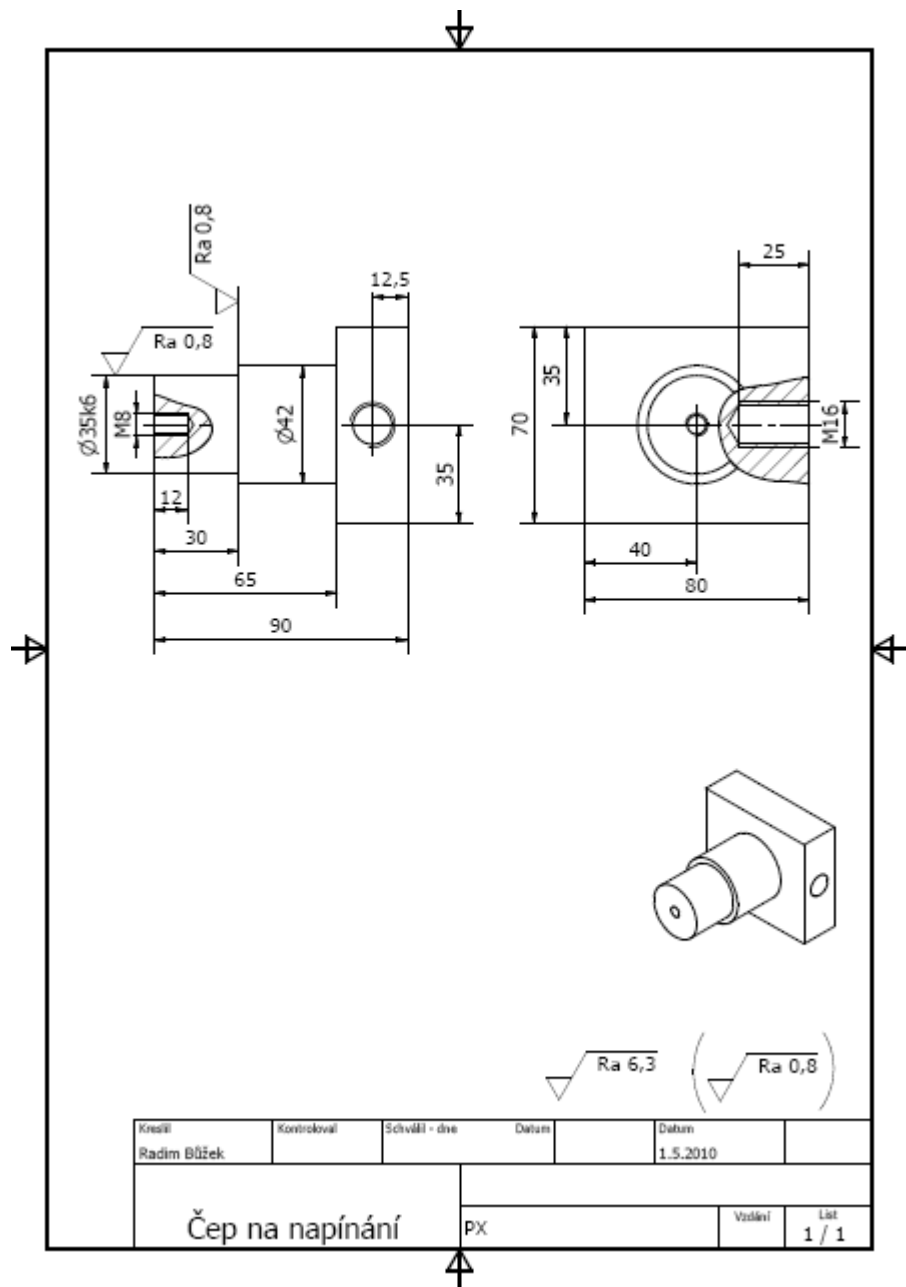
PŘÍLOHA PVIII



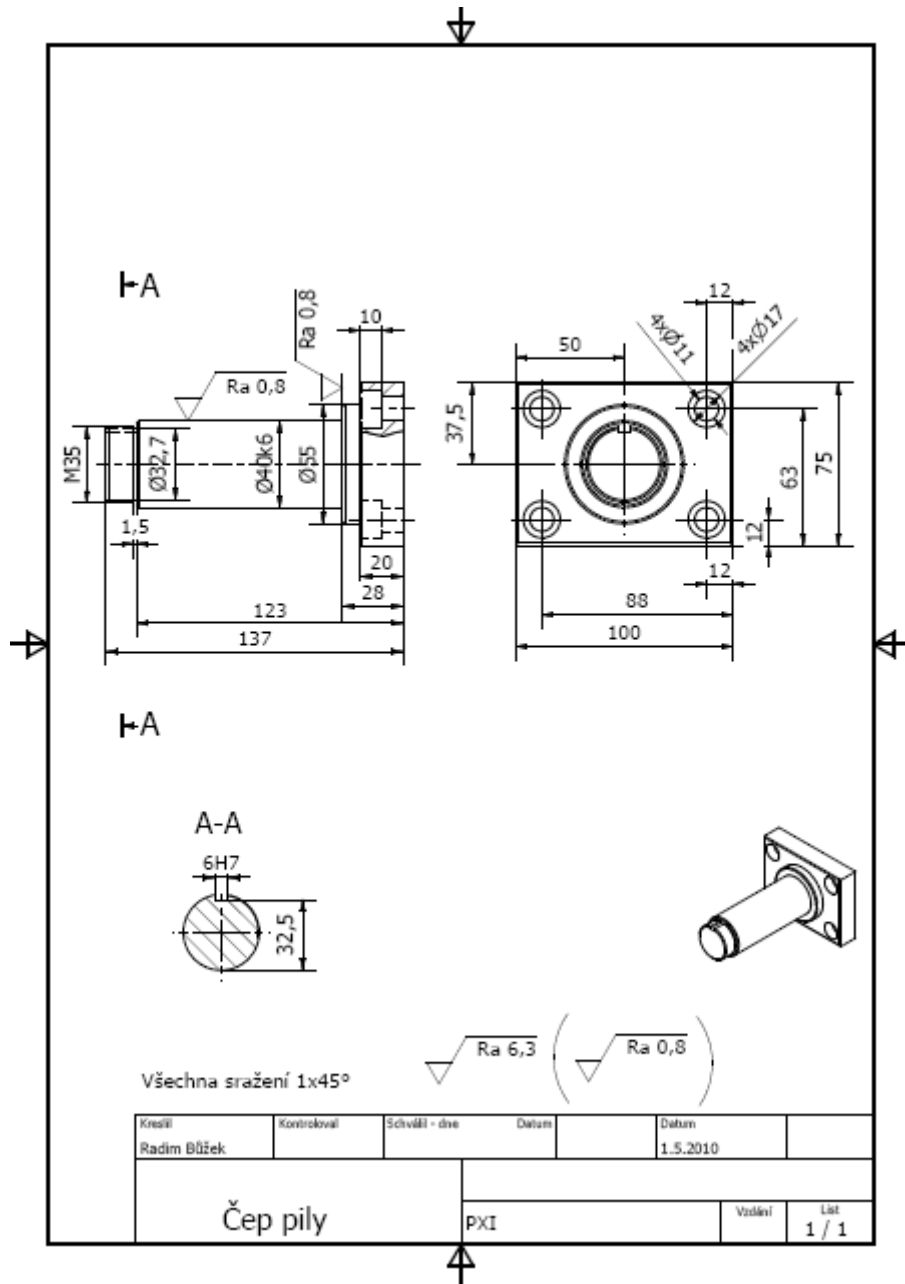
PŘÍLOHA PIX



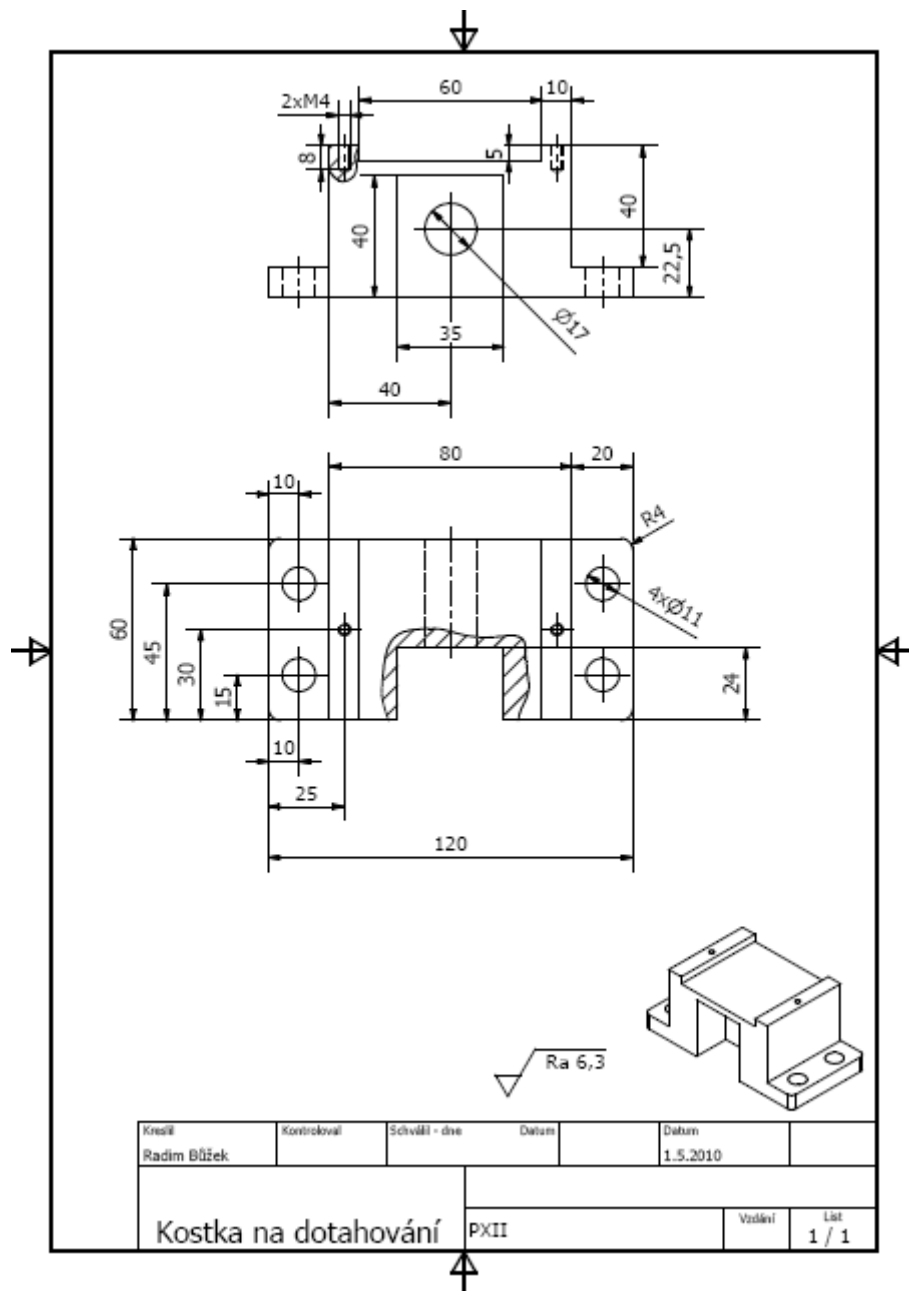
PŘÍLOHA PX



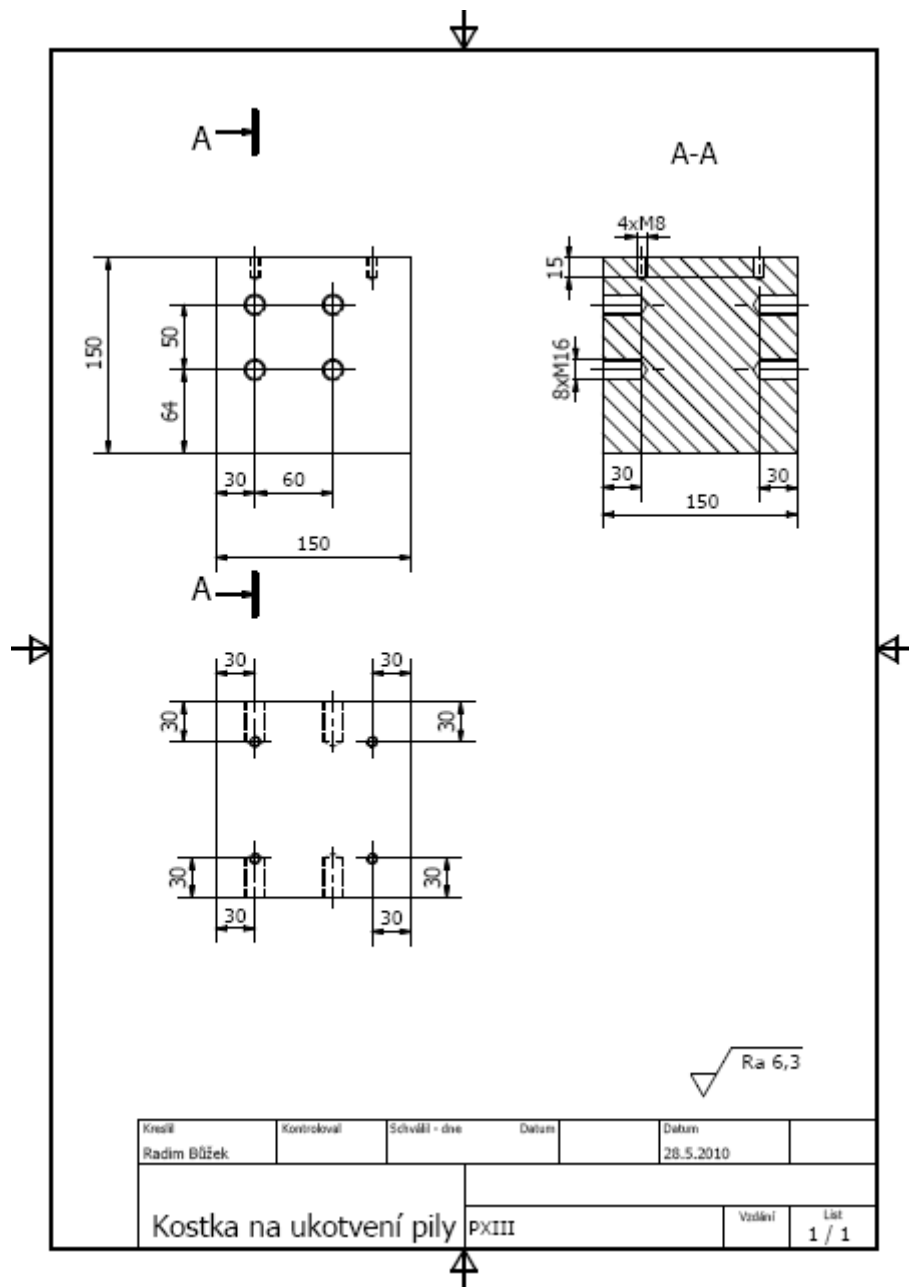
PŘÍLOHA PXI



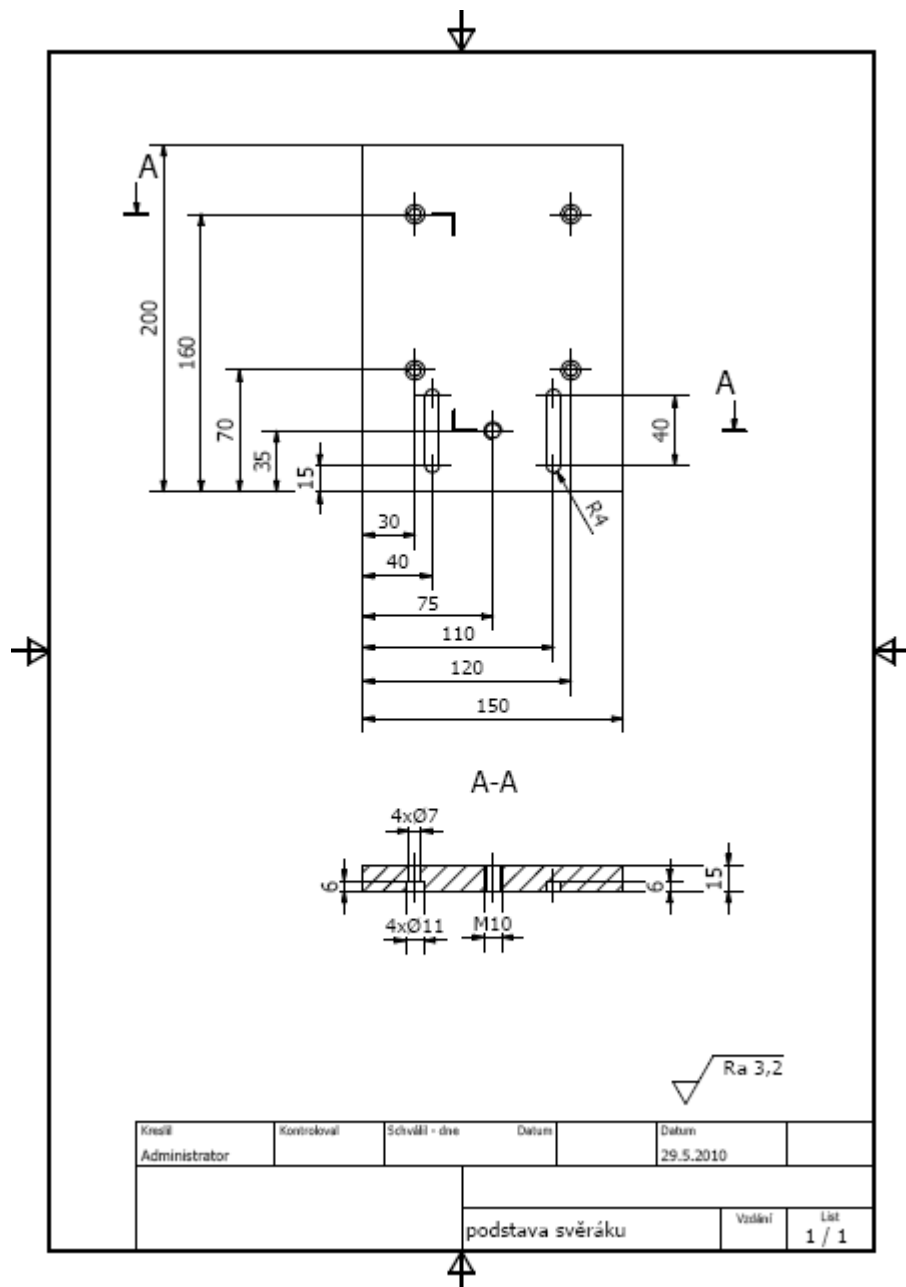
PŘÍLOHA PXII



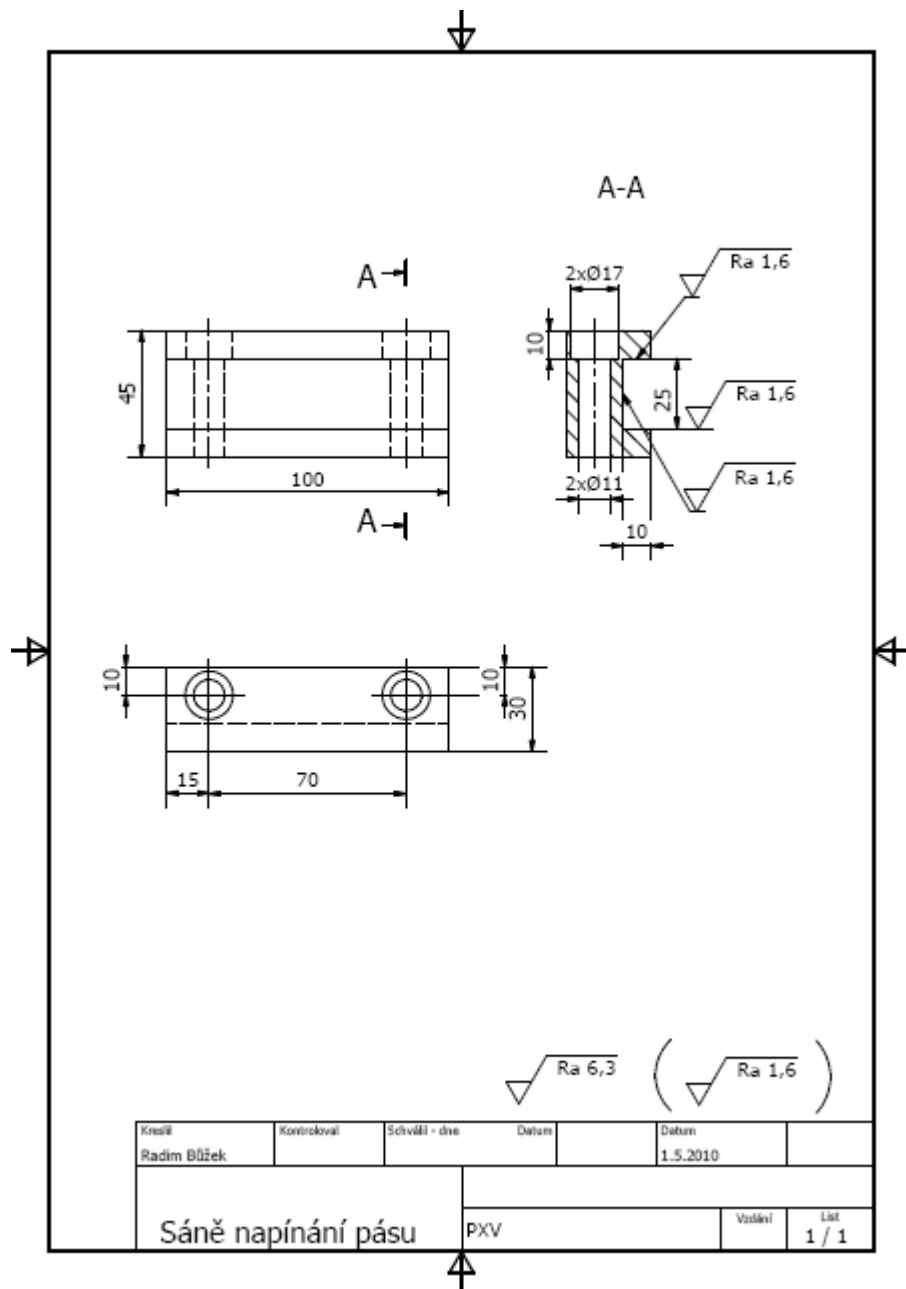
PŘÍLOHA PXIII



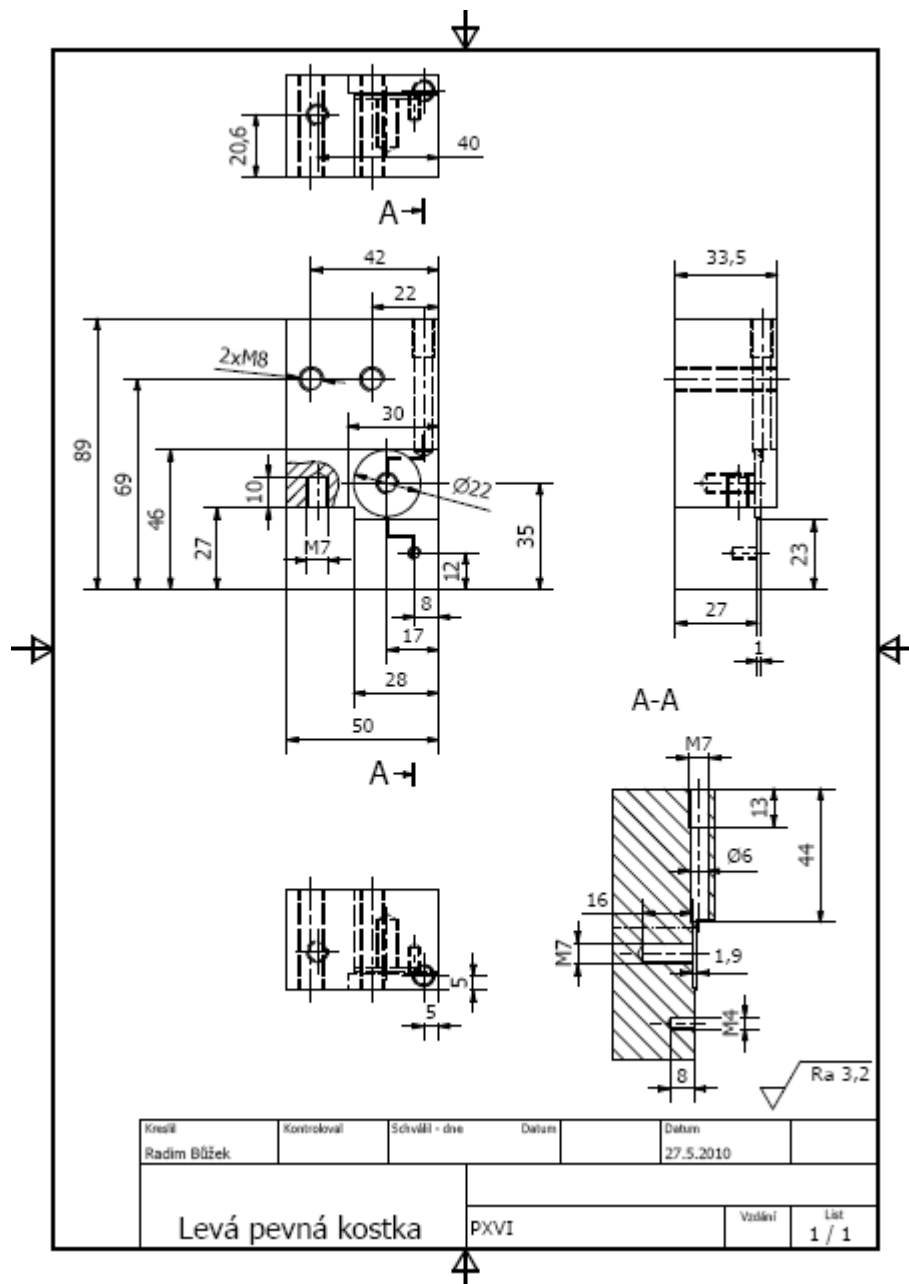
PŘÍLOHA PXIV



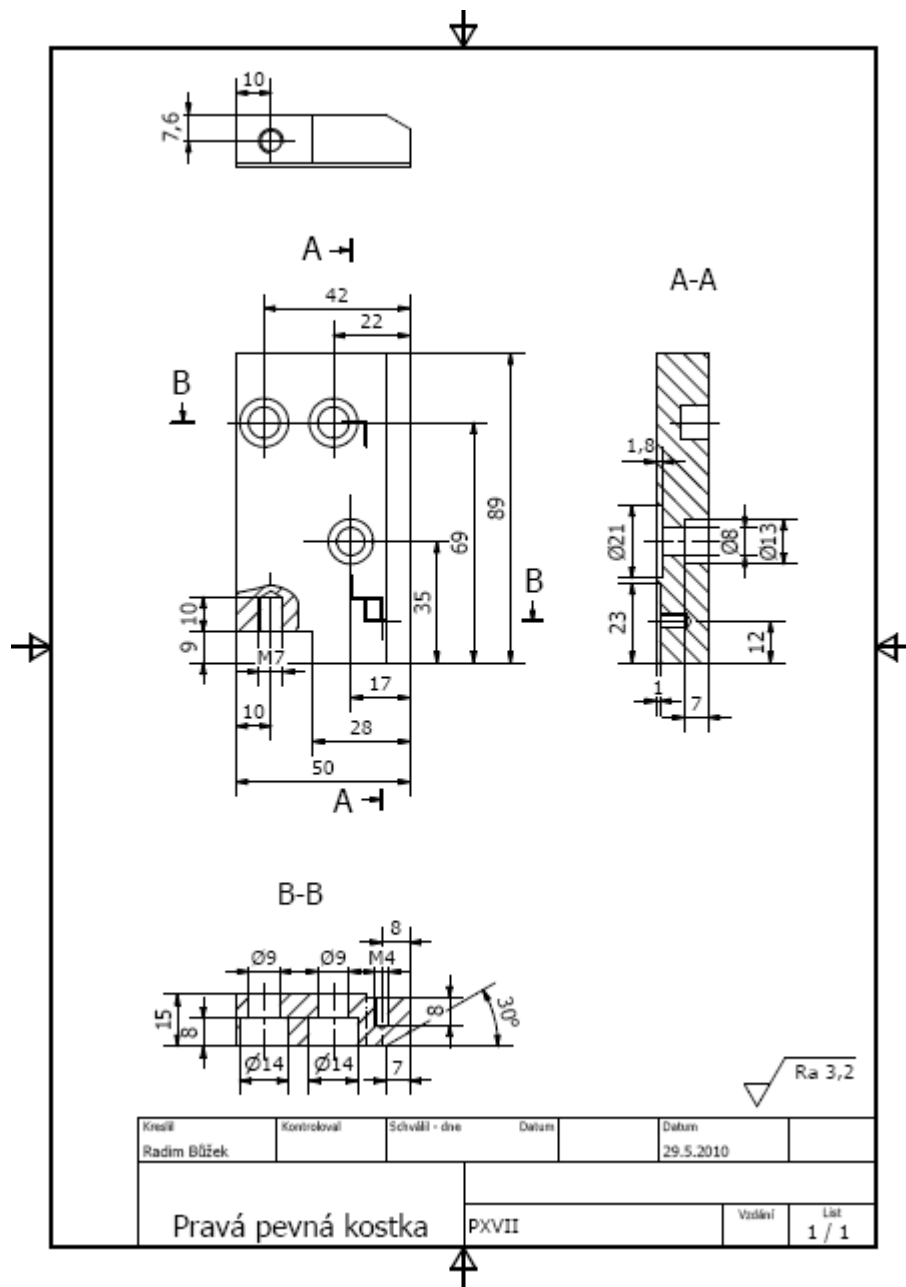
PŘÍLOHA PXV



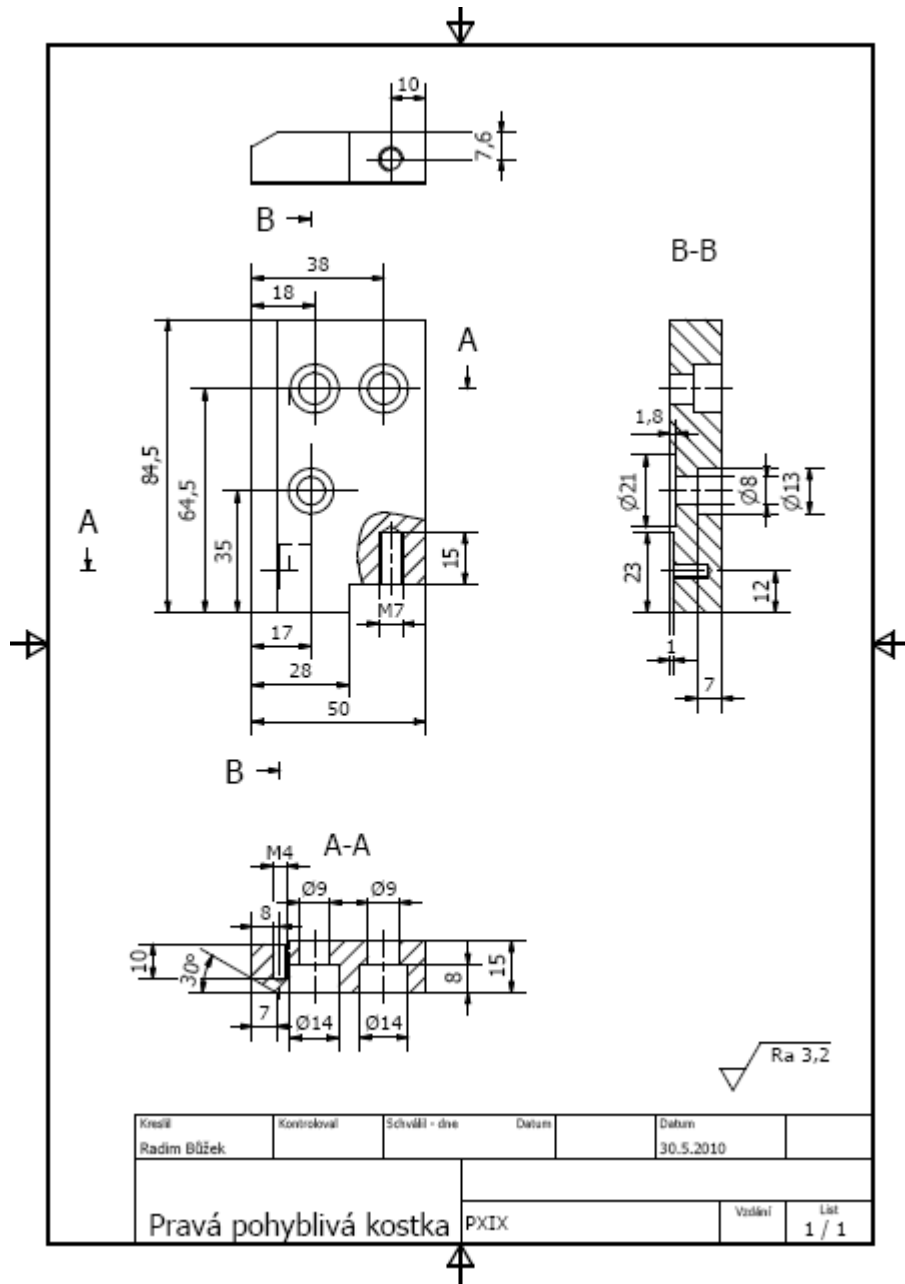
PŘÍLOHA PXVI



PŘÍLOHA PXVII



PŘÍLOHA PXIX



PŘÍLOHA XX

