

# Konstrukční návrh laboratorního řetězového drtiče

Jakub Karel

---

Bakalářská práce  
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav výrobního inženýrství  
akademický rok: 2010/2011

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jakub KAREL**  
Osobní číslo: **T08611**  
Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**  
Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Konstrukční návrh laboratorního řetězového drtiče**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Vypracujte literární studii na dané téma
3. Stanovte výkonové poměry a síly na zařízení
4. Zpracujte konstrukční řešení laboratorního drtiče
5. Závěr

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] ZÁHLAVA, Vít. Návrh a konstrukce desek plošných spojů. Vyd. 1. Praha : Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2005. 77 s. ISBN 80-01-03351-1

[2] BOŽEK, František; URBAN, Rudolf; ZEMÁNEK, Zdeněk. Recyklace. 1. vyd. Vyškov : [Vysoká vojenská škola pozemního vojska], 2003. 202 s. ISBN 80-238-9919-8

[3] BUŽEK, Radim. Konstrukce rezacího stroje TS, Zlín, 2010. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

[4] MALUCKÝ, Michal. Konstrukce delicího stroje DPS. Zlín, 2010. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

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

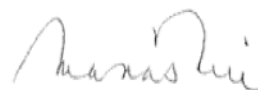
Datum zadání bakalářské práce: **14. února 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce: **3. června 2011**

Ve Zlíně dne 11. ledna 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
*děkan*



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.  
*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 <sup>1)</sup>;
- 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 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> 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 <sup>3)</sup> 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 .....30.5.2011.....

.....Kub.....

---

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

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

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

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

<sup>2)</sup> 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).

<sup>3)</sup> 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**

V bakalářské práci se budu věnovat konstrukčnímu návrhu laboratorního řetězové drtiče. Ten by měl být využitý především pro drcení desek plošných spojů, ale i jiných materiálů. V teoretické části se zabývám rozdělením, výrobou a materiály desek plošných spojů, dále recyklačními technologiemi a stroji pro drcení a mletí materiálů. V praktické části byly stanoveny silové poměry v drtiči. 3D model byl vytvořen v programu Catia V5R18.

Klíčová slova: drtič, deska plošného spoje, recyklace.

## **ABSTRACT**

In Bachelor Thesis I engaged in constructional project of laboratory chain crusher. Usage of this crusher is to crush printed circuit boards (PCB) or other materials. In the theoretical part I deal with differentiation, making and materials of printed circuit boards, recycling technology and machine for crushing and grinding of construction materials. In the practical part of Bachelor Thesis, the proportion of force in the laboratory chain crusher was set. The 3D mode was designed in software Catia V5R18.

Keywords: crusher, printed circuit board, recycling.

Rád bych poděkoval vedoucímu své bakalářské práce doc. Ing. Zdeňku Dvořákovi CSc., za odbornou pomoc, čas a rady, které mi věnoval po dobu vypracovávání této práce.

*Na konci díla poznáme,*

*čím jsme měli začít.*

*(Pascal Blaise)*

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 VÝROBA DESEK PLOŠNÝCH SPOJŮ</b> .....	<b>11</b>
1.1 SUBTRAKTIVNÍ TECHNOLOGIE VÝROBY PLOŠNÝCH SPOJŮ .....	11
1.2 SEMIADITIVNÍ TECHNOLOGIE VÝROBY PLOŠNÝCH SPOJŮ.....	12
1.3 ADITIVNÍ TECHNOLOGIE VÝROBY .....	15
<b>2 ROZDĚLENÍ DPS</b> .....	<b>16</b>
2.1 OHEBNÉ DPS .....	16
2.2 NEOHEBNÉ DPS .....	17
2.2.1 Jednovrstvé DPS .....	17
2.2.2 Dvouvrstvé DPS.....	18
<b>3 MATERIÁLY DPS</b> .....	<b>19</b>
3.1 ANORGANICKÉ MATERIÁLY PRO VÝROBU DPS .....	19
3.2 ORGANICKÉ MATERIÁLY PRO VÝROBU DPS .....	19
3.2.1 Neohebné základní materiály .....	20
3.2.2 Ohebné základní materiály.....	21
<b>4 RECYKLACE</b> .....	<b>22</b>
4.1 RECYKLAČNÍ TECHNOLOGIE.....	22
4.2 OMEZENÍ RECYKLACE .....	24
4.2.1 Technická a materiálová omezení.....	24
4.2.2 Technologická omezení .....	24
4.2.3 Ekonomická omezení .....	25
4.3 POLYMERNÍ ODPAD .....	25
4.4 POLYKOMPONENTNÍ ODPAD .....	26
4.4.1 Autovraky.....	26
4.4.2 Baterie .....	27
4.4.3 Elektrošrot .....	29
4.5 DRCENÍ A MLETÍ POLYMERNÍHO ODPADU .....	31
4.5.1 Stroje pro drcení a mletí.....	32
<b>5 DRCENÍ DESEK PLOŠNÝCH SPOJŮ</b> .....	<b>37</b>
5.1 DESKY BEZ KOMPONENT .....	37
5.2 DESKY S KOMPONENTY .....	37
<b>6 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI BAKALÁŘSKÉ PRÁCE</b> .....	<b>38</b>
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>39</b>
<b>7 CÍLE PRAKTICKÉ ČÁSTI BAKALÁŘSKÉ PRÁCE</b> .....	<b>40</b>
<b>8 ZÁKLADY KONSTRUOVÁNÍ</b> .....	<b>41</b>
<b>9 TECHNOLOGIE DRCENÍ A MLETÍ</b> .....	<b>43</b>
9.1 ÚČEL A VÝZNAM ZDROBŇOVÁNÍ .....	43
9.1.1 Stupeň zdrobňení.....	44
<b>10 SILOVÉ POMĚRY</b> .....	<b>47</b>



10.1	HYBNOST ROTUJÍCÍHO TĚLESA .....	47
10.2	KINETICKÁ ENERGIE ROTUJÍCÍHO TĚLESA.....	47
<b>11</b>	<b>LABORATORNÍ ŘETĚZOVÝ DRTIČ .....</b>	<b>48</b>
11.1	STOJAN DRTIČE .....	49
11.2	LOŽISKOVÉ POUZDRO .....	49
11.3	HŘÍDEL.....	50
11.4	DESKA PRO UKOTVENÍ LOŽISKOVÉHO POUZDRA.....	51
11.5	BUBEN DRTIČE .....	51
11.6	VÍKO BUBNU .....	52
11.7	DRŽÁK ŘETĚZU .....	53
11.8	KLADÍVKA A ŘETĚZ.....	54
11.9	MAGNETICKÁ SEPARACE MATERIÁLU .....	55
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>56</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>58</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>60</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>61</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>63</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>64</b>

## ÚVOD

Desky plošných spojů takové, jaké je známe dnes, neexistovaly od počátku elektroniky. Dříve se elektronické součástky propojovali pomocí propojovacích drátů, které měly oko, a maticí byly dotaženy na součástce. Postupem času s rozvojem materiálů jako je sklola-minát, různá plniva, a několik druhů výroby, se desky plošných spojů zminiaturizovali a byli speciálně navrženy pro prostředí, ve kterém pracovali. Od 50. let 20. století se již využívá leptání spojů na vodivou fólii nalepenou na základním materiálu. Desky plošných spojů jsou obsaženy skoro v každé elektronice. V době šířící se automatizace a zapracovávání počítačem řízených strojů do provozu, roste i počet vyřazených starších, nefunkčních nebo nevykonných zařízení, které tyto desky obsahují. Desky bývají z materiálů, již lze recyklovat několika způsoby. Dále obsahují prvky s jedovatým obsahem, např. rtutí, které se sbírají ve speciálních sběrnách.

Recyklace je důležitá z hlediska ekonomického, jelikož druhotné suroviny lze znovu zpracovávat. Dále z hlediska ochrany životního prostředí a zachování zdravého a čistého světa budoucím generacím.

V dnešní době se vynalézají stále dokonalejší přístroje, plodící stále méně škodlivých látek proudících do životního prostředí. Dobré životní prostředí je základem ke spokojenému životu fauny i flory na planetě Zemi.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 VÝROBA DESEK PLOŠNÝCH SPOJŮ

Desky plošných spojů (dále jen DPS), lze vyrábět několika způsoby. V dnešní době jsou nejpoužívanější tři postupy výroby: Subtraktivní, aditivní a semiaditivní.

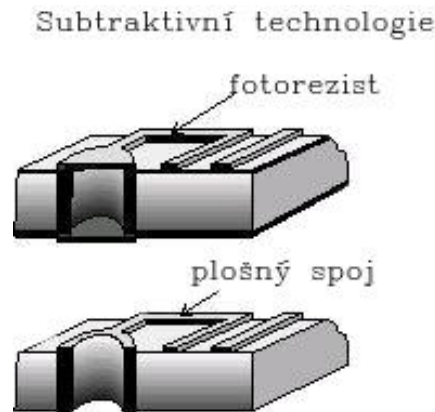


*Obr. 1 Příklad desky plošného spoje [14]*

### 1.1 Subtraktivní technologie výroby plošných spojů

Subtraktivní technologie je nejnámější pro ty, co si kdy pokusili zhotovit po domácku plošný spoj. Jedná se o leptání základního materiálu s měděnou fólií, tedy o standardní postup, který se vyznačuje především nízkou výrobní cenou. Subtraktivní technologie můžeme rozdělit do dvou základních druhů:

- Pattern plating – jako základní materiál se používá Sn, Au, Sn/Pb
- Panel plating – vodivé cesty a otvory jsou překryty fotorezistorem (chrání před vyleptáním). [5]



Obr. 2 Subtraktivní technologie výroby [13]

## 1.2 Semiaditivní technologie výroby plošných spojů

Touto metodou je možné vyrábět jednostranné, dvoustranné i vícevrstvé desky plošných spojů. V České republice semiaditivní metodu používá zhruba 15 výrobců plošných spojů. Základní postup si ukážeme na dvoustranné desce s prokovenými otvory, nepájivou maskou a servisním potiskem. Návrhář při návrhu plošných spojů musí uvažovat tak, aby jeho návrh byl vyrobitelný (DFM = Design For Manufacturing).[5]

Vůbec prvním krokem je **zadání výroby** (dodání výrobních podkladů). Dalším krokem je **technologický rozbor zakázky a úprava technologických dat**. [5]

Následuje **vykreslení filmových matic**, případně vytvoření výrobních kopií. Filmové matrice se vykreslují **na fotoplotru**. Jedná se o zařízení, které pomocí laseru vykreslí požadovaný motiv na fotocitlivou fólii, která se vyznačuje vysokou rozměrovou stálostí (0,1 až 0,3 mm na 1 metr délky při změně teploty o 25 K). Tloušťka filmu je 0,18 mm. Motiv je vykreslován s přesností 1-10 $\mu$ m. Matrice se používají ve výrobě pouze v případě kusové výroby (do 10ks). Při větších sériích se používají výrobní kopie, které se vytvářejí osvitom z matic na fotocitlivý materiál (diazokopie).[4]

V tomto okamžiku je vše připraveno k započetí přímých prací na výrobě plošného spoje. Prvním krokem je **formátování základního materiálu**. Základní materiál pro semiaditivní postup je nosná deska, plátovaná z obou stran vodivou fólií mědi. Formátování spočívá v nastřižení desky na určitý rozměr, vyvrtání montážních otvorů pro uchycení desky při některých výrobních operacích a obroušení hran po ostříhu.[5]

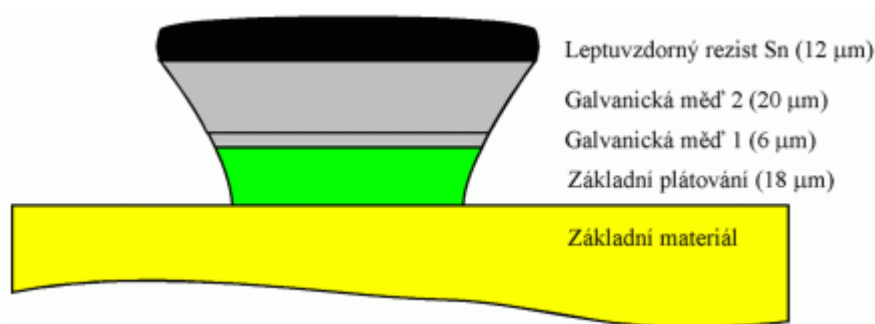
- Nosná deska může být vytvořena z tvrzeného papíru, teflonu, kaptonu, polyimidu, invaru na hliníkové desce atd. Standardně se používá tloušťka desky 1,5 mm.
- Měděná folie může mít tloušťku 18,35,70 případně 105 $\mu\text{m}$ . [5]

Po formátování nastupuje **vrtání** na souřadnicové vrtačce, vyčištění otvorů a odstranění otřepů po vrtání. U vyvrtané desky je nutné kartáčováním začistit otřepy děr, a dále z povrchu mědi odstranit piliny a mastnoty. Deska se tak připravuje k prokovení otvorů, které je nejchoulostivější operací výrobního postupu. [5]

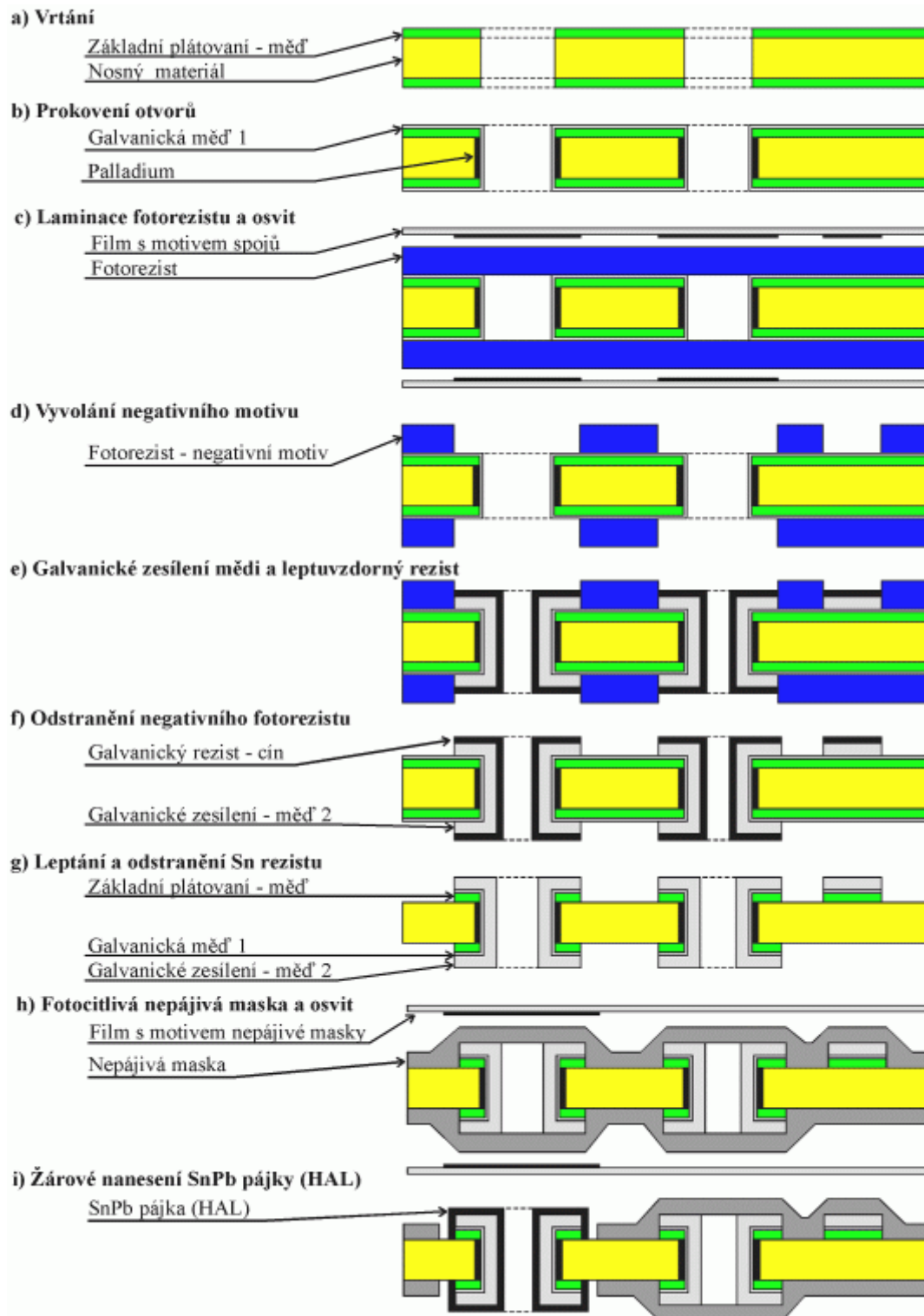
**Prokovení otvorů** se v současné době provádí metodou přímého prokovu. [4]

Dalším krokem je **laminace fotorezistu, osvit motivu a vyvolání negativního motivu**. Ve velkosériové výrobě se používají tekuté rezisty. Proveďte se osvit pomocí 5 kW výbojky. Tato operace je citlivá na čistotu prostředí, proto se musí provádět v čistých prostorách. [5]

Na místech odkrytých fotorezistem se provede **galvanické zesílení mědi** a nanese se leptuvzdorný rezist. Tloušťka galvanického zesílení mědi je typicky 20  $\mu\text{m}$ . Jako leptuvzdorný rezist se používá 12  $\mu\text{m}$  silná vrstva cínu a nanáší se opět galvanicky. Poté se **odstraní fotorezist** a deska je připravena pro leptání. [5]



Obr. 3 Reálný profil leptaného spoje [5]

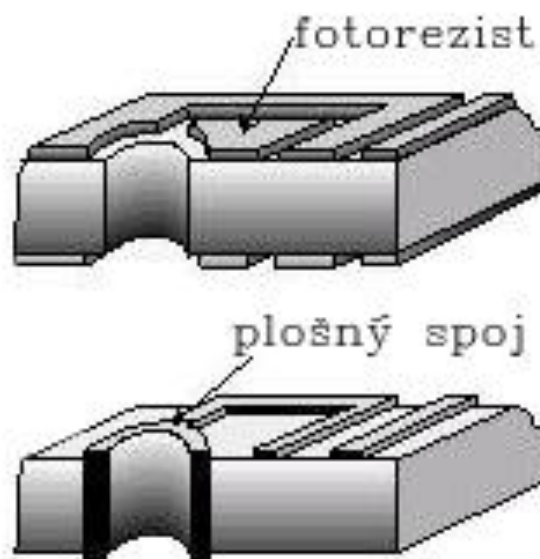


Obr. 4 Semiaditivní technologie výroby dvoustraných plošných spojů [5]

### 1.3 Aditivní technologie výroby

Zde úplně odpadá leptání a problémy s tím spojené (podleptání, zkratky způsobené oddělenými převisy, zpracování odpadu z leptání). Měď, případně další kovové povlaky se nanášejí chemicky. Výchozí materiál není tepelně zpracován s měděnou fólií. Tím nedochází při výrobě desek k uvolňování vnitřního pnutí, které je příčinou prohnutí a zkroucení desek. [8]

Aditivní tech.



Obr. 5 Aditivní technologie výroby [13]



## 2 ROZDĚLENÍ DPS

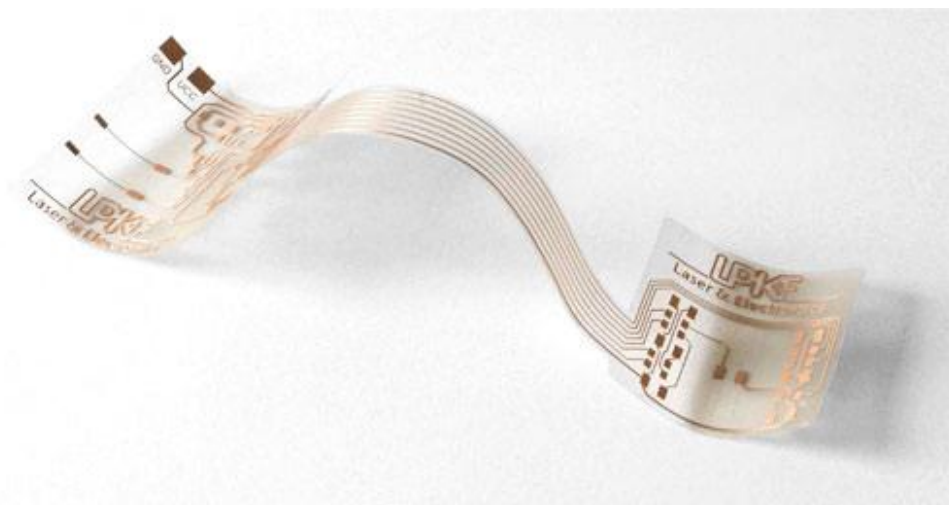
Od počátků elektroniky, se vyvíjely elektronické součástky a jejich propojování. Postupem času se zmenšovaly, přestalo se používat spojování dráty a postupně se přecházelo k pájení součástek na desky plošných spojů. Kvůli svému využití v různých odvětvích a různých zařízeních, nebylo možné všude používat stejný typy desek. Rozdělují se dle konstrukčního hlediska na ohebné, neohebné, kombinované a speciální.

### 2.1 Ohebné DPS

Ohebné spoje představují pole vodičů uspořádaných na tenkém dielektrickém filmu. Nabízí se tak jedinečná možnost k vytvoření prostorových obvodů, či víceplošných konfigurací. Ohebné plošné spoje jsou nejtenčí technologií pro propojování, jsou hojně využívány v automobilovém průmyslu.[6]

Tyto spoje jsou navrženy tak, aby byly schopné spolehlivě snést miliony ohybů bez poruchy a aby se vešly do míst, kam nelze umístit jiné spoje. Při srovnání těchto spojů s tradiční kabeláží jako montážního prostředku a při zhodnocení různých aspektů, lze objevit mnohé výhody, ale i nevýhody oproti tradičnímu propojování.[6]

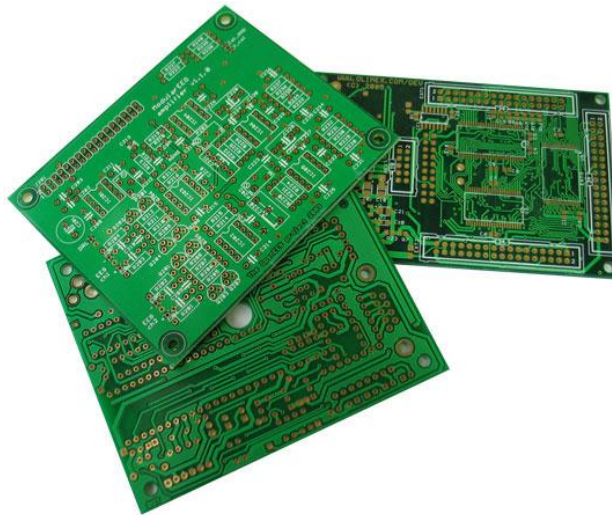
Jako výhody lze uvést úsporu hmotnosti a místa, snadnější servis a instalaci, vyloučení konektorů, snadné dodržení požadované impedance, vysokou spolehlivost a úsporu nákladů. [6]



Obr. 6 Ohebná deska plošného spoje [18]

## 2.2 Neohebné DPS

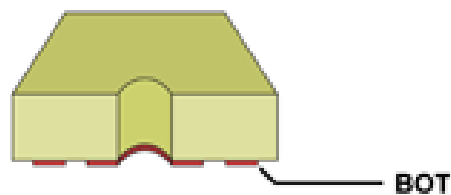
Tento typ desek plošných spojů lze základním rozdělením rozdělit na DPS s nosnou deskou a s omezovacím jádrem, dále na jednovrstvé, dvouvrstvé a vícevrstvé.



Obr. 7 Neohebné desky plošných spojů [22]

### 2.2.1 Jednovrstvé DPS

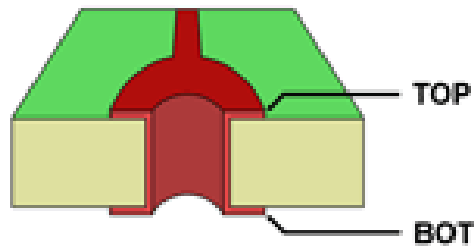
Jednovrstvé desky plošných spojů mají pouze jednu vodivou vrstvu, obvykle nemívají prokovené otvory. Vhodné jsou pro jednodušší aplikace. [7]



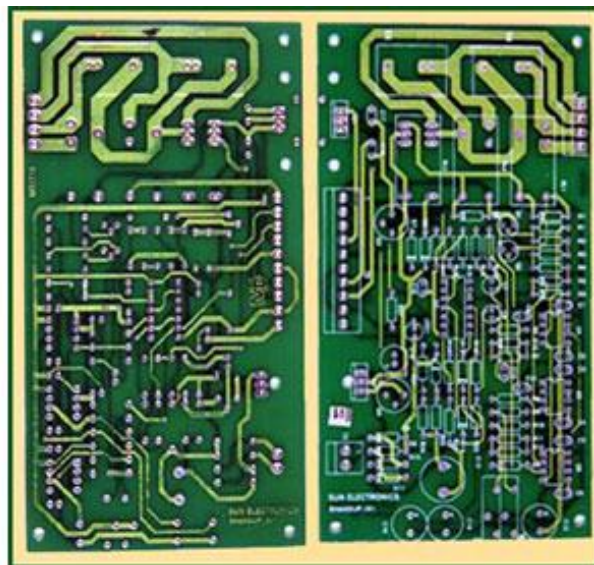
Obr. 8 Řez jednovrstvou DPS [17]

### 2.2.2 Dvouvrstvé DPS

Dvouvrstvé desky plošných spojů mají dvě vrstvy vodivého materiálu, většinou se značí TOP a BOTTOM. Jednotlivé vodivé vrstvy se spojují pomocí prokůvů, díky tomu lze výrazně zvýšit složitost elektronického zařízení. [7]



Obr. 9 Řez dvouvrstvou DPS [17]



Obr. 10 Příklad dvouvrstvé DPS [16]

### 3 MATERIÁLY DPS

Základní materiály slouží k montáži elektronických prvků a součástek, na výrobu vodivých cest. Základní rozdělení je na anorganické a organické, nebo jejich kombinace.

#### 3.1 Anorganické materiály pro výrobu DPS

Anorganické materiály (substráty) jsou elektroizolační keramické materiály, které ve srovnání s organickými mají mnohé přednosti jako např. velmi dobrou elektrickou vodivost, dobrou chemickou odolnost nebo malou teplotní roztažnost. Naproti tomu však mají vyšší pořizovací cenu, větší hmotnost, křehkost a některé keramiky jsou dokonce toxické. [3]

Patří sem:

- Korundová keramika
- Kovové jádro
- Křemík

#### 3.2 Organické materiály pro výrobu DPS

Organické materiály můžeme z hlediska tuhosti dělit na ohebné a neohebné. U neohebných materiálů jsou jako pojivo používány reaktoplasty, což jsou vysoce zesíťované polymerní řetězce. Naproti tomu ohebné materiály používají jako pojivo termoplasty, které na rozdíl od reaktoplastů mají dlouhé lineární molekuly bez mezimolekulárních vazeb, čímž je dosažena pružnost a odolnost vůči ohybovému namáhání. [3]

Rozdělení:

- Ohebné – bez výztuže
- Ohebné – s výztuží
- Kombinované
- Neohebné – Skleněná rohož, Tvrzený papír
- Vlákna – Křemenná, Uhlíková, Aramidová. [3]

Volba **výstužného materiálu** má zásadní vliv na konečnou celkovou funkci desky plošného spoje. Mechanické vlastnosti (pevnost v tahu,...), elektrická vodivost, chemická odolnost, tepelná odolnost a rozměrová stálost musí vyhovovat podmínkám prostředí, ve kterých bude deska používána, musí být dobře a ekonomicky vyrobitelná a spolehlivá.[3]

Jako výstužný materiál se nejčastěji používají křemenné, aramidové nebo uhlíkové vlákno, skleněná rohož, tvrzený papír. [3]

**Pojivo** zvyšuje odolnost výstuže, dodává chemickou odolnost a odolnost vůči vnějším vlivům, zejména mechanickým. Pojivo je vyrobeno na polymerní bázi. Ohebné desky využívají vlastností termoplastů, neohebné desky reaktoplastů. Pojivo by nemělo být elektricky vodivé, mělo by mít dobrou rozměrovou stálost a chemickou odolnost. [3]

Termoplasty:

- Polyimid (PI)
- Polyetyléntereftalát (PET)
- Polyetylénaftalát (PEN)
- Polytetrafluoretylen (PTFE). [3]

Reaktoplasty:

- Fenolformaldehydové pryskyřice
- Epoxidové pryskyřice
- Polyimidové pryskyřice. [3]

### 3.2.1 Neohebné základní materiály

#### Polyimidové pryskyřice

Tento výstužný materiál vydrží teploty nad 200°C, má teplotu skelného přechodu  $T_g = 260^\circ\text{C}$ , do 150 °C si udržuje stejné mechanické vlastnosti. Jako výstužný materiál se nejčastěji používá skleněná tkanina, aramidové vlákno. [3]

### **Epoxidové pryskyřice**

Do těchto pryskyřic se přidávají látky (aditiva), které ovlivňují jejich vlastnosti (teplotu  $T_g$ ,...). [3]

### **Fenolformaldehydové pryskyřice**

Nejčastěji využívaným výztužným materiálem je celulózový papír. Mezi ním a fenolformaldehydovou pryskyřicí dochází při vytvrzení k chemické reakci, vzniknou chemické vazby, kterými se materiál zesílí. Čím více je pryskyřice, tím je vyšší tvrdost materiálu. Obvykle se dává 35 – 60%. Používá se nejčastěji na jednovrstvé desky plošných spojů. Mají horší mechanické vlastnosti, jsou navlhavé a tím se zhoršuje schopnost elektricky izolačních vlastností. [3]

## **3.2.2 Ohebné základní materiály**

### **Polyimid (PI)**

Materiál je tvořen polyimidovou fólií, ovrstvenou reaktoplastickým adhezivem. Výhodou je široké spektrum využití, nevýhodou je navlhavost. [3]

### **Polyetylentereftalát (PET)**

Základní materiál na bázi PET fólie ovrstvené polyesterem, s nalaminovanou měděnou fólií. Používá se pro dotykové displeje, membránové spínače. [3]

### **Polyetylénnaftalát (PEN)**

Základní materiál na bázi PEN fólie, ovrstvené polyesterem, laminované měděnou fólií. Používá se pro membránové spínače a dotykové displeje. [3]

### **Polytetrafluoretylen (PTFE)**

Výstužným materiálem je skelné vlákno nebo tkanina. Má skvělé elektrické i izolační vlastnosti, malou navlhavost, vysokou odolnost proti vysokým teplotám. [3]

## 4 RECYKLACE

Neustále se zvyšující počet obyvatel naší planety, technologický vývoj a hospodářský růst, s cílem zabezpečit vyšší životní úroveň, má za následek stále se zvyšující počet odpadů. Cílem recyklace je odpad přetvořit na druhotnou surovinu obnovitelných, či neobnovitelných zdrojů. Pomocí recyklace se lidstvo snaží snížit znečištění životního prostředí, snížit výrobní ceny výrobků přidáním druhotné suroviny do primární. Dalším cílem je uspokojování základních lidských potřeb, zachování dobré životní úrovně i pro další generace, a přitom nenarušit přirozený ekosystém přírody.

V členských státech Evropské Unie se každoročně vyprodukuje téměř 2 miliardy tun odpadů, včetně těch zvláště nebezpečných, a toto číslo neustále roste. Ukládání odpadů není přijatelným řešením a jejich současný způsob likvidace nevyhovuje, protože vytváří emise a vysoce koncentrované a znečišťující zbytky. [9]

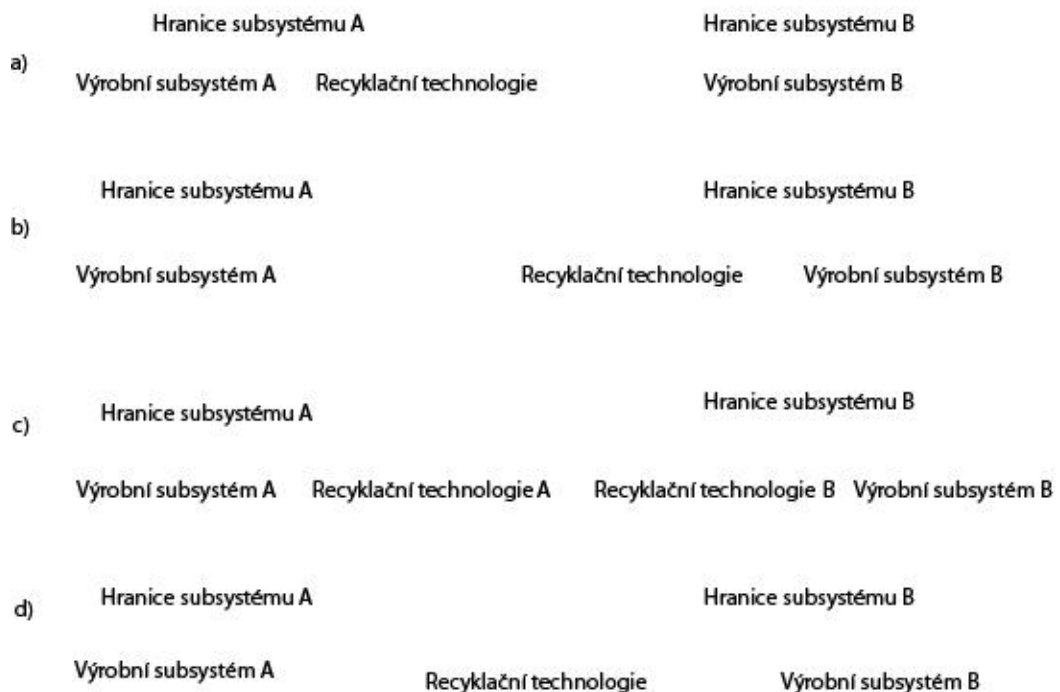
### 4.1 Recyklační technologie

Při analýze strategií vedoucích k redukci negativního účinku výrobních procesů na životní prostředí je evidentní, že primární variantou aplikace je **prevence vzniku odpadu**. Prevenci lze realizovat např. formou implementace metody čistší produkce, jejímž výsledkem je mimo jiné také zavádění maloodpadových technologií, dále ekodesignu, uplatňování výsledků metodiky životního cyklu výrobku (LCA) aj. Nicméně, žádná technologie není absolutně bezodpadová, a tudíž při každé produkci vzniká odpad, jež je možno dále využívat cestou rozvoje a zavádění recyklačních technologií. [1]

Recyklační technologie je souborem na sebe navazujících procesů a technologických operací, jejímž **cílem je přeměna odpadu na druhotnou surovinu**. [1]

Hranice subsystému recyklační technologie a jeho příslušnost k výrobnímu subsystému je nezbytné dobře vymezit, protože na tom do značné míry závisí i cena druhotné suroviny, optimální umístění recyklačního zařízení v regionu aj. V podstatě mohou nastat následující základní případy:

- A) Recyklační technologie je subsystém náležící do subsystému výrobního, tedy subsystému, ve kterém odpad vzniká. Odpad recykluje jeho producent.
- B) Recyklační technologie je subsystém náležící do subsystému výrobního, který odpad používá. Recyklaci provede odběratel – zpracovatel.
- C) Recyklační technologie se skládá ze dvou částí, každá náleží jinému výrobnímu subsystému. Recyklaci částečně provede producent, dokončí jí odběratel. Tento způsob je kombinací výše uvedených možností.
- D) Recyklační technologie je samostatným výrobním systémem. Subjekt odkoupí odpad od producenta, přetvoří jej na druhotnou surovinu na své náklady a na svém zařízení. Recyklovanou surovinu dále prodá odběrateli.[1]



Obr. 11 Možnost zařazení recyklační technologie ve výrobním procesu [1]



## 4.2 Omezení recyklace

Intenzivnějšímu uplatnění recyklačních technologií v technické praxi brání řada omezení. V následujícím budou diskutovány a vymezeny základní problémy, které limitují zhodnocení odpadů na zdroje druhotných surovin a energie. [1]

### 4.2.1 Technická a materiálová omezení

Tyto omezení vycházejí ze zákona o zachování hmoty a energie. Podle tohoto zákona není možné suroviny stoprocentně recyklovat, protože pokaždé vzniknou energetické ztráty ve formě tepelné energie či odpadní. Absolutní nemůže být ani oběh druhotného materiálu, při zpracování se vždy musí přidat alespoň část primární suroviny (poměr závisí na druhu materiálu, na druhu zpracování atd.). Omezený je také počet recyklačních stupňů (kromě skla a kovů), dále separace a koncentrace odpadů, to znamená, že shromažďování, třídění a skladování odpadů musí být pouze na takové úrovni, aby se dalo technicky zvládnout, a aby neovlivňovali negativně vlastnosti výsledného produktu.

Již při projektování a konstrukci je třeba počítat s budoucí recyklací. Tím je myšlena vhodná volba materiálu, možnost demontáže na jednotlivé materiály po ukončení životnosti.[1]

### 4.2.2 Technologická omezení

Technologická omezení v praxi znamenají, že můžeme realizovat procesy recyklace s existujícími zařízeními, a současnými poznatky o zpracování. V mnoha zemích patří k nejznámějším příčinám omezené recyklace nedostatek sběrných, zpracovatelských a úpravárenských kapacit, špatné technologie a špatné zpracování odpadu na druhotnou surovinu. Díky tomu se zařízení a poznatky o recyklaci neustále vyvíjejí, stroje na recyklaci jsou účinnější a vyprodukují méně škodlivin než dříve. Jednotlivé země přispívají na vědecký a technologický vývoj stále většími finančními prostředky.[1]

### 4.2.3 Ekonomická omezení

Ekonomie podniků hraje klíčovou roli. Vysoké investice do zavádění recyklačních technologií, nákupu zařízení, místa pro skladování atd., nemalé částky jsou investovány do vývoje. Přeprava, skladování, sběra také ovlivňují ekonomiku. [1]

## 4.3 Polymerní odpad

Lze klasifikovat do dvou základních kategorií, a to na odpad technologický, který je výsledkem vnitropodnikových technologických operací (zmetky, přetoky, odřezky, obrusy apod.) a odpad, který vzniká po ukončení životnosti nejrůznějších produktů, tzv. amortizační odpad. Zpětné materiálové využití technologického odpadu ve formě přídatku k původní surovině nečiní obvykle vážnější problémy, zatímco v případě amortizačního odpadu je situace podstatně složitější. Amortizační odpad bývá silně znečištěn, mnohdy není známo ani jeho složení a nezřídka se vyskytuje v podobě materiálově polykomponentních směsí nebo v podobě kompozitů. Zdrojem jsou především obaly, dále nábytkářský průmysl, vyřazená elektrotechnika a elektronika, stavebnictví, automobilový průmysl apod. Největší objem až 60%, reprezentuje plastový odpad vyskytující se v komunálním odpadu, přičemž technologický odpad představuje pouze 22%. Zbytek, tj. 18%, tvoří průmyslový odpad polymerů z jednotlivých resortů, vyjma technologického. Pokud se týká materiálového složení, je v komunálním odpadu fakticky pět základních druhů polymerů, jak je patrné z tab. 1. [1]

Tab. 1 Zastoupení jednotlivých druhů polymerů v komunálním odpadu v % [1]

Polyethylen	Polystyren	Polyvinylchlorid	Polypropylen	Polyethylen-glykoltereftalát	Ostatní
59	12	9	6	6	8

## 4.4 Polykomponentní odpad

Jedná se o odpady, které se skládají z více různých druhů materiálů. Jejich recyklace je složitější. Materiály se musí od sebe odloučit, poté rozdělit a dále zpracovávat každý zvlášť. Jako polykomponentní (heterogenní) odpad můžeme považovat například autovraky, baterie, elektrošrot, kabely, kompozity a jiné.

### 4.4.1 Autovraky

Autovrakem se rozumí každé úplné či neúplné motorové vozidlo určené původně k provozu na pozemních komunikacích k přepravě osob, zvířat nebo věcí, které ztratilo své užité vlastnosti a stalo se odpadem. Autovraky patří ve vztahu k nakládání mezi vybrané druhy opadů, neboť množství a frekvence jejich výskytu se výrazně zvyšuje, silně zatěžují životní prostředí a zároveň představují významný zdroj druhotných surovin a energie. Proto musí být předány výhradně osobám, které jsou provozovateli zařízení k jejich využívání, odstranění, sběru nebo výkupu. [1]



*Obr. 13 Vrakoviště osobních automobilů [19]*



*Obr. 14 Autovraky osobních automobilů [19]*

Osobní automobily v průměru obsahují 75% kovů a 25% nekovových složek, jejichž podíl však postupně narůstá. Důvodem je snaha výrobce automobil odlehčit a šetřit deficitní a drahé neobnovitelné kovové surovinové zdroje. [1]

Vzhledem k množství autovraků je tento zdroj materiálů nepřehlédnutelný. V současnosti je v České republice registrováno kolem  $3,7 \cdot 10^6$  automobilů, přičemž ročně je jich z provozu vyřazováno přibližně  $1,55 \cdot 10^5$  kusů. [1]

#### 4.4.2 Baterie

Označované též jako primární články, jsou druhem odpadu, na něž se vztahuje analogická legislativní úprava jako na akumulátory. Recyklaci starých baterií komplikuje značné množství typů, ale i elektrochemických systémů, které jsou v oběhu. [1]

V zásadě existují dva přístupy při zpracování starých galvanických článků. První přístup spočívá v rozemletí baterií v kulových nebo tříštivých mlýnech bez ohledu na typ a druh, teda i obsah rtuti a kadmia. Vzniklá směs se posléze vytrídí na sítích a dalších pomocných separačních technologických zařízeních. Z finální směsi se nakonec chemickou a elektrochemickou cestou získávají kovové a nekovové suroviny. Zpracování baterií tímto způsobem ztěžuje zejména skutečnost, že odběratelé recyklovaných surovin mívají vysoké požadavky na jejich kvalitu, zejména z hlediska obsahu rtuti a kadmia. Např. zinek, aby se stal prodejným, musí mít čistotu vyšší než 99,6%. [1]

Druhý způsob vychází z důsledného roztrídění podle elektrochemického systému, typu, rozměru, výrobce a obsahu nebezpečných látek v baterii. Následuje individuální demontáž spojená se separací jednotlivých frakcí systému galvanických článků. Při zpracování se získává mimo jiné zinek čistoty 99,7%, uhlíkové tyčinky, burel ( $\text{MnO}_2$ ), lepenka, pocínovaná ocel, plasty aj. Takto lze recyklovat také knoflíkové baterie. Postup je sice náročnější na podíl ruční práce, avšak tento fakt se promítá do kvality výsledných produktů a do nižší energetické náročnosti provozu. [1]



*Obr. 15 Linka na recyklaci baterií [21]*



*Obr. 16 Třídění baterií podle typů [20]*

#### 4.4.3 Elektrošrot

Elektrošrot neboli **odpad z elektrických a elektronických zařízení** vzniká dnes vzhledem k bouřlivému rozvoji měřicí, strojní, přístrojové, výpočetní, spotřebitelské i zábavní techniky prakticky již v každém provozu všech průmyslových odvětví, v administrativě, obchodu, dopravě, bankovníctví, ve vojenství atd. V neposlední řadě je výsledkem života každé domácnosti, takže se stává neoddělitelnou a významnou částí komunálního odpadu. V České republice, ale i ve světě je převážná část elektrošrotu zatím deponována na skládky resp. v menší míře spalována, přestože diskutovaný odpad reprezentuje obrovský potenciál cenných, v řadě případů silně deficitních surovin. Vedle toho představuje značné riziko pro ekosystémy, protože obsahuje řadu ekotoxických a toxických látek (těžké kovy jako Pb, Cd, Hg, chrom v oxidačním stupni VI, polybromované bifenyly a difenyletery, freony aj.) Proto Evropská unie uvažuje o zavedení povinného zpětného odběru elektrošrotu a speciálních podmínek pro nakládání s ním včetně omezujících opatření při jeho výrobě. Přesná a jednoznačná definice elektrošrotu a vymezení skupin tohoto druhu odpadu je v odborné literatuře velmi volné. V relaci k navrhovaným směrnicím Evropské unie je za elektrošrot považován odpad ze zařízení, jejich správná funkce závisí na elektrickém proudu nebo elektromagnetickém poli s napětím nepřesahujícím 1000 V pro střídavý a 1500 V pro stejnosměrný proud. Spektrum odpadů je pak rozděleno do deseti základních kategorií:

- Velké domácí spotřebiče, mezi něž patří chladničky, ledničky, sporáky a další
- Malé domácí spotřebiče, jejichž příkladem jsou vysavače, žehličky, fény, toasty apod.
- Zařízení telekomunikační a zařízení informačních technologií (počítače, diáře atd.)
- Spotřebitelská zařízení jako jsou televizory, magnetofony, videa, hudební nástroje aj.
- Osvětlovací zařízení (zářivky, výbojky, žárovky)
- Elektrické a elektronické nástroje, zahrnující např. vrtačky, šicí stroje, kytary apod.
- Elektronické hračky
- Lékařské přístrojové systémy
- Automatické výdejní automaty a herní automaty

- Přístroje pro monitorování a regulaci, např. regulační ventily topení, detektory kouře a další. [1]

Složení elektrošrotu se liší podle druhu výrobku a je funkcí řady dalších faktorů, jimiž jsou např. typ, země původu, výrobce, stáří, ale i užitá metoda hodnocení. Průměrné materiálové zastoupení u vybraných výrobků je znázorněno v tab. 2, odkud je evidentní značný obsah recyklovatelných materiálových elementů. [1]

Tab. 2 Průměrný obsah materiálových komponent ve vybraných elektrických a elektronických výrobcích [1]

Výrobek	Železné kovy [%]	Neželezné kovy [%]	Plasty [%]	Sklo [%]	Elektro-tech. součástky [%]	Jiné [%]
Osobní počítač	32,0	18,0	23,0	15,0	12,0	-
Televizní přijímač	9,9	3,0	9,5	56,9	8,0	12,7
Zesilovač	62,2	20,7	1,6	-	15,5	-
Autorádio	52,0	8,3	6,9	-	31,0	1,8
Reproduktor	2,5	2,5	31,0	-	1,5	62,5
Sluchátka	23,8	23,8	42,9	-	7,1	2,4
Videorekordér, video	50,0	12,6	22,6	-	7,2	7,6
Telefonní přístroj	28,0	15,0	48,0	-	9,0	-
Sporák	77,9	0,9	1,0	7,3	4,9	8,0
Automatická pračka	67,3	2,9	7,0	1,1	14,3	7,5
Myčka nádobí	49,7	0,6	11,7	-	12,1	25,9
Elektrická kamna	16,6	9,5	47,9	-	20,8	5,2
Mikrovlnná trouba	71,3	7,8	3,8	7,0	6,7	3,4
Kávovar	7,4	6,0	61,6	16,2	7,9	0,9
Toaster	50,3	-	36,1	-	10,6	3,0
Fén	50,5	1,0	14,8	-	20,9	12,8
Elektrické hodiny	8,5	17,0	61,1	-	4,9	8,5
Žehlička	20,6	27,2	36,0	-	16,2	-
Holící stojek	6,1	9,1	39,4	-	45,4	-

Možnost jak zajistit dostatečnou úroveň recyklace je u většiny odpadů výhradně **dekompozice**. Tímto pojmem se označuje demontáž elektrických a elektronických jednotek na předem stanovené komodity tak, aby je bylo možno v následném postdekompozičním procesu využít v maximální míře. [1]

#### 4.5 Drcení a mletí polymerního odpadu

Používá se v případech, kdy textilní nebo polymerní odpad nelze zpracovat textilními technologiemi. V případech, kdy není možné, nebo není vhodné použít technologické operace, regranulace, případně depolymerace z důvodu znečištění odpadu, nerozebíratelné směsi různých materiálů, v nichž má každý jinou teplotu tání, nebo nelze materiál roztavit.

Používá se pro zpracování pneumatik, výrobků z kaučuku, vlákenné kompozity atd. [11]

- Pneumatiky – 45-48 % elastomer, 22% sazí, 15-25 % oceli, 0-5 % textilu, zbytek obsahuje ostatní chemikálie
- Kaučukové materiály – hadice, izolace atd.
- Vlákenné kompozity – pro použití v letectví, instalatérství atd.

#### Drcení

Jedná se mechanické působení různě tvarovaných kovových elementů na odpad, který je drcený stříhem a tlakem na menší kusy, drť. Obvykle se chladí a to ze dvou důvodů:

- Pokud drtím termoplastický polymer, nesmíme překročit teplotu tání tohoto polymeru, při mechanickém namáhání se hmota zahřívá
- Pokud snížíme teplotu polymeru pod bod skelného přechodu, polymer zkřehne.

Chlazení kapalným dusíkem nám umožňuje volbu teploty pro drcení pryže. Bod varu kap. dusíku je  $-195,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Chladicí schopnost dusíku vyplívá z hodnoty jeho výparného tepla a z množství tepla, jenž je potřebné pro zahřátí nad teplotu bodu varu. Na 1 kg pryžové drti se obvykle spotřebuje 0,3 – 1 kg kap. dusíku. [11]

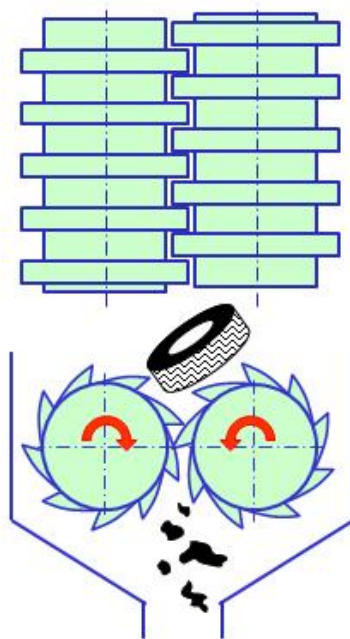
Chlazení vzduchem je méně účinné než chlazení kapalným dusíkem. Vzduch můžeme zahřát pouze na teplotu  $-130\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Je však podstatně levnější.[11]



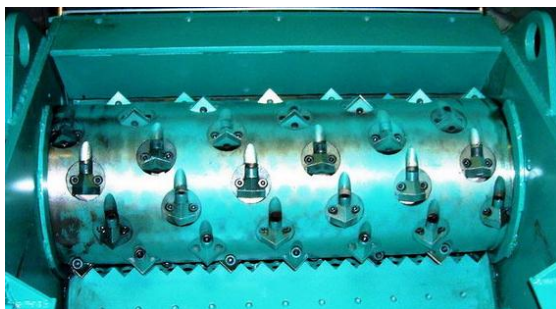
#### 4.5.1 Stroje pro drcení a mletí

Obvykle jednohřídelové nebo dvouhřídelové drtiče stříhají a drtí materiál pomocí segmentů na hřídelích, které se pomalu otáčejí proti sobě. Výstupem z drtiče jsou proužky nebo kousky odpadu, jejichž velikost závisí na charakteru vstupního odpadu a na šíři segmentů. Dvouhřídelové drtiče jsou vhodné na drcení různých druhů odpadů, jako jsou plasty, karton, dřevo, laminát, pneumatiky, apod. V případě potřeby mohou být drtiče vybaveny přítlačným zařízením, které zajišťuje natlačení objemného odpadu mezi drtící segmenty. Je možné chladit segmenty postřikem vody. [11]

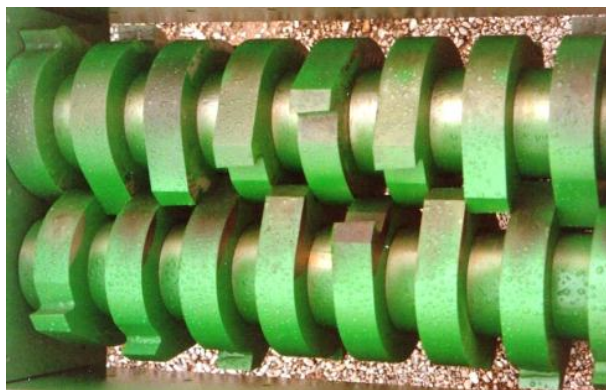
Používají se pro hrubé drcení velkých kusů odpadu na menší části cca desítky milimetru velké. Často jsou tyto stroje využívány také jako první stroj v různých linkách na zpracování odpadu – pro předdrcení odpadu před jeho drcením nebo mletím najemno. [11]



Obr. 17 Princip drcení [11]



Obr. 18 Drtič pro všechny materiály [11]



*Obr. 19 Drtič pro drcení pneumatik [11]*



*Obr. 20 Jednotlivý drtič [11]*



*Obr. 21 Linka pro drcení [11]*

### Bubnový drtič

Používá se pro drcení odpadu z nesusoudých surovin jako je např. odpad z výroby izolačních desek, elektrošrot, elektromotorky, aj., kde jednou surovinou je kov a další surovinou je plast, je vhodné použít drtiče, který suroviny oddělí a připraví je pro následné zpracování. [11]



Obr. 22 Řetězy v bubnovém drtiči [11]



Obr. 23 Otevřený bubnový drtič [23]

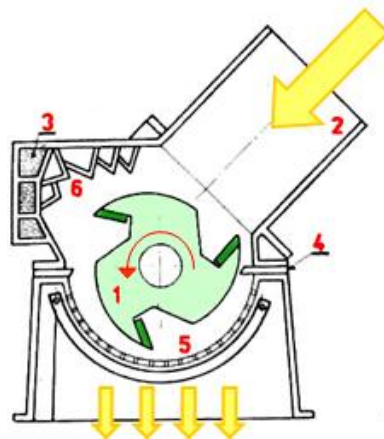
## Mlýny

Mlýny jsou určeny pro jemné rozdrčení odpadu na částice velké 0,5 – 0,1mm. Mletí je prováděno buď konvenční bez chlazení, nebo s chlazením. Chlazení je prováděno vodou, nebo kryogenně pomocí kapalného dusíku. [11]

- Nožové
  - s dutým rotorem
  - s plným rotorem
- Kladivové
- Kuželové
- Šnekové
- Hydraulické protlačování. [11]

### Nožové mlýny

Jsou určeny pro textilní a pryžový odpad s menší tvrdostí. Při mletí dochází zejména k působení stříhových sil. Namletá drť propadává sítem, jehož hustotou je dána velikost částic. Pro další zpracování je transportována buď dopravníkem, nebo pneumaticky. [11]



Popis:

1. Rotor s noži
2. Násypka na předrcený odpad
3. Chlazení
4. Statický protinůž
5. Síto

Obr. 24 Popis nožového mlýnu [11]



Obr. 25 Nůž [11]

### Kladivové mlýny

Jsou určeny pro křehký tvrdý materiál. Při mletí je využívána hybnost nožů ve tvaru kladiva, které jsou výkyvně uloženy na rotoru. [11]



Obr. 26 Kladivový mlýn [24]

### Kuželové mlýny

Jsou určeny zejména pro pryžový odpad spojený s odpadem textilním, například na pneumatiky. Pryžový odpad je odírán kuželovým statorem a rotorem a oddělován od textilní části. [11]

Oddělování probíhá třemi způsoby:

- Kombinace vibračních sít a odsávání vláken
- Elektrostatické oddělování
- Fluidní splav na základě rozdílných měrných hmotností pryže a vláken.[11]



Obr. 27 Kuželový mlýn [25]

## 5 DRCENÍ DESEK PLOŠNÝCH SPOJŮ

V řetězovém bubnovém drtiči je možné drtit desky plošných spojů jak celé, neořezané, nijak upravené, ale také i desky s předem oříznutými elektrokomponenty. Součástky mohou obsahovat jedovaté, nebo vzácné látky, které se recyklují zvláštními způsoby.

### 5.1 Desky bez komponent

Jde o desky plošných spojů, které byly před drcením upraveny tak, že z nich byly odstraněny součástky, což znamená, že ve výsledku nebude v drti tolik různých materiálů. Komponenty se dají oddělit několika způsoby. Jedním ze způsobů je odštípání. To je z hlediska času náročné, na desce zůstávají různě dlouhé nožičky a zbytky součástek. Jinou možností je seříznutí komponent na tzv. dělicím stroji. Deska se na něm upne do přípravků, a nožem se oddělí součástky na celé ploše desky. Tento řezací stroj již byl konstruován, v bakalářské práci bc. Michala Malučkého [10].

### 5.2 Desky s komponenty

Při drcení neupravených desek se součástkami, bude výsledná drť obsahovat více materiálů. Pro další zpracování je tedy nutné tyto materiály od sebe oddělit.

## 6 SHRNU TÍ TEORETICKÉ ČÁSTI BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

V teoretické části bakalářské práce jsou popsány postupy výroby desek plošných spojů, subtraktivní technologií, semiaditivní technologií a aditivní technologií. Základní rozdělení desek plošných spojů na ohebné a neohebné. Materiály pro jejich výrobu, anorganické i organické, a typy desek, se kterými se můžeme v praxi setkat.

V dalším kroku jsou uvedeny základní poznatky týkající se recyklace. Její omezení, základy pro třídění odpadu, rozdělení odpadů podle jejich složení. V následujícím úseku byly popsány některé stroje na recyklaci polymerního odpadu. Zmíněno bylo několik druhů drtičů a mlýnů sloužících k recyklaci, a jejich stručná charakteristika.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**



## 7 CÍLE PRAKTICKÉ ČÁSTI BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem v praktické části je stanovení silových poměru na zařízení. Tedy energie, se kterou budou rotovat kladívka na koncích řetězu uvnitř bubnu drtiče.

V další části je zpracován konstrukční návrh laboratorního řetězového drtiče. Drtič je řešen jako svislý, bubnový. Pohon obstarává elektromotor s výkonem 1,1 kW a cca 3000 otáčkami za minutu. 3D model a výkresová dokumentace jsou vytvořeny v programu Catia V5R18 a programu AutoCAD.

## 8 ZÁKLADY KONSTRUOVÁNÍ

Konstruování součásti, stroje, zařízení znamená určení jeho tvaru, rozměrů a silových veličin. Navržený výrobek musí být funkční, bezpečný, spolehlivý, konkurenceschopný, použitelný, vyrobitelný a prodejný. Tyto vlastnosti je možno vymezit následujícím způsobem:

- *Funkčnost*: výrobek musí být způsobilý plnit stanovené potřeby a očekávání zákazníka
- *Bezpečnost*: výrobek musí být při plnění požadovaných funkcí ve stavu, ve kterém je riziko ohrožení zdraví, života osob, životního prostředí nebo poškození majetku omezeno na přijatelnou úroveň. Riziko vzniku nebezpečných situací je třeba snížit vhodnou konstrukční úpravou, ochranným krytem, výstražným zařízením nebo bezpečnostními předpisy.
- *Spolehlivost*: (spolehlivost v užším smyslu) je souhrnný termín pro popis pohotovosti a činitelů, které ji ovlivňují: bezporuchovost, udržitelnost a zajištění údržby.
- *Pohotovost*: výrobek je schopen plnit požadovanou funkci v daných podmínkách, v daném časovém okamžiku nebo intervalu, za předpokladu, že jsou zajištěny požadované vnější podmínky.
- *Bezporuchovost*: výrobek je schopen plnit nepřetržitě požadovanou funkci v daných podmínkách a v daném časovém období. Jedním z ukazatelů bezporuchovosti je pravděpodobnost bezporuchového provozu.
- *Životnost*: výrobek je schopen plnit požadovanou funkci v daných podmínkách používání a údržby do mezního stavu, který lze charakterizovat ukončením užitečného života, nevhodností z důvodů ekonomických, technických nebo jinými závažnými faktory.
- *Konkurenceschopnost*: výrobek je schopen se úspěšně uplatnit v tržním prostředí.
- *Použitelnost*: výrobek je snadno ovladatelný, přizpůsobený stavbě lidského těla, jeho silovým schopnostem, výkonnosti a velikosti.
- *Vyrobitelnost*: výrobek má „minimální“ počet částí, je schopný hromadné výroby v předepsaných tolerancích.

- *Prodejnost*: výrobek může být nakupován a je zajištěn servis pro provádění záručních i pozáručních oprav. [2]

## 9 TECHNOLOGIE DRCENÍ A MLETÍ

Tento proces je použitelný pro širokou škálu materiálů, jak homogenních, tak i heterogenních. Při drcení se materiál rozdrťí na menší části, ne však na prach, jak je tomu v mlýnech. Za homogenní materiál můžeme považovat takový materiál, který není složen z více prvků např. zmetkové plastové výrobky, měkkí nerosty. Jednoduše řečeno jde o stejnorodé složení materiálu. Za heterogenní materiál považujeme např. kovovou síť zatavenou v matici, desky plošných spojů obsahující elektrosoučástky, čili produkty složené z dvou a více prvků.

Drťící síla je vyvozena otáčením drťících elementů. V řetězovém drťiči jsou tím například kladívka připevněná vyměnitelně na koncích řetězu, otáčející se vysokou rychlostí a s vysokými otáčkami. Materiál se tak rázovou silou rozdrťí, taktéž po vymrštění a nárazu do žeber, nebo nárazem dvou částí materiálu o sebe. Odstředivá síla materiál suně ke stěněm bubny, kde se kladívka pohybují.

### 9.1 Účel a význam zdrobňování

Zdrobňování patří k nejdůležitějším technickým procesům v četných průmyslových odvětvích. Velký význam má drcení a mletí při těžbě a úpravě nerostných surovin. Procesy zdrobňování, drcení a mletí se od sebe principálně neliší. Mezi pojmy drcení a mletí nelze stanovit exaktně nějakou fyzikálně definovanou hranici. V praxi se vychází obvykle z velikosti zrn nebo částic v získávaném produktu. Projevují se však rozdílné požadavky a zvyklosti různých průmyslových oborů. Obvykle se za hranici mezi drcením a mletím považuje velikost zrn 1 mm. [12]

Drcení a mletí na úpravách slouží společně s tříděním jako přípravný proces. Většina nerostných surovin se upravuje rozduřováním. V těchto případech se mechanické zdrobňování zařazuje:

- před vlastním rozduřováním s cílem zmenšit vstupní velikost zrn tak, aby mohla projít technologickým zařízením a vyhovovala velikostí a zrnitostním složením další úpravě
- mezi jednotlivými rozduřovacími procesy, kdy účelem drcení a mletí je uvolnění vzájemně prorostlé užitkové a jalové složky, tj. **otevření zrna**, tak, aby je bylo

možno další úpravou vzájemně od sebe oddělit a dosáhnout tak zvýšení výnosu koncentráту,

- po rozdružování, kdy účelem drcení a mletí je úprava konečné velikosti produktů podle požadavků odběratelů. [12]

Některé nerostné suroviny se nerozdružují, ale pouze třídí např. výroba kameniva. V těchto případech se mechanické zdrobňování používá:

- před tříděním, kdy zmenšujeme kusy hornin tak, aby je bylo možno v následujících procesech zpracovat příslušnou technologií
- mezi jednotlivými operacemi třídění, kdy účelem zdrobňování je získat z hrubší zrnitostní třídy větší množství požadovaného, lépe prodejného, jemnozrného produktu. [12]

Dalším účelem drcení a mletí je získání produktů s velkým měrným povrchem. Měrný povrch podmiňuje fyzikálně chemické vlastnosti látek, zejména jejich reaktivnost a rozpustnost. Drcení a mletí umožňuje dobré promísení různých složek před jejich dalším zpracováním. Výsledkem zdrobňování je vedle zvýšení stupně disperzity také zvýšená sypná hustota, tekutost (schopnost téci), mísitelnost, schopnost vznosu, změna povrchové aktivity, optických vlastností, látkové a tepelné výměny, schopnosti vazby aj. [12]

Význam zdrobňovacího procesu roste s růstem objemu výroby a spotřeby kovů, kameniva, cementu, stavebních hmot, keramických výrobků a různých jiných drcených nebo rozemílaných hmot včetně zneškodňování a zpracování odpadů. Význam zdrobňovacího procesu je v různých průmyslových oborech velmi rozdílný. [12]

### 9.1.1 Stupeň zdrobnění

Stupeň zdrobnění je jednou z hlavních charakteristik drtičů a mlýnů. Stupeň drcení nebo stupeň mletí vyjadřuje poměr zrnitosti vstupního materiálu k zrnitosti produktu. Ke stanovení stupně zdrobnění tedy musíme charakterizovat materiál z hlediska jeho zrnitostního složení před zdrobňováním a po zdrobňování. Stupeň drcení je dán vztahem

$$s = \frac{D}{d} \quad (1)$$

kde

$D$  je průměr největších zrn v přívodu, [m]

$d$  je průměr největších zrn v produktu zdrobňování. [m]

[12]

U takto stanoveného stupně zdrobnění je v praxi obtížné určení největších zrn, případně stanovení rozměru zrna, který by měl odpovídat jeho průměru. Velikost kusů lze přesně definovat jenom u těles pravidelného tvaru. Pouze velikost koule je definována zcela jednoznačně jejím průměrem. Velikost zrn nepravidelného tvaru nelze exaktně definovat. V praxi se velikost zrn určuje obvykle pomocí sít. Nejběžnějším a nejpoužívanějším způsobem vyjádření zrnitostního složení materiálů, jsou křivky zrnitosti. Proto někteří autoři doporučují dosazovat do vzorce pro výpočet stupně zdrobnění velikost otvoru síta, kterým propadne  $t$  % zdrobňovaného materiálu nebo produktu zdrobňování. Stupeň zdrobňování určuje vztah:

$$s = \frac{D_t}{d_t} \quad (2)$$

kde

$D_t$  je velikost otvorů síta, kterým propadne  $t$  % zdrobňovaného materiálu, [m]

$d_t$  je velikost otvorů síta, kterým propadne  $t$  % produktu zdrobňování. [m]

[12]

Pro procesy drcení se používá hodnota  $t=80\%$  a pro mletí hodnota  $t=95\%$ . Velikost otvorů sít, kterými propadá 80 nebo 95 % materiálu nebyla vybrána náhodně. Praxe ukázala, že rozměry největších kusů, které představují jen malou část materiálu (ne více jak 20% pro produkty drcení a ne více jak 5% pro produkty mletí), necharakterizují jeho velikost. Velikost materiálu před a po zdrobnění je možno charakterizovat rovněž střední velikostí zrna. Střední velikost zrna se vypočte váženým průměrem hodnot udávajících střední hodnoty tříd z provedeného zrnitostního rozboru přívodu a produktu zdrobňování. Stupeň zdrobnění se vypočte jako poměr:

$$s = \frac{D_m}{d_m} \quad (3)$$

kde

$D_m$  je střední velikost zrna materiálu před zdrobněním, [m]

$d_m$  je střední velikost zrna materiálu po zdrobnění.[m]

[12]

Stupeň zdrobnění má v praxi velký význam. Velký stupeň drcení je výhodný, poněvadž umožňuje rozdrčení materiálu v jednom drtiči. Zpravidla ale není možno dosáhnout v jednom stroji zdrobnění materiálu na požadovanou velikost. Při malém stupni zdrobnění je třeba zařadit více drtičů. Stupeň drcení nebo mletí jednotlivých strojů lze zpravidla v určitých mezích měnit. Obvykle se však maximálního stupně zdrobnění nevyužívá, neboť při vyšším stupni drcení výkony zdrobňovacích strojů prudce klesají. [12]

## 10 SILOVÉ POMĚRY

Jedná se o výpočet velikosti energie rotujících kladívek, uvnitř bubny. Spočítaná energie je energie, kterou budou působit kladívka na drcený produkt. K tomuto výpočtu je třeba znát polohu těžiště kladívka, a jeho vzdálenost od osy rotace.

Hmotnost kladívka vypočítáme z jeho objemu, a hustoty materiálu (ocel 7850 kg/m<sup>3</sup>). Úhlová rychlost při 2845 ot/min je 297,7724 rad/s.

### 10.1 Hybnost rotujícího tělesa

Z hmotnosti kladívka, úhlové rychlosti a ramene od osy otáčení se získá hybnost  $J$  [ $kg \cdot m \cdot s^{-1}$ ].

$$J = m \cdot \omega^2 \cdot r = 0,1802 \cdot 297,7724^2 \cdot 0,0868 = 1387,161 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \quad (4)$$

Z výpočtu tedy známe hybnost rotujícího kladívka, jež je 1387,161.

### 10.2 Kinetická energie rotujícího tělesa

Dle vypočítané hybnosti a úhlové rychlosti, se zjistí energie rotujícího tělesa.

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot J \cdot \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot 1387,161 \cdot 297,7724^2 = 61,4986 \text{ MJ} \quad (5)$$

Kinetická energie rotujícího kladívka je 61,4986 MJ. Tato energie je pro drcení dostačující.



## 11 LABORATORNÍ ŘETĚZOVÝ DRTIČ

Při konstrukci laboratorního řetězového drtiče se vychází z požadavků na malé rozměry a kompaktnost (objem bubnu 1 litr), při výkonu elektromotoru 1 kW. Měl by sloužit pro drcení menších částic. Každá součást je navržena co nejjednodušeji, ale zároveň tak, aby vyhovovala všem požadavkům (snadná obsluha a vyměnitelnost součástí). Drtič je poháněn elektromotorem SIEMENS 1LA7083-2AA1 (1,1 kW), s přírubou IM B5, ve svislé poloze.



*Obr. 28 Laboratorní řetězový drtič*

## 11.1 Stojan drtiče

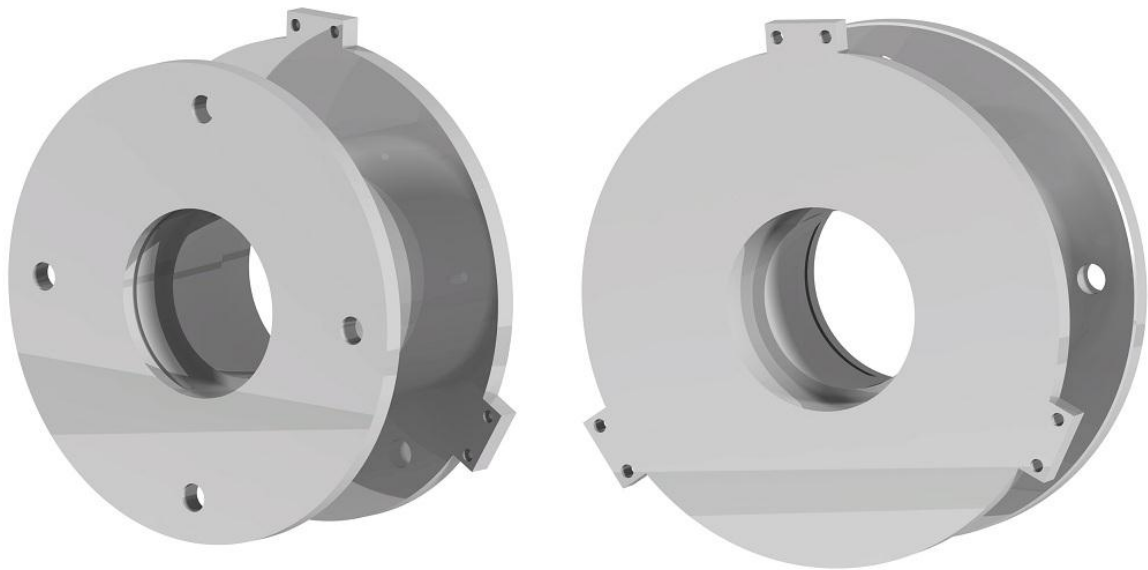
Stojan drtiče tvoří základní část sestavy. Skládá se ze dvou částí, z desky s vyvrtanými otvory pro přišroubování motoru, a z ocelových noh, které jsou k desce přivařeny. Nohy jsou vyrobeny z tyčí čtvercového průřezu. Zespod jsou v nich díry se závitem, pro přišroubování stavitelných nožiček. Nožičky zabráňují pohybu a klouzání drtiče po podložce. Umožňují drtič nastavit do vodorovné polohy v případě nerovného povrchu podložky. Stojan by měl poskytovat stabilitu celé sestavy. Byl konstruován s ohledem na přírubu elektromotoru a jeho snadné namontování.



*Obr. 29 Stojan drtiče*

## 11.2 Ložiskové pouzdro

Slouží pro uložení ložisek na hřídeli a v tomto náboji. Je navrženo jako rotační součást s navařenými výstupy, kterými je přišroubováno k bubnu drtiče. Na spodní části je součást sešroubována čtyřmi šrouby, které také ustavují motor a vzájemně souose. Uvnitř ložiskového pouzdra jsou osazení kvůli uložení ložisek. Na spodní straně navíc zápich pro vložení pojistného kroužku pro díru - fixace polohy ložiska. Použita jsou ložiska axiální kuličková s kosoúhlým stykem, které jsou schopné zachytit i radiální síly.



*Obr. 30 Ložiskové pouzdro*

### 11.3 Hřídel

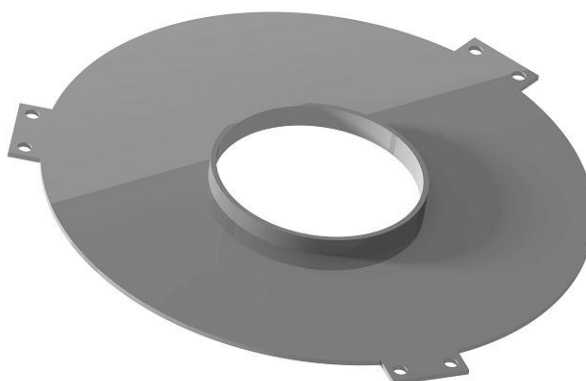
Hřídel jako rotační součást je vyrobena soustružením z oceli. Její dvě osazení s větším průměrem (50 mm) slouží k fixaci polohy ložisek, stejně tak jako zápichy pro pojistné kroužky pro hřídele. Hřídel má na spodním konci otvor s drážkou pro pero, ve kterém bude zasunut válcový hřídel motoru s perem pro přenos krouťícího momentu. Na horním konci hřídele je vybrání ve tvaru čtverce se zkosenými rohy, které slouží pro nasazení držáku řetězu a pro přenos krouťícího momentu. Dále je v tomto výrobku zhotovena díra se závitem.



*Obr. 31 Hřídel*

### 11.4 Deska pro ukotvení ložiskového pouzdra

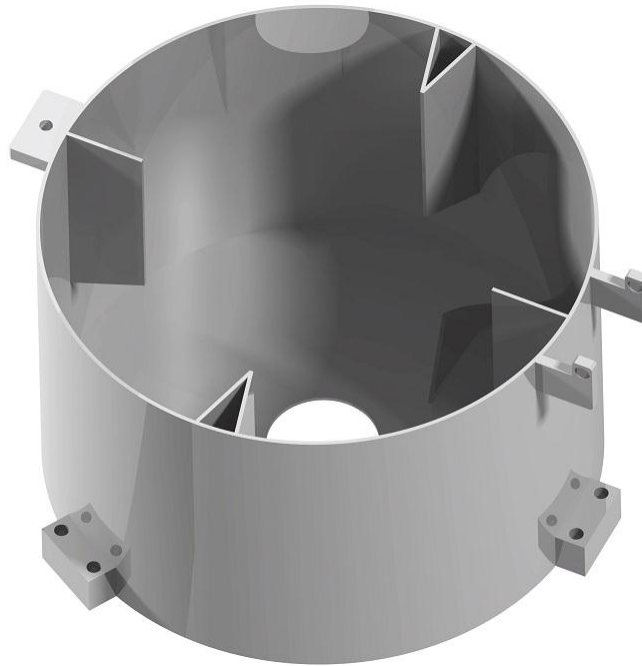
Tato deska svým tvarem kopíruje tvar dna bubnu drtiče. Proti pootočení je zajištěna tím, že skrze otvory budou procházet šrouby, kterými bude přišroubován buben a ložiskové pouzdro. Otvor umístěný doprostřed slouží k průchodu hřídele. Z jedné jeho strany je kruhový výstupek dlouhý tak, aby zajišťoval vnější kroužek ložiska proti vysunutí a fixoval tak tím jeho pozici v náboji.



*Obr. 32 Deska pro fixaci ložiska*

### 11.5 Buben drtiče

Buben je jednou z hlavních součástí drtiče. Uvnitř je realizováno drcení produktů a jeho vnitřek je tomu uzpůsoben. Objem bubnu je zhruba 1 litr, vnitřní průměr je 200 mm. Je spojen s ložiskovým pouzdem pomocí šroubů po obvodu bubnu, ty ho ustavují ve všech směrech. Uvnitř bubnu jsou na stěnách přivařena žebra. Ta zajišťují, že částice drceného produktu nebudou neustále létat po stěnách bubnu, ale po nárazu do žeber spadnou opět vlivem gravitační síly zpět do pracovního prostoru kladívek a řetězu. Dvě žebra jsou kolmá na stěnu bubnu, zbylá dvě žebra jsou svařena pod úhlem 15° a zpevněná. Tato žebra zajišťují stále nerovnoměrný pohyb částic v drtiči. Otvor ve dně drtiče slouží pro připojení hřídele a držáku řetězu, je vyroben s minimální tolerancí, aby nepronikl materiál směrem dolů k motoru. Buben je svařen z pozinkovaného plechu.



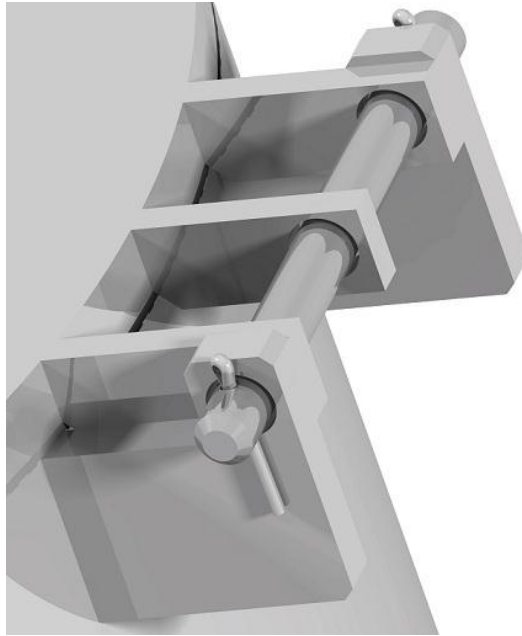
*Obr. 33 Buben drtiče*

### **11.6 Víko bubnu**

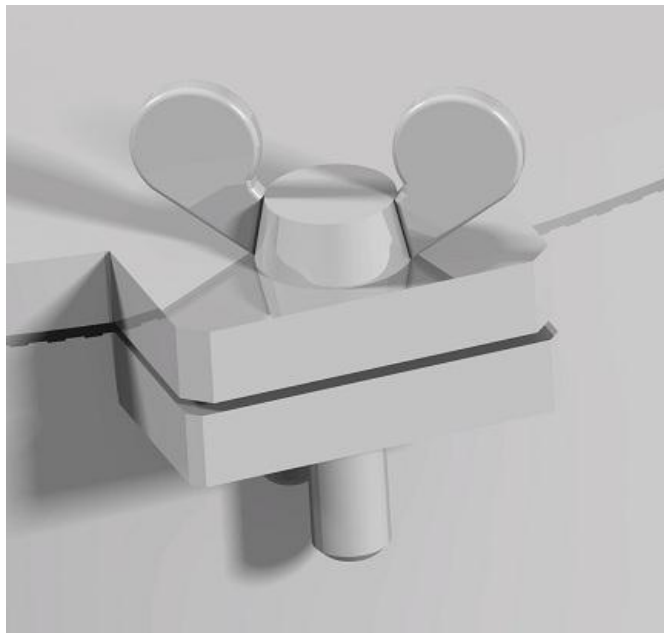
Víko bubnu je uloženo na čepu, který je závlačkami zajištěn proti vysunutí. Víko je z vnitřní strany po obvodu opatřeno nalepeným těsněním z pryže. Uzavírání víka je řešeno pomocí křídlatého šroubu a závitové díry vytvořené v bubnu. Víko je otevíratelné téměř o 270°, získáváme tím skvělý přístup do vnitřku bubnu.



*Obr. 34 Víko bubnu s nalepeným pryžovým těsněním (pohled zespod)*



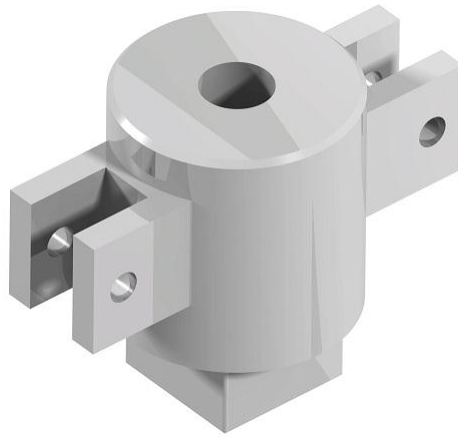
*Obr. 35 Otevírání víka na čepu*



*Obr. 36 Uzavírání drtiče pomocí křídlatého šroubu*

## 11.7 Držák řetězu

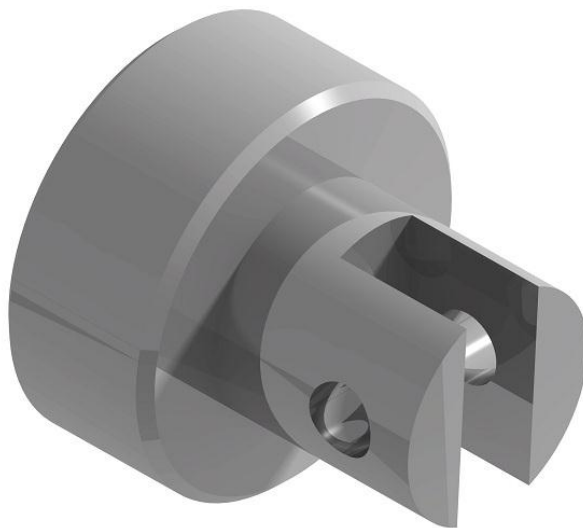
Držák řetězu je zkonstruován pro zasunutí do hřídele přímo z bubnu. Ve spodní části je čtvercový výstupek, který má negativní tvar vybrání v hřídeli. Naskrz je v ose vyvrtaná díra pro šroub, který zajišťuje polohu ve směru osy Y a zajišťuje tak kvalitní přenos kroučícího momentu na řetězy a kladívka.



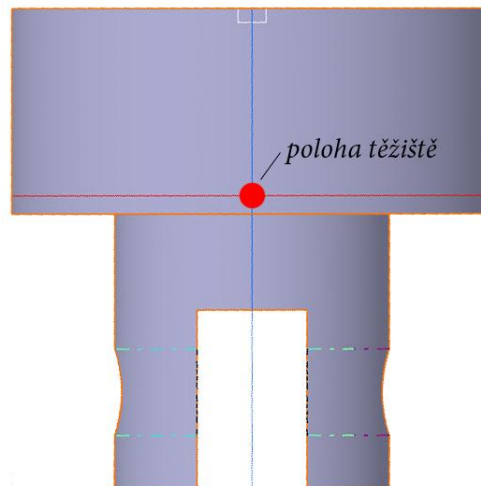
*Obr. 37 Držák řetězů*

### **11.8 Kladívka a řetěz**

Kladívka jsou vyměnitelná, přišroubovaná na koncích řetězu. Rotující kladívka u stěny bubnu a řetěz samotný jsou hlavními drtícími elementy. Kladívka mají těžiště ve válcové hlavě, nebudou se proto přetáčet a kulová hlava zajistí stálý drtící účinek. Jsou povrchově upravena cementováním a kalením pro zvýšení tvrdosti povrchu.



*Obr. 38 Vyměnitelné kladívko*



Obr. 39 Poloha těžiště v kladívku

## 11.9 Magnetická separace materiálu

Jednou z možností pro separaci heterogenních materiálů přímo v drtiči, je využití magnetů. Nejsilnější dosud známé magnety jsou vyrobeny práškovou metalurgií - spékáním (materiál - neodym). Ty mají při malé velikosti poměrně velké magnetické síly. Vyrábí se a prodávají v různých konstrukčních provedeních. Pro drtič je vyhovující magnet se závitem, do kterého se dá našroubovat držák. Magnet se bude lépe sundávat z těla bubnu, díky větší páce na rameni. Těsně před dokončením drcení by se magnet přichytil na tělo bubnu. Částice drceného produktu, které uvnitř stále rotují, se budou zachytávat na stěny bubnu, kde zůstanou po celou dobu působení magnetu. Ulehčí se tak třídění materiálu již na pracovišti.



## ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo navržení laboratorního řetězového drtiče, který by měl být použitý především na drcení desek plošných spojů. Bakalářská práce se skládá ze dvou částí, teoretické a praktické.

Záměrem teoretické části je komplexní náhled na problematiku, která je realizována v části praktické. Teoretická část se skládá z pěti kapitol, v nichž charakterizují výrobu, rozdělení a materiály desek plošných spojů. Dále se zabývám procesem recyklace a drcením různých materiálů pomocí možných zařízení.

V praktické části bylo úkolem navrhnout konstrukční řešení laboratorního řetězového drtiče. Toto téma bakalářské práce je aktuální i z důvodů snížení nákladů na recyklaci, protože je možné takto recyklovat suroviny již ve výrobním procesu, a tím například při drcení polymerních výrobků urychlit zpracování druhotné suroviny. Dále díky tomuto procesu odpadají náklady za odvoz suroviny a její recyklaci v externí firmě.

Při samotném konstruování drtiče jsem vycházel ze zadaných parametrů - výkon motoru 1kW, 3000 ot/min a objem bubnu 1 litr. Podle těchto parametrů jsem následně zvolil elektromotor firmy SIEMENS, který poskytuje žádané vlastnosti při nízké ceně a umožňuje namontování ke stroji pomocí příruby. Současně při tom jsem vypočítal rozměry bubnu tak, aby vyhovovaly zadaným kritériím. Samotné konstruování jsem prováděl v programu Catia V5R18. Návrh drtiče jsem započal konstrukcí stojanu, který musel být schopen udržet tíhu motoru a celého zařízení bez ztráty tuhosti. Zpočátku byl stojan navržen ve tvaru trojnožky. Konstrukce tohoto stojanu však nebyla vyhovující. Jako konečný tvar stojanu byl navržen čtyřnohý rám. Dalším řešeným konstrukčním prvkem byla hřídel, sloužící k přenosu kroutícího momentu od motoru do bubnu drtiče. Přenos  $M_k$  je zajištěn prostřednictvím pera. Hřídel je uložena v ložiskovém pouzdru na axiálních ložiskách s kosoúhlým stykem, zajištěnými proti vysunutí pojistnými kroužky. Ložiskové pouzdro je s bubnem sešroubováno na třech místech, tím se dosahuje vysoké stability a kvalitního zajištění polohy. V procesu konstrukčního návrhu následovalo modelování kladívek, držáku řetězu a víka. Poslední částí bylo složení jednotlivých součástí do sestavy a vznikl tak celkový pohled na bubnový drtič.

V praxi by měl drtič sloužit k drcení DPS, ale není vyloučeno jeho použití při drcení jiných produktů - sourodých i nesourodých. Drtící kapacita bubnu je omezena. Praktické využití zařízení může být v laboratořích nebo při konstrukci nových plastových výrobků ve

firmách. Zlepšením drtiče by mohlo být nahrazení odnímatelných neodymových magnetů elektromagnetem připevněným na tělo bubnu. Magnetické rozrušování drcených materiálů by se tím stalo účinnějším a pohodlnějším z hlediska obsluhy. Třídění materiálu přímo na pracovišti ulehčí další zpracování a má kladný vliv na ekonomickou stránku.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] BOŽEK, F.; URBAN, R.; ZEMÁNEK, Z. *Recyklace*. 1. vyd. Vyškov : [Vysoká vojenská škola pozemního vojska], 2003. 202 s. ISBN 80-238-9919-8
- [2] SHIGLEY, J.E.; MISCHKE, Ch.; BUDYNAS, R.G. *Konstruování strojních součástí*. 1. Vyd. Brno : VUTIUM, 2010. 1159 s. ISBN 97880-214-2629-0.
- [3] STARÝ, J. *Plošné spoje a povrchová montáž*. VUT Brno, 1999. ISBN 80-214-1499-5
- [4] ZÁHLAVA, V. *Návrh a konstrukce desek plošných spojů*. Vyd. 1. Praha : Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2005. 77 s. ISBN 80-01-03351-1
- [5] Semach. Dostupné z WWW: <<http://www.semach.cz/pdf/metodika.pdf>>
- [6] HW.CZ. Dostupné z WWW: <<http://hw.cz/produkty/obecne-produkty/art1485-cojsou-ohebne-plosne-spoje-a-k-cemu-se-hodi.html>>
- [7] DPS. Dostupné z WWW: <[deskyplosnychspoju.cz](http://deskyplosnychspoju.cz)>
- [8] Janoud. Dostupné z WWW: <[http://www.janoud.cz/sub/jcueltech/09b\\_Technologie\\_plosnych\\_spoju.pdf](http://www.janoud.cz/sub/jcueltech/09b_Technologie_plosnych_spoju.pdf)>
- [9] EUR-Lex. Dostupné z WWW: <[eur-lex.europa.eu/cs/dossier/dossier\\_32.htm](http://eur-lex.europa.eu/cs/dossier/dossier_32.htm)>
- [10] VŠ Báňská-HGF. Dostupné z WWW: <[www.hgf.vsb.cz/miranda2/export/sites-root/hgf/instituty-a-pracoviste/cs/okruhy/542/st-materialy/Silikaty\\_kap\\_6.doc](http://www.hgf.vsb.cz/miranda2/export/sites-root/hgf/instituty-a-pracoviste/cs/okruhy/542/st-materialy/Silikaty_kap_6.doc)>
- [11] FT-VŠ Liberec. Dostupné z WWW: <[www.ft.vslib.cz/depart/knt/web/index.php](http://www.ft.vslib.cz/depart/knt/web/index.php)>
- [12] MALUČKÝ, M. *Konstrukce dělicího stroje DPS*. Zlín, 2010. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
- [13] WWW: <[www.smtcentrum.cz](http://www.smtcentrum.cz)>
- [14] WWW: <[www.sev-litovel.cz](http://www.sev-litovel.cz)>
- [16] WWW: <[www.tng.bz](http://www.tng.bz)>
- [17] WWW: <[www.pcb.mesit.cz](http://www.pcb.mesit.cz)>
- [18] WWW: <[www.spezial.cz](http://www.spezial.cz)>
- [19] WWW: <[www.arservis.cz](http://www.arservis.cz)>
- [20] WWW: <[www.recyclingmagazin.de](http://www.recyclingmagazin.de)>
- [21] WWW: <[snow77.buzznet.com](http://snow77.buzznet.com)>
- [22] WWW: <[www.olimex.com/pcb](http://www.olimex.com/pcb)>

- [23] WWW: <[www.odes.cz](http://www.odes.cz)>
- [24] WWW: <[www.ksp.tul.cz](http://www.ksp.tul.cz)>
- [25] WWW: <[www.arcon.cz](http://www.arcon.cz)>
- [26] WWW: <[www.elektromotory-siemens.cz](http://www.elektromotory-siemens.cz)>
- [27] WWW: <[www.a20.cz](http://www.a20.cz)>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

m	Hmotnost [kg].
r	Rameno [m].
$\omega$	Úhlová rychlost [rad/s].
J	Hybnost tělesa [ $kg \cdot m \cdot s^{-1}$ ]
$E_k$	Kinetická energie při rotaci [J]
$M_k$	Kroutící moment [Nm]
ot.	Otáčky [ $min^{-1}$ ]
min.	minuty
kg	kilogram
$\mu m$	mikrometr
K	Kelvin
$^{\circ}C$	stupeň Celsia
V	volt

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Příklad desky plošného spoje [14]</i> .....	11
<i>Obr. 2 Subtraktivní technologie výroby [13]</i> .....	12
<i>Obr. 3 Reálný profil leptaného spoje [5]</i> .....	13
<i>Obr. 4 Semiaditivní technologie výroby dvoustraných plošných spojů [5]</i> .....	14
<i>Obr. 5 Aditivní technologie výroby [13]</i> .....	15
<i>Obr. 6 Ohebná deska plošného spoje [18]</i> .....	16
<i>Obr. 7 Neohebné desky plošných spojů [22]</i> .....	17
<i>Obr. 8 Řez jednovrstvou DPS [17]</i> .....	17
<i>Obr. 9 Řez dvouvrstvou DPS [17]</i> .....	18
<i>Obr. 10 Příklad dvouvrstvé DPS [16]</i> .....	18
<i>Obr. 11 Možnost zařazení recyklační technologie ve výrobním procesu [1]</i> .....	23
<i>Obr. 12 Schéma recyklačních subsystémů</i> .....	23
<i>Obr. 13 Vrakoviště osobních automobilů [19]</i> .....	26
<i>Obr. 14 Autovraky osobních automobilů [19]</i> .....	26
<i>Obr. 15 Linka na recyklaci baterií [21]</i> .....	28
<i>Obr. 16 Třídění baterií podle typů [20]</i> .....	28
<i>Obr. 17 Princip drcení [11]</i> .....	32
<i>Obr. 18 Drtič pro všechny materiály [11]</i> .....	32
<i>Obr. 19 Drtič pro drcení pneumatik [11]</i> .....	33
<i>Obr. 20 Jednotlivý drtič [11]</i> .....	33
<i>Obr. 21 Linka pro drcení [11]</i> .....	33
<i>Obr. 22 Řetězy v bubnovém drtiči [11]</i> .....	34
<i>Obr. 23 Otevřený bubnový drtič [23]</i> .....	34
<i>Obr. 24 Popis nožového mlýnu [11]</i> .....	35
<i>Obr. 25 Nůž [11]</i> .....	35
<i>Obr. 26 Kladivový mlýn [24]</i> .....	36
<i>Obr. 27 Kuželový mlýn [25]</i> .....	36
<i>Obr. 28 Laboratorní řetězový drtič</i> .....	48
<i>Obr. 29 Stojan drtiče</i> .....	49
<i>Obr. 30 Ložiskové pouzdro</i> .....	50
<i>Obr. 31 Hřídel</i> .....	50
<i>Obr. 32 Deska pro fixaci ložiska</i> .....	51

---

<i>Obr. 33 Buben drtiče .....</i>	<i>52</i>
<i>Obr. 34 Víko bubnu s nalepeným pryžovým těsněním (pohled zespod) .....</i>	<i>52</i>
<i>Obr. 35 Otevírání víka na čepu .....</i>	<i>53</i>
<i>Obr. 36 Uzavírání drtiče pomocí křídlatého šroubu .....</i>	<i>53</i>
<i>Obr. 37 Držák řetězů .....</i>	<i>54</i>
<i>Obr. 38 Vyměnitelné kladívko .....</i>	<i>54</i>
<i>Obr. 39 Poloha těžiště v kladívku .....</i>	<i>55</i>

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1 Zastoupení jednotlivých druhů polymerů v komunálním odpadu v % [1].....</i>	<i>25</i>
<i>Tab. 2 Průměrný obsah materiálových komponent ve vybraných elektrických a elektronických výrobcích [1] .....</i>	<i>30</i>



**SEZNAM PŘÍLOH**

PI Výrobní výkresy

Sestava drtiče

Výrobní výkres bubnu drtiče

Výrobní výkres čepu

Výrobní výkres desky pro fixaci ložiska

Výrobní výkres držáku řetězu

Výrobní výkres hřídele

Výrobní výkres kladívka

Výrobní výkres ložiskového pouzdra

Výrobní výkres stojanu

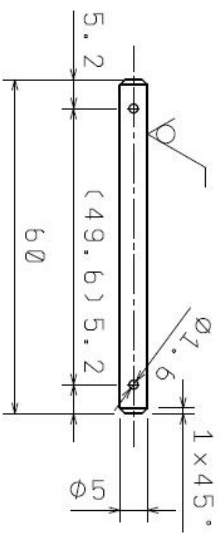
Výrobní výkres víka

PII Kusovník

PIII CD - obsahuje bakalářskou práci ve formátu \*.pdf a \*.doc, výkresovou dokumentaci ve formátu \*.pdf, .CATDrawing, \*.dwg .





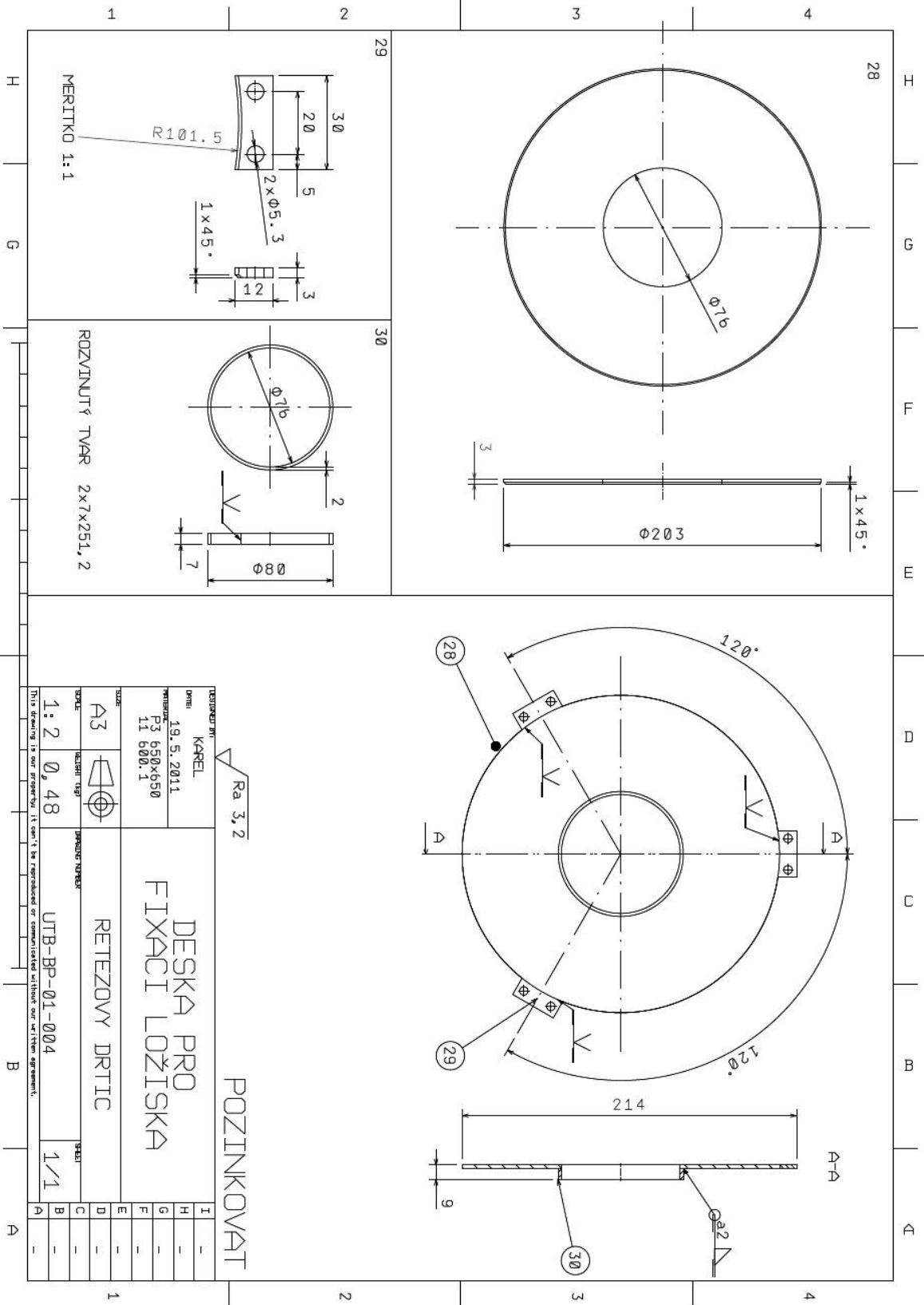


$Ra\ 3,2$

$Ra\ 3,2$



DESIGNED BY: KAREL		DATE: 13.5.2011		DRAWING NUMBER: 11 600		SHEET: 1/1		I	
DATE: 13.5.2011		DRAWING NUMBER: 11 600		SHEET: 1/1		II		-	
DRAWING NUMBER: 11 600		SHEET: 1/1		III		III		-	
SHEET: 1/1		IV		IV		IV		-	
V		V		V		V		-	
VI		VI		VI		VI		-	
VII		VII		VII		VII		-	
VIII		VIII		VIII		VIII		-	
IX		IX		IX		IX		-	
X		X		X		X		-	
XI		XI		XI		XI		-	
XII		XII		XII		XII		-	
XIII		XIII		XIII		XIII		-	
XIV		XIV		XIV		XIV		-	
XV		XV		XV		XV		-	
XVI		XVI		XVI		XVI		-	
XVII		XVII		XVII		XVII		-	
XVIII		XVIII		XVIII		XVIII		-	
XIX		XIX		XIX		XIX		-	
XX		XX		XX		XX		-	
XXI		XXI		XXI		XXI		-	
XXII		XXII		XXII		XXII		-	
XXIII		XXIII		XXIII		XXIII		-	
XXIV		XXIV		XXIV		XXIV		-	
XXV		XXV		XXV		XXV		-	
XXVI		XXVI		XXVI		XXVI		-	
XXVII		XXVII		XXVII		XXVII		-	
XXVIII		XXVIII		XXVIII		XXVIII		-	
XXIX		XXIX		XXIX		XXIX		-	
XXX		XXX		XXX		XXX		-	
XXXI		XXXI		XXXI		XXXI		-	
XXXII		XXXII		XXXII		XXXII		-	
XXXIII		XXXIII		XXXIII		XXXIII		-	
XXXIV		XXXIV		XXXIV		XXXIV		-	
XXXV		XXXV		XXXV		XXXV		-	
XXXVI		XXXVI		XXXVI		XXXVI		-	
XXXVII		XXXVII		XXXVII		XXXVII		-	
XXXVIII		XXXVIII		XXXVIII		XXXVIII		-	
XXXIX		XXXIX		XXXIX		XXXIX		-	
XL		XL		XL		XL		-	
XL I		XL I		XL I		XL I		-	
XL II		XL II		XL II		XL II		-	
XL III		XL III		XL III		XL III		-	
XL IV		XL IV		XL IV		XL IV		-	
XL V		XL V		XL V		XL V		-	
XL VI		XL VI		XL VI		XL VI		-	
XL VII		XL VII		XL VII		XL VII		-	
XL VIII		XL VIII		XL VIII		XL VIII		-	
XL IX		XL IX		XL IX		XL IX		-	
XL X		XL X		XL X		XL X		-	
XL XI		XL XI		XL XI		XL XI		-	
XL XII		XL XII		XL XII		XL XII		-	
XL XIII		XL XIII		XL XIII		XL XIII		-	
XL XIV		XL XIV		XL XIV		XL XIV		-	
XL XV		XL XV		XL XV		XL XV		-	
XL XVI		XL XVI		XL XVI		XL XVI		-	
XL XVII		XL XVII		XL XVII		XL XVII		-	
XL XVIII		XL XVIII		XL XVIII		XL XVIII		-	
XL XIX		XL XIX		XL XIX		XL XIX		-	
XL XX		XL XX		XL XX		XL XX		-	
XL XXI		XL XXI		XL XXI		XL XXI		-	
XL XXII		XL XXII		XL XXII		XL XXII		-	
XL XXIII		XL XXIII		XL XXIII		XL XXIII		-	
XL XXIV		XL XXIV		XL XXIV		XL XXIV		-	
XL XXV		XL XXV		XL XXV		XL XXV		-	
XL XXVI		XL XXVI		XL XXVI		XL XXVI		-	
XL XXVII		XL XXVII		XL XXVII		XL XXVII		-	
XL XXVIII		XL XXVIII		XL XXVIII		XL XXVIII		-	
XL XXIX		XL XXIX		XL XXIX		XL XXIX		-	
XL XXX		XL XXX		XL XXX		XL XXX		-	
XL XXX I		XL XXX I		XL XXX I		XL XXX I		-	
XL XXX II		XL XXX II		XL XXX II		XL XXX II		-	
XL XXX III		XL XXX III		XL XXX III		XL XXX III		-	
XL XXX IV		XL XXX IV		XL XXX IV		XL XXX IV		-	
XL XXX V		XL XXX V		XL XXX V		XL XXX V		-	
XL XXX VI		XL XXX VI		XL XXX VI		XL XXX VI		-	
XL XXX VII		XL XXX VII		XL XXX VII		XL XXX VII		-	
XL XXX VIII		XL XXX VIII		XL XXX VIII		XL XXX VIII		-	
XL XXX IX		XL XXX IX		XL XXX IX		XL XXX IX		-	
XL XXX X		XL XXX X		XL XXX X		XL XXX X		-	
XL XXX XI		XL XXX XI		XL XXX XI		XL XXX XI		-	
XL XXX XII		XL XXX XII		XL XXX XII		XL XXX XII		-	
XL XXX XIII		XL XXX XIII		XL XXX XIII		XL XXX XIII		-	
XL XXX XIV		XL XXX XIV		XL XXX XIV		XL XXX XIV		-	
XL XXX XV		XL XXX XV		XL XXX XV		XL XXX XV		-	
XL XXX XVI		XL XXX XVI		XL XXX XVI		XL XXX XVI		-	
XL XXX XVII		XL XXX XVII		XL XXX XVII		XL XXX XVII		-	
XL XXX XVIII		XL XXX XVIII		XL XXX XVIII		XL XXX XVIII		-	
XL XXX XIX		XL XXX XIX		XL XXX XIX		XL XXX XIX		-	
XL XXX XX		XL XXX XX		XL XXX XX		XL XXX XX		-	
XL XXX XXI		XL XXX XXI		XL XXX XXI		XL XXX XXI		-	
XL XXX XXII		XL XXX XXII		XL XXX XXII		XL XXX XXII		-	
XL XXX XXIII		XL XXX XXIII		XL XXX XXIII		XL XXX XXIII		-	
XL XXX XXIV		XL XXX XXIV		XL XXX XXIV		XL XXX XXIV		-	
XL XXX XXV		XL XXX XXV		XL XXX XXV		XL XXX XXV		-	
XL XXX XXVI		XL XXX XXVI		XL XXX XXVI		XL XXX XXVI		-	
XL XXX XXVII		XL XXX XXVII		XL XXX XXVII		XL XXX XXVII		-	
XL XXX XXVIII		XL XXX XXVIII		XL XXX XXVIII		XL XXX XXVIII		-	
XL XXX XXIX		XL XXX XXIX		XL XXX XXIX		XL XXX XXIX		-	
XL XXX XXX		XL XXX XXX		XL XXX XXX		XL XXX XXX		-	
XL XXX XXX I		XL XXX XXX I		XL XXX XXX I		XL XXX XXX I		-	
XL XXX XXX II		XL XXX XXX II		XL XXX XXX II		XL XXX XXX II		-	
XL XXX XXX III		XL XXX XXX III		XL XXX XXX III		XL XXX XXX III		-	
XL XXX XXX IV		XL XXX XXX IV		XL XXX XXX IV		XL XXX XXX IV		-	
XL XXX XXX V		XL XXX XXX V		XL XXX XXX V		XL XXX XXX V		-	
XL XXX XXX VI		XL XXX XXX VI		XL XXX XXX VI		XL XXX XXX VI		-	
XL XXX XXX VII		XL XXX XXX VII		XL XXX XXX VII		XL XXX XXX VII		-	
XL XXX XXX VIII		XL XXX XXX VIII		XL XXX XXX VIII		XL XXX XXX VIII		-	
XL XXX XXX IX		XL XXX XXX IX		XL XXX XXX IX		XL XXX XXX IX		-	
XL XXX XXX X		XL XXX XXX X		XL XXX XXX X		XL XXX XXX X		-	
XL XXX XXX XI		XL XXX XXX XI		XL XXX XXX XI		XL XXX XXX XI		-	
XL XXX XXX XII		XL XXX XXX XII		XL XXX XXX XII		XL XXX XXX XII		-	
XL XXX XXX XIII		XL XXX XXX XIII		XL XXX XXX XIII		XL XXX XXX XIII		-	
XL XXX XXX XIV		XL XXX XXX XIV		XL XXX XXX XIV		XL XXX XXX XIV		-	
XL XXX XXX XV		XL XXX XXX XV		XL XXX XXX XV		XL XXX XXX XV		-	
XL XXX XXX XVI		XL XXX XXX XVI		XL XXX XXX XVI		XL XXX XXX XVI		-	
XL XXX XXX XVII		XL XXX XXX XVII		XL XXX XXX XVII		XL XXX XXX XVII		-	
XL XXX XXX XVIII		XL XXX XXX XVIII		XL XXX XXX XVIII		XL XXX XXX XVIII		-	
XL XXX XXX XIX		XL XXX XXX XIX		XL XXX XXX XIX		XL XXX XXX XIX		-	
XL XXX XXX XX		XL XXX XXX XX		XL XXX XXX XX		XL XXX XXX XX		-	
XL XXX XXX XXI		XL XXX XXX XXI		XL XXX XXX XXI		XL XXX XXX XXI		-	
XL XXX XXX XXII		XL XXX XXX XXII		XL XXX XXX XXII		XL XXX XXX XXII		-	
XL XXX XXX XXIII		XL XXX XXX XXIII		XL XXX XXX XXIII		XL XXX XXX XXIII		-	
XL XXX XXX XXIV		XL XXX XXX XXIV		XL XXX XXX XXIV		XL XXX XXX XXIV		-	
XL XXX XXX XXV		XL XXX XXX XXV		XL XXX XXX XXV		XL XXX XXX XXV		-	
XL XXX XXX XXVI		XL XXX XXX XXVI		XL XXX XXX XXVI		XL XXX XXX XXVI		-	
XL XXX XXX XXVII		XL XXX XXX XXVII		XL XXX XXX XXVII		XL XXX XXX XXVII		-	
XL XXX XXX XXVIII		XL XXX XXX XXVIII		XL XXX XXX XXVIII		XL XXX XXX XXVIII		-	
XL XXX XXX XXIX		XL XXX XXX XXIX		XL XXX XXX XXIX		XL XXX XXX XXIX		-	
XL XXX XXX XXX		XL XXX XXX XXX		XL XXX XXX XXX		XL XXX XXX XXX		-	
XL XXX XXX XXX I		XL XXX XXX XXX I		XL XXX XXX XXX I		XL XXX XXX XXX I		-	
XL XXX XXX XXX II		XL XXX XXX XXX II		XL XXX XXX XXX II		XL XXX XXX XXX II		-	
XL XXX XXX XXX III		XL XXX XXX XXX III		XL XXX XXX XXX III		XL XXX XXX XXX III		-	
XL XXX XXX XXX IV		XL XXX XXX XXX IV		XL XXX XXX XXX IV		XL XXX XXX XXX IV		-	
XL XXX XXX XXX V		XL XXX XXX XXX V		XL XXX XXX XXX V		XL XXX XXX XXX V		-	
XL XXX XXX XXX VI		XL XXX XXX XXX VI		XL XXX XXX XXX VI		XL XXX XXX XXX VI		-	
XL XXX XXX XXX VII		XL XXX XXX XXX VII		XL XXX XXX XXX VII		XL XXX XXX XXX VII		-	
XL XXX XXX XXX VIII		XL XXX XXX XXX VIII		XL XXX XXX XXX VIII		XL XXX XXX XXX VIII		-	
XL XXX XXX XXX IX		XL XXX XXX XXX IX		XL XXX XXX XXX IX		XL XXX XXX XXX IX		-	
XL XXX XXX XXX X		XL XXX XXX XXX X		XL XXX XXX XXX X		XL XXX XXX XXX X		-	
XL XXX XXX XXX XI		XL XXX XXX XXX XI		XL XXX XXX XXX XI		XL XXX XXX XXX XI		-	
XL XXX XXX XXX XII		XL XXX XXX XXX XII		XL XXX XXX XXX XII		XL XXX XXX XXX XII		-	
XL XXX XXX XXX XIII		XL XXX XXX XXX XIII		XL XXX XXX XXX XIII		XL XXX XXX XXX XIII		-	
XL XXX XXX XXX XIV		XL XXX XXX XXX XIV		XL XXX XXX XXX XIV		XL XXX XXX XXX XIV		-	
XL XXX XXX XXX XV		XL XXX XXX XXX XV		XL XXX XXX XXX XV		XL XXX XXX XXX XV		-	
XL XXX XXX XXX XVI		XL XXX XXX XXX XVI		XL XXX XXX XXX XVI		XL XXX XXX XXX XVI		-	
XL XXX XXX XXX XVII		XL XXX XXX XXX XVII		XL XXX XXX XXX XVII		XL XXX XXX XXX XVII		-	
XL XXX XXX XXX XVIII		XL XXX XXX XXX XVIII		XL XXX XXX XXX XVIII		XL XXX XXX XXX XVIII		-	
XL XXX XXX XXX XIX		XL XXX XXX XXX XIX		XL XXX XXX XXX XIX		XL XXX XXX XXX XIX		-	
XL XXX XXX XXX XX		XL XXX XXX XXX XX		XL XXX XXX XXX XX		XL XXX XXX XXX XX		-	
XL XXX XXX XXX XXI		XL XXX XXX XXX XXI		XL XXX XXX XXX XXI		XL XXX XXX XXX XXI		-	
XL XXX XXX XXX XXII		XL XXX XXX XXX XXII		XL XXX XXX XXX XXII		XL XXX XXX XXX XXII		-	
XL XXX XXX XXX XXIII		XL XXX XXX XXX XXIII		XL XXX XXX XXX XXIII		XL XXX XXX XXX XXIII		-	
XL XXX XXX XXX XXIV		XL XXX XXX XXX XXIV		XL XXX XXX XXX XXIV		XL XXX XXX XXX XXIV		-	
XL XXX XXX XXX XXV		XL XXX XXX XXX XXV		XL XXX XXX XXX XXV		XL XXX XXX XXX XXV		-	
XL XXX XXX XXX XXVI		XL XXX XXX XXX XXVI		XL XXX XXX XXX XXVI		XL XXX XXX XXX XXVI		-	
XL XXX XXX XXX XXVII		XL XXX XXX XXX XXVII		XL XXX XXX XXX XXVII		XL XXX XXX XXX XXVII		-	
XL XXX XXX XXX XXVIII		XL XXX XXX XXX XXVIII		XL XXX XXX XXX XXVIII		XL XXX XXX XXX XXVIII		-	
XL XXX XXX XXX XXIX		XL XXX XXX XXX XXIX		XL XXX XXX XXX XXIX		XL XXX XXX XXX XXIX		-	
XL XXX XXX XXX XXX		XL XXX XXX XXX XXX		XL XXX XXX XXX XXX		XL XXX XXX XXX XXX		-	
XL XXX XXX XXX XXX I		XL XXX XXX XXX XXX I		XL XXX XXX XXX XXX I		XL XXX XXX XXX XXX I		-	
XL XXX XXX XXX XXX II		XL XXX XXX XXX XXX II		XL XXX XXX XXX XXX II		XL XXX XXX XXX XXX II		-	
XL XXX XXX XXX XXX III		XL XXX XXX XXX XXX III		XL XXX XXX XXX XXX III		XL XXX XXX XXX XXX III		-	
XL XXX XXX XXX XXX IV		XL XXX XXX XXX XXX IV		XL XXX XXX XXX XXX IV		XL XXX XXX XXX XXX IV		-	
XL XXX XXX XXX XXX V		XL XXX XXX XXX XXX V		XL XXX XXX XXX XXX V		XL XXX XXX XXX XXX V		-	
XL XXX XXX XXX XXX VI		XL XXX XXX XXX XXX VI		XL XXX XXX XXX XXX VI		XL XXX XXX XXX XXX VI		-	
XL XXX XXX XXX XXX VII		XL XXX XXX XXX XXX VII		XL XXX XXX XXX XXX VII		XL XXX XXX XXX XXX VII		-	
XL XXX XXX XXX XXX VIII		XL XXX XXX XXX XXX VIII		XL XXX XXX XXX XXX VIII		XL XXX XXX XXX XXX VIII		-	
XL XXX XXX XXX XXX IX		XL XXX XXX XXX XXX IX		XL XXX XXX XXX XXX IX		XL XXX XXX XXX XXX IX		-	
XL XXX XXX XXX XXX X		XL XXX XXX XXX XXX X		XL XXX XXX XXX XXX X		XL XXX XXX XXX XXX X		-	
XL XXX XXX XXX XXX XI		XL XXX XXX XXX XXX XI		XL XXX XXX XXX XXX XI		XL XXX XXX XXX XXX XI		-	
XL XXX XXX XXX XXX XII		XL XXX XXX XXX XXX XII		XL XXX XXX XXX XXX XII		XL XXX XXX XXX XXX XII		-	
XL XXX XXX XXX XXX XIII		XL XXX XXX XXX XXX XIII		XL XXX XXX XXX XXX XIII		XL XXX XXX XXX XXX XIII		-	
XL XXX XXX XXX XXX XIV		XL XXX XXX XXX XXX XIV		XL XXX XXX XXX XXX XIV		XL XXX XXX XXX XXX XIV		-	
XL XXX XXX XXX XXX XV		XL XXX XXX XXX XXX XV		XL XXX XXX XXX XXX XV		XL XXX XXX XXX XXX XV		-	
XL XXX XXX XXX XXX XVI		XL XXX XXX XXX XXX XVI		XL XXX XXX XXX XXX XVI		XL XXX XXX XXX XXX XVI		-	
XL XXX XXX XXX XXX XVII		XL XXX XXX XXX XXX XVII		XL XXX XXX XXX XXX XVII		XL XXX XXX XXX XXX XVII		-	
XL XXX XXX XXX XXX XVIII		XL XXX XXX XXX XXX XVIII		XL XXX XXX XXX XXX XVIII		XL XXX XXX XXX XXX XVIII		-	
XL XXX XXX XXX XXX XIX		XL XXX XXX XXX XXX XIX		XL XXX XXX XXX XXX XIX		XL XXX XXX XXX XXX XIX		-	
XL XXX XXX XXX XXX XX		XL XXX XXX XXX XXX XX		XL XXX XXX XXX XXX XX					

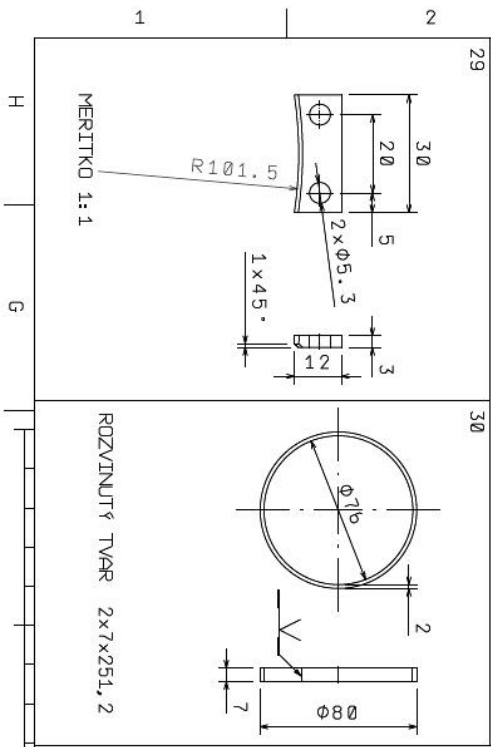


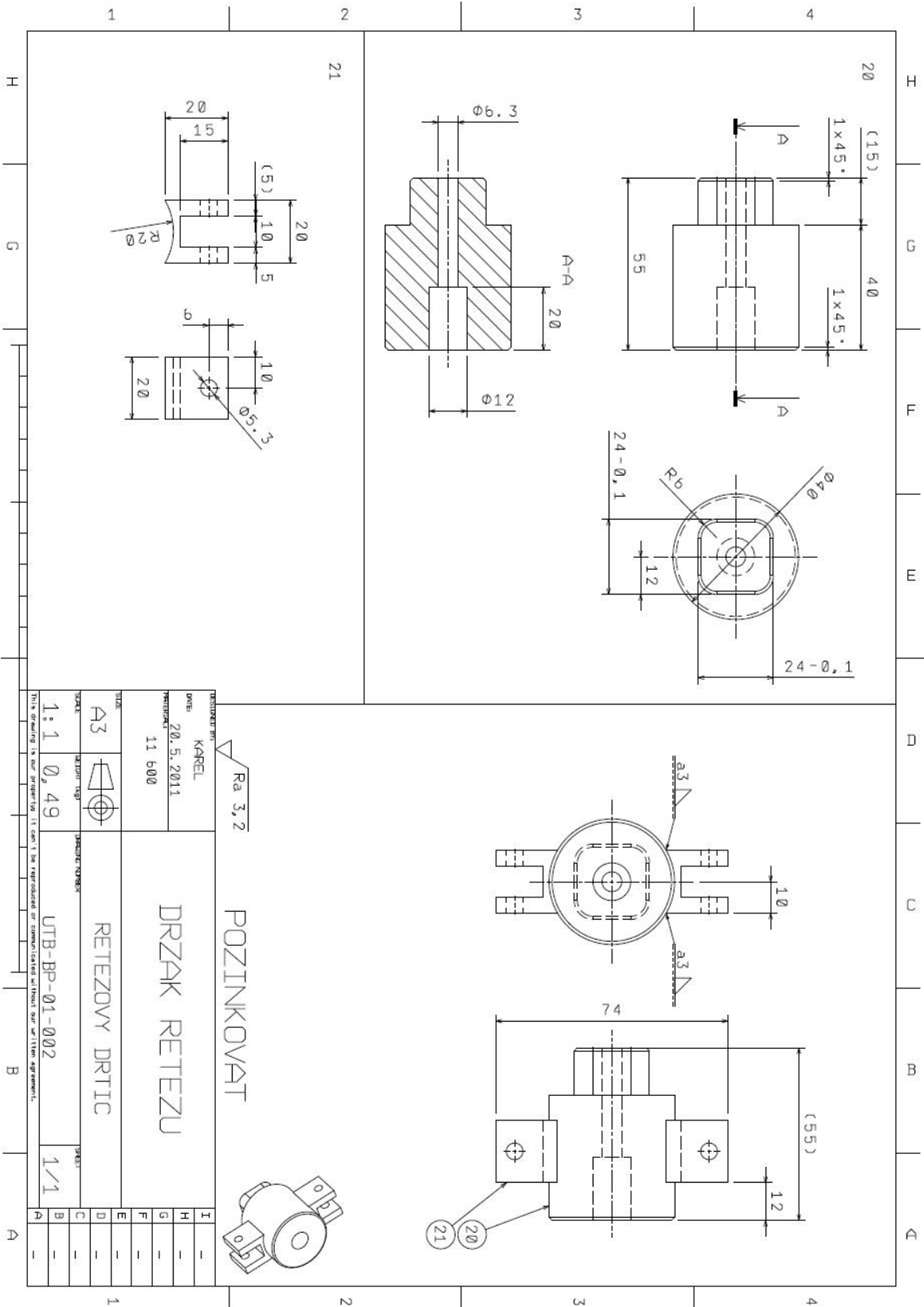
**POZINKOVAT**

**DESKA PRO  
FIXACI LOZISKA**

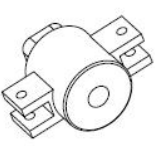
**RETEZOVY DRTIC**

PROJEKTANT	KABEL	19.5.2011	1
PROJEKTANT	P3 650x650	11.600.1	1
PROJEKTANT	UTB-BP-01-004	1/1	1
PROJEKTANT	1:2	0,48	1





DESIGNED BY KAREL		DATE 20.5.2011	
DRAWN BY 11 600		REVISIONS	
POZINKOVAT			
DRZAK RETEZU			
RETEZOVY DRTIC			
TITLE	SCALE	PROJ. NO.	VER.
A3	1:1	UTB-BP-01-002	1/1
This drawing is our property. It can't be reproduced or commercialized without our written agreement.			



1 2 3 4 H G F E D C B A

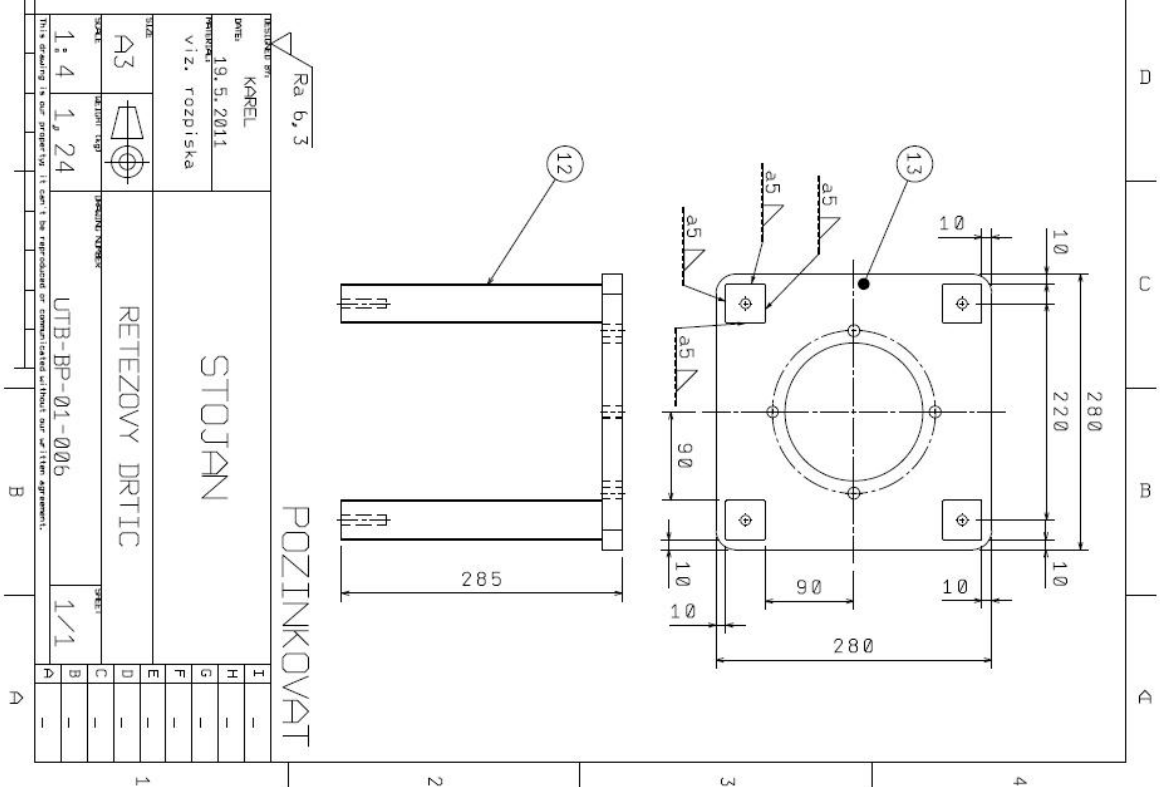
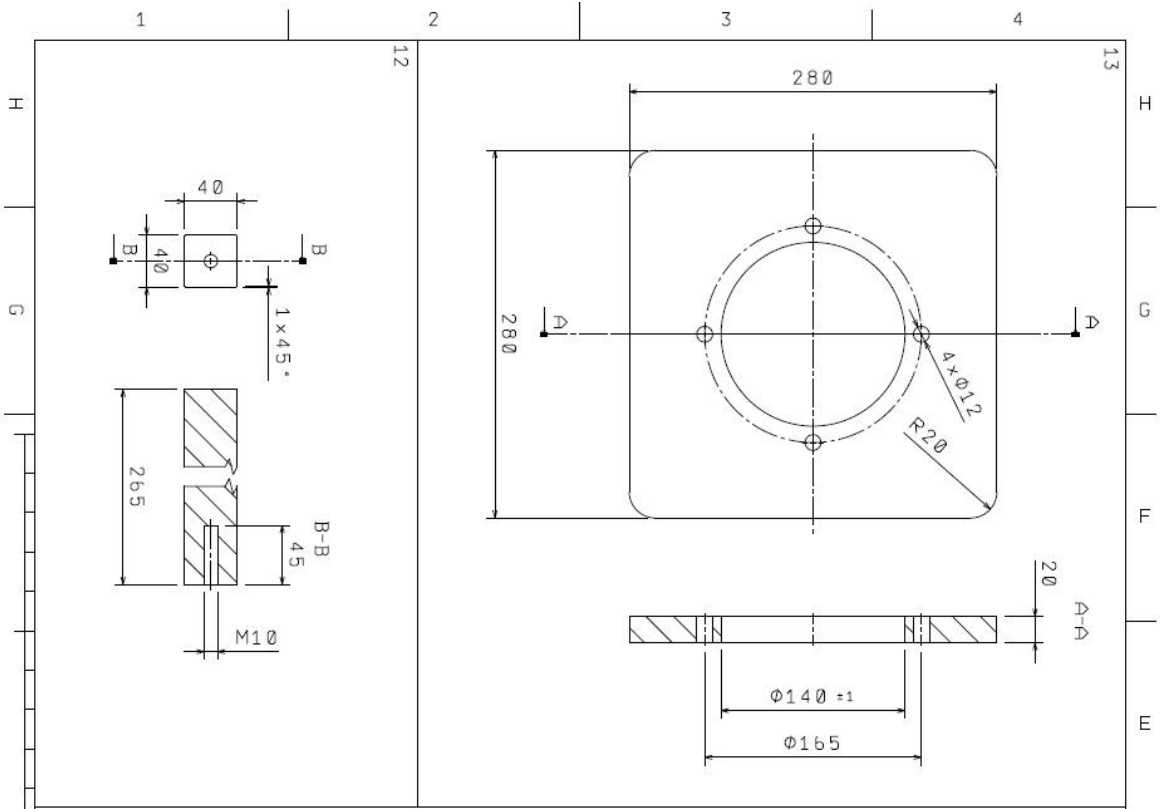
21 20 15 10 5 20 55 40 1.2 24-0,1 12 74 12 55 1.2 20 21





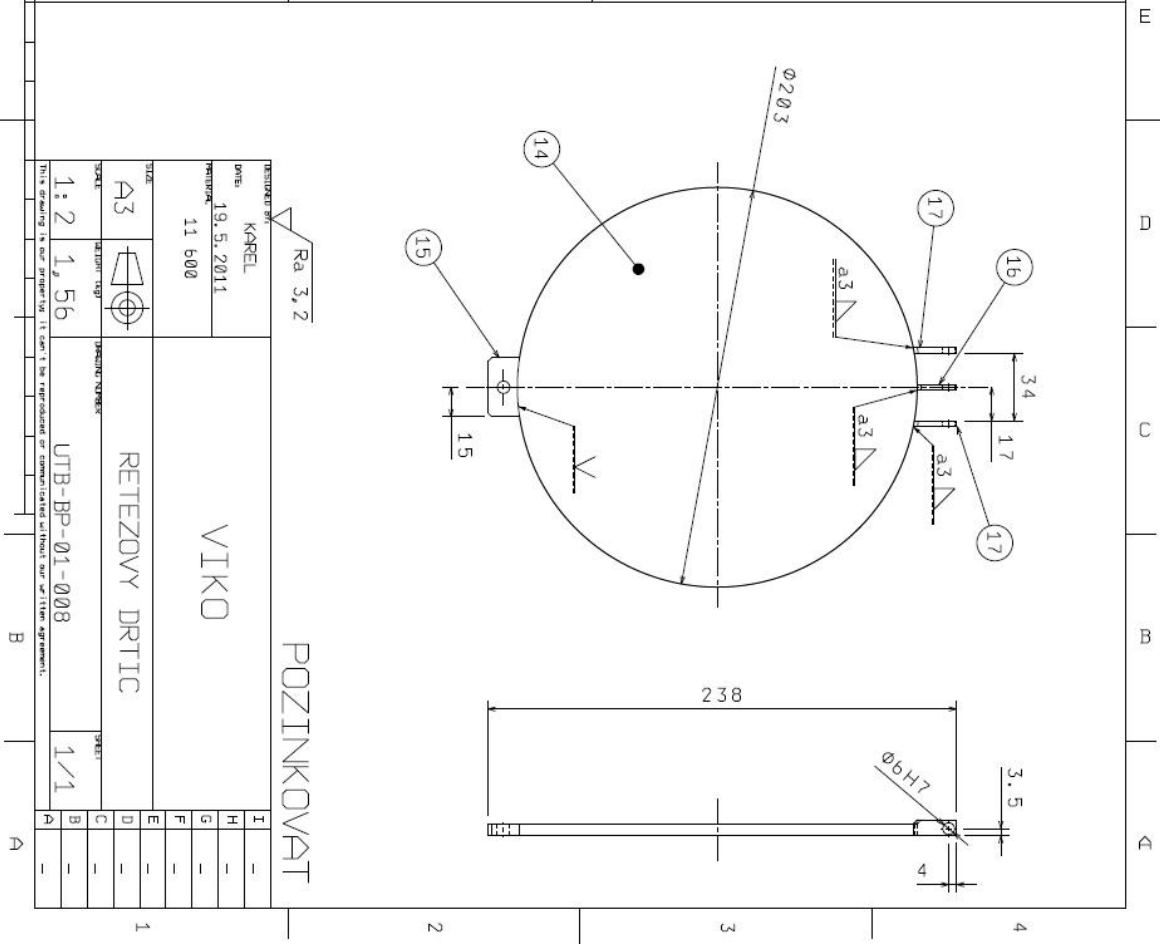
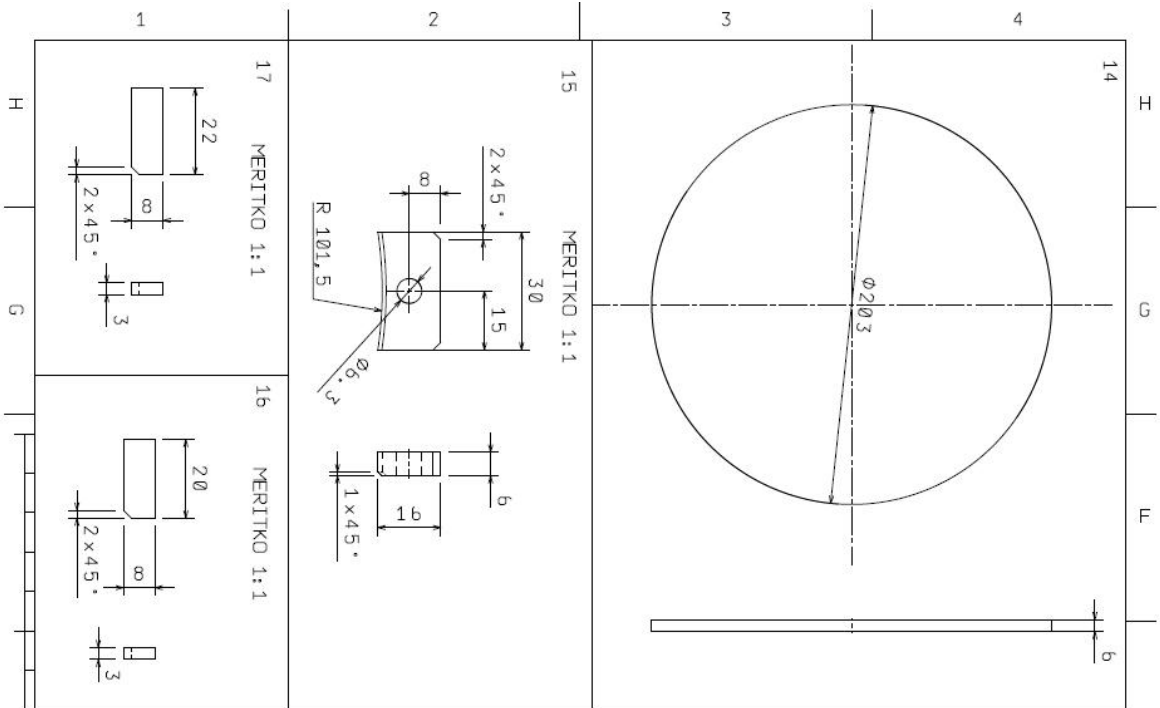






POZINKOVANÝ		Ra 6,3	
STOJAN		KARTEL	
RETEZOVÝ DRŤIČ		19.5.2011	
UTB-BP-01-006		VIZ. TOZBIŠKA	
1/1		1:4	
1		1, 24	

This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.



VEDĚTELEK KRHEL DNE: 19.5.2011 PRŮMYSLOVÉ 11 600		POZINKOVAT VIKO RETEZOVY DRTIC	
A3 1:2 1,56	 Ra 3,2	UTB-BP-01-008 1/1	1

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

## PŘÍLOHA P II: KUSOVNÍK

Poz.	Název	Polotovár/Norma	Materiál	Ks
1	Stojan	UTB-BP-01-006		1
2	Elektromotor Siemens 1LA7083-2AA1			1
3	Ložiskové pouzdro	UTB-BP-01-005	11 600	1
4	Buben	UTB-BP-01-001		1
5	Víko	UTB-BP-01-008		1
6	Pryžové těsnění	1x5-650 - 273 232 010	5108	1
7	Držák řetězu	UTB-BP-01-002	11 600	1
8	Hřídel	UTB-BP-01-010	11 600	1
9	Mezideska	UTB-BP-01-004		1
10	Čep 6	UTB-BP-01-009		1
11	Kladívko	UTB-BP-01-003	14 220.9	2
12	Noha	4HR 45x1200 Z- ČSN 42 5520.20	11 800	4
13	Deska - stojan	PLO 300x25 ČSN 42 5524.0	11 600	1
14	Deska - víko	PLO 210x6 Z- ČSN 42 5522.01	11 600	1
15	Zavírání - víko	PLO 18x6 -35 Z ČSN 42 5522.01	11 600	1
16	Pant - střední	25 x 3 - 20 ČSN 42 5340.01	11 600	1
17	Pant - boční	50 x 3 - 20 ČSN 42 5340.01	11 600	2
18	Ložiskové pouzdro - pouzdro	205 x 85 ČSN 42 5510	11 600	1
19	Ložiskové pouzdro - držák	PLO 12x10 - 35 Z- ČSN 42 5522.01	11 600	3
20	Držák řetězu - válcová část	φ 42 -60 ČSN 42 5510.12	11 600	1
21	Držák řetězu - držák	PLO 20x20 -20 Z - ČSN 42 5522.01	11 600	2
22	Buben - žebro	90 x 2 - 200 ČSN 42 5340.01	11 600	6
23	Buben - držák	PLO 12x18 - 35 Z- ČSN 42 5522.01	11 600	3
24	Pant bubnu	PLO 25x4 - 25 Z- ČSN 42 5522.01	11 600	2
25	Zavírání - buben	PLO 18x6 -35 Z ČSN 42 5522.01	11 600	1
26	Buben - dno	P 3 - 650x650 ČSN 42 5310.11	11 600	1
27	Buben - stěny	P 5 - 650x650 ČSN 42 5310.11	11 600	1
28	Deska pro fixaci ložiska - deska	P 3 - 650x650 ČSN 42 5310.11	11 600	1
29	Deska pro fixaci ložiska - držák	P 3 - 650x650 ČSN 42 5310.11	11 600	3
30	Deska pro fixaci ložiska - trubka	TR φ 82,5 x 2,6 ČSN 42 0250.11	11 500	1
31				
32	Matice M5	ČSN EN ISO 24032		6
33	Šroub M5 x 40	ISO 4762		6
34	Šroub M5 x 60	ISO 4763		1
35	Pojistný kroužek 40	ČSN 02 2930		2
36	Ložisko 760208	ČSN 02 4735		2
37	Pojistný kroužek 80	ČSN 02 2931		1
38	Podložka 12	ČSN 02 1703		4
39	Matice M12	ČSN EN ISO 24032		4
40	Šroub M6 x 25	ČSN 02 1365.0		1
41	Závlačka 1,6 x 20	ČSN EN ISO 1234		2
42	Šroub M12 x 50	ISO 4017 - 8.8		4
43	Řetěz			2
44	Šroub M5 x 30	ISO 4762		4
45	Svářecí elektrody 2,5 x 350			
46				
47				