

# **Racionalizace výroby dílců stator paketu sdruženým střížným nástrojem**

Bc. Petr Polanský

---

Diplomová práce  
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav výrobního inženýrství  
akademický rok: 2011/2012

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr POLANSKÝ**  
Osobní číslo: **T10970**  
Studijní program: **N 3909 Procesní inženýrství**  
Studijní obor: **Řízení jakosti**

Téma práce: **Racionalizace výroby dílců stator paketu sdruženým střížným nástrojem**

Zásady pro vypracování:

## I. TEORETICKÁ ČÁST:

- 1 Technologie tváření
- 2 Střížné nástroje
- 3 Tvářecí stroje
- 4 Racionalizace výroby

## II. PRAKTICKÁ ČÁST:

- 1 Stanovení cílů diplomové práce
- 2 Představení společnosti TES a.s. ve které práci provádím
- 3 Charakteristika současného stavu před racionalizací
- 4 Návrh racionalizace, zhodnocení

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] BLAŠČÍK, F. a kol.- Technológia tvárnenia, zlievárenstva a zvárania.vyd. Bratislava: Alfa, 1988. 832s.

[2] MACHEK, Václav - Zpracování tenkých plechů.1. vyd. Praha : SNTL. Nakladatelství technické literatury Praha, 1982. 272 s.

[3] NOVOTNÝ J., LANGER Z. - Stříhání a další způsoby dělení kovových materiálů.1. vyd. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury Praha, 1980.

[4] PTÁČEK, L. - Nauka o materiálu II. 2. opr. a rozš. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM Brno, 2002. 392 s. ISBN 80-7204-248-3

[5] LUKOVICS, Imrich. - Konstrukční materiály a technologie. Brno: VUTBrno,1992

[6] KAŠTÁNEK O. - Strojírenské materiály a technologie. Is. I.J : VUT BRNO, 2001. 308 s.

[7] NOVÁK J., ŠLAMPOVÁ P. - Racionalizace výroby. VŠB TU Ostrava, 2007. 75 s.

[8] ZEMČÍK O. - Technologická příprava výroby. VUT BRNO, 2002. 158 s.

[9] ČUBOŇOVÁ, KURIC - Automatizácia technologickej prípravy výroby. VŠ dopravy a spojů Žilina, 1996. 118 s.

[10] KURIC, KUBA - Počítačová podpora návrhu technologickej dokumentácie ŽU v Žilíně, 2002. 128 s.

Vedoucí diplomové práce:

**prof. Ing. Ivan Letko, CSc.**

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

**13. února 2012**

Termín odevzdání diplomové práce:

**18. května 2012**

Ve Zlíně dne 2. února 2012

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.

*děkan*



prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.

*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <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 užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně .....

.....

---

<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 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.

<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 vzdělávacího 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). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

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

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

## **ABSTRAKT**

Cílem diplomové práce je zkonstruovat nový střížný nástroj pro výrobu plechu statorového svazku budiče generátoru. Z důvodů zlevnění, zefektivnění a zkvalitnění výroby je nahrazen současně složitý způsob výroby konkrétním sdruženým střížným nástrojem. V práci jsou porovnány výrobní náklady při současném a mnou navrhnutém způsobu výroby. V návrhu funkčních částí střížného nástroje jsou zakomponovány nové typy vysokovýkonných nástrojových ocelí pro stříhání.

Klíčová slova: sdružený střížný nástroj, střížník, střížnice, racionalizace

## **ABSTRACT**

The target and goal of this thesis will be to design a new shearing tool for production of stator stack lamination for exciter generator. I am going to improve the current complicated production way by using the combined shearing tool, which will make the production cheaper, more efficient and will improve the quality as well. As the important part of the thesis, I would compare the production costs of current production way with my proposed production solution. The new types of high-performance shearing tool steel will be implemented as the concept of functional parts of shearing tool.

Keywords: combined shearing tool, punch, punching, rationalisation

Tímto chci poděkovat za potřebné konzultace a odborné rady prof. Ing. Ivanovi Letkovi, CSc. Dále by chtěl poděkovat panu Milanu Čokavcovi s cenového oddělení a Radimu Kopeckému s konstrukce přípravku TES Vsetín s.r.o.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 TECHNOLOGIE TVÁŘENÍ</b> .....	<b>12</b>
1.1 ZÁKLADNÍ TERMÍNY TECHNOLOGIE TVÁŘENÍ.....	12
1.1.1 Základní pilíře tvářecích procesů .....	12
1.1.2 Teoretická podstata plastické deformace kovových materiálů.....	13
1.2 PROCES STŘÍHÁNÍ .....	14
1.2.1 Průběh stříhání .....	15
1.2.2 Střížné operace .....	16
1.2.3 Střížná síla.....	17
1.2.4 Stírací síla.....	20
1.2.5 Střížná vůle.....	20
1.2.6 Střížný odpor .....	23
1.2.7 Kvalita střížné plochy.....	24
<b>2 STŘIŽNÉ NÁSTROJE</b> .....	<b>27</b>
2.1 ROZDĚLENÍ STŘIŽNÝCH NÁSTROJŮ .....	27
2.2 SLOŽENÍ STŘIŽNÝCH NÁSTROJŮ .....	28
2.2.1 Střížníky .....	29
2.2.2 Střížnice.....	30
2.2.3 Desky.....	31
2.2.4 Vodící a naváděcí prvky.....	32
2.3 MATERIÁLY STŘIŽNÝCH NÁSTROJŮ .....	33
2.3.1 Rozdělení ocelí a jejich vlastnosti .....	33
2.3.2 Výroba ocelí práškovou metalurgií .....	35
2.3.3 Tepelné zpracování a chemicko-tepelné zpracování.....	38
2.3.4 Povlakování.....	41
<b>3 TVÁŘECÍ STROJE</b> .....	<b>43</b>
3.1 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY .....	43
3.2 LISY .....	43
<b>4 RACIONALIZACE VÝROBY</b> .....	<b>45</b>
4.1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA RACIONALIZACE PRÁCE.....	45
4.1.1 Podstata a cíle racionalizace.....	45
4.1.2 Racionalizace jako systém.....	47
4.2 PŘÍSTUPY K RACIONALIZACI PRÁCE .....	48
4.2.1 Komponentní přístup.....	48
4.2.2 Komplexní přístup.....	48
4.2.3 Systémový přístup .....	49
4.2.4 Procesní přístup .....	49
4.3 ZÁKLADY NORMOVÁNÍ PRÁCE.....	51
4.3.1 Normy spotřeby práce .....	51



4.3.2	Členění spotřeby času v průběhu směny .....	52
4.4	ZÁKLADNÍ METODY ZJIŠŤOVÁNÍ A URČOVÁNÍ SPOTŘEBY ČASU - STANOVENÍ SKUTEČNÉ SPOTŘEBY ČASU .....	56
	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>58</b>
<b>5</b>	<b>STANOVENÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE. ....</b>	<b>59</b>
<b>6</b>	<b>PREZENTACE SPOLEČNOSTI TES S.R.O. ....</b>	<b>60</b>
6.1	O HISTORII SPOLEČNOSTI TES VSETÍN .....	60
6.2	PRODUKČNÍ NÁPLŇ SPOLEČNOSTI TES VSETÍN.....	60
6.3	TECHNICKÉ VYBAVENÍ PROVOZU LISOVNY TES VSETÍN .....	61
6.4	MATERIÁL VÝLISKŮ PRODUKOVANÝCH LISOVNOU TES VSETÍN .....	64
<b>7</b>	<b>CHARAKTERISTIKA SOUČASNÉHO STAVU .. ....</b>	<b>67</b>
7.1	PŘEDMĚT RACIONALIZACE – SPECIFIKACE A POPIS VÝROBKU.....	67
7.2	VÝROBNÍ POSTUP PLECHU STATORU DIG110 .....	68
7.3	POUŽITÉ NÁŘADI PŘI LISOVÁNÍ PLECHU DIG110 .....	70
<b>8</b>	<b>NÁVRH RACIONALIZACE SLOUČENÍM OPERACÍ 30 A 60.....</b>	<b>73</b>
8.1	MATERIÁL VÝSTŘÍŽKU .....	73
8.2	VÝPOČET PARAMETRU PŘI STŘIHU .....	73
8.2.1	Celková střížná délka .....	74
8.2.2	Celková střížná plocha .....	75
8.2.3	Výpočet střížné síly .....	75
8.2.4	Výpočet stírací síly .....	75
8.2.5	Výpočet střížné práce .....	75
8.2.6	Střížný výkon .....	76
8.2.7	Výpočet velikosti střížné mezery .....	76
8.3	VOLBA A PARAMETRY STROJE.....	76
8.4	SPOTŘEBA, VYUŽITÍ A CENA VÝLISKU .....	77
8.5	NÁVRH STŘÍŽNÝCH ČÁSTÍ SDRUŽENÉHO STŘÍŽNÉHO NÁSTROJE.....	78
<b>9</b>	<b>EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ.....</b>	<b>82</b>
<b>10</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>84</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>85</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>86</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>88</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>90</b>
	<b>SEZNAM VZORCŮ .....</b>	<b>91</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>92</b>

## ÚVOD

Stříhání je nejrozšířenější operací technologie tváření. Stříháním rozumíme oddělování částí materiálu působením protilehlých střížných hran na střížníku a střížnici. Při stříhání ve střížné rovině působí smykové napětí. Střížné nástroje jsou buď jednoduché nebo i tvarově složitější, které se upínají na lisy nebo na vystřihovací stroje.

V současné době v oblasti průmyslové výroby je třeba být vždy o krok napřed a to nejen v kvalitě výroby, produkci ale také v ceně výrobku. Tím se stáváme na nynější velmi složité situaci na trhu daleko více konkurenceschopnými.

V mé diplomové práci je nahrazen stávající viceoperační postup stříhání na méně náročný. Řešením je sdružený střížný nástroj.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 TECHNOLOGIE TVÁŘENÍ

## 1.1 Základní termíny technologie tváření [1,2,3]

*Tváření* – je to technologický proces označován též jako plastické tečení kovů. U tohoto procesu se předpokládá, že během velkých plastických trvalých deformací se objem tělesa nemění, mění se pouze jeho tvar. Z toho vyplývá, že tváření není se ztrátou materiálu.

*Technologie tváření kovů* – je to průmyslový proces, při kterém se aplikuje tváření. Dle směru působení deformačních sil a jejich průběhu se technologie tváření dělí na objemové a plošné tváření.

*Objemové tváření* – je proces, při kterém deformace nastává ve směru všech tří os souřadného systému a patří sem válcování, kování, protlačování, tažení drátů.

*Plošné tváření* – je proces, při kterém převládají deformace ve dvou směrech. Patří sem tažení, ohýbání, stříhání apod.

*Stříhání* – je proces, oddělování části materiálu působením protilehlých řezných hran způsobujících v řezné rovině smykové napětí.

*Výlisek* – je součást zhotovená lisováním a to technologií objemového či plošného tváření.

### 1.1.1 Základní pilíře tvářecích procesů [4]

Základem technologických tvářecích pochodů jsou velké plastické deformace. Při těchto deformacích se trvale mění nejen tvar a rozměry tělesa, ale i vlastnosti výchozího polotovaru, a to vnějším silovým nebo energetickým účinkem. Kromě tvarových změn mohou probíhat v deformovaném objemu i různé fyzikální a chemické děje.

Tváření je založeno na vlastnosti kovů snášet velké plastické deformace bez porušení soudržnosti (na tvařitelnosti kovů). Tvařitelnost vyplývá z jejich krystalického uspořádání a je tedy schopnost tvářeného tělesa se plasticky deformovat za obecných podmínek tváření bez porušení celistvosti materiálu. Technologická tvařitelnost specifikuje již určité podmínky tváření (válcování, kování, tažení, protlačování, stříhání) v daných technologických podmínkách konkrétní technologie tváření.

Změna tvaru tělesa, je umožněna lidskými smysli nepostřehnutelnými poruchami v uspořádání kovového mikrosvěta, dislokacemi a jejich pohybem ve výhodně orientovaných skluzových systémech krystalové mřížky tvářeného kovu.

### 1.1.2 Teoretická podstata plastické deformace kovových materiálů [5]

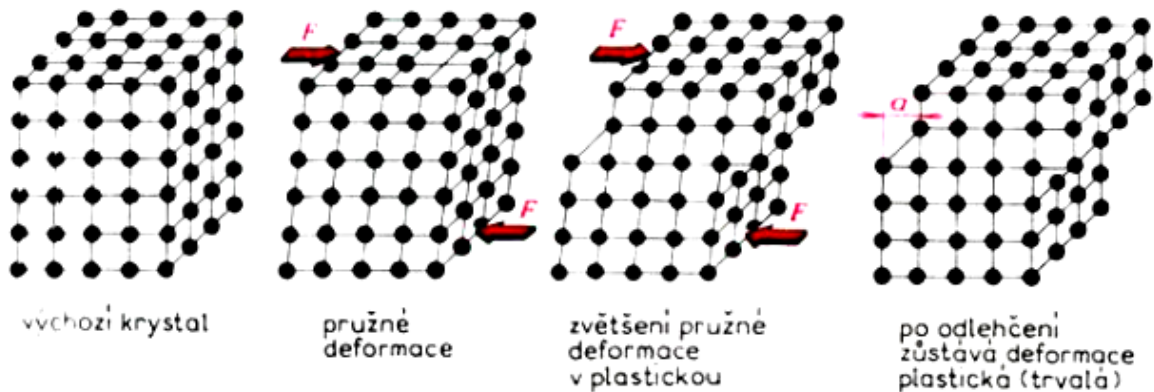
Působením vnějších sil se může materiál deformovat buď pružně nebo plasticky. Nepřekročí-li vnější napětí mez pružnosti, vznikají deformace pružné, při nichž po odlehčení nabude těleso původních rozměrů i tvaru.

Změna tvaru mřížky, která se navenek projevuje změnou tvaru bez vzniku trhlin, nazýváme deformací. Podle fyzikální povahy je možné deformaci rozdělit na pružnou (elastickou) deformaci, kdy se materiál bude vracet do původního tvaru, pokud přestane působit síla, která způsobila pružnou deformaci a na plastickou deformaci, kdy změna tvaru zůstává zachovaná i po odstranění příčiny deformace, pokud napětí vzroste nad určitou hodnotu (mez kluzu).

Z hlediska tváření kovů má největší význam plastická deformace, i když vliv elastické deformace má vliv na konečný tvar výrobku. Při vzniku trhlin a následné destrukci tělesa mluvíme o porušení.

Velikost deformace závisí na teplotě, rychlosti zatěžování, napjatosti, chemickém složení, zpevnění a tření, atd. Tyto všechny vlivy se navenek projevují odporem kovu ke změně tvaru – deformačním odporem.

Rozeznáváme dva základní mechanismy plastické deformace a to skluzem (amorfní, translační, složitý skluz) a dvojčatěním. Vždy se rozvíjí ten mechanismus plastické deformace, který při daných podmínkách vyžaduje nejmenší napětí. U skluzu se nadbytečná vrstva atomů pohybuje ve směru působícího napětí až vystoupí na povrch, pokud se nezachytí o překážky uvnitř krystalu, apod. Atomy se tedy posunují proti sobě postupně, ne současně. Jestliže se pohyb dislokací zastaví, je potřeba k další plastické deformaci napětí zvýšit. Při tváření za studena kov klade stále větší odpor, zpevňuje se. Přesuny atomů vážnou, plasticita (tvárnost) kovu se vyčerpává a může dojít k porušení materiálu.



Obr.1. Schéma pružné (elastické) a trvalé (plastické) deformace

## 1.2 Proces stříhání [6]

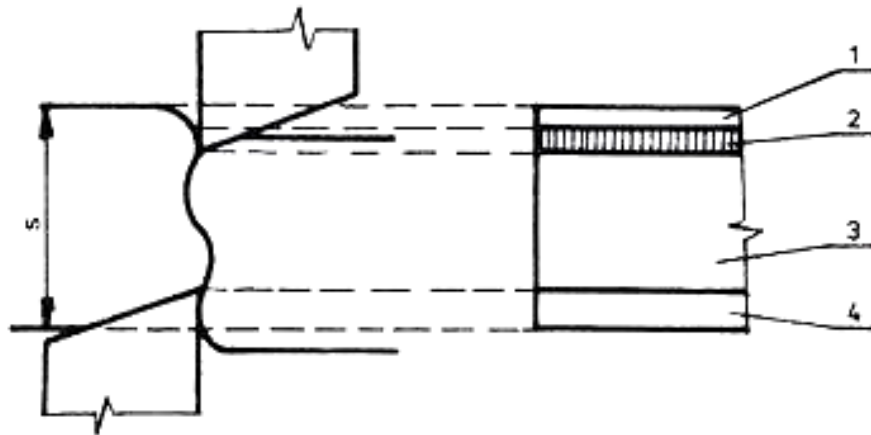
Podstata stříhání spočívá v oddělování materiálu protilehlými břity nožů. Stříhání je technologický proces, kde dochází k oddělování materiálu smykovým namáháním. Je to jediný z technologických procesů tváření, kde je porušení materiálu žádoucím jevem. Stříhání je proces při kterém se materiál ve stříhané oblasti deformuje. Nedodržení podmínek může mít za následek nejen nekvalitní střížnou plochu, ale i vylomení břitů nožů nebo zničení celého strojního zařízení.

Proces stříhání je velmi progresivní způsob zpracování kovů, Řídí se však některými zákonitostmi a nedostatky, které je třeba respektovat:

Jsou to:

- Drsnost střížné plochy, daná průběhem deformace a jakostí materiálu,
- Zkosení střížné plochy vlivem střížné vůle,
- Zaoblení a zeslabení tloušťky výstřížku podél střížné plochy,
- Zpevnění střížné plochy do určité hloubky,
- Prohnutí některých výstřížků ohybovým momentem obou složek střížné síly.

Zabránit těmto nedokonalostem, nebo je alespoň omezit, je možné různými způsoby stříhání (přistříhováním, přesným vystříhováním) za cenu zvýšených nákladů nástroj, nebo dalšími přídatnými operacemi (kalibrováním).



Obr.2. Deformační pásma při stříhání [3]

1 – pásmo zaoblení (elastická deformace), 2 – pásmo utržení,  
3 – pásmo smyku (plastické deformace), 4 – pásmo odtláčení

### 1.2.1 Průběh stříhání [6]

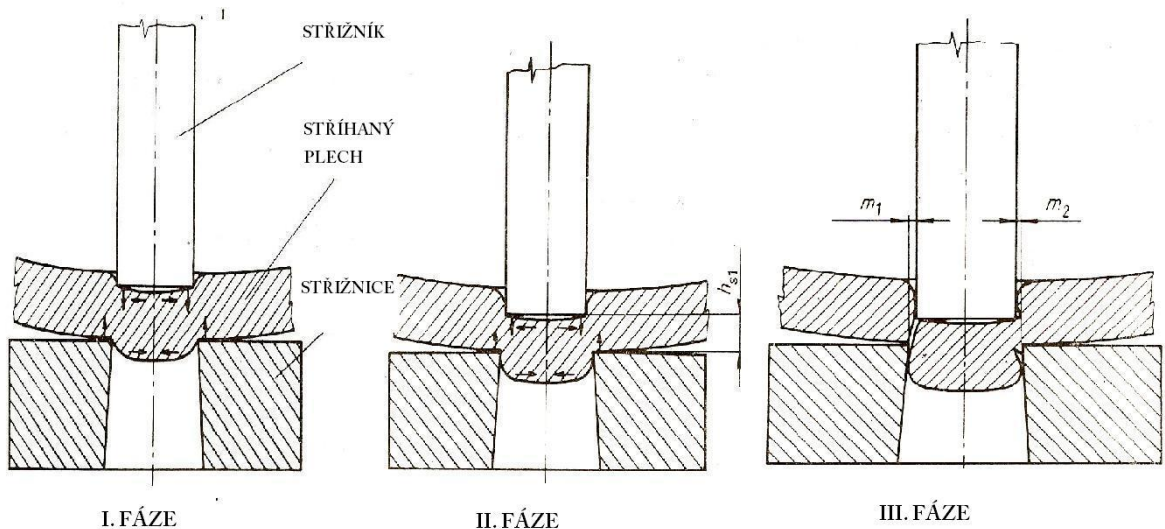
Stříhání a děrování ve střížných nástrojích začíná dosednutím střížníku na plech a končí oddělením materiálu. Celý průběh se rozděluje do tří základních fází.

I. Fáze: Střížník tlačí na plech a vyvolává napětí v tvářeném kovu, které je menší než mez pružnosti  $\sigma_E$ . Proto dochází jen k pružné deformaci. Hloubka vniku střížníku do stříhaného materiálu závisí hlavně na jeho mechanických vlastnostech. Bývá 5 až 8% jeho tloušťky. Vznikem silových dvojic v rovinách kolmých k střížným plochám se materiál mezi střížníkem a střížnicí ohýbá. Přitom vzniká na stříhaném materiálu zaoblení – na straně střížníku vtažením a na straně střížnice vytlačením materiálu.

II. Fáze: Ve stříhaném materiálu vznikne napětí větší, než je jeho mez kluzu  $\sigma_K$ . Přitom dochází k trvalé deformaci tohoto materiálu. Hloubka vniku střížníku do stříhaného materiálu je závislá na jeho mechanických vlastnostech a pohybuje se mezi 10 až 25% jeho tloušťky. Na konci druhé fáze dosahuje napětí v materiálu hodnoty pevnosti ve stříhu.

III. Fáze: Materiál je namáhán nad mez pevnosti ve stříhu  $\sigma_{PS}$ . Hloubka vniku střížníku do stříhaného materiálu je 10 až 60% jeho tloušťky. Závisí na velikosti střížné mezery a druhu materiálu.

Nejprve vzniknou mikroskopické a potom makroskopické trhliny v materiálu u hran střížníku a střížnice. Trhliny se rychle prodlužují, až nastane oddělení výstřížku od výchozího materiálu. Rychlost postupu trhlin je závislá na vlastnostech stříhaného materiálu a průběh na velikosti střížné mezery. Tvrdý a křehký materiál se oddělí téměř okamžitě, měkký a houževnatý poměrně pomalu.



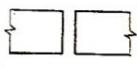

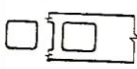

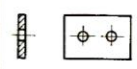

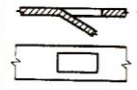

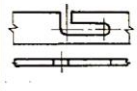
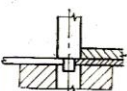

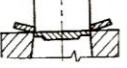
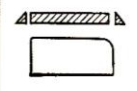
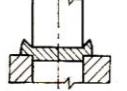
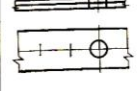
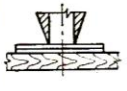
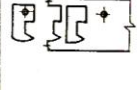
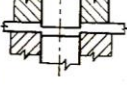
Obr.3. Průběh jednotlivých fází stříhání [6]

$h_{S1}$  - hloubka vniku střížníku do materiálu,  $m_1$  –normální střížná mezera,  
 $m_2$  –malá střížná mezera,

### 1.2.2 Střížné operace [6]

Abychom při technologickém procesu stříhání dospěli k finálnímu výstřížku, který má mít požadovaný tvar, velikost a přesnost, rozeznáváme a charakterizujeme jednotlivé stříhací operace:



Pořad. číslo	Schéma operace	Název operace	Popis operace	Schéma nástroje
1		Prosté stříhání	Rozdělování materiálu nebo polotovarů na části.	
2		Vystřihování	Vystřížení tvaru z materiálu po uzavřeném obrysu. Vystřižená část tvoří výstřížek.	
3		Děrování	Prostřížení otvoru v materiálu nebo polotovaru. Vystřižená část tvoří odpad.	
4		Prostřihování	Částečné oddělení materiálu v libovolném tvaru uvnitř dílce.	
5		Prosekávání	Postupné prosekávání vnějších tvarů a otvorů v materiálu.	
6		Ostříhování	Oddělení nerovného okraje nebo přebytečného materiálu plochých, nebo dutých součástí.	
7		Přistřihování	Dosažení přesných rozměrů součástí, hladkého a kolmého povrchu stříhu. Dosáhne se odstraněním přídavku materiálu.	
8		Vysekávání	Oddělování součástí z nekovových materiálů podél uzavřené křivky na podložce.	
9		Přesné stříhání	Výroba přesných součástí s hladkou střížnou plochou.	

Obr.Obr. 4. Názvosloví a charakteristika stříhacích operací [6]

### 1.2.3 Střížná síla [6]

Výroba výstřížku vyžaduje mimo stříhadlo ještě vhodný lis. Přistřihávání se však nesmí překročit jmenovitá síla lisu. Jinak by mohlo dojít k jeho poškození. Proto je nutné třeba

znát velikost a průběh střížné síly. Velikost střížné síly se mění v průběhu pracovního zdvihu.

V každém okamžiku je dána součinem dvou proměnných veličin, součinem střížného odporu a stříhané plochy.

Střížná síla se vypočte ze vzorce:

$$F_S = F_{iS} \cdot K = S_S \cdot k_S \cdot K = l \cdot t \cdot k_S \cdot K \text{ [N]} \quad (1) \quad K = 1 + \frac{5,5 \cdot r}{t} \quad (2)$$

Kde je:

$F_{iS}$  .....ideální střížná síla [N]

$S_S$ ..... stříhaná plocha [ mm<sup>2</sup>]

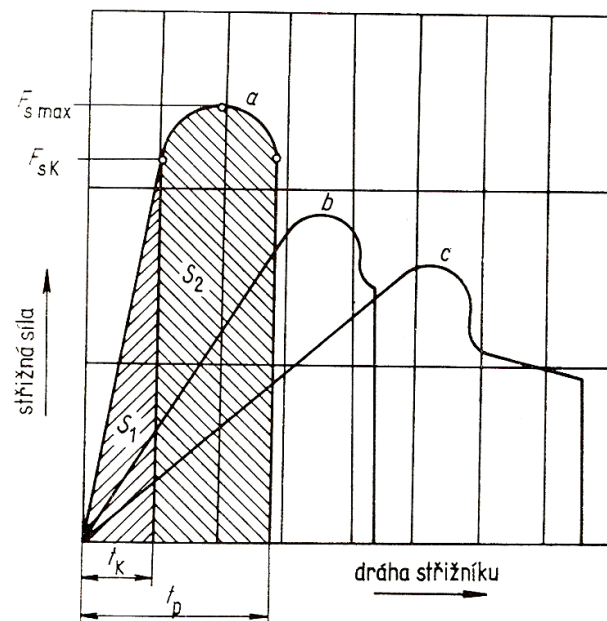
$l$ .....délka stříhu [mm]

$t$ .....tloušťka stříhu [mm]

$k_S$  .....střížný odpor [MPa] (střížný odpor se volí  $k_S=(0,7 \text{ až } 0,75) \cdot \sigma_{Pt}$ )

$K$ ..... součinitel otupení břitu

$r$ .....poloměr otupení břitu [mm] (max. poloměr otupení je  $r=0,1t$ ).



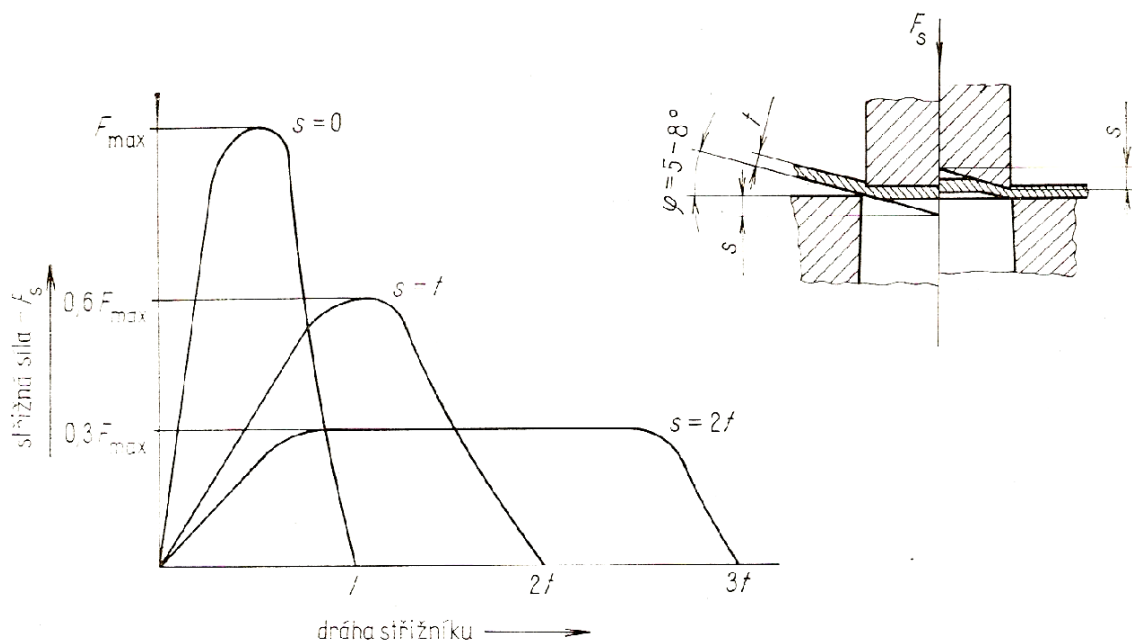
Obr.5. Průběh střížné síly v závislosti na dráze střížníku pro různé materiály [6]

*a – s malou tvárností při normální střižné mezeře, b – s větší tvárností při větší střižné mezeře, c – tvárné pro malé střižné mezery,  $s1+s2$  – plocha střižné práce*

U materiálu s malým rozdílem mezi mezí kluzu a pevností (křehké materiály) nastává ustřížení při nepatrném proniknutí střižníku do stříhaného materiálu. U materiálu s výraznou mezí kluzu (měkké materiály) je rozdíl pevností v tahu a mezí kluzu velký. Při stříhání se materiál oddělí teprve až střižník do něho vnikne hlouběji. Střižný odpor následkem zpevňování stoupá. Mění se v rozmezí od meze kluzu do meze pevnosti.

Otupení střižných hran je činitelem, který značně ovlivňuje jak velikost střižné síly, tak i kvalitu povrchu. Otupení nastane tím dřív, čím větší bude tření mezi střižnou hranou a materiálem. Otupení také poroste při vyšším měrném tlaku na střižné hraně a při horší kvalitě materiálu.

Velikost střižné síly se také může měnit různým zkosením střižných břitů. Stříh pak probíhá postupně. Tím se dosáhne snížení střižné síly. Toto zkosení může být na střižníku nebo na střižnici.



Obr.6. Snížení velikosti střižné síly zkosením střižných břitů.[6]

$F_S$  – střižná síla,  $t$  – tloušťka stříhaného plechu,  $s$  – výška zkosení

### 1.2.4 Stírací síla [6]

Při vystřihování a děrování ulpí stříhaný materiál vlivem své pružnosti na vnějších plochách střížníku. K jeho setření je třeba určité síly. Její velikost závisí na druhu materiálu, jeho tloušťce, složitosti tvaru stříhu, na velikosti střížné vůle a na mazání.

Stanoví se empiricky ze vzorce:

$$F_T = c_1 \cdot F_S \text{ [N]} \quad (3)$$

$F_T$ .....stírací síla [N]

$c_1$ .....součinitel stírání

$F_S$ .....střížná síla [N]

Menší hodnoty součinitele stírání  $c_1$  se volí pro výpočet stírací síly jednotlivého a jednoduchého střížníku. Větší hodnoty  $c_1$  platí při stříhání více střížníky, zvláště jsou-li umístěny blízko sebe, a pro složitější tvary střížníku. Pro běžné oceli se velikost stírací síly volí odhadem jako 10% střížné síly. Zkouškami bylo zjištěno, že stírání ze střížníku představuje hodnotu 3 až 20% střížné síly. Velikost stírací síly při vystřihování je menší než při protlačování.

$$F_{pr} = c_2 \cdot F_S \text{ [N]} \quad (4)$$

$F_{pr}$ .....protlačovací síla [N]

$c_2$ .....součinitel stírání

$F_S$ .....střížná síla [N]

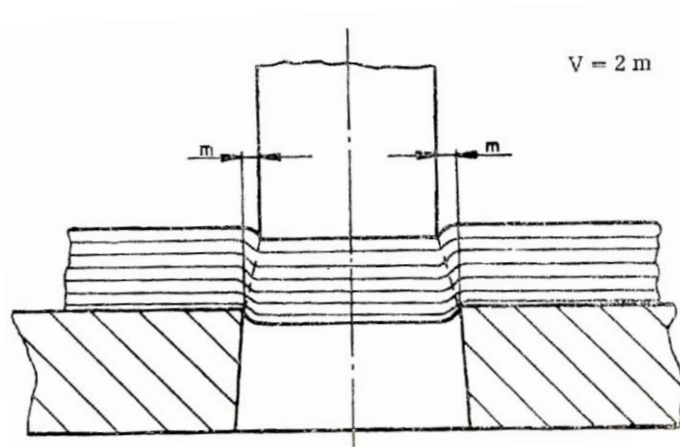
Tab. 1. Hodnoty součinitele stírání  $c_1$  a protlačování  $c_2$  [6]

Tloušťka materiálu	$c_1$	$c_2$
Ocel do 1 mm	0,02-0,12	0,005-0,08
Ocel 1-5 mm	0,06-0,16	
Ocel nad 5 mm	0,08 – 0,20	
Mosaz	0,06 - 0,07	0,04
Slitiny hliníku	0,09	0,02-0,04

### 1.2.5 Střížná vůle [6,7]

Při stříhání se vyrobí střížník s menším rozměrem než odpovídající otvor ve střížnici. To znamená, že střížník vniká do střížnice s vůlí na každé straně.

Střížná vůle je rozdíl mezi skutečným rozměrem střížnice a střížníku. Měří se ve směru normály k obrysu stříženého tvaru. Při správném ustavení střížníku a střížnice dělí se střížná vůle  $[v]$  a dvě stejné mezery  $[m]$ , které mají být rovnoměrné po celém obvodu stříhu.



Obr.7. Znárodnění střížné vůle mezi střížníkem a střížnicí [7]

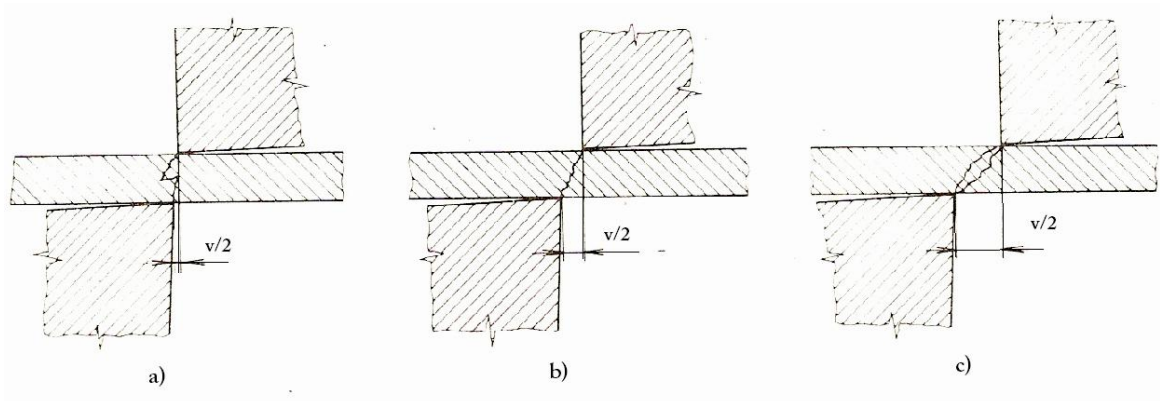
Střížná vůle má vliv na:

- Střížnou sílu,
- Trvanlivost břitu,
- Kvalitu střížných ploch,
- Vznik ostřin,
- Spotřebu energie

Při normální střížné vůli se nástřihy od střížných hran obou střížných prvků setkají a vytvoří ve stříhaném průřezu jednu plochu bez ostřin. Při malé nebo velké střížné vůli se nástřihy nesetkají a vytvoří povrch v ploše stříhu. Při malé střížné vůli je materiál mezi střížnými hranami deformován a znovu stříhán. K úplnému oddělení plechu musí střížník proniknout až ke střížnici.

Zmenšováním střížné vůle se zvětšuje střížná síla jen nepatrně, avšak střížná práce je o 40% větší. Střížná vůle se volí na úkor střížníku nebo střížnice vzhledem k požadovanému rozměru výstřížku. Při stříhání přesného vnějšího obvodu výstřížku se vytvoří střížná vůle zmenšováním rozměru střížníku. Při děrování otvoru vzniká střížná vůle zvětšováním rozměru střížnice.

Při nestejném rozložení sřížné vůle po obvodě vznikají povrchové vady a ostriny – sřížná plocha není kvalitní. Tyto závady vznikají také při otupených břitech funkčních částí. Otupí-li se břit na sřížníku, vzniká ostrina na vystřížené součásti. Při otupení sřížnice vznikne ostrina zase kolem vyděrovaného otvoru.



Obr.8.Tvar sřížné plochy pro různé sřížné vůle [6]

*a – malá sřížná vůle, b – správná sřížná vůle, c – velká sřížná vůle*

Velikost sřížné vůle záleží na mnoha činitelích, především na druhu materiálu a na jeho tloušťce. Obvykle se stanoví v % tloušťky sřížaného materiálu. Nástroje s velkou životností se vyrobí s malou sřížnou vůlí. Opatřením nástroje se sřížná vůle zvětšuje

Tab. 2. Velikost sřížné vůle [6]

	Druh materiálu	Sřížná vůle (% s)	
		do 2,5 mm	2,5 až 6 mm
	Ocel měkká	5	7 až 8
	Ocel středně tvrdá	6	6 až 8
	Ocel tvrdá	7 až 9	7 až 10
	Hliník	4 až 7	5 až 9
	Dural	7 až 8	7 až 10
	Měď měkká	4 až 5	5 až 6
	Měď polotvrdá a tvrdá	6 až 7	6 až 7
	Mosaz měkká	4 až 5	4 až 6
	Mosaz polotvrdá a tvrdá	5 až 6	5 až 7

Výpočtem se stanovuje sřížná vůle podle Oehlera:

Pro plech do 3 mm je sřížná mezera

$$m = \frac{v}{2} = 0,32 \cdot c \cdot t \cdot \sqrt{k_s} \text{ [mm]} \quad (5)$$

Pro plech nad 3 mm je střížná mezera

$$m = \frac{v}{2} = 0,32 \cdot (1,5c \cdot t - 0,15) \cdot \sqrt{k_s} \text{ [mm]} \quad (5)$$

m.....střížná mezera [mm]

v.....střížná vůle [mm]

c.....součinitel závislý na stupni stříhu (c=0,005 až 0,025)

Pro dosažení kvalitnějšího povrchu se volí nižší hodnoty součinitele. Požaduje-li se co nejmenší střížná síla, volí se vyšší hodnoty součinitele.

### 1.2.6 Střížný odpor [6]

Střížný odpor je schopnost stříhaného materiálu bránit se proti svému oddělení. Střížný odpor je ovlivněn řadou činitelů:

- Vlastnostmi stříhaného materiálu,
- Tloušťkou materiálu,
- Tvarem a rozměry křivky stříhu,
- Velikostí střížné vůle,
- Konstrukcí stříhadla
- Podmínkami při stříhání

S rostoucí pevností  $s_{Pt}$  a klesající tvárností střížný odpor roste. Naopak s rostoucí tloušťkou materiálu a s rostoucí velikostí křivky stříhu a její pravidelností se střížný odpor zmenšuje. Například se vzrůstající rychlostí stříhu střížný odpor roste, při mazání opět klesá.

Přesné stanovení střížného odporu je vlivem rozdílného působení mnoha činitelů obtížné. Pro praktické použití však postačí přibližná hodnota vypočítaná z obecného vzorce:

$$k_s = \frac{F_s}{S_s} \text{ [N.mm}^{-2}\text{]} \quad (6)$$

$k_s$ .....střížný odpor [N.mm<sup>-2</sup>]

$F_s$ .....střížná síla [N]

$S_s$ .....plocha stříhu [mm<sup>2</sup>]

Tab. 3. Střížný odpor vybraných ocelí [6]

Druh oceli	Označení ČSN	střížný odpor $k_s$ [N.mm <sup>-2</sup> ]	Pevnost v tahu $\sigma_{Pt}$ [MPa]
Uhlíkové obvyklé jakosti	10 340	280-360	340-420
	10 370	320-400	370-450
	10 422	360-450	420-500
	11 500	440-530	500-600
Uhlíkové s nízkým obsahem C	11 301.21	240-340	280-380
	11 321.2	240-330	280-380
	11 321.3	240-340	280-400
Uhlíkové tvářené za studena	11 340.22	290-400	340-460
	11 340.25	520-700	600-800
	11 341.20	240-340	280-400
Uhlíkové ušlechtilé	12 000.20	700	max. 800
	12 010.1	300	min. 340
	12 020.20	330-440	380-500
	12 041.20	390-520	450-600
	12 060.1	min. 540	min.620
	12 071.20	480-600	550-700
Slitinové ušlechtilé	13 180.20	700	max. 800
	14 160.0	820	950
	14 220.30	560	max. 650
Nerezové oceli korozivzdorné	17 021.3	470	550
	17 041.21	600	700

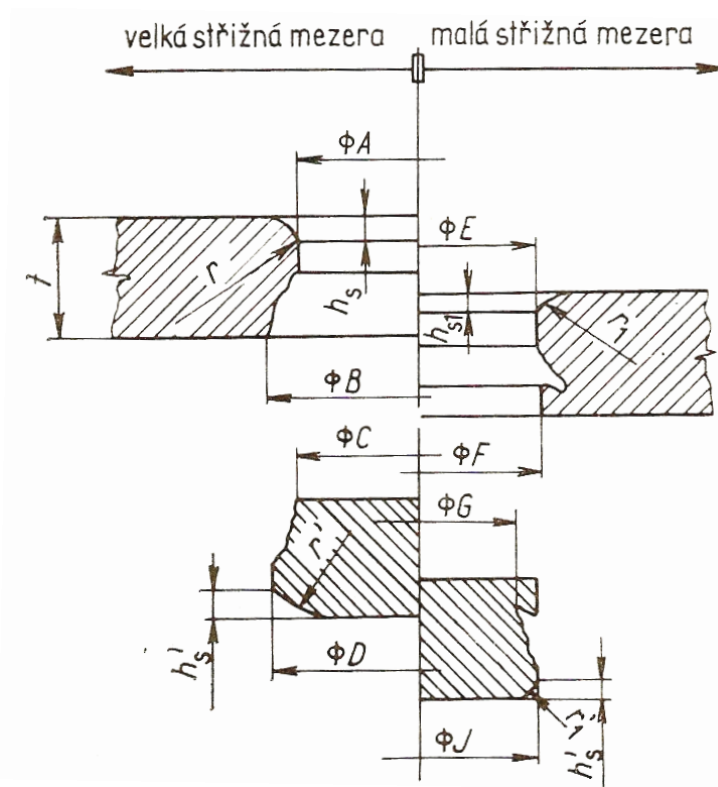
### 1.2.7 Kvalita střížné plochy [6,7]

Při běžném způsobu stříhání plechů se nedosáhne zvláštní kvality povrchu stříhu. Dává plochu výstřížku mírně zkosenou s drsným povrchem a vytaženou ostřinou. Materiál výstřížku je kolem čáry stříhu zpevněn. Při vystřihování se obvykle dosáhne jakosti povrchu:

- Při vystřihování  $R_a=3,2 - 6,3$
- Při děrování  $R_a=2,5 - 6,3$

Jak ukazuje (Obr.8), má výstřížek i otvor střížnou plochu naznačeného tvaru (zaoblenou hranu stříhu na straně střížnice a otvoru na straně střížníku). U otvoru je menší než u obvodu výstřížku.





Obr.9.Kvalita střižné plochy při velké a malé střižné mezeře.[6]

$t$  – tloušťka stříhaného plechu,  $A, B, E, F$  – rozměry vystřiženého otvoru,  
 $C, D, G, J$  – rozměry výstřižku,  $h_s, h'_s$  – výška zaoblení,  $r$  – poloměr zaoblení

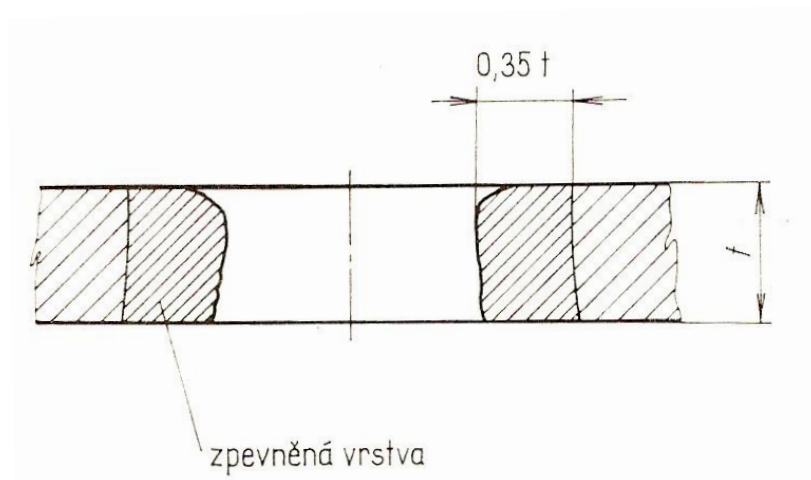
Přesnost a kvalita povrchu při stříhání závisí na:

- Vlastnostech stříhaného materiálu,
- Velikosti střižné mezery,
- Druhu a stavu nástroje,
- Charakteru geometrického tvaru stříhaného obrazce,
- Kvalitě povrchu a přesnosti činných částí střižníku a střižnice

Při stříhání vznikají na střižné ploše a střižné ploše a střižných hranách ostřiny. Výška ostřin závisí na stavu střižných elementů, k nimž patří střižník a střižnice. Při větších rychlostech stříhání se zmenšuje výška ostřin. Při mazání stříhaného materiálu jsou ostřiny mnohem menší, také deformace výstřižku se mazáním snižují. Přípustnou výšku stanovuje norma ČSN 22 6015.

Dovolená velikost ostřin na výstrižku ovlivňuje životnost nástroje. Čím menší požadovaná ostřina, tím častěji musí docházet k broušení střížných funkčních částí nástroje. Z toho plyne životnost. Velikost ostřin nejčastěji měříme optickým měřidlem.

Také zpevnění povrchu při stříhání, je významnou složkou kvality povrchu. Vznikne při stříhání vnějšího, nebo vnitřního tvaru kolem čáry stříhu. Kov v pásmu stříhu zvyšuje odpor proti pokračující plastické deformaci, dochází k jeho zpevnění. Tím se mění mechanické vlastnosti materiálu blízko ploch stříhu. T se projeví zvětšením jeho pevnosti, meze kluzu a snížením tažnosti.



Obr.10.Oblast zpevnění materiálu při stříhání.[6]

## 2 STŘIŽNÉ NÁSTROJE

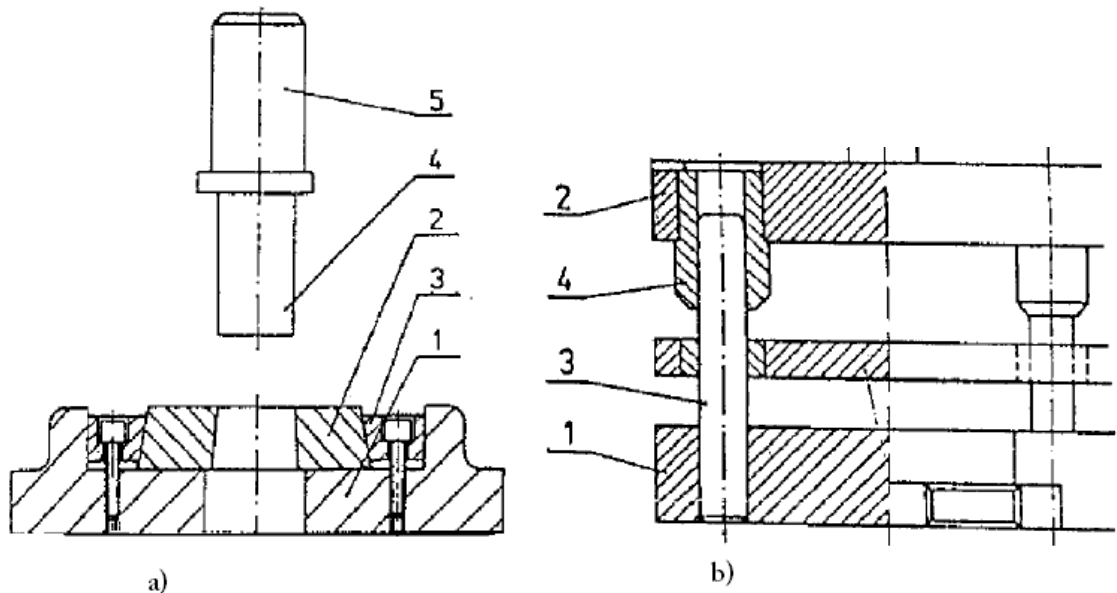
### 2.1 Rozdělení střížných nástrojů [8]

Stříhadla jsou základním činitelem střížného procesu. Mají velký vliv na tvar, rozměry a jakost střížných ploch výstřížku. Správně navrženou konstrukcí lze ovlivnit velikost maximální střížné síly a tím i nutnost použití konkrétního střížného stroje. Stříhadla rovněž ovlivňují ekonomické aspekty výroby výstřížků.

Mezi hlavní kritéria, sloužící pro rozdělování střížných nástrojů patří požadavek přesnosti výstřížku a počet tvářecích operací ve výrobním cyklu dané součásti.

Dle požadované výrobní přesnosti se nástroje dělí na:

- Střížné nástroje bez vedení, které se využívají pro málo přesné výstřížky s nízkými požadavky na kvalitu střížné plochy, např. stříhání polotovarů pro svářečské operace. Vzájemnou polohu střížníku střížnice zajišťuje pouze stojan a beran lisu, správné zavedení nástroje se realizuje pomocí vodící desky upevněné na základové desce (obr.10.a). Tyto nástroje jsou vhodné zejména pro kusovou a malosériovou výrobu, kde nejsou kladeny vysoké nároky na přesnost.



Obr.11.Schéma jednoduchého střížného nástroje.[8]

*a – bez vedení (1-základová deska, 2-střížnice, 3-vodící lišty, 4-střížník, 5-upínací stopka),  
b – s vedením (1-základová deska, 2-upínací desky, 3-vodící sloupky,4-vodící sloupky).*

- Střížné nástroje s vedením obsahující vodící sloupky zajišťující přesné vedení horní části nástroje vůči spodní. Konstrukčně může být tento nástroj velmi podobný, jako nástroj bez vedení (Obr.10.b), pouze dolní deska vodícího sloupku nahrazuje desku upínací. Tyto nástroje jsou přesnější, ale také výrobně náročnější a dražší.

Další rozdělení střížných nástrojů dle počtu střížných operací:

- Jednoduché střížné nástroje – jsou určeny pro jednu operaci v jednom kroku (např. děrování).
- Postupové střížné nástroje – zhotovují výstřížek postupně na několik operací v několika krocích (např. děrování a v dalším kroku vystřihování).
- Sloučené střížné nástroje – provádějí několik střížných operací v jednom kroku (např. děrování a vystřihování).
- Sdružené střížné nástroje – sloučení operací různého typu v jednom kroku (např. stříhání a ohýbání).

Pokud sloučené a sdružené nástroje vyrábějí součást na více kroků, označují se tyto nástroje jako sloučené postupové resp. sdružené postupové.

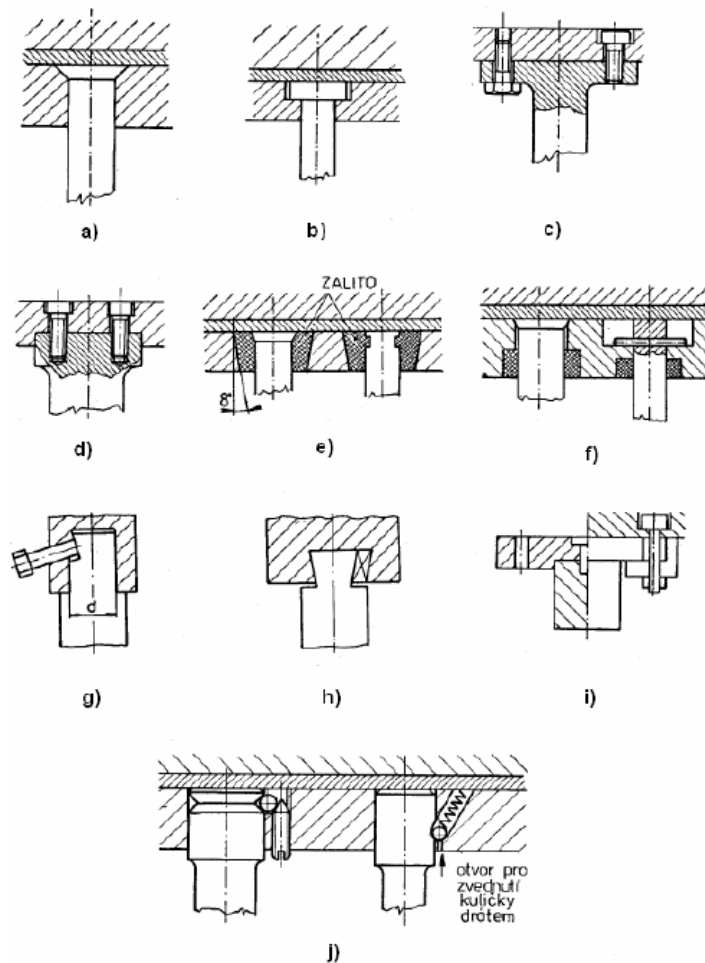
## 2.2 Složení střížných nástrojů

Chceme-li dosáhnout požadovaného střížného procesu, musí střížný nástroj obsahovat tyto základní části:

- Střížníky
- Střížnice
- Kotevní desky
- Upínací desky, upínací čepy
- Stírací desky
- Vodící sloupky s vodícími pouzdry
- Vodící lišty, vodící čepy
- Hledáčky
- Pružiny a jiné drobné součásti

### 2.2.1 Střížníky [9]

Střížník je funkční element stříhadla, je to protikus střížnice upevněný v kotevní desce střížného nástroje. Tvary střížníku jsou normalizované – kruhové, obdélníkové, čtvercové a jiné. Malé střížníky jsou vyráběné z jednoho kusu, větší lze vyrábět jako dělené. Nosná část je z konstrukční méně kvalitní oceli a pouze funkční část z nástrojového materiálu. Vzájemné spojení funkčních a nosných dílců je realizováno šroubovými spoji.



Obr.12.Způsoby upínání střížníků.[8]

*a – roznýtování, b – osazení, c,d – přišroubování, e – zalití pryskyřicí, f – zalití a roznýtování resp. zalití a zajištění kolíkem, g – zajištění šroubem, h – zajištění klínem  
i – zajištění upínkou, j – kuličkové zajištění*

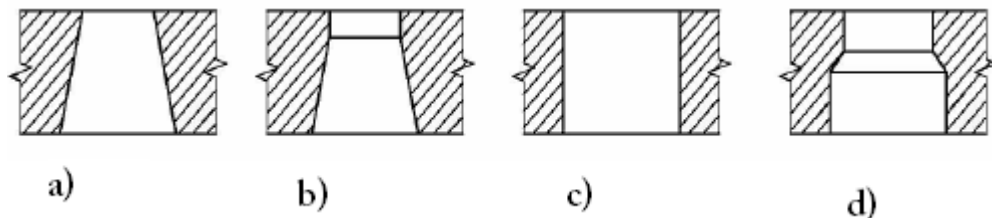
Různorodé je samotné upnutí střížníku do kotevní desky nástroje. Nejjednodušší variantou je roznýtování jeho horní části (Obr.11.a), nebo osazení (Obr.11.b). Větší střížníky se

přípevňují šrouby za přírubu (Obr.11.c), případně se zapuštěním (Obr.11.d). Další metodou je pak zalití střížníku pryskyřicí, tento způsob je vhodný pro nástroje se složitým tvarem střížného obvodu. Provedení pro malé stírací síly ukazuje (Obr.11.e). Pro velké stírací síly, uvedeno na (Obr.11.f), se využívá současné zalití pryskyřicí a roznýtování, nebo zajištění kolíkem. Střížníky jednoduchých tvarů lze upevnit šroubem (Obr.11.g), rovněž uchycení klínem je pro tyto typy vhodné (Obr.11.h) a i aretace šroubem a upínkou (Obr.11.i). U nástrojů, kde je třeba rychle nebo často střížníky měnit, se využívá zajištění kuličkou (Obr.11.j).

Důležitými faktory, které se sledují u střížníků, jsou pevnost a kolmé uchycení v kotevní desce. Pevnost tenkých nástrojů lze zvýšit osazením, či vložením pouzdra. Právě z důvodů vysokých pevnostních nároků se střížníky vyrábějí z nástrojových ocelí a tepelně se zpracovávají. Také mohou obsahovat funkční části ze slinitých karbidů. [8]

### 2.2.2 Střížnice [9]

Střížnice je pracovní část stříhadla upevněná na základové desce nástroje. Působením střížníku na střížnou hranu střížnice je materiál vtlačován do střížnice a dochází k jeho oddělování.



Obr.13. Tvary otvorů ve střížnici. [8]

*a – kuželový, b – kuželový s vlnitou plochou, c – válcový, d – válcový s vybráním*

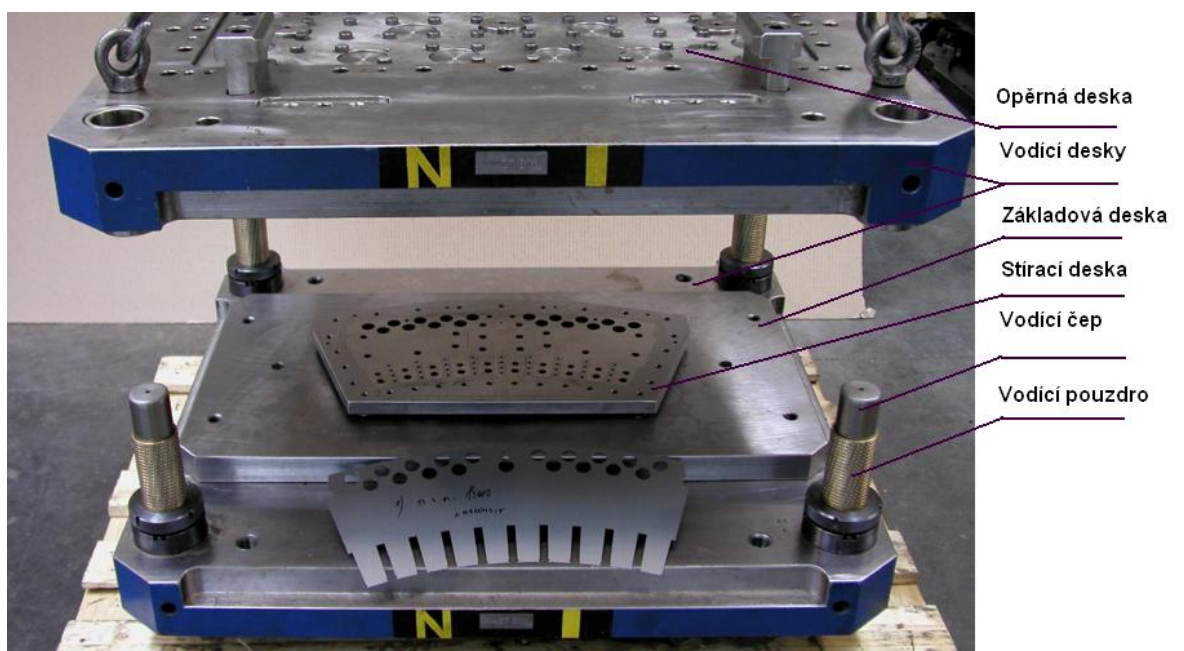
Geometrický tvar otvoru ve střížnici může být:

- Válcový – pro rozměrné součásti,
- Válcový s vybráním – pro děrování,
- Kuželový – pro menší počty kusů,
- Kuželový s vlnitou plochou – pro větší počty vyráběných kusů

### 2.2.3 Desky [9]

Střížný nástroj je složen z více druhů desek, kde každá z nich má svoji funkci. Jsou to:

- Vodící desky - Zabezpečují správnou polohu střížníku proti otvoru ve střížnici. Tzn. Stejnou střížnou vůli po celém obvodu. Můžou být pevná nebo pohyblivá. Tloušťka vodících desek obvykle bývá asi 0,8 až 1 násobek tloušťky střížnice.
- Kotevní deska – V této desce jsou upevněny střížné části nástroje – střížníky. Způsoby upínání střížných částí bylo uvedeno v kapitole (2.2.1. – Střížníky).
- Základová deska - Na tuto desku není kladeno extrémní zatížení, tudíž není potřeba ji vyrábět z nástrojových materiálů. Nachází se spodní straně střížného nástroje. Je na ní přimontována kotevní deska.
- Stírací deska – Neboli stěrač. Slouží k stírání odpadů při vratném pohybu střížníků. Jejich konstrukce má být dostatečně tuhá, aby se stíracím tlakem nedeformovaly. Stírací síla bývá asi 3 až 12% střížné síly, i více.
- Opěrná deska - O tuto desku mohou být opřeny například střížníky (v horní části nástroje), nebo střížnice (v dolní části nástroje). Tuto desku je vhodné vyrábět z materiálů, které mají větší tvrdost již za přírodního stavu, nebo jsou tepelně zpracovatelné.

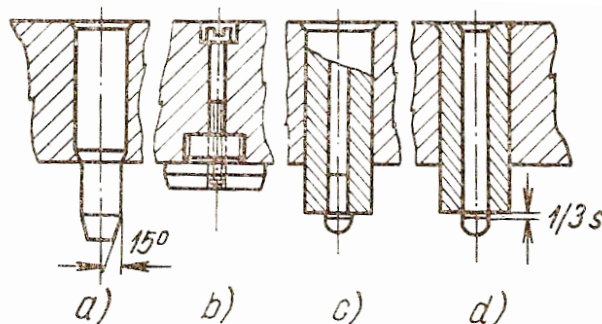


Obr.14.Sloučený střížný nástroj

(včetně vodících desek, kotevní, základové, vodících čepů a pozder).

### 2.2.4 Vodící a naváděcí prvky [9]

- Vodící lišty – Vedou pásy materiálu. Jejich výška nemá být příliš velká, u stříhadel bývá zpravidla 2 až 3 násobek tloušťky materiálu. Vzhledem k tolerancím šířky pásu materiálu musí být mezi lištami dostatečná vůle, která bývá u stříhadel bez odstříhovače asi o 0,2 až 0,3 mm větší než je největší šířka pásu.
- Vodící pouzdra – Jsou to kalené, přesné, válcovité součásti určené k přesnému vedení vodících čepů. Pouzdra mají přesné funkční plochy, které jsou broušené. Vyrábějí se z ušlechtilých uhlíkových cementačních ocelí (nejčastěji z nástrojových uhlíkových nebo slitinových ocelí) a jsou pečlivě tepelně zpracována.
- Vodící čepy - Mají za úkol co nejpřesněji vést např. horní část nástroje k dolní části.
- Upínací lišty – Jsou to normalizované součásti, které se aplikují na vodící desky a jsou pomocí nich upínány na pracovní stroje.
- Hledáčky – Jsou nutné zejména u postupových nástrojů a tam, kde se vyžaduje vystředění pásu. Při vystříhování se používá hledáčku podle (Obr. 14.), které středí pás pomocí otvorů, děrovaných v předchozím postupu.



Obr.15.Hledáčky [9]

- Dorazy – omezují posuv materiálu v lisovacím nástroji. V malosériové výrobě se používá jako dorazu kolíku, zalisovaného ve střížnici, ze které vyčnívá asi o tloušťku stříhaného materiálu, nejméně však asi 1,5 mm. Pro střední a velké série se u nástrojů používá mnoha různých druhů mechanických dorazů pro ruční i samočinný posuv. Mají zastavit posunovaný materiál ve správné poloze. Přesnost polohy polotovaru se někdy ještě zvyšuje hledáčky. Doraz musí být konstrukčně jednoduchý, bezpečný a snadno ovladatelný.



- Pružiny - U střížných nástrojů se využívá zejména k vyvození stírací síly. Ta je nutná k vytažení střížníku, který ulpěl ve stříhaném materiálu. Dále mají také funkci vrátit nástroj zpět do výchozí polohy a připravit ho tak pro další stříh. Používají se jak pružiny vinuté, tak pružiny pryžové.

## 2.3 Materiály střížných nástrojů

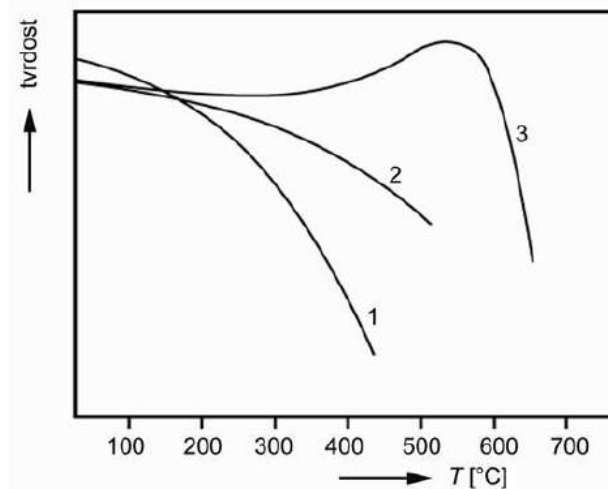
Na materiálu funkčních částí nástroje a na postupu tepelného zpracování je závislá hospodárnost a především ekonomická otázka výhodnosti přesného vystřihování. Výběr materiálu pro funkční části nástrojů pro přesné vystřihování je závislý na řadě činitelů, z nichž nejdůležitější jsou:

- Typ nástroje a způsob namáhání,
- Zpracováváný materiál,
- Počet kusů.

### 2.3.1 Rozdělení nástrojových ocelí a jejich vlastnosti [10]

Podle chemického složení dělíme nástrojové oceli na:

1. **Nelegované (uhlíkové)** – tyto oceli se liší zejména obsahem uhlíku. Hlavní nevýhodou nelegovaných ocelí je malá prokalitelnost. Jsou určeny pro nástroje pracující při nepříliš náročných podmínkách a za poměrně nízkých teplot, neboť s teplotou jejich tvrdost výrazně klesá (Obr. 15.)
2. **Legované oceli pro práci za studena** – používají se k podobným účelům jako uhlíkové oceli. Mají však vyšší prokalitelnost vyšší tvrdost (60 až 64 HRC) a nižší pokles tvrdosti s teplotou. Bývají legovány chromem, vanadem, molybdenem a wolframem. Součet legujících prvků vyjma ocelí chromových obvykle nepřesahuje 3 až 5%.
3. **Legované oceli pro práci za tepla** – zde je vyžadována vysoká odolnost proti deformaci, otěruvzdornost a odolnost proti tepelné únavě. Oceli obsahují uhlík nejčastěji od 0,28 až 0,6%. Dále jsou legovány chromem až do 5,5%, molybdenem až do 3% a vanadem až do 1,1%.



Obr.16. Popouštěcí křivky:

*nelegované oceli (1), nízkolegované oceli (2), vysocelegované oceli (3)*

- 4. Rychlořezné oceli** – vyznačují se odolností proti poklesu tvrdosti až do teplot okolo 550°C. Jedná se o ledeburitické oceli vysoce legované s obsahem uhlíku nad 0,7%. Základním legujícím prvkem v rychlořezných ocelích je wolfram, který bývá nahrazen polovičním množstvím molybdenu.

Tab. 4. Konstrukční oceli používané při výrobě nástrojů [6]

Ocel		Vhodnost	Tepelné zpracování	Tvrdost [HRC]
Typ	Označení			
Neušlechtilé	11 107, 11 110	Na drobné součásti nástrojů.		
	11 340, 11 370	Pro méně namáhané součásti, opěrné desky.		
	11 373, 11 375, 11 353, 11 423, 11 523	Pro svařování konstrukčních dílů nástrojů.		
	11 500, 11 600	Pro kliky, pera, upínací, kotevní desky.		
Zušlechťovatelné	12 060, 12 061	Stírače, upínací hlavice, stopky, opěrné vložky.	Zušlechťeno	50 až 58
	12 040, 12 090, 13 180, 14 180	Šroubové, talířové, listové pružiny.		43 až 48
	14 260, 15 260	Talířové, nejnamáhanější pružinové součásti.		45 až 46
Cementační	12 010, 12 020	Součásti vodícího mechanismu, sloupky, pouzdra.	Cementováno	60 až 62
	14 120, 14 220	Součásti s velmi tvrdou cementační vrstvou.		61 až 63

Pro většinu nástrojů se požadují zejména následující vlastnosti:

- **Tvrдост** – je závislá především na obsahu uhlíku a na tepelném zpracování. Vysoké tvrdosti se dosahuje kalením a popouštěním na nízké teploty. Oceli pracující za vyšších teplot se popouštějí na vyšší teploty, aniž by se snížila tvrdost. Tvrдост získaná po kalení definuje zakalitelnost.
- **Plastické vlastnosti a houževnatost** – závisí zejména na matici a množství, morfologii a velikosti karbidů a na přítomnosti vměstků, případně výrobních vad. U měkčích ocelí s pevností do 1800 MPa se zajišťuje tažnost statickou zkouškou v tahu a houževnatost zkouškou rázem v ohybu.
- **Odolnost oceli proti popouštění** – je důležitá zejména pro řezné nástroje pracující za vyšších teplot (nástroje pro lisování za tepla, pro tlakové lití kovů). Odolnost se posuzuje poklesu tvrdosti při dlouhodobém ohřevu materiálu na vyšší teploty. U nelegovaných ocelí klesá tvrdost od teploty 200°C. Zvýšení odolnosti oceli proti popouštění se zabezpečuje legováním karbidotvornými prvky (Cr, W, V, Mo, Ti).
- **Řezivost** – je požadována zejména u řezných nástrojů. Je výrazně ovlivňován množstvím, složením a rozložením karbidů ve struktuře.
- **Tepelná únava** – projevuje se po určité době u nástrojů, které jsou vystaveny střídáním teploty, jako sít'ové trhlinek rozložených na pracovním povrchu. Vznik trhlinek je způsoben teplotními dilatacemi, které při ohřevu vyvolávají na povrchu nástroje tlakové pnutí a při ochlazování tahové.
- **Prokalitelnost** – je definována jako schopnost získat požadovanou tvrdost po kalení do určité hloubky. Nelegované oceli mají malou prokalitelnost. Prokalitelnost zvyšují téměř všechny legující prvky zejména Mn, Cr, Mo, Ni. U karbidotvorných prvků je pro prokalitelnost důležitý obsah legujících prvků rozpuštěného při kalící teplotě v austenitu.
- **Rozměrová stálost** – je velmi důležitou vlastností u tvarových nástrojů na přesné obrábění a u měřidel. Rozměrové změny jsou způsobovány změnou struktury, ke kterým dochází při změnách teplot (rozpadem zbytkového austenitu).

### 2.3.2 Výroba nástrojových oceli práškovou metalurgií [14]

Prášková metalurgie umožňuje získat výrobky se speciálními vlastnostmi (např. žárupevností, otěruvzdorností apod.). Výrobky s vysokou porezitou a výrobky tvořící

přechod ke kompozitům, které jinými technologiemi nemůžeme vyrobit. Prášková metalurgie zahrnuje jednak výrobu prášků, jednak jejich zhutňování (obvykle lisováním a slinováním) do konstrukčních materiálů nebo součástí.

Nejdůležitějšími faktory při výrobě prášků působícími na jejich technologické vlastnosti jsou vztah povrchu částic k jejich objemu a také zvýšení hustoty vnitřních poruch.

Zmenšením průměrné velikosti částic prášku se zvyšuje jeho měrný povrch, snižuje se i povrchová drsnost. Toto vede ke zvýšení kapilárních sil v objemu prášku a označuje se jako "geometrická aktivita".

U částic prášků je povrchová oblast silně narušena a obsahuje mnoho prvků, které nejsou tak silně svázané s krystalickou mřížkou základu. Vysoká zbytková energie povrchu vzhledem ke kompaktnímu tělesu způsobuje i zvýšenou reakční schopnost označovanou jako "strukturní aktivitu" prášku.

Aktivita prášku a s ní spojené chování při lisování a slinování, i v konečných vlastnostech hotového výrobku, závisí tedy od způsobu zhotovení prášku. Zlepšení slinovatelnosti se může dosáhnout i dalším zpracováním (mletí, mechanická aktivace), které spolu se zvýšením měrného povrchu zvyšuje i hustotu poruch. Tyto prášky však na druhé straně vykazují vyšší odpor proti plastické deformaci při lisování.

Nástrojové oceli vyráběné metodou práškové metalurgie (dále PM - oceli). Dodací program PM - ocelí tvoří:

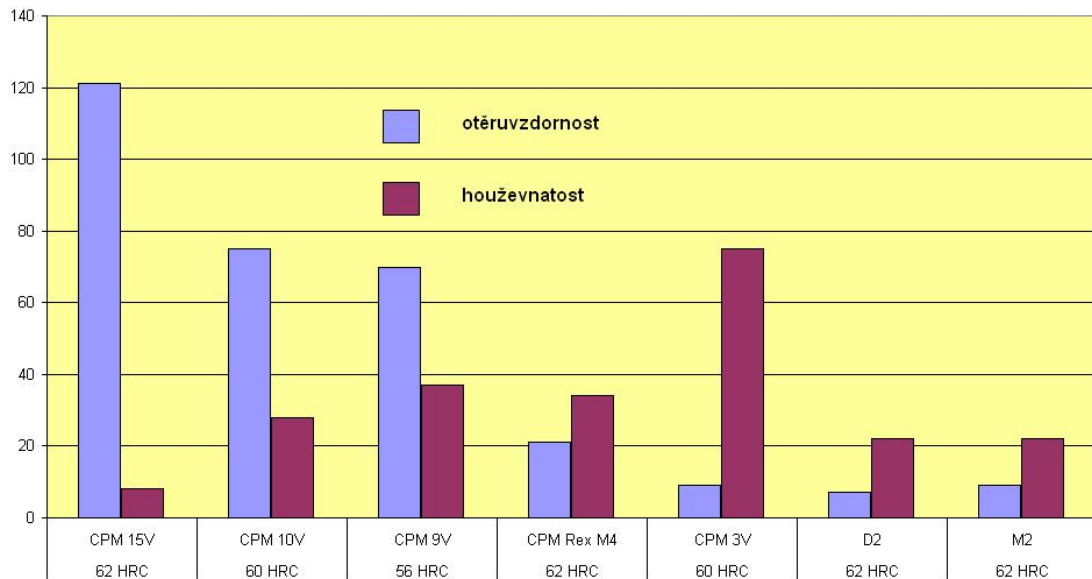
- Řada ASP 2000 - výrobce Erasteel (Švédsko, Francie)
- Řada CPM - výrobce Crucible Speciality Metals (USA)

PM – oceli jsou jedním z výsledků vývoje nástrojových ocelí, který probíhá prakticky již od počátku průmyslové historie lidstva. Tvrdší, houževnatější, odolnější proti otěru – požadavky na nástrojové materiály stoupaly se zvyšující se komplexitou komponentů, které byly s pomocí nástrojů vyráběny.

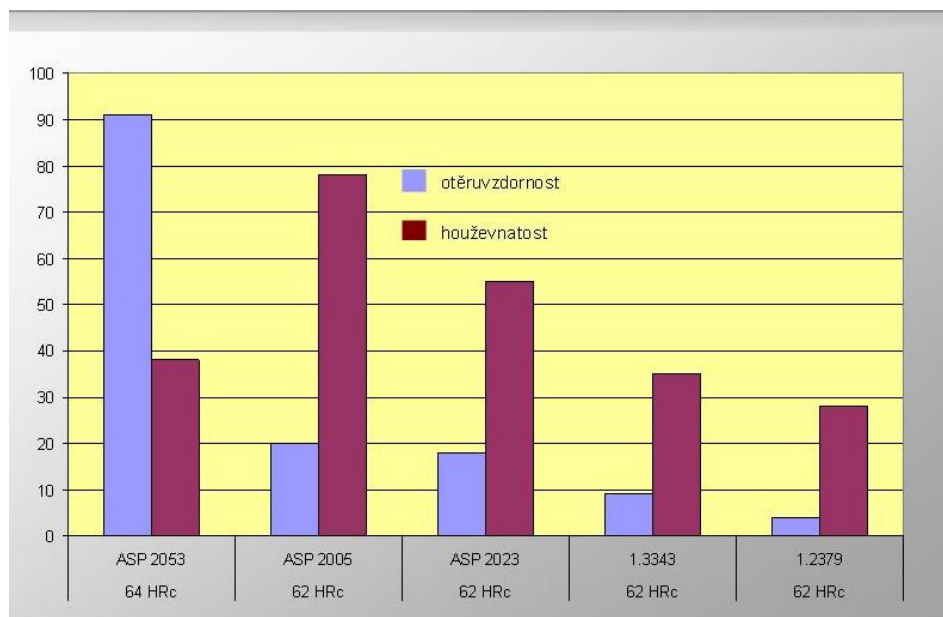
V dřívějších dobách byla v popředí především snaha o zvýšení odolnosti proti otěru. Tato tendence však velmi rychle narazila na hranice, dané při konvenční výrobě oceli fyzikálními okrajovými podmínkami. Zvýšená tvorba hrubě jehlovitých karbidických struktur s jejich špatnou tvařitelností při kování, výrazně sníženou houževnatostí a

zvýšenými problémy při třískovém obrábění znamenají pro technickou využitelnost ocelí s obsahem uhlíku pohybujícím se v oblasti 2,15% citelná ohraničení.

Teprve s rozvojem práškové metalurgie a její aplikací pro výrobu nástrojových materiálů začátkem sedmdesátých let minulého století mohla být tato „zvuková bariéra“ prolomena. Vývoj této technologie probíhal v Evropě a USA téměř paralelně a vůdčími firmami byly společnosti Stora - Koppaberg (ASP) ve Švédsku a Crucible (CPM) v USA.



Obr.17. CPM – oceli (otěruvzdornost, houževnatost) [14]



Obr.18. ASP 2000 – oceli (otěruvzdornost, houževnatost) [14]

### 2.3.3 Tepelné zpracování a chemicko-tepelné zpracování [11]

Vlastnosti oceli jsou závislé nejen na chemickém složení, ale především na struktuře – tj. na fázovém složení a na tvaru a uspořádání jednotlivých fází. Požadované struktury se dosahuje u oceli vhodného chemického složení tepelným zpracováním. Tepelné zpracování zahrnuje všechny postupy, při nichž se vnitřní stavba kovu záměrně mění pomocí změn teploty.

Při tepelném zpracování mohou probíhat změny struktury ve dvou směrech: Je-li struktura v nerovnovážném stavu, lze použít postupů směřujících k dosažení termodynamické rovnováhy, kterou představuje diagram Fe-Fe<sub>3</sub>C. Tyto postupy se souhrnně označují jako **žihání**. Druhou skupinou procesů je vytváření nerovnovážných struktur, které vznikají rychlým ochlazením. Tyto procesy se označují jako **kalení**.

Při výrobě jednotlivých dílů střížného nástroje požadujeme, aby byla součást na povrchu velmi tvrdá, odolná vůči opotřebení a zároveň uvnitř velmi houževnatá. Tohoto docílíme povrchovým kalením. Velice dobrých vlastností výrobků, můžeme také dosáhnout tzv. chemicko-tepelným zpracováním. Použitím oceli s vysokou houževnatostí, která má poměrně nízký obsah uhlíku a vhodnou úpravou chemického složení povrchové vrstvy získáme výborné vlastnosti dané součástí. Při této úpravě obohatíme povrchovou vrstvu některým prvkem, který nám zvýší požadované vlastnosti. Při úpravě chemicko-tepelným zpracováním v materiálu nenastávají pouze strukturální změny, ale i chemické změny v povrchových vrstvách. Získáme tak i přes často velmi členitou tvarovou složitost vyráběné součásti povrchovou vrstvu, která má stejné vlastnosti a stejnou tloušťku povrchové vrstvy. Kromě těchto vlastností získáme chemicko-tepelným zpracováním i zvýšenou odolnost vůči korozi, zvýšenou žáruvzdornost, odolnost proti únavě, zlepšení kluzných vlastností a odolnost proti působení kyselin atd. Tepelné zpracování dělíme obecně na kalení a popuštění.

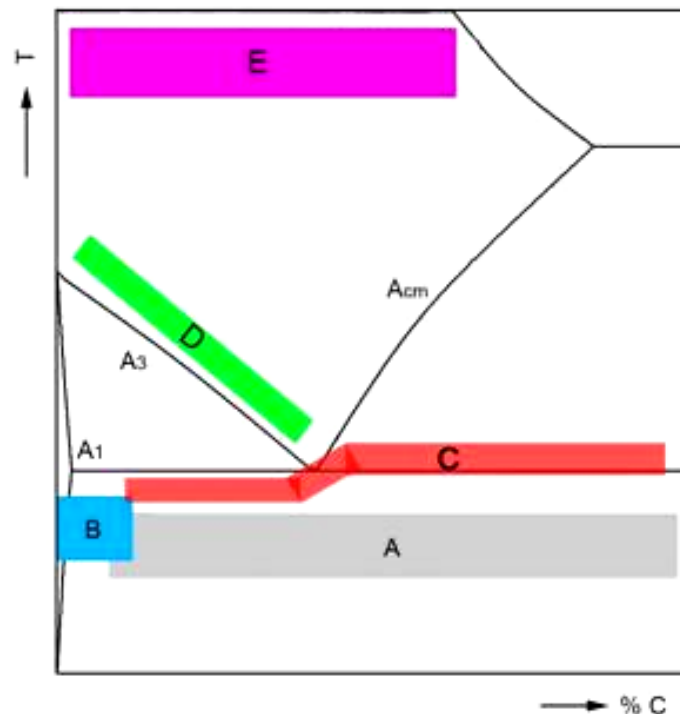
- **Kalení** - Tímto druhem tepelného zpracování získáme vyšší tvrdost vyráběné součásti. Proces kalení se skládá z ohřevu na tzv. kritickou teplotu (teplota přeměny určitých strukturálních složek), která je závislá na procentuálním obsahu uhlíku v oceli, krátkém setrvání na této teplotě a prudkém ochlazení. Prudké ochlazení zabrání zpětné přeměně vytvořené složky na rovnovážný stav. Čím rychlejší je proces chlazení, tím větší

tvrdosti můžeme dosáhnout. Zvyšuje se tím však vnitřní pnutí materiálu a křehkost. Chladícím médiem může být olej, voda, nebo vzduch. Obecně můžeme rozdělit způsoby kalení na:

- izotermické; ohřev, výdrž, ochlazení v solné lázni při 500°C, výdrž na této teplotě a dochlazení na teplotu ovzduší
  - termální; ohřev, výdrž, ochlazení v oleji, dochlazení vzduchem
  - lomené; ohřev, výdrž, ochlazení ve vodě, dochlazení v oleji
  - nepřetržitě; ohřev, výdrž, ochlazení
  - kalení se zmrazováním; ohřev, výdrž, podchlazení pod 0°C (6)
- **Popouštění** - Tepelné zpracování oceli po kalení, jímž se vyrovnávají tepelná a strukturní pnutí a odstraňuje křehký martenzit (například napouštění nástrojových ocelí). Tím se zmenšuje křehkost oceli, avšak zároveň se zmenšuje i její tvrdost. Popouštění je ohřev zakalené oceli na 150 – 700°C, při popouštění se zakalená ocel pomalu ohřeje na popouštěcí teplotu. Udržuje se po dokonalém prohřátí na této teplotě po dobu zvlášť rovnoměrně aby nevznikla nová tepelná pnutí.
  - **Zušlechťování** - Pro dosažení vhodné struktury a vlastností materiálu se nejčastěji využívá zušlechťování. Proces zušlechťování se skládá z kalení a popouštění. Kalení se provádí tak, že se ocel ohřeje na teplotu nad  $A_3$ , následuje výdrž na teplotě a rychlé ochlazení na pokojovou teplotu. Z hlediska struktury je tento proces založen na vzniku a řízeném rozpadu austenitu. Po kalení následuje popouštění, tj. ohřev na teplotu pod  $A_1$ , výdrž a ochlazení. První operací při zušlechťování je ohřev oceli nad teplotu  $A_3$ , nad níž probíhá přeměna feriticko-perlitické struktury na austenit, austenitizace. U podeutektoidních ocelí probíhá austenitizace v rozmezí teplot  $A_1$  a  $A_3$ , u nadeutektoidních ocelí mezi teplotami  $A_1$  a  $A_{cm}$ . Jednotlivá stádia austenitizace jsou: přeměna feritu na austenit, rozpouštění cementitu v austenitu a homogenizace austenitu.
  - **Žihání** - Tento způsob tepelného zpracování je založený na pomalém a rovnoměrném ohřevu materiálu. Po tomto ohřevu následuje výdrž na dané teplotě a pomalé ochlazení v peci. Získáme tím rovnovážný stav ve

struktury materiálu. Účelem žíhání je snížení tvrdosti, vytvoření struktury, která je vhodná pro obrábění, nebo tváření za studena a snížení vnitřního pnutí. Žíhání dělíme podle teploty ohřevu na:

- žíhání s překrystalizací; nejčastěji se používá normalizační žíhání, pro odstranění nestejnomyšné struktury vzniklé při předchozím zpracování.
- žíhání bez překrystalizace; nedochází při něm k fázovým přeměnám jednotlivých struktur



Obr.19. Oblasti žíhacích teplot v diagramu Fe-Fe<sub>3</sub>C: [11]

- a) žíhání na snížení pnutí, b) rekrytalizační, c) na měkko, d) normalizační,  
e) homogenizační

Základní druhy chemicko-tepelného zpracování dělíme na cementování a nitridování:

- **Cementování** - Jedná se o povrchové sycení oceli v tuhém stavu uhlíkem. Cementováním získáme vysokou povrchovou tvrdost, při poměrně vysoké houževnatosti jádra. Tato úprava je vhodná pro dynamicky namáhané součásti. Dodatečným kalením se zlepší odolnost proti opotřebení a zvýší



mez únavy. Pro cementování jsou vhodné ušlechtilé konstrukční oceli, které mají střední obsah uhlíku 0,1 až 0,18%.

- **Nitridování** - Při nitridování sytíme povrchovou vrstvou materiálu dusíkem. Nitridováním dosahujeme různých požadovaných vlastností materiálu. Dle účelu můžeme nitridování rozdělit na:
  - nitridování za účelem zvýšení tvrdosti a odolnosti povrchu proti opotřebení,
  - nitridování za účelem zvýšení meze únavy,
  - nitridování za účelem zvýšení odolnosti proti korozi.

#### 2.3.4 Povlakování

Technologie povlakování je ve velké míře využívána u nástrojů určených k obrábění. U nástrojů střižných či lisovacích se tato technologie aplikuje jen zřídka. Docházelo by tak při opakovaném broušení nebo vyostřování střižných částí k odbrusu napovlakované vrstvy.

Pro některé materiály a operace je použití otěruvzdorných a tvrdých povlaků absolutní nezbytností, pro ostatní jsou klíčem k větší efektivnosti a produktivitě. Druhy povlakování a jejich porovnání:

1. PVD ( Physical Vapour Deposition – fyzikální napařování) - Je charakterizovaná nízkými pracovními teplotami (pod 500 °C ) . Tato metoda byla původně vyvinuta povlakování nástrojů rychlořezné oceli (nízká teplota nám zaručuje že nedojde k tepelnému ovlivnění nástroje). rostoucí vrstvy. Povlak je nejčastěji nanášen:
  - Napařováním
  - Napařováním – a to buď (naprašování doutnavým výbojem rovinné diody, magnetronové naprašování, radiofrekvenční naprašování, naprašování iontovým paprskem.
  - Iontovou implantací
2. CVD (Chemical Vapour Deposition – napařování z plynné fáze) - Je to chemický proces povlakování který je založen na reakci plynných chemických sloučenin v plazmě, která se tvoří v bezprostřední blízkosti povrchu podkladového slinutého

karbidu a následném uložení heterogenní reakce na povrchu. Tato metoda (CVD) probíhá za vysokých teplot ( $1000^{\circ}\text{C}$  -  $1200^{\circ}\text{C}$ ) tato metoda je hlavní metodou povlakování slinitých karbidů a může být realizována ve čtyřech variantách:

- tepelně indukovaná
  - plazmaticky indukovaná
  - elektronově indukovaná
  - fotonově indukovaná
3. PACVD (Plasma Assisted Chemical Vapour Deposition) - Je to metoda vhodná pro optimalizaci povrchových vlastností kovových nástrojů a konstrukčních součástí. U PACVD se povlaky vyznačují extrémně nízkým koeficientem tření až 0,1.



Obr.20. Ravníky – povlak  $\text{TiB}_2$  nanesený metodou PACVD

## 3 TVÁŘECÍ STROJE

### 3.3 Základní technické parametry [6]

Tvářecí stroje zpracovávají materiál tvářením a to za tepla i za studena. K tvářecím strojům počítáme stroje ke stříhání materiálu, což je z technologického hlediska přechod mezi obráběním a tvářením. Při stříhání se vyvozuje pouze smykové napětí, potřebné k oddělení materiálu přičemž oddělená část může být výrobkem nebo odpadem. Tvářecí stroje se ve srovnání s obráběcími stroji vyznačují:

- robustnější a tužší konstrukcí
- menším odpadem materiálu
- horší přestavitelností a univerzálností

Pro jejich nákladnost a zdlouhavé seřizování je jejich použití výhodné pouze v hromadné výrobě. Energie potřebná k vykonání tvářecího pochodu se přivádí od motoru do pracovního prostoru ústrojím přenosu energie.

Mechanické lisy jsou nejpoužívanější tvářecí stroje pro různé tvářecí operace. Tyto lisy mají velkou výrobnost, jsou poměrně jednoduché, avšak z technologického hlediska je nevýhoda, že maximální tvářecí sílu lze odebrat až těsně před dolní úvratí, dále je nebezpečí přetížení stroje, obtížné tvářením velkou silou po delší dráze, nevýhodný průběh rychlosti aj. S ohledem na tyto nedostatky jsou však stroje v provozu nejvíc využívány. Lis ale může být zatížen jen takovou silou, která nepřevyší jmenovitou sílu. Aby se předešlo porušení strojů při přetížení, používá se různých pojistek proti přetížení.

### 3.4 Lisy [6]

Mechanické lisy využívají k přenosu energie mechanický převodových systémů. Mohou být tříděny podle různých znaků, např. konstrukčních, kinematických, technologických, podle počtu využitelných mechanismů (jednočinné, dvojčinné, trojčinné) a dále podle stupně automatizace.

Podle převodového systému požitého v konečném stupni lze rozlišit mechanické lisy:

- Výstředníkové lisy

- Klikové lisy
- Vystřihovací automaty
- Kolenové, kolenopákové, kloubové
- Hřebenové
- Šroubové atd.

Podle velikosti jmenovité síly se mechanické lisy dělí:

- Lehké (<500 kN)
- Střední (500 až 5000 kN)
- Těžké (> 5000 kN)

Podle tvaru stojanu:

- Jednostojanové otevřené – tvar stojanu „C”
- Dvoustojanové otevřené – tvar stojanu „CC”
- Dvoustojanové uzavřené – tvar stojanu „O”
- Sloupové
- Ostatní

Podle uspořádání hřídelů pohybového mechanismu (vzhledem k čelní straně lisu):

- S podélným hřídelem
- S příčným hřídelem

Podle pracovního rozsahu:

- Universální – na nichž se tváří nebo odděluje materiál různých rozměrů a operací.
- Speciální – na nichž se tváří nebo odděluje materiál různých rozměrů jedinou operací.
- Jednoúčelové – určené pro stejné operace a stejné výrobky

## 4 RACIONALIZACE VÝROBY

### 4.1 Základní charakteristika racionalizace práce

#### 4.1.1 Podstata a cíle racionalizace [12]

Podstatou racionalizace je nepřetržité zdokonalování výrobního systému. Podnikatelské subjekty by se měli snažit o neustálé zlepšování ekonomických výsledků v zájmu zlepšování ekonomických výsledků i zvyšování konkurenceschopnosti systému. Jde o to, aby se výrobní proces uskutečňoval na stále vyšší úrovni techniky, technologie, organizace práce, výroby i řízení.

V obecném smyslu se racionalizace jeví jako rozumové vládnutí pracovnímu úseku. Jejím základem je vyloučení zbytečných ztrát a využití existujících rezerv nových technických a organizačních opatření. Racionalizace zároveň směřuje k zavádění technických a organizačních opatření.

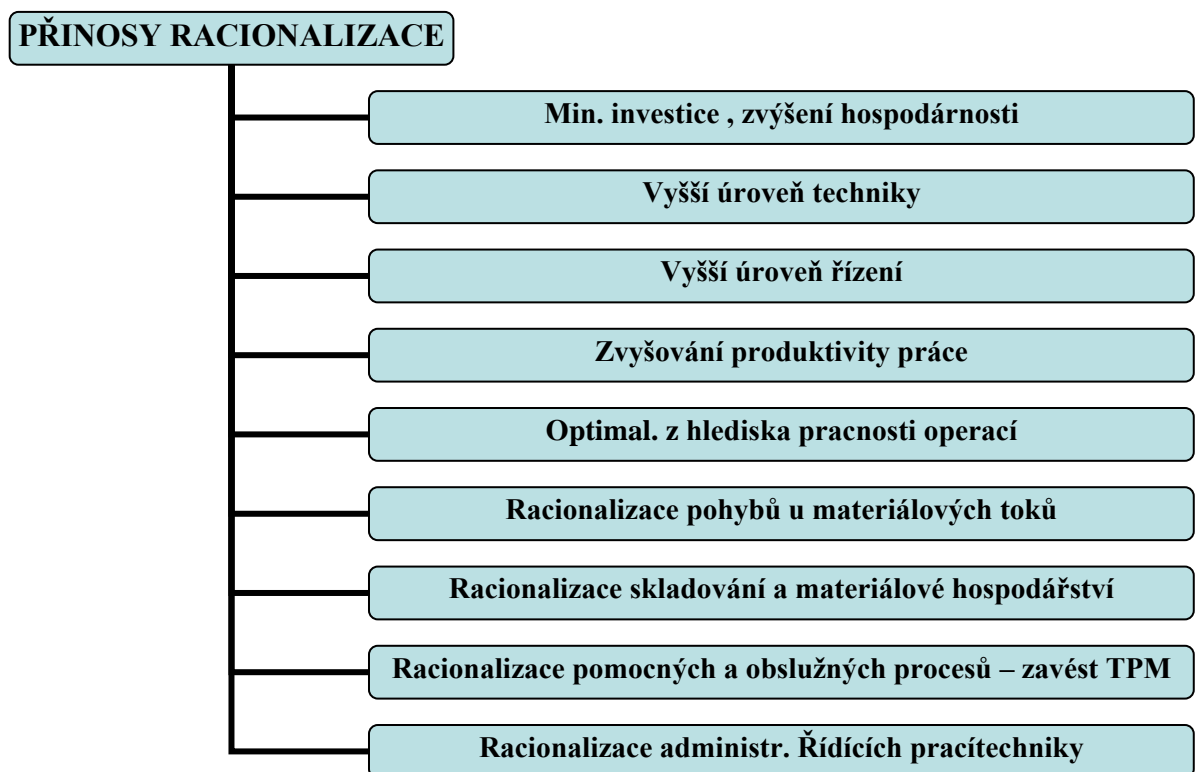
V pracovní oblasti směřuje racionalizace též k vytvoření takových podmínek, při nichž se pracovníci mohou na své úkoly soustředit, pracovat s vysokým výkonem a zároveň šetřit svou pracovní sílu. Racionalizace se ve všech případech podkládá ekonomickou kalkulací, směřuje k rentabilitě a hospodárnosti. Důležitým rysem racionalizace je její praktické zaměření. Je nástrojem nejen dalšího rozvoje poznávání, nýbrž nástrojem k ověření a aplikování všech praktických změn. Tradičním oborem racionalizace je racionalizace práce. Technické normování může být účinné jen tehdy, je-li pojato nikoliv jako náhrada za racionalizaci práce, nýbrž je-li důsledně spojováno s racionalizací práce a fixuje-li pokroková řešení technologie, organizace, fyziologie a psychologie práce v normě výkonu.

Základní nástroje racionalizace:

- Optimalizace provádění pracovních operací
- Ergonomie pracoviště - uspořádání a vybavení pracoviště
- Technické úpravy pracovišť - přípravky, držáky, mechanismy
- Technologičnost konstrukce
- Uspořádání pracovišť

Základní postup racionalizace:

1. Poznání (analýza) pracovního systému
2. Posouzení funkce současného pracovního systému
3. Generování racionalizačních opatření
4. Realizace opatření
5. Vyhodnocení přínosů



Obr.21. Systém racionalizace v podniku [12].

Racionalizaci práce lze z hlediska jejího poslání rozdělit na:

- preventivní racionalizace je zaměřena na posouzení předprojektové a projektové dokumentace. Obsahem této činnosti je posoudit, zda je dokumentace zpracována komplexně, tzn. obsahuje projekt technického řešení a také projekt organizačního uspořádání pracovního procesu. Posouzení je zaměřeno zejména na stanovení optimálního počtu pracovních míst, rozmístění pracovišť, optimalizaci pracovních postupů, podmínky práce, hospodárné vynakládání pracovní síly.
- korektivní racionalizace je uskutečňována v existujících podmínkách technického vybavení výrobních procesů při dané technologii výrobního procesu. Hledá

(analyzuje), řeší (navrhuje) a navrhuje (zdokonaluje) změny v organizačním uspořádání pracovního procesu, zahrnuje změny technického charakteru menšího rozsahu a promítání těchto změn do norem spotřeby práce.

Předmětem korektivní racionalizace je:

- Racionalizace počtu pracovníků
- Uspořádání pracovišť
- Racionalizace materiálových toků
- Racionalizace pracovních postupů
- Racionalizace norem spotřeb

#### **4.1.2 Racionalizace jako systém [12]**

Lze ji charakterizovat jako systém zdokonalování založený na optimálním spojení a maximálním využívání výrobních faktorů s cílem dosahovat nejehospodárnějšího výrobního efektu při minimalizaci požadavků na zdroje (vstupy), který z ekonomického hlediska znamená: zvýšení jakosti a technické úrovně výrobků, dosažení vyšší hospodárnosti (snížení nákladů) a vyšší rentability výroby, snížení namáhavosti pracovního prostředí z hlediska fyziologického a psychologického. Racionalizací mají být vytvořeny předpoklady pro optimální rozhodování a chování podniků.

Pojetí racionalizace umožňuje:

- komplexně racionalizovat vztahy a vazby mezi všemi činiteli výrobního procesu,
- použití a aplikaci vědeckých poznatků o časové, věcné i prostorové struktuře výrobních procesů a formách jejich řízení,
- respektovat rozdílnost racionalizačního přístupu ke zvyšování technicko-organizační úrovně výrobního procesu proti přístupu čistě projekčnímu:

Při racionalizaci jde především o maximální využití rezerv v současném stavu technologie, organizace a řízení, s cílem dosáhnout maximálního efektu bez dalších investic (korektivní racionalizace)

Při investiční výstavbě jde o optimální uspořádání jednotlivých činitelů ve výrobním procesu (technika - materiál - člověk) bez nutnosti zajistit návaznost na současný stav

(preventivní racionalizace). Podstatou komplexní racionalizace je inovace výrobního procesu, která má tři stupně:

## **4.2 Přístupy k racionalizaci práce [12]**

Přístup ke studiu lidské práce a technických prvků, které se na ni zúčastňují může být podle nejrozšířenějších koncepcí komponentní a komplexní. Z hlediska vývojových tendencí se racionalizace práce provádí na základě systémového přístupu.

### **4.2.1 Komponentní přístup [12]**

Komponentní přístup bere do úvahy jen některou stránku objektu racionalizace práce (pracoviště, soubor pracovišť), řešíme pouze jednu část celku a to z hlediska:

- funkčního (např. hledisko technologie výroby, normování práce, řízení apod.),
- místního (např. pracoviště jednotlivce určité profese),
- prvkového (jako je práce stroje bez zřetele na práci člověka),
- parametrového (přihlíží se jen na jeden s parametrů, který charakterizuje úroveň fungování zkoumaného objektu).

Tento metodický přístup nestačí a neumožňuje dosáhnout vysoké efektivity nalezením optimálního řešení a realizace změn na objektu racionalizace práce.

### **4.2.2 Komplexní přístup [12]**

Princip komplexních přístupů se dá charakterizovat jako vícehlediskový přístup, který se přibližuje k řešení všech částí celku jednotlivě.

Objekt racionalizace práce se současně sleduje z hlediska technicko-technologického, organizačního, ekonomického apod. a na základě sumarizace těchto souběžných, ale jednotlivých přístupů se přistupuje k formulování racionalizačních opatření.

Příklad komplexního přístupu: Komplexní racionalizace představuje řešení všech oblastí možného zlepšení (zvýšení produktivity práce) po stránce technologické, konstrukční, organizační, ekonomické, aj.



### 4.2.3 Systémový přístup [12]

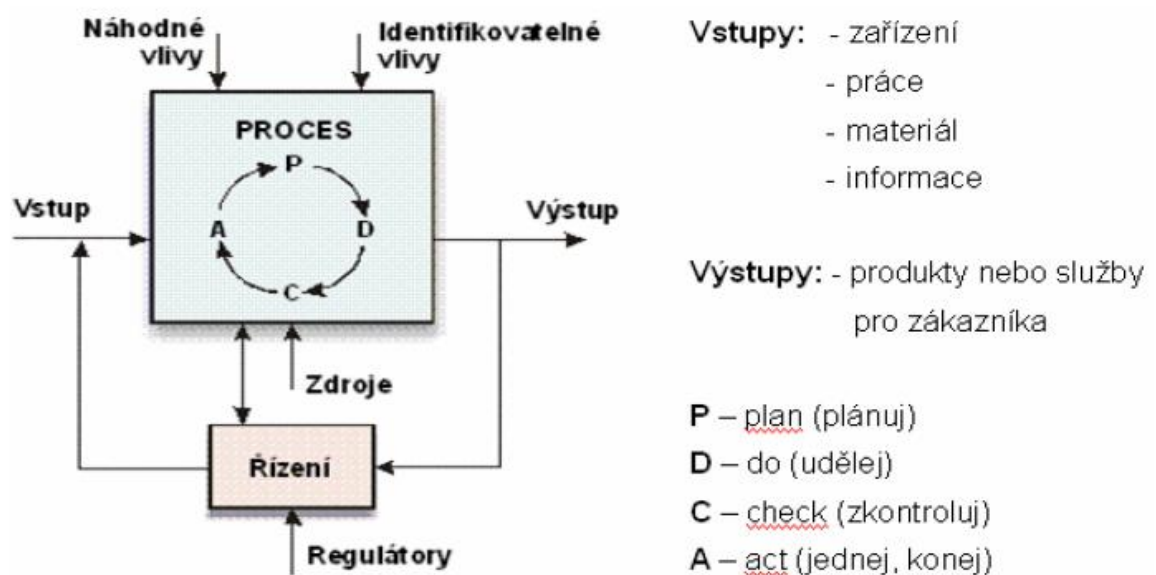
Současný stupeň technického rozvoje a změny, které vyvolal vědeckotechnický pokrok, si vyžadují další metodická zdokonalení racionalizace a studia práce.

Oproti jednostrannosti komponentních přístupů a nedůsledně koordinovaného komplexního, vícehlediskového přístupu, vyžaduje systémový přístup respektovat celkovou charakteristiku objektu racionalizace práce, brát zřetel na vazby a vzájemné působení uvnitř objektu racionalizace práce i vůči okolí, ve kterém působí.

Uplatňováním systémového přístupu v metodologii racionalizace umožňuje odstranění nedostatků komponentních a komplexních přístupů. Objekt racionalizace práce může být např. soustruh jako pracoviště jednotlivce, který se zkoumá celkově (synteticky) tak, aby se dala vymezit jednotlivá zadání problémů na řešení, které přesně vymezují hledisko i cíl zkoumání (přípustné řešení). V tomto případě se snažíme řešit např. optimální řezné podmínky vůči výdržím nástroje jako systém.

### 4.2.4 Procesní přístup [12]

Jako procesní přístup chápeme možnost, kdy procesy procházejí permanentním zdokonalováním, aby byla dosažena spokojenost zákazníka s dodanou hodnotou (výstupy z procesu), což je klíčovým indikátorem.



Obr.22.Systém procesu v podniku [12].

Proces se definuje jako „Transformace vstupů do konečného produktu prostřednictvím aktivit přidávajících tomuto produktu hodnotu, za kterou zákazník zaplatí" nebo také „Soubor úkonů a aktivit, které vedou k dodání výrobku a služeb zákazníkovi".

10 principů procesního přístupu v podniku:

- 1) Integrace a komprese prací
- 2) Delinearizace prací
- 3) Nejvýhodnější místo pro práci
- 4) Uplatnění týmové práce
- 5) Procesní zaměření motivace
- 6) Odpovědnost za proces
- 7) Variantní pojetí procesu
- 8) 3S - samořízení, samokontrola a samoorganizace
- 9) Pružná autonomie procesních týmů
- 10) Znalosti a informační bezbariérovost

Ekonomické přímo vyčíslitelné přínosy procesní organizace:

- Úspora nákladů
- Dosahování vyšších tržeb
- Zvyšování kvality produkce

## 4.3 Základy normování práce

### 4.3.1 Normy spotřeby práce [12]

Norma je dohodnutý, závazný nebo směrný (informativní) předpis nebo stanovená míra, vyjadřující vlastnost, určitý děj, spotřebu činitelů výroby nebo jejich vzájemnou závislost.

Pracovní normy představují soubor všech předpisů, určujících, jakým způsobem se má určitá práce hospodárně vykonávat, jaká kvalifikace je k jejímu provedení zapotřebí a kolik pracovního času je za určitých podmínek třeba k jejímu vykonání.

Mezi pracovní normy se zahrnují zejména:

- normy pracovní kvalifikace,
- normy spotřeby práce.

Normy spotřeby práce jsou předpisy, vyjadřující předpokládanou spotřebu živé práce, vynakládané na určitý pracovní úkon.

- **Normy technologické**

Údaje o optimálních, ekonomicky nejvhodnějších a v praxi dosažitelných podmínkách činností výrobního zařízení nebo pracovníků,

- **Normy obsazení**

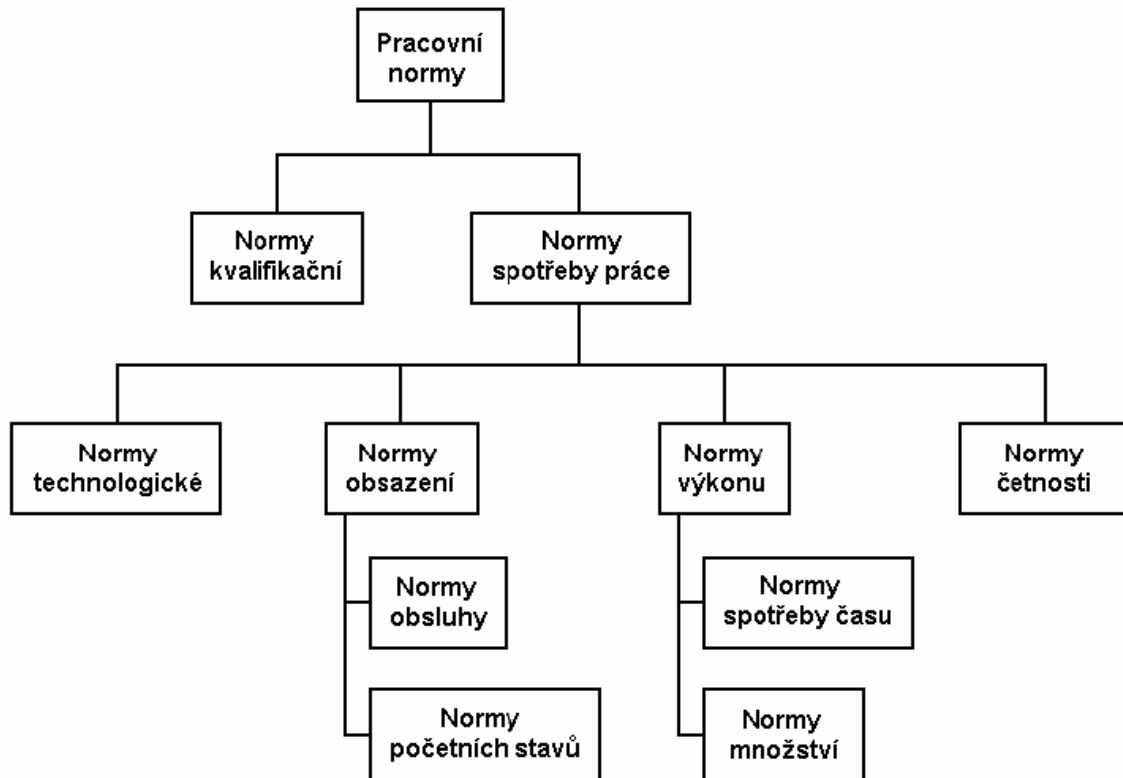
Vyjadřují kolik pracovníků určité profese v daných podmínkách připadá na počet pracovníků jiné profese - normy početních stavů, nebo kolik pracovníků je potřeba pro obsluhu určitého zařízení - normy obsluhy.

- **Normativy četnosti**

Vyjadřují podíl normativní hodnoty určitého z hlediska operace nepravidelně se vyskytujícího úkonu pracovní činnosti na normě času dané operace.

- **Normy spotřeby času**

Údaje o normativní spotřebě času za operaci nebo její část (úkon, úsek) v jednotkách času (min., hod., sec.).



Obr.23.Skladba pracovních norem [12]

#### 4.3.2 Členění spotřeby času v průběhu směny [12]

- **Čas směny (T)** představuje celkovou dobu trvání směny dané organizační jednotky, pozorovaného pracoviště (objektu, pracovníka). Je-li čistá pracovní doba stanovena organizací podle zákoníku práce, je její doba trvání 7,5 hodin, pak čas směny je 7,5 hodin, popř. vyjádřeno v minutách, 450 minut.
- **Čas normovatelný (T<sub>N</sub>)** představuje součet všech časů (dějů), které proběhnou v rámci dané směny v průběhu pozorování daného objektu, které jsou předem stanovitelné (normovatelné). Normovatelný čas se dále dělí na: **čas práce (t<sub>1</sub>)**, **čas obecně nutných přestávek (t<sub>2</sub>)**, **čas podmíněčně nutných přestávek (t<sub>3</sub>)**.
- **Čas práce (t<sub>1</sub>)** je čas, který stráví pracovník jakoukoliv účelnou prací v průběhu směny.  
Čas práce pracovníka se dále dělí:
  - **Čas jednotkové práce (t<sub>A1</sub>)** je čas strávený při provádění jednotlivých úkonů spojených s výrobou výrobní jednotice v rámci času operace (upínání, měření, regulace atd.),

- **Čas dávkové práce ( $t_{B1}$ )** je čas pracovních úkonů potřebných při přípravě a zakončení práce u výrobní dávky nebo jednotlivé operace (prostudování výkresové dokumentace, postupů práce, opatření speciálního nářadí a přípravků ve výdejně, upnutí nářadí a přípravků, seřízení stroje a nářadí, evidence práce, navrácení vypůjčeného nářadí a přípravků, aj.),
- **Čas směnové práce ( $t_{C1}$ )** je čas, který stráví pracovník různými pracovními úkony nezbytnými pro zajištění plynulého chodu strojů, zařízení a pracovišť v průběhu směny (příprava a uspořádání pracoviště na začátku směny, úklid pracoviště na konci směny, nezbytné čištění stroje během směny, jeho promazání je-li nezbytné, aj.).
- **Čas obecně nutných přestávek ( $t_2$ )** je čas přestávek, které jsou, pracovníkům stanoveny různými pracovními předpisy a zákonnými normami. Čas obecně nutných přestávek zahrnuje:
  - přestávky na oddech (pokud jsou stanoveny, např. u fyzicky namáhavých prací nebo prací ohrožujících zdraví pracovníka, práce v hlučném prostředí, práce se stroji a nástroji přenášejícími otřesy na pracovníka, práce v prostředí s vysokou teplotou, atd.),
  - přestávka na pořízení svačiny a svačinu,
  - přestávky na přirozené potřeby.Čas obecně nutných přestávek může být prováděn:
  - **čas obecně nutných přestávek v průběhu jednotkové práce ( $t_{A2}$ )** - obvykle se jedná o nařízený oddech pracovníka v průběhu jednotkové práce,
  - **čas obecně nutných přestávek v průběhu dávkové práce ( $t_{B2}$ )** - je nezbytný oddech pracovníka v průběhu dávkové práce,
  - **čas obecně nutných přestávek směnových ( $t_{C2}$ )** - přestávky na přirozené potřeby v průběhu směny, přestávka na pořízení svačiny a svačinu je stanovena zákoníkem práce, ale podle poslední novely není součástí času směny a tím i času obecně nutných přestávek. Z hlediska provádění časových studií je vhodné tuto přestávku

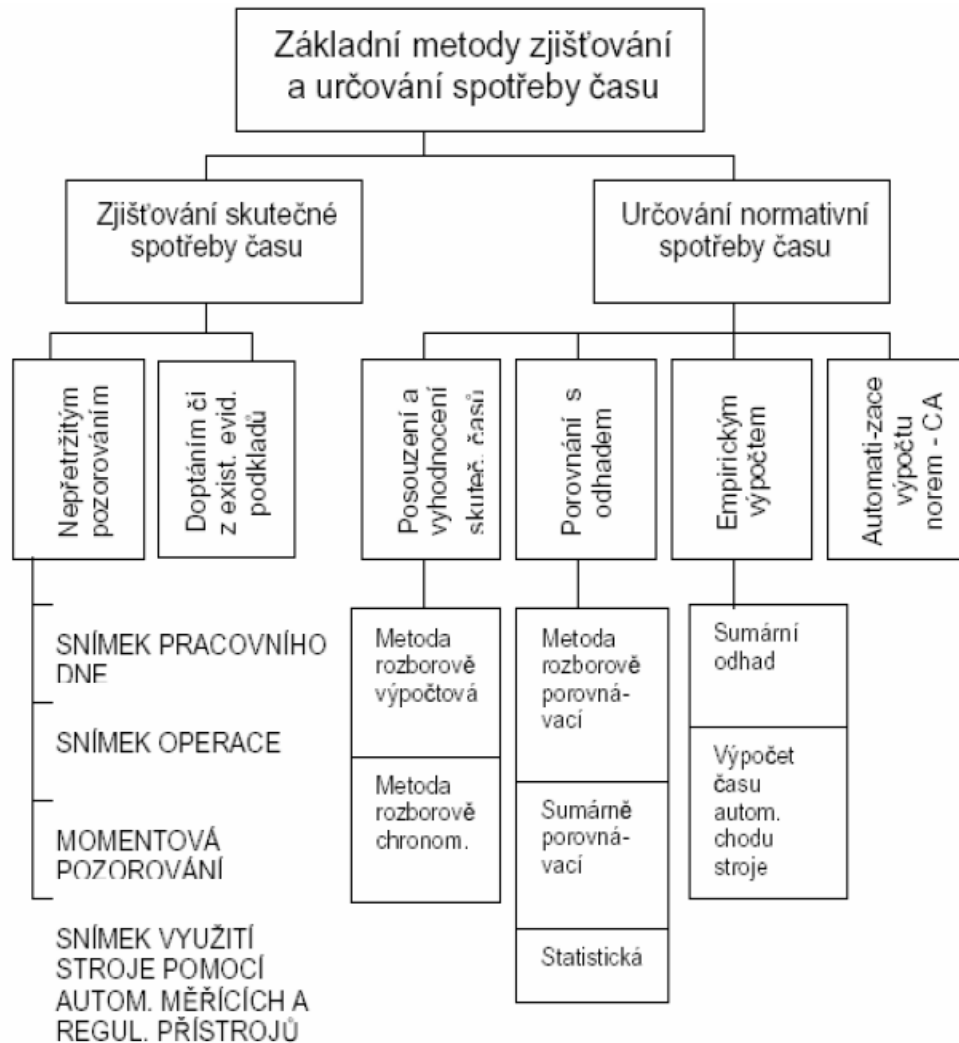
znát a počítat s ní při provádění snímku pracovního dne nebo momentového pozorování.

- **Čas podmíněčně nutných přestávek ( $t_3$ )** - je čas pracovní nečinnosti pracovníka, který je vyvolán režimem práce a vyplývá z dané úrovně techniky, technologie a organizace práce (čekání na doběh automatického chodu stroje, čekání na dokončení práce předcházejícím pracovištěm nebo pracovníkem atd.). Členění času podmíněčně nutných přestávek:
  - **čas podmíněčně nutných jednotkových přestávek ( $t_{A3}$ )** - je čas nečinnosti pracovníka vyvolaný režimem práce, úrovní techniky, technologie a organizace v rámci času jednotkové práce (obvykle čekání pracovníka na ukončení automatického chodu stroje),
  - **čas podmíněčně nutných dávkových přestávek ( $t_{B3}$ )** - je čas nečinnosti pracovníka vyvolaný režimem práce, úrovní techniky, technologie a organizace v rámci času dávkové práce (např. čekání pracovníka na příjezd jeřábu při upínání těžkého přípravku na stůl stroje),
  - **čas podmíněčně nutných směnových přestávek ( $t_{C3}$ )** - je čas nečinnosti pracovníka vyvolaný režimem práce, úrovní techniky, technologie a organizace v rámci času směnové práce (např. čekání pracovníka na zahřátí stroje na začátku směny).
- **Čas ztrátový ( $T_Z$ )** je součtem všech časů nečinností, případně dějů, které nastaly v průběhu pracovní směny u sledovaného objektu různými nepředpokládanými vlivy a nedostatky. Tento čas nelze stanovit předem, proto jej také nazýváme nenormovatelný (ztráty). Ztráty se dále dělí na:
  - **osobní ztráty ( $t_D$ )** - jsou ztráty zaviněné pracovníkem v průběhu pracovní směny. Obvykle se jedná o následující druhy ztrát: nepřítomnost na pracovišti zaviněná pracovníkem, oprava zmetkové práce, nečinnost zaviněná pracovníkem, krátkodobé ošetření nebo odchod k lékaři, různé debaty a porady nevýrobního charakteru.
  - **technicko-organizační ztráty ( $t_E$ )** - tyto ztráty je možno stručně charakterizovat

jako ztráty způsobené špatnou organizací práce nebo technickými problémy různého druhu. Tyto ztráty dále dělíme na:

1. ztráty způsobené více prací ( $t_{E1}$ ) - jedná se o práce, které musí být provedeny navíc oproti původnímu předpokladu z důvodu většího přídavku na opracování (např. kovárna vykovala výkovek, který má oproti normou stanoveném přídavku 20 mm/plochu, přídavek 30mm/plochu).
2. ztráty čekáním ( $t_{E2}$ ) - např. čekání na materiál, čekání na jeřáb po dobu delší než je obvykle běžné a stanovené normou. Nečinnost způsobená poruchou stroje (čekání na údržbu), apod.
3. Ztráty zapříčiněné vyšší mocí ( $t_F$ ) - jsou to ztráty pracovníků, strojů a zařízení způsobené např. výpadkem elektrické energie při bouřce nebo ztráty způsobené nadměrnými dešti a následnými záplavami výrobních pracovišť, případně vlivem jiných živlů.
4. Čas chodu - je doba činnosti daného výrobního zařízení, které je z technických důvodů nutné pro hospodárné splnění cíle dané výrobní operace. Čas chodu se dělí na:
  - a) čas hlavního chodu - je doba činnosti výrobního zařízení, po kterou toto zařízení plní svůj hlavní úkol, tj. po kterou zařízení přetváří pracovní předmět ve výrobek (polotovary). Např. čas odebrání třísky při obrábění.
  - b) čas pomocného chodu - je doba činnosti daného výrobního zařízení, po kterou toto zařízení sice neplní svůj hlavní úkol, ale po kterou vykonává v průběhu operace pomocné úkony, nutné ke splnění hlavního úkolu (např. přísun obráběcího nástroje k obrobku).
  - c) Čas klidu - je taková doba nečinnosti výrobního zařízení, během níž pracovník uskutečňuje úkony nutné k obsluze daného zařízení a vykonatelné jen za klidu zařízení (např. upínání obrobku nebo výměna otupeného nástroje).
  - d) Čas interference - je časem při obsluze několika strojů jedním pracovníkem (vícestrojová obsluha).

#### 4.4 Základy metody zjišťování a určování spotřeby času – Stanovení skutečné spotřeby času [12]



Obr.24.Schéma stanovení spotřeby času[12].

Skutečná spotřeba času se v praxi stanovuje nejčastěji pomocí:

1. **Snímku pracovního dne** - Snímek pracovního dne spolu se snímkem operace patří mezi metody nepřetržitého bezprostředního studia spotřeby času. Jejich pomocí zjišťujeme skutečnou spotřebu času pracovníka, ale i výrobního zařízení. Snímkem pracovního dne rozumíme metodu nepřetržitého pozorování, zaznamenávání a hodnocení spotřeby pracovního času pracovníka nebo skupiny pracovníků během celé směny. Jedná se do značné míry o univerzální metodu, kterou je možné po jisté



úpravě pozorovat práci dělníka, administrativního i řídicího pracovníka, ale také činnost strojního zařízení.

2. **Snímku operace** - Snímek operace je metodou studia pracovního procesu, jejíž pomocí zkoumáme skutečnou spotřebu času na opakované operace nebo její části (úkony) na pracovišti jednotlivce, resp. na několika stejných pracovištích.
3. **Metody momentového pozorování** - Momentové pozorování je metoda, jejíž princip je založen na počtu pravděpodobnosti a na matematické statistice. Momentové pozorování je využitelné pro všechny rozborů pracovních dějů formou zjišťování počtu jejich výskytu v průběhu pracovní směny a jejich následným převodem na procentní hodnoty, případně časové údaje. Jedná se o metodu statistického zjišťování podílu určitého děje v celkovém čase směny (pracovní doby) bez použití časoměrných přístrojů.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 STANOVENÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Existence současného světa bez energií si umí málokdo představit. Mezi nejvýznamnější energie patří elektrický proud, neboť se vyskytuje téměř při každé lidské činnosti.

Elektrický proud je nejvyužívanější energií současné doby a to díky svým vlastnostem jakými jsou například snadná změna v jiné druhy energií a její poměrně snadný transport. Bez elektrické energie si nedokáže žádný vyspělý stát představit svůj každodenní chod.

V energetickém odvětví lze obecně rozdělit elektrické stroje na motory, které mění elektrickou energii v mechanickou a na generátory, které mění mechanickou energii na elektrickou. Cílem každého výrobce je mít co nejefektivnější proces výroby. S tím souvisí i snaha o co nejmenší náklady na výrobu za předpokladu udržení požadované kvality.

Cílem diplomové práce je navrhnout racionalizační opatření v technologickém postupu vystřihování dílce statorového budiče generátoru, zabezpečující snížení výrobních nákladů, zvýšení produktivity vystřihovacího zařízení, zvýšení kvality dílce a snížení zmetkovitosti ve výrobě.

## **6 PREZENTACE SPOLEČNOSTI TES VSETÍN S.R.O.**

### **6.1 O historii společnosti TES Vsetín [15]**

V roce 1919 založil Josef Sousedík Elektrotechnickou továrnu, jež se stala předchůdcem dnešní společnosti TES VSETÍN, a.s. Tehdejší výrobní program tvořily především asynchronní motory. Zakladatel firmy přihlásil 54 patentů v oborech elektrických přístrojů, pohonů, elektrické trakce i automatické regulace. Po roce 1945 dochází k rychlému rozvoji firmy pod značkou MEZ Vsetín. Výrobní program byl rozšířen o komutátorové motory a zkušební stanoviště pro měření výkonu a otáček, později i o kompletní pohony se stejnosměrnými motory. Podnik byl v té době orientován na trhy RVHP a patřil k nejvýznamnějším českým exportérům.

Po roce 1989 byl tradiční výrobní sortiment stejnosměrných motorů doplněn o synchronní a asynchronní generátory, asynchronní motory pro těžký průmysl a velké stroje s permanentními magnety.

V r. 1995 dochází k privatizaci firmy MEZ Vsetín společností TES VSETÍN, v roce 2008 se majoritním vlastníkem stává česko-slovenská investiční společnost PENTA INVESTMENTS LIMITED. Od 1.7.2011 je vlastníkem firmy mezinárodní společnost Advent International.

Díky technickému vývoji a výrobnímu potenciálu podloženému dlouhou tradicí si společnost udržuje významné odběratele na trzích v Německu, Švýcarsku, Francii, Nizozemsku, Rakousku, Itálii, Švédsku, Slovensku, Polsku, USA, Rusku či Thajsku, přičemž export činí každoročně 70 % z celkových tržeb.

### **6.2 Produkční náplň společnosti TES Vsetín [15]**

TES VSETÍN, a.s., vyvíjí, vyrábí a dodává své produkty do celého světa:

- Asynchronní generátory pro MVE 100 – 1500 kW (řada GAK) - pro vodní elektrárny.
- Synchronní generátory pro MVE 100 – 15 000 kVA (řada GSH)
- Synchronní generátory pro všeobecné použití 200 – 5 000 kVA (řada GSV) - pro použití u mobilních i stacionárních pozemních zařízení, napájení sítě na lodích v

ostrovním provozu i v paralelním provozu, jako generátory u vodních elektráren, jako nouzové napájení speciálních agregátů, měničů frekvence a dalších zařízení, ale také pro výrobu zelené energie – pro větrné elektrárny

- Asynchronní hutní motory 50 – 1500 kW (řada MAK) - pro různé druhy pohonů, především pro náročné aplikace v metalurgickém průmyslu. Jsou vhodné pro napájení ze sítě i z měničů. Vyrábějí se nejčastěji v provedení 4 až 12 pólů.
- Motory a generátory s permanentními magnety do 3 000 kW (řada MSP) - na míru projektované a konstruované motory s permanentními magnety velkých výkonů, napájené z frekvenčních měničů.
- Indukční regulátory napětí do 1440 kVA (řada NT) - také označované jako natáčivé transformátory, pro plynulé řízení napětí
- Zvedací stoly do 2400 kg (řada ZS) - umožňuje zvednutí zkoušeného stroje do osy dynamometru a jeho zajištění v této poloze. Uspadňuje přesné ustavení osy zkoušeného stroje s osou dynamometru.

Dále se společnost TES Vsetín zaměřuje na výrobu kooperační:

- Plechy pro elektrotechniku - plechy rotoru a statoru, jsou vyráběné ze svitků, tabulí nebo rondelů dodaných zákazníkem. Je zde zpracovávána tloušťka plechu od 0,35 mm až do 2,0 mm. Plechy jsou lisovány ve tvaru kruhů nebo segmentů. Paketuji se zde pakety rotoru a statoru.
- Nástrojárna – náplní je konstrukce a výroba nástrojů nástroje pro plošné nebo objemové tváření, speciální a univerzální přípravky kalibry, měřidla apod.
- Díly elektrických strojů – mechanické i navinuté – komponují se zde svařence, odlitky - obrobené i neobrobené, hřídele, kostry, ložiskové štíty, příruby, ventilátory, patky, základové rámy aj. Dále v odvětví elektro se zde zhotovují cívky drátové i profilové, navinuté pakety rotoru a statoru.

### **6.3 Technické vybavení provozu lisovny TES Vsetín [13]**

Je zde prováděná technologie lisování plechů do elektromagnetických částí elektrických strojů. Lisují se plechy statoru o průměrech od cca 50 mm až do průměrů přesahující 1100mm. U plechů rotoru je tato hranice okolo 2000 mm. U strojů větších výkonů o

větších rozměrech plechu statoru nad 2000 mm je aplikována technologie výroby segmentů, kdy je kruhový paket vyskládán ze segmentů.

Jsou zde zpracovávány svitky od šíře 70mm až do 1250mm, jmenovité tloušťce od 0,35mm až do 2mm.

Lisování rondelů, segmentů, stříhání tabulí, nebo lisování hotových výlisků je prováděno na třech vystřihovacích linkách a jednom rychlovýsekovém postupovém lise:

- Linka HS-250 – MÜLLER WEINGARTEN, jmenovitá síla 2500kN, max. šířka svitku 1010mm, pevný zdvih 250mm, počet zdvihů 20-35, max. vyhazovací síla 150kN, tato linka umožňuje lisování rondelů s přejížděním pásu jak standardně za sebou tak vedle sebe s přejížděním pásu svitku tzv. funkce CIK-CAK.
- Linka HUQ-250 - MÜLLER WEINGARTEN, jmenovitá síla 2500kN, max. šířka svitku 800mm, pevný zdvih 300mm, počet zdvihů 10-50, max. vyhazovací síla 150kN.
- Linka LKDE400 - ŽĐAS, jmenovitá síla 4000kN, max. šířka svitku 1250mm, pevný zdvih 280mm, počet zdvihů 15-40, max. vyhazovací síla 300kN.
- Postupový lis A2-200 – SCHUIER, jmenovitá síla 2000kN, max. šířka svitku 365mm.

Další operací v lisovně je operace na drážkovacích automatech a poloautomatech a také lisování na klikových a výstředníkových lisech:

Drážkovačky poloautomatické:

- Segmentová poloautomat drážkovačka typ NNS 3-16 – jmenovitá síla 160kN.
- Segmentová poloautomat drážkovačka typ NNS 1-16 – jmenovitá síla 160kN.
- Drážkovací poloautomat N16 SCHULLER - jmenovitá síla 160kN.
- 2x Drážkovací poloautomat NN-20 WEINGARTEN – jmenovitá síla 200kN.
- 2x Drážkovací poloautomat NN8 WEINGARTEN - jmenovitá síla 80kN.
- Drážkovací poloautomat NK8 WEINGARTEN - jmenovitá síla 80kN.

- Drážkovací centrum NNC8A WEINGARTEN - jmenovitá síla 80kN, s plynulou výměnou nástrojů (drážkových řezů), lze provádět více operací na jedno seřízení stroje.
- Drážkovací poloautomat NK4 WEINGARTEN - jmenovitá síla 40kN.

Drážkovačky automatické:

- 3x Drážkovačka automatická NKA8 WEINGARTEN - jmenovitá síla 80kN.
- 2x Drážkovačka automatická XA7 WEINGARTEN - jmenovitá síla 70kN.
- Drážkovačka automatická PEA-7 WEINGARTEN - jmenovitá síla 70kN.

Ruční lisy:

- Lis výstředníkový BRUDER – klínkový lis - jmenovitá síla 100kN.
- Lis výstředníkový LENR40A – jmenovitá síla 350kN.
- Lis výstředníkový EZN6 – jmenovitá síla 350kN.
- Lis výstředníkový LENP63A – jmenovitá síla 630kN.
- Lis výstředníkový LEXN100C – jmenovitá síla 1000kN.
- Lis výstředníkový LEXN100P – jmenovitá síla 1000kN.
- Lis výstředníkový LE160 – jmenovitá síla 1600kN.
- Lis výstředníkový LE250 – jmenovitá síla 2500kN.
- Lis klikový LDC160 – jmenovitá síla 1600kN.
- Lis klikový LDC250 – jmenovitá síla 2450kN.

Na zastříhování nebo vykružování rondelů z plechů tabulí větších tabulí je zde zařízení:

- Nůžky strojní tabulové NG 3.C – maximální šířka tabulí do 2000mm, do tloušťky 2mm.
- Nůžky vykružovací SK1000/2,5 – KIRCHIES – vykružování od průměru 130mm až do 1600mm.

Při technologii lisování vzniká na výlisku vždy ostřina při stříhu. Ta je obecně tolerována do 10% tloušťky materiálu. Jsou-li nároky vyšší slouží v lisovně k odjehlování plechů obecně:

- Odjehlovačka TIMESAVERS MO/D-1300 – odjehluje plech o tloušťce 0,35mm až 2mm.

Dojde-li při lisování k zatupení nástroje nebo je u výlisků požadována minimální ostřina jsou zde k dispozici brusky:

- Bruska rovinná – BPH20NA – stůl 200x600mm.
- Bruska rovinná svislá – BPV300 – stůl 300x1000mm.
- Bruska rovinná svislá karuselová – 3E756L – stůl o průměru 1000mm.

Nezbytnou samozřejmostí lisovny je výdejna nástrojů a pracoviště montáže a demontáže střížných nástrojů s patřičnou evidencí životnosti každého přípravku či nástroje na lisování. Životnost je vedena jak v evidenční kartě životnosti nástroje, tak nyní zabíhající se systém vedení životnosti v interním řídicím systému QAD. Tento systém bude postupně u všech nástrojů hlídat životnost a dle nastavených hodnot výšky střížných částí nástroje bude upozorňovat na případnou obnovu nástroje.

#### **6.4 Materiál výlisků produkovaných lisovnou TES Vsetín**

Společnost TES s.r.o. vyrábí mnoho druhů elektrických strojů, u nichž je použit magnetický obvod. Střídavé magnetické obvody jsou vždy skládány z jednotlivých navzájem elektricky odizolovaných plechů s dobrými magnetickými vlastnostmi. Těch se dosahuje u tzv. křemíkové oceli, vyráběné výhradně pro elektrotechniku. Křemík přidaný do nízkouhlíkové oceli způsobí významné zvýšení elektrického odporu oceli a zvýšení permeability. Zvýšení rezistivity oceli znamená potlačení ztrát vířivými proudy a tedy snížení celkových střídavých magnetických ztrát. Největší rezistivitu má křemíková ocel při obsahu 11 % Si. Tato ocel je však velice křehká a tvrdá a je pro výrobu nepoužitelná. Ve společnosti TES a.s. používáme plechy s obsahem Si 0,3÷4,6 %.

Magnetická kvalita a praktická využitelnost křemíkové elektrotechnické oceli závisí na obsahu křemíku, tloušťce plechu (nejčastěji 0,5 a 0,35 mm) a na technologii jeho výroby. Tato ocel se vyrábí válcováním ve tvaru tabulí nebo pásů.



Používáme tyto dvě skupiny:

- válcovaná za tepla, která je izotropní z hlediska magnetických vlastností,
- válcovaná za studena se slabou anizotropií,

První skupinu křemíkových plechů používáme pro magnetické obvody tvarově jednoduché, které se vyskytují např. u transformátorů, tak i pro obvody tvarově složité a výrobně náročné, jako jsou magnetické obvody točivých strojů. Jednodušší tvary plechů lisujeme z křemíkové oceli, která obsahuje 3,5 až 4,6 % Si. Vyšší zastoupení křemíku vede k nižším magnetickým ztrátám. Tato podskupina křemíkové izotropní oceli se dříve nazývala transformátorové plechy.

Tab. 5. Vlastnosti nejčastěji používaných dynamo plechů

Typ plechu	Výrobce	Obsah		Magnet. ztráty (1,5 T a 50Hz)
		Si	Al	
M290-50A	Walzholz	2,67	0,77	2,6
M350-50A	Walzholz	2,47	0,34	3,2
M350-50A	IPLIK-RUS	3,06	0,4	3,1
M350-50A	Cogent	2,3	0,4	3,12
M400-50A	Erdemir -RUM	1,9	0,43	3,8
M400-50A	Severstal-RUS	1,37	0,24	4
M530-65A	Walzholz	1,5	0,24	3,7
M530-65A	Košice US steel	2	0,365	4,7
M530-65A	Erdemir -RUM	1,2	0,3	5,2
M600-50A	Erdemir -RUM	1	0,2	5
M800-65A	Erdemir -RUM	0,65	0,17	7

Pro lisování složitých tvarů musí být plechy lépe zpracovatelné, a proto obsah Si musí být nižší, aby nebyl materiál příliš tvrdý a neničil střížný nástroj. Tato podskupina různých typů oceli, zvaná dříve dynamové plechy, obsahuje 0,3 až 3,5 % Si. Druhou používanou skupinou jsou křemíkové oceli válcované za studena, tato ocel má slabou magnetickou

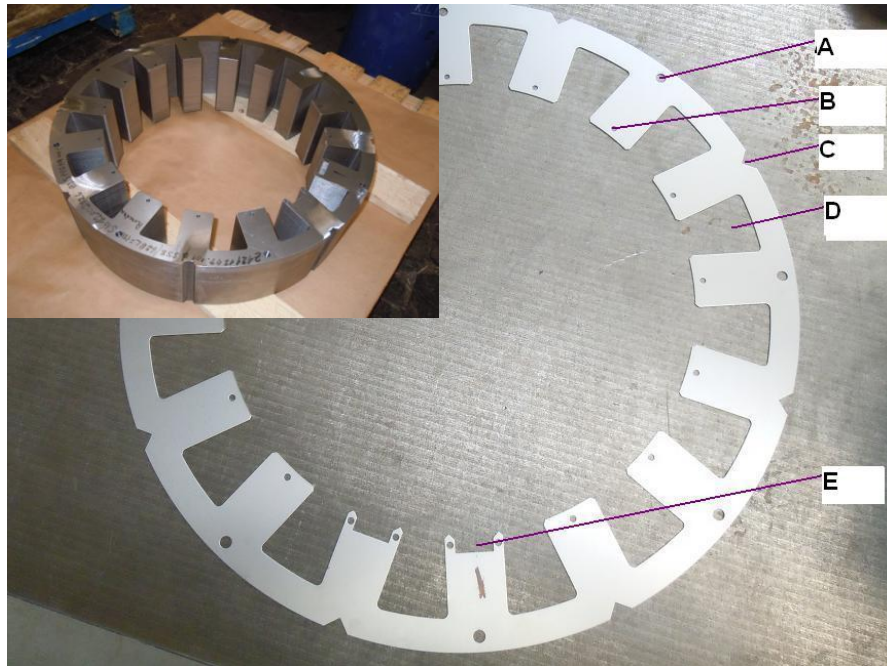
anizotropii a při tolerantním pohledu ji můžeme považovat za izotropní. Vyrábí se v pásech, obsahuje 0,5 až 3,5 % Si.

V lisovně se mimo jiné lisuje nejen z dynamo plechů, ale také z ocelových plechů třídy 11373 v tloušťce 1-2mm a nerezových plechu třídy 17243 v tloušťce 2mm.

## 7 CHARAKTERISTIKA SOUČASNÉHO STAVU

### 7.1 Předmět racionalizace – specifikace a popis výrobku

Předmětem racionalizace je dílec statorpaketu budiče zvaný obecně plech statoru typu DIG 110 (viz Příloha I.). Je vyráběn z oceli 11373 o tloušťce 1 mm. Materiál je dodáván ve formě svitků v šířce 1000 mm. Má vnitřní artikl s číselným označením 46638601.



Obr.25.Plech statoru budiče se spaketovaným a svařeným budičem statoru

*A- díra pr.9 – 8x – k zajištění v nosiči stroje; B – díra pr.5,2 – 16x – k zešrubování jednotlivých zubu po navinutí; C – vybrání po obvodě pro svar – 16x – k svaření kompletu budiče; D – drážka (okno) budiče - 16x – pro cívky; E – vybrání pro magnety – 2x*

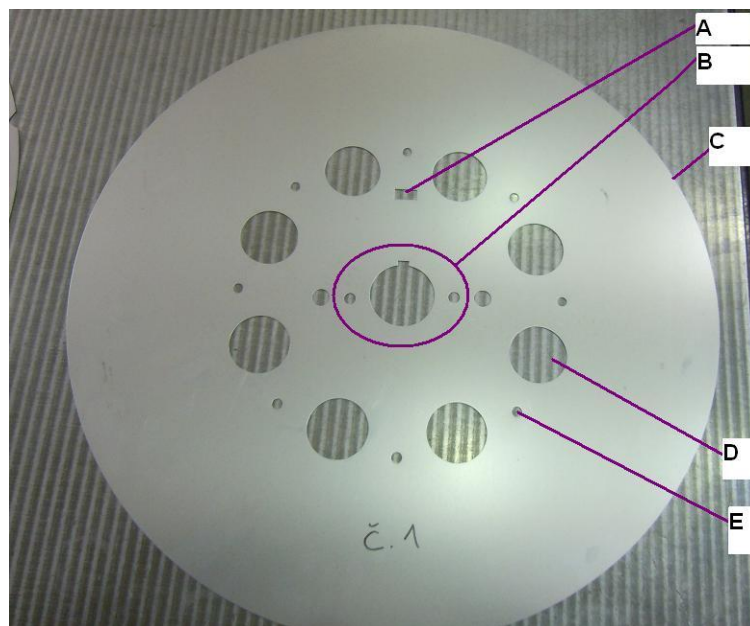
Plech jsou vyráběny jako kooperační výroba pro nejmenovaného zákazníka a následně pakety v hotový budič. Samotné navíjení budiče není již prováděno v TES Vsetín.

Do jsou výroby plánovány v pojistných dávkách, která činí 2000 kusů. V interním řídicím systému QAD je nastavena bezpečnostní zásoba, která činí 1000 kusů. Tudíž když meziskladová zásoba klesne pod bezpečnostní tak systém automaticky vygeneruje pracovní příkaz na výrobu v dávce 2000 kusů. Stává se tak při plánování statorpaketů typu DIG 110, v jejichž struktuře je zavěšen artikl plechu 46638601. Plánování na pojistné zásoby u opakované výroby má zajišťovat krátké dodací termíny zákazníkovi což je jednou z hlavních priorit podniku.

## 7.2 Výrobní postup plechu statoru DIG110

Výrobní postup součásti plechu včetně času lisování je zřejmý z Přílohy II. Před každou lisovací operací je v postupu uvedeno SLOŽIT – to znamená že pracovník na pracovišti montáže řezu poskládá dle postupu, ve kterém jsou uvedena čísla řezu, ten daný řezu na dané strojní zařízení. Blíže k samotnému postupu:

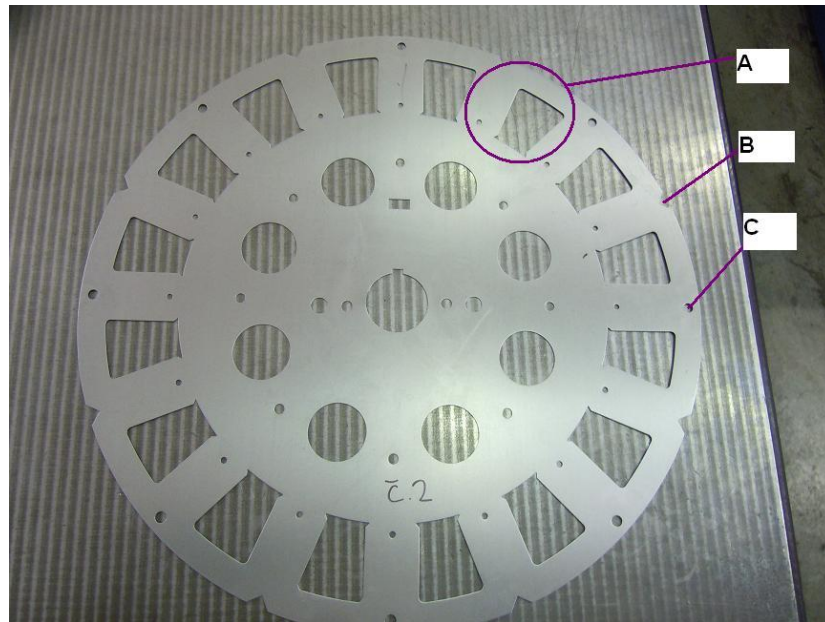
- Operace 30 – lisování rondelu na vystřihovací lince HS-250. Jedná se o řez tzv. stavebnicový kdy je poskládán obvod plechu statoru 557,6 h8. Dále pomocný střed, který slouží k ustavování na podložný stůl či unášecí desku v dalších operacích. Klínová drážka 20a 2x8 otvorů je poskládáno a ustaveno v řezu na příslušném průměru dle vnitřního plechu rotoru. Ten se vyrábí z odpadu při vylisování středu a jeho průměr je 385/190mm nebo 385/170mm.



Obr.26.Statorový rondel po operaci 30

*A- klínová drážka 20P9 na průměru 190mm dle středu plechu rotoru; B – pomocný střed průměr 56mm + 2x průměr 15mm/na průměru 140 mm k unášení plechu v dalších operacích; C – obvod průměr 557,6 h8; D – 8x ventilační otvory průměr 50 na průměru 255 – dáno rotorem.; E – 8x otvory průměr 8,5 na průměru 280 – dáno rotorem složí k sešrubování budiče rotoru.*

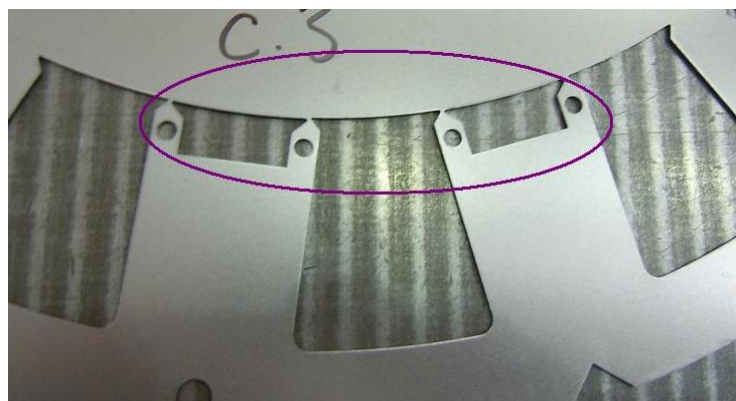
- Operace 60 – lisování 16 oken nebo-li drážek vinutí budiče s otvory. Dále 8 vybrání po obvodě pro svary. Tato operace je prováděna na 4x, vždy otočením plechů o 90°.



Obr.27. statorový rondel po operaci 60

*A- 16 drážek vinutí a 16 otvorů průměr 5,2mm; B- 8 vybrání po obvodě pro svary;  
C- 8 otvorů průměr 9 po obvodě – zajišťovací otvory.*

- Operace 90 – lisování dvou vybrání na magnety. Zde je v postupu uváděna 100% kontrola. Důvodem je, že se pomocný střed na plechu opakovaným nasazováním v operaci 30 a 60 natahuje a deformuje. Tím vzniká nepřesnost a ve spaketovaném budiči mohou tyto plechy vystupovat například do vybrání pro magnety.



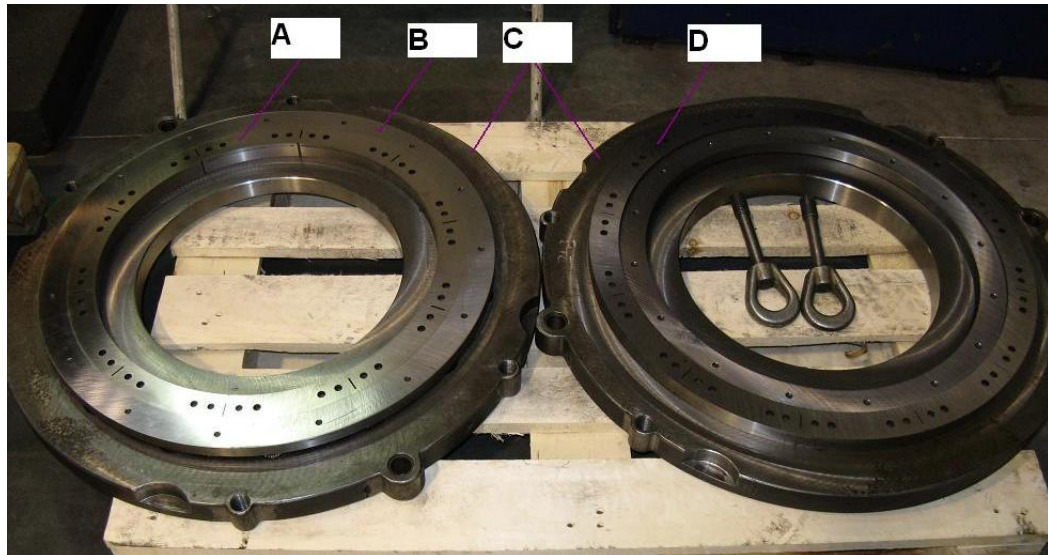
Obr.28. detail dvou vybrání pro magnety po operaci 90

- Operace 120 – lisování středu o průměru 388mm, dojde tak k vypáření odpadu rondelu na plech budiče rotoru. Plech rotoru má venkovní průměr 385mm. Vzniká výsledný plech typu DIG110 (Obr.25.).

### 7.3 Použité nářadí při lisování plechu DIG110

Při lisování plechu statoru DIG110 je použito následujícího nářadí:

- Operace 30 – lisování rondelu obvodovým řezem na plech statoru budiče označen interním číslem 43027.SNL.

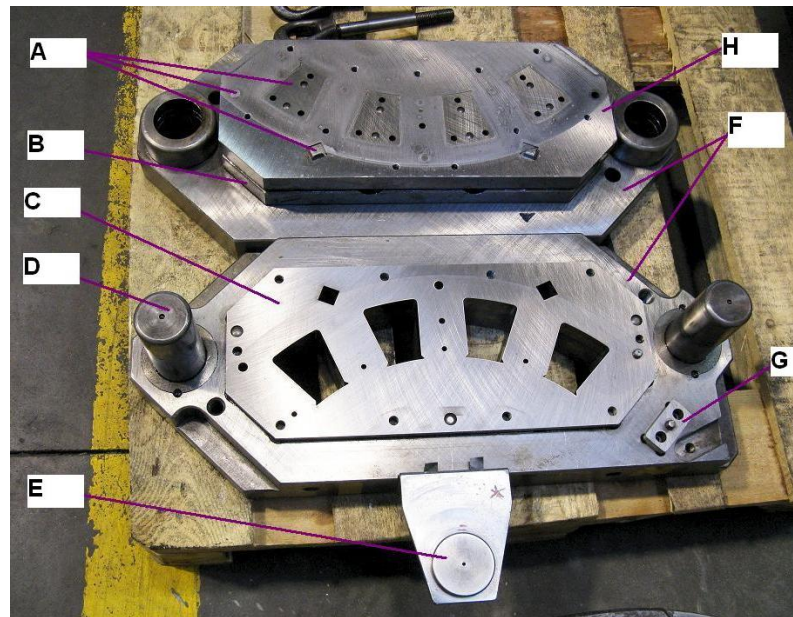


Obr.29.obvodový řez plechu statoru

*A- střižník obvodu, B- stírač, C- základové desky, D- střižnice obvodu*

- Operace 60 – lisování 16-ti oken, 16-ti otvorů a 8-mi vybrání pro svary s otvory. Tyto operace jsou provedeny řezem na vybrání plechu statoru budiče označen interním číslem 42338.SNL.

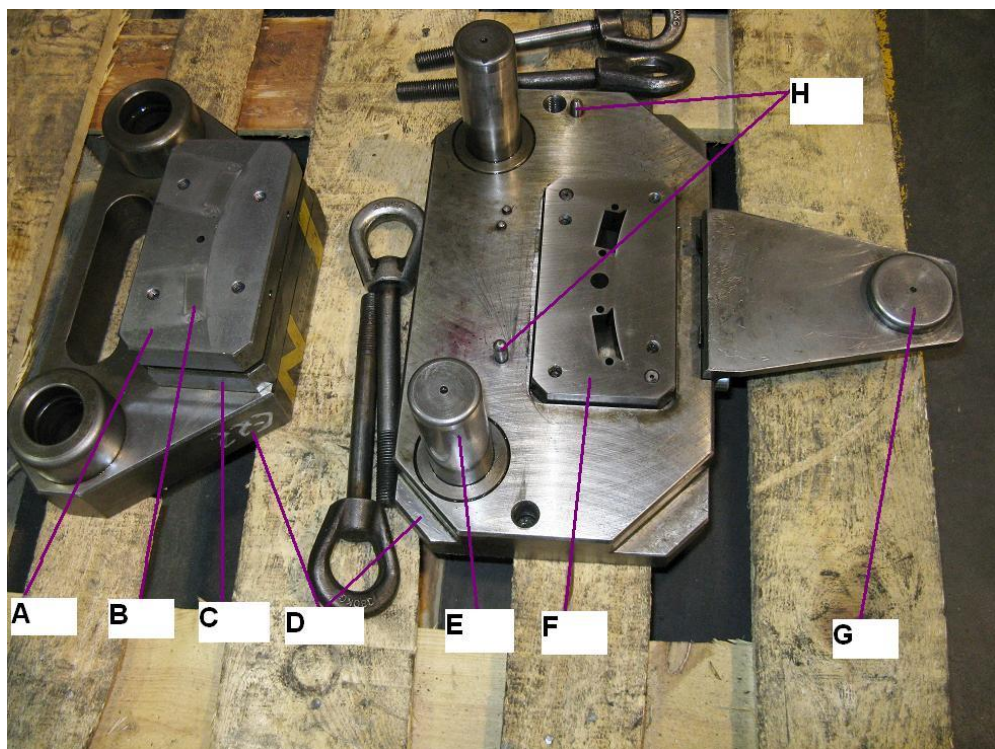




Obr.30.řez na vybrání plechu statoru

*A- střižníky, B- kotevní deska, C- střižnice, D- vodící čepy, E- středící čep s držákem na unášení při lisování, F- vodící desky, G- doraz při pootáčení 4x po 90°, H- stírač.*

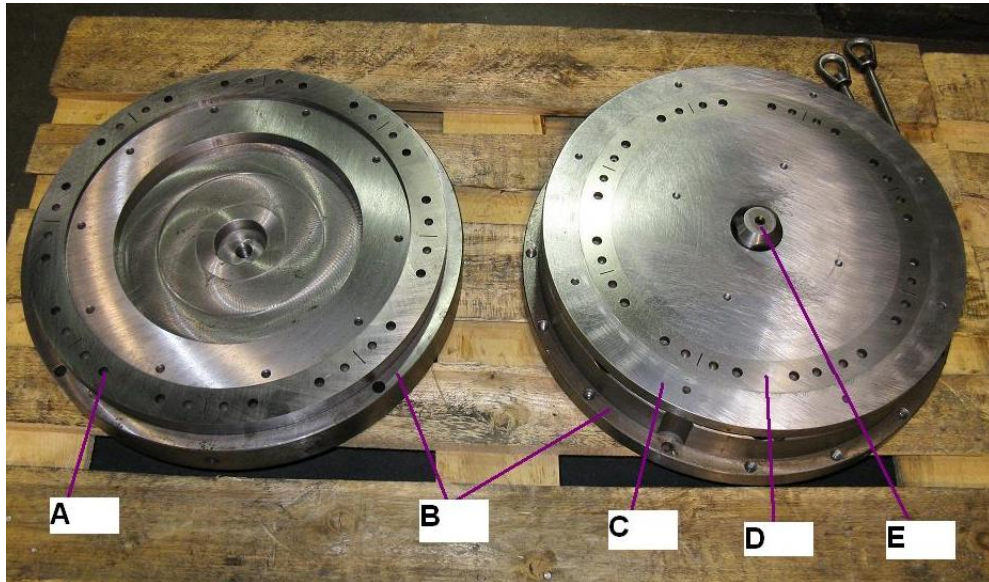
- Operace 90 – lisování 2-vou vybrání pro magnety řezem na vybrání pro magnety označen interním číslem 42339.SNL.



Obr.31.řez na vybrání pro magnety

*A- stírač, B- střižníky vybrání magnetů, C- kotevní deska, D- vodící desky, E- vodící čepy, F- střižnice, G- středící čep s držákem na unášení při lisování, H- dorazy.*

- Operace 120 – lisování vnitřního průměru 388 H7 lisován řezem na otvor označen interním číslem 42340.SNL.



Obr.32.řez na otvor

*A- střížnice, B- základové desky, C- stirač, D- střížník, E- hledáček*



## 8 NÁVRH RACIONALIZACE SLOUČENÍM OPERACÍ 30 A 60

### 8.1 Materiál výstřižku

Jednotlivé výstřižky pro statorový obal, budou vyráběny z materiálu s označením DC01 ČSN EN 10130. Jedná se o plech válcovaný za studena o tloušťce 1mm dodávaný ve svitcích.

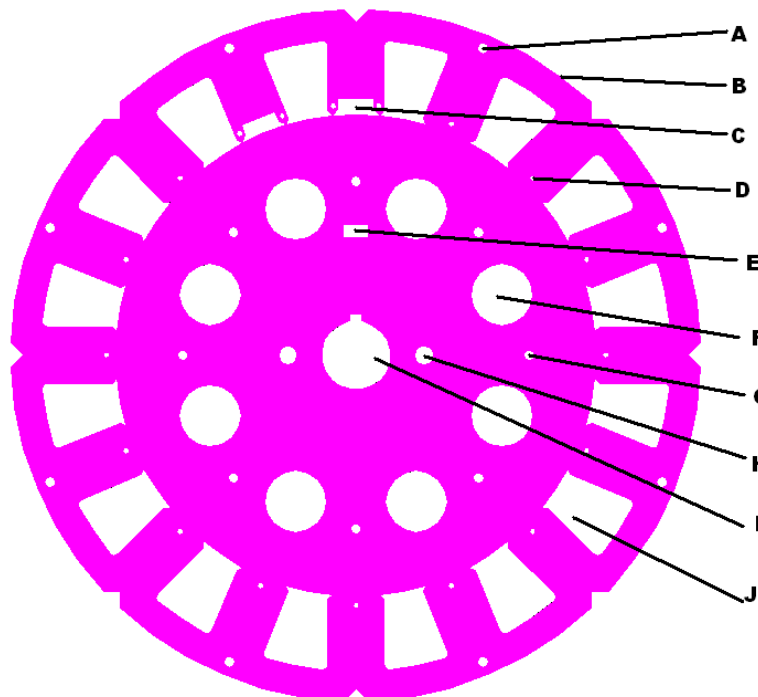
Tab.6 . Chemické složení DC01

	C	Si	Mn	P	S	Al	N2
[%]	0,035	0,007	0,2170	0,010	0,012	0,042	0,0051

Tab.7 . Mechanické vlastnosti DC01

Hustota [kg/dm <sup>3</sup> ]	Mez kluzu [MPa]	Mez pevnosti [MPa]
7.86	211	325

### 8.2 Výpočet parametrů při stříhu



x

Obr.33.nákres tvaru a plochy stříhu

$l_A$ – obvod zajišťovacího otvorů	8x	[mm]
$l_B$ – obvod plechu ST	1x	[mm]
$l_C$ – obvod vybrání pro magnet ST	2x	[mm]
$l_D$ – obvod otvoru k zajištění zubu ST	18x	[mm]
$l_E$ – obvod klínové drážky pro pero RT	1x	[mm]
$l_F$ – obvod ventilačního otvoru RT	8x	[mm]
$l_G$ – obvod fixovacího otvoru RT	8x	[mm]
$l_H$ – obvod středícího kolíku	2x	[mm]
$l_I$ – obvod pomocného středu	1x	[mm]
$l_J$ – obvod drážky ST	16x	[mm]
$S_C$ – celková plocha výstřihu (černá oblast)		[mm <sup>2</sup> ]

Tab.8 . Dílčí střížné délky (obvody)

$l_A = 8 \times 28,27 = 226,16 \text{ mm}$
$l_B = 1816,85 \text{ mm}$
$l_C = 2 \times 97,18 = 194,36 \text{ mm}$
$l_D = 18 \times 15,71 = 282,78 \text{ mm}$
$l_E = 60 \text{ mm}$
$l_F = 8 \times 157,08 = 1256,64 \text{ mm}$
$l_G = 8 \times 26,70 = 213,60 \text{ mm}$
$l_H = 2 \times 47,12 = 94,24 \text{ mm}$
$l_I = 186,78 \text{ mm}$
$l_J = 16 \times 214,46 = 3431,36 \text{ mm}$

### 8.2.1 Celková střížná délka

$$l_C = l_A + l_B + l_C + l_D + l_E + l_F + l_G + l_I + l_J + l_K \quad (7)$$

$$l_C = 226,16 + 1816,85 + 194,36 + 282,78 + 60 + 1256,64 + 213,60 + 94,24 + 186,78 + 3431,36$$

$$l_C = 7762,77 \text{ mm}$$

### 8.2.2 Celková střižná plocha

Celková střižná plocha výstřížku je zřejmá z (Obr.34). Byla zjištěna vymodelováním výstřížku v Autodesk Inventoru a spočítáním pomocí funkce.

$$S_C = 180298,42 \text{ mm}^2$$

### 8.2.3 Výpočet střižné síly

$$F_S = k \cdot S \cdot \tau_s = k \cdot l_C \cdot t \cdot 0,8 \cdot R_m \quad (1)$$

$$F_S = 1,3 \cdot 7762,77 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 325$$

$$F_S = 2623816,26 \text{ N} = 2623,8 \text{ kN}$$

$\tau_s$  – pevnost materiálu ve smyku  $\tau_s = 0,8 \cdot R_m$  [MPa]

$S$  – plocha roviny stříhu  $S = k \cdot t$  [mm<sup>2</sup>]

$l_C$  – celková střižná délka (obvod všech stíhaných částí) [mm]

$t$  – tloušťka stříhaného materiálu [mm]

$k$  – (1,2 ÷ 1,5) – koeficient zahrnující vliv nestejně tloušťky materiálu, velikosti střižné mezery ( $z$ ), vliv otupení břitu [-]

### 8.2.4 Výpočet stírací síly

Velikost stírací síly se stanoví z celkové střižné síly. V praxi se nejčastěji používá hodnota 3% ze střižné síly.

$$F_T = 0,03 \cdot F_S \quad (3)$$

$$F_T = 0,03 \cdot 2623816,26$$

$$F_T = 78714,49 \text{ N} = 78,7 \text{ kN}$$

### 8.2.5 Výpočet střižné práce

$$A = k_A \cdot F_S \cdot t \quad (8)$$

$$A = 0,167 \cdot 2623816,26 \cdot 1$$

$$A = 438177 \text{ J} = 438 \text{ kJ}$$

$k_A$  - součinitel hloubky vtlačení střižníku [mm]

$F_S$  - střižná síla [N]

$t$  - tloušťka plechu [mm]

### 8.2.6 Střížný výkon

$$P = \frac{A}{t_s} \quad (9)$$

$$P = \frac{438177}{4} = 109544 \text{ W} = 110 \text{ kW}$$

$P$  - střížný výkon [W]

$A$  - střížná práce [J]

$t_s$  - čas [s] – tento čas nám udává dobu, po kterou dochází k stříhání materiálu ve střížném nástroji.

### 8.2.7 Výpočet velikosti střížné mezery

Pro plechy tloušťky  $t \leq 3$  mm.

$$v = c \cdot t \cdot \sqrt{\frac{\tau_s}{10}} \quad (5)$$

$$v = 0,02 \cdot 1 \cdot \sqrt{\frac{260}{10}}$$

$$v = 0,102 \text{ mm}$$

$c$  – koeficient (0,005÷0,035) [-]

$\tau_s$  – pevnost ve stříhu [MPa]

## 8.3 Volba a parametry stroje

Pro lisování daného výlisku viz. (Obr.34), je směrodatná hodnota vypočtená střížná síla. Volba stroje tedy vystříhovací linky, musí být vždy dimenzováno na 80% střížné síly stroje. Pro daný stříh je vyhovující pouze jeden stroj a to Linka **LKDE400 – ŽĎAS** jehož parametry jsou:



$$P_{vyuz} = \frac{S_c}{(s \cdot k_r)} \cdot 100 \quad (11)$$

$$P_{vyuz} = \frac{180298}{(570 \cdot 580)} \cdot 100$$

$$\underline{P_{vyuz} = 54,5\%}$$

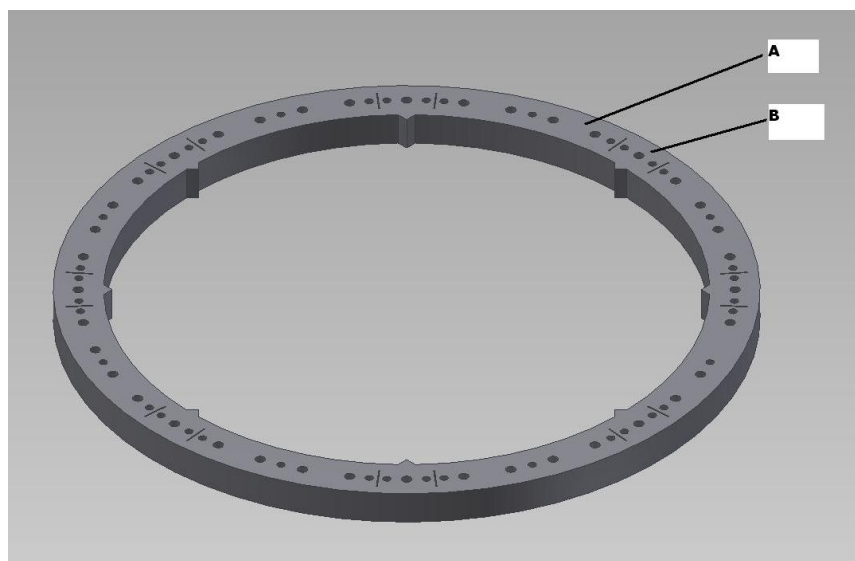
$$C = SM \cdot 17,2 \quad (12)$$

$$\underline{C = 2,65 \cdot 17,2 = 46 \text{ Kč} / ks}$$

### 8.5 Návrh střížných částí sdruženého střížného nástroje

Jednotlivé otvory tvary střížníku a střížnic, budou vyrobeny elektroerozivním drátovým řezáním. Tato technologie se ve firmě TES Vsetín s.r.o. používá poměrně často a to na výrobu jedno-drážkovacích střížných nástrojů, ale hlavně také k řezání složitějších střížných nástrojů. Jedná se o elektroerozivní drátové řezání, které vytváří pomocí drátu (elektrody) a programované kontury požadovaný tvar na výrobku. Drát je většinou z mosazi o průměru 0,02 mm. Sdružený střížný nástroj s označením 50000.SNL se skládá ze dvou hlavních střížných částí:

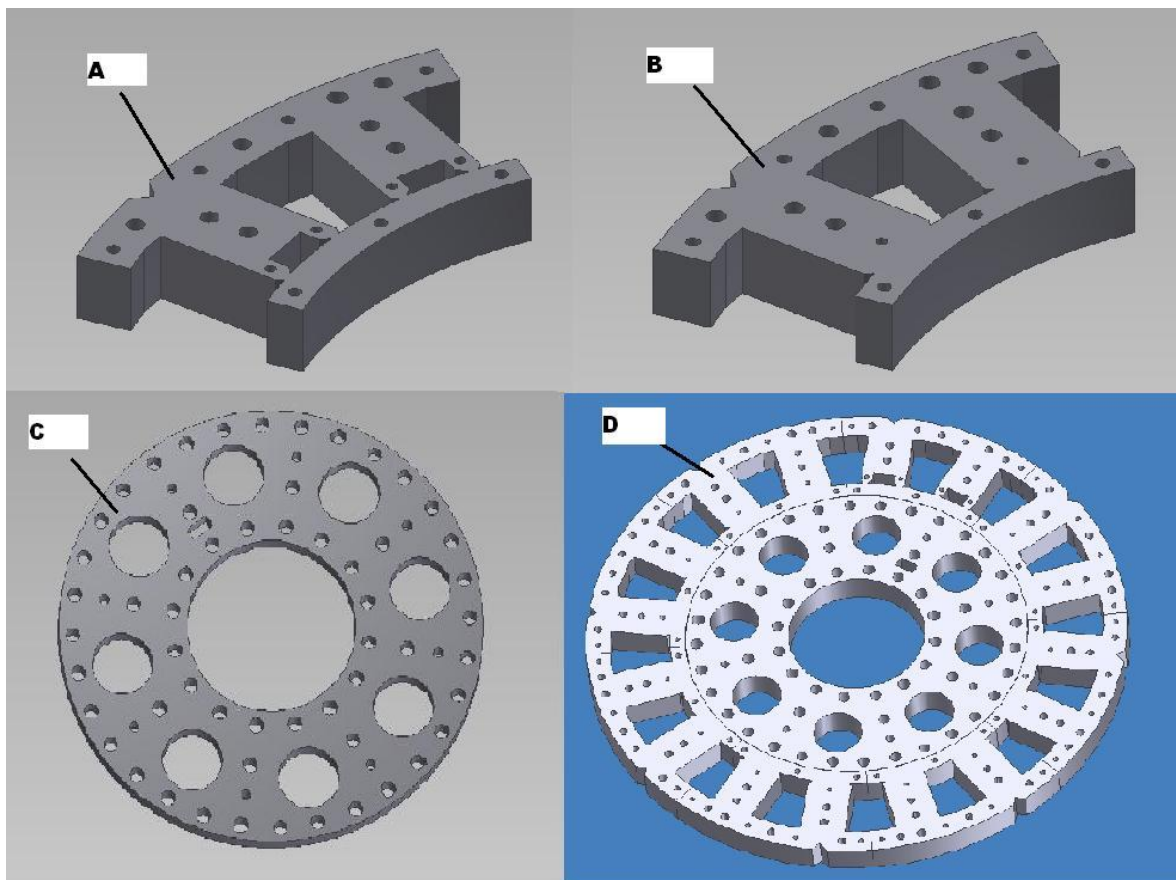
- Střížnice obvodu složené č.50000.300 – Viz. Příloha PIII. Ta se skládá z dílčích segmentů střížnice (8 ks s vybráním pro svar + 8 ks s hladkým obvodovým stříhem . Viz Obr.34.



Obr.34. Střížnice obvodu složená

*A – segment střížnice poz. 301, B – segment střížnice poz.302*

- Střižníku tvaru složeného č.50000.400 – Viz Příloha PIII. Ten se skládá ze třech částí:
  - Segment střižníku – poz. 401 – je to segment s tvarem vybrání pro magnety
  - Segment střižníku – poz. 402 – je to segment bez vybrání, pouze s okny a V drážkou pro svar.
  - Segment střižníku středu – poz. 403 – je to segment s ventilačními otvory na pl. RT, klínkem na RT a dírami na montáž budiče RT.



Obr.35.Střižník tvaru složený s jednotlivými pozicemi

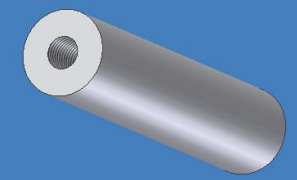

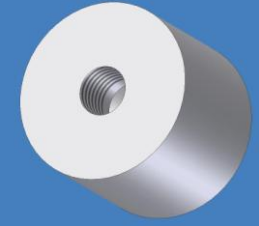
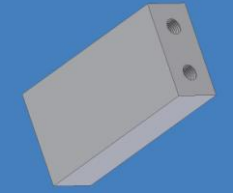
*A – segment střižníku poz. 401, B – segment střižníku poz.402*

*C – segment střižníku středu poz. 403, D – celkový složený tvar střižníku.*

Jednotlivé části ať jsou segmenty střižníku či střižnice jsou vzájemně skolíkované ke kotevní či základové desce a mimo jiné pojištěny šrouby. Dojde tak ke vzájemnému ustavení jednotlivých částí.

- Jednotlivé tvary v plechu jsou stříhány střižníky viz. Tab.10.:

Tab.10 . Jednotlivé střižníky sdruženého střižného nástroje

<b>Střižník okna</b>	Poz.041  Zajištěn ke kotevní desce 3xšroubem M8 a 2xkolíkem průměr 8mm.	
<b>Střižník vybrání</b>	Poz.042  Zajištěn ke kotevní desce 2xšroubem M6.	
<b>Střižník p 9,18 mm</b>	Poz.043  Zajištěn ke kotevní desce 1xšroubem M4.	
<b>Střižník p 4,7 mm</b>	Poz.044  Zajištěn ke kotevní desce 1xšroubem M5.	
<b>Střižník p 50,18 mm</b>	Poz.045  Zajištěn ke kotevní desce 1xšroubem M16.	
<b>Střižník klínku</b>	Poz.046  Zajištěn ke kotevní desce 2xšroubem M4.	
<b>Střižník p 8,51 mm</b>	Poz.047  Zajištěn ke kotevní desce 1xšroubem M3.	



Veškeré střížné části sdruženého střížného nástroje č. 50000.SNL, jsou vyrobeny s materiálu 19436.

Ledeburitická ocel s vysokou odolností proti opotřebení otěrem, odolávající rozměrovým změnám. Používá se na střížné a lisovací nástroje, především střížníky pro vysoce výkonné stříhy a velmi komplikované postupové a sdružené střížné nástroje, pro elektrotechnický průmysl, hodinářský průmysl, na díly kovacích strojů, výrobu konzervářských nádob, kartonáže, vysoce namáhané razníky všech druhů, zuby pilových listů, škrabky, repasovací nářadí pro velké počty kusů, nože nůžek vysokých střížných výkonů na stříhání plechů do tloušťky 4 mm, nože na stříhání drátů, obstříhovací nářadí.

*Tab.11 . Chemické složení materiálu 19436*

	C	Si	Mn	Cr
[%]	2,00	0,25	0,30	11,50

Kalení u této nástrojové oceli se provádí stupňovitým ohřevem na austenizační teplotu 940° až 970°C. Výdrž při austenizační teplotě po prohřátí v celém průřezu 15 -30 minut. Ochlazovacím prostředím je míněn olej, solná lázeň (220° až 250°C nebo 500° až 550°C), vzduch, tlak vzduchu, kalení na vzduchu maximálně do tloušťky 25 mm, při teplotách kalení na horní hranici intervalu kalících teplot. Dosažitelná tvrdost po kalení 63 až 65 HRC.

Popouštění je nutné realizovat ihned po kalení, pomalý ohřev na popouštěcí teplotu, popouštěcí teplotu volit podle žádané tvrdosti z popouštěcího diagramu, výdrž na teplotě 1 hodina na každých 20 mm tloušťky, nejméně však 2 hodiny. V některých případech je účelné popouštět při nižších teplotách s prodlouženou výdrží, ochlazování na vzduchu.

## 9 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ

Při ekonomickém vyhodnocení uvažuju výrobní dávku, která činí vždy 2.000 ks.

V tabulce jsou uvedeny časy výrobní TAC na 1 kus a časy přípravné TBC na jednu celou dávku. Na provoze lisovna je jedna normohodina ceněná na 773,- Kč. Vzhledem k návratnosti výrobní ceny nástroje je spočítána úspora na jednu dávku, z nichž pak vyjde návratnost za určitý počet dávek.

Tab.12 .Srovnání časů výroby současného a navrhovaného stavu

SOUČASNÝ STAV							
Operace	Stroj	Název operace	Popis operace	Tbc min	TAC_min	Název	Název2
10	09468	SLOŽIT		264,00	0,000	PLECH ST.	557,6/388
20	33142	SEŘÍDIT		160,00	0,000	PLECH ST.	557,6/388
30	33142	LIS.ROND.	obvod 557,6 s ventilačními otvory pl. RT	0,00	0,060	PLECH ST.	557,6/388
40	09468	SLOŽIT		66,00	0,000	PLECH ST.	557,6/388
50	03117	SEŘÍDIT		117,00	0,000	PLECH ST.	557,6/388
60	03117	LISOVAT	lisovat 16 oken s rybinami na obvodě	5,00	1,070	PLECH ST.	557,6/388
70	09468	SLOŽIT		47,00	0,000	PLECH ST.	557,6/388
80	03117	SEŘÍDIT		117,00	0,000	PLECH ST.	557,6/388
90	03117	LISOVAT	vybrání na magnety	5,00	0,283	PLECH ST.	557,6/388
100	09468	SLOŽIT		140,00	0,000	PLECH ST.	557,6/388
110	03117	SEŘÍDIT		64,00	0,000	PLECH ST.	557,6/388
120	03117	LIS.STŘED	párání odpad plechu RT	5,00	0,484	PLECH ST.	557,6/388
				990,00	1,897		
dávka ks		2000	celkem TAC =2000ks*1,897		3 794,000	min	
			celkem TBC		990,000	min	
			celkem TAC+TBC		4 784,000	min	

NÁVRHOVANÉ ŘEŠENÍ							
Operace	Stroj	Název operace	Popis operace	Tbc min	TAC_min	Název	Název2
10	09468	SLOŽIT		264,00	0,000	PLECH ST.	557,6/388
20	33147	SEŘÍDIT		160,00	0,000	PLECH ST.	557,6/388
30	33147	LIS.ROND.	obvod 557,6 s ventilačními otvory pl. RT	0,00	0,062	PLECH ST.	557,6/388
40	09468	SLOŽIT		140,00	0,000	PLECH ST.	557,6/388
50	03117	SEŘÍDIT		64,00	0,000	PLECH ST.	557,6/388
60	03117	LIS.STŘED	párání odpad plechu RT	5,00	0,484	PLECH ST.	557,6/388
				633,00	0,546		
dávka ks		2000	celkem TAC =2000ks*0,546		1 092,000	min	
			celkem TBC		633,000	min	
			celkem TAC+TBC		1 725,000	min	

- Současný stav

Čas výrobní na dávku:  $4784 \text{ minut} / 60 = \underline{79,73 \text{ Normohodin.}}$

Vyčíslená mzda :  $79,73 * 773 = \underline{61.631,- \text{ Kč/dávku}}$

Vyčíslená mzda :  $61.631 / 2000 = \underline{30,8,- \text{ Kč/1ks výlisku}}$

Cena materiálu: při spotřebě 3,073kg/ks tj.  $53,-\text{Kč/ks} * 2.000\text{ks} = \underline{106.000,-\text{Kč/dávka}}$

Mzda+materiál =  $\underline{167.631,- \text{ Kč/dávka}}$

- Navrhované řešení

čas výrobní na dávku:  $1725 \text{ minut}/60 = \underline{28,75 \text{ Normohodin.}}$

Vyčíslená mzda :  $28,75 * 773 = \underline{22.224,- \text{ Kč/dávku}}$

Vyčíslená mzda :  $22.224 / 2000 = \underline{11,1,- \text{ Kč/1ks výlisku}}$

Cena materiálu: při spotřebě 2,65kg/ks tj.  $46,-\text{Kč/ks} * 2.000\text{ks} = \underline{92.000,-\text{Kč/dávka}}$

Mzda+materiál =  $\underline{114.224,- \text{ Kč/dávka}}$

- Úspory

Rozdíl položky mzda+materiál:  $167631 - 114224 = 53.407,- \text{ Kč/dávka}$

Nacenená cena sdruženého střižného nástroje činí 1.393.000,- Kč.

(Cena byla určena cenovým oddělením TES s.r.o. dle vypočtené střižné délky  $l_C = 7763\text{mm}$ ).

**Tudíž návratnost sdruženého střižného nástroje z naceněné ceny:**

**$1.393.000/53.407 = \underline{27 \text{ dávek}}$**

Z Přílohy PIV. je zřejmé že:

- V roce 2010 – bylo vyrobeno 13 dávek
- V roce 2011 - bylo vyrobeno 18 dávek
- Doposud v roce 2012 – bylo vyrobeno nebo je zadáno do výroby 7 dávek.

**Z výše uvedených údajů plyne, že návratnost bude sdruženého střižného nástroje bude maximálně do 2 let.**

## 10 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout produktivnější technologii při výrobě plechu statoru budiče generátoru. To mělo vést zejména ke snížení výrobních nákladů, zvýšení kvality dílce a snížení zmetkovitosti ve výrobě.

V praktické části jsem provedl:

- Charakteristiku současného stavu tz. Průběh stávající technologie dle stávajícího postupu. Zde jsem předvedl meziprodukty mezi jednotlivými operacemi. Byli představeny také stávající strojní přípravky včetně jejich popisu, na kterých jsou prováděny jednotlivé operace.
- Výpočet střížných parametrů potřebných nejen k návrhu sdruženého střížného nástroje, ale také volbě vystřihovací linky.
- Stanovení spotřeby materiálu na výlisek, využití materiálu při lisování. Odtud vyplynula cena výlisku potřebná k finálnímu zhodnocení výrobní technologie.
- Konstrukční návrh střížných částí sdruženého střížného nástroje střížníků a střížnic včetně výkresové dokumentace.
- V poslední řadě propočet ekonomického vyhodnocení navrženého řešení. Porovnání současného stavu a navrhovaného řešení mělo za výsledek úsporu při nové technologii **53.407,- Kč** na jedné dávce, která činí 2.000 ks. Vzhledem k naceněné ceně nástroje cenovým oddělením, která činí **1.393.000,- Kč** vyplynula návratnost po výrobě **27 dávek**.

Výroba plechů statoru budiče generátoru a následné paktování budičů je v TES s.r.o. výroba kooperační pro nejmenovaného strategického zákazníka. Vzhledem k pozitivním závěrům ekonomického hodnocení bude návrh racionalizace předložen obchodnímu oddělení k jednání se zákazníkem. Při objednání sdruženého střížného nástroje by si nástroj zákazník uhradil a tím by se zlevnila technologie výroby (cena za výlisek z **30,8,- Kč** na **11,1,- Kč**). Kdyby do výroby nástroje investovala samotná firma TES Vsetín byla by návratnost již výše uvedeno po **27 dávkách**. V následujících dávkách by firma měla na statorových budičích větší ziskovost.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] NOVOTNÝ, J. aj. *Technologie I (Slévání, tváření, svařování a povrchové úpravy)* 2. vyd. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. 227s. ISBN 80-701-02351-6.
- [2] TU Liberec([http://www.kvm.tul.cz/studenti/texty/uvod\\_do\\_strojirenstvi/UdS-5pr.pdf](http://www.kvm.tul.cz/studenti/texty/uvod_do_strojirenstvi/UdS-5pr.pdf)), 2009
- [3] TU Liberec ([http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta\\_tkp/sekce/06.htm](http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/06.htm))-01/2001
- [4] Fakulta výrobních technologií Ústí nad Labem [online], *Tváření*. Dostupný z <[http://www.stefanmichna.com/download/tvareni/opora\\_tvareni.pdf](http://www.stefanmichna.com/download/tvareni/opora_tvareni.pdf)>
- [5] KAŠTÁNEK, O. *Strojírenské materiály a technologie*. [s. 1.] : VUT BRNO, 2001. 308 s. VUT BRNO.
- [6] BOBČÍK, L. *Střižné nástroje pro malosériovou výrobu*, Praha : SNTL, 1983. 216s. 04-229-83
- [7] TECHNICKÉ NORMY ČSN 22 6015. *Střihadla a střižné vřetě, směrnice pro výpočet a konstrukci*, Praha: Český normalizační institut, 1977. 27.s.
- [8] NOVOTNÝ, Karel. *Tvářecí nástroje*. 1.vyd. Brno : VUT Brno, 1992 186.s. ISBN 80-214-0401-9
- [9] SRP, K. a kol. *Základy lisování*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1965. 248 s. 04-239-65
- [10] PTÁČEK, L. *Nauka o materiálu II*. 2. opr. a rozš. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM Brno, 2002. 392 s. ISBN 80-7204-248-3
- [11] Západočeská Univerzita Plzeň – Fakulta strojní [online]. *Prášková metalurgie*. Dostupný z <<http://www.ateam.zcu.cz/praskovametalurgie.pdf>>
- [12] NOVÁK, J., ŠLAMPOVÁ, P. *Racionalizace výroby* ,Ostrava : VŠB TU Ostrava, 2007. 74s.
- [13] Strojní listy provozu lisovna TES Vsetín - technické parametry.
- [14] Technická příručka firmy Bohdan-Bolzano([www.bolzano.cz/technicka-prirucka/nastrojove-oceli/praskova-metalurgie](http://www.bolzano.cz/technicka-prirucka/nastrojove-oceli/praskova-metalurgie))
- [15] Odkaz na stránky firmy TES Vsetín s.r.o. ([www.tes.cz](http://www.tes.cz))

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

$\sigma_E$	Mez pružnosti	[MPa]
$\sigma_k$	Mez kluzu	[MPa]
$\sigma_{ps}$	Mez pevnosti ve stříhu	[MPa]
S	Stříhaná plocha	[mm <sup>2</sup> ]
l	Délka stříhu	[mm]
t	Tloušťka stříhu	[mm]
$k_s$	Střížný odpor	[MPa]
k	Součinitel otupení břitu	
r	Poloměr otupení břitu	[mm]
$F_T$	Stírací síla	[N]
$c_1$	Součinitel stříhání	
$c_2$	Součinitel stříhání	
$F_s$	Střížná síla	[N]
$F_{pe}$	Protlačovací síla	[N]
v	Střížná vůle	[mm]
m	Střížná mezera	[mm]
c	Součinitel závislý na stupni stříhu	
$R_a$	Jakost povrchu	
PM	Prášková metalurgie	
PVD	Fyzikální napařování	
CVD	Napařování z plynné fáze	
PAVCD	Plasmové napařování z plynné fáze	
ST, RT	Označení statoru a rotoru	
$l_A$	Obvod zajišťovacího otvorů	[mm]

$l_B$	Obvod plechu ST	[mm]
$l_C$	Obvod vybrání pro magnet ST	[mm]
$l_D$	Obvod otvoru k zajištění zubu ST	[mm]
$l_E$	Ovod klínové drážky pro pero RT	[mm]
$l_F$	Obvod ventilačního otvoru RT	[mm]
$l_G$	Obvod fixovacího otvoru RT	[mm]
$l_H$	Obvod středícího kolíku	[mm]
$l_I$	Obvod pomocného středu	[mm]
$l_J$	Obvod drážky ST	[mm]
$S_C$	Celková plocha výstřihu (fialová oblast)	[mm <sup>2</sup> ]
$\tau_s$	Pevnost materialu ve smyku	[MPa]
$A$	Střížná práce	[J]
$k_A$	Součinitel hloubky vtláčení střížníku	[N/mm <sup>2</sup> ]
$P$	Střížný výkon	[W]
$t_s$	Doba kdy dochází ke stříhu material	[s]
$k_r$	Krok stříhu	[mm]
$\rho_{FE}$	Hustota železa	[g/cm <sup>3</sup> ]
$p_{tech}$	Technologický přídavek	[ %]
$SM$	spotřeba material	[kg/výlisek]
$p_{využ.}$	Procento využití material	[ %]
$C$	Cena výlisku	[Kč/ks]
$TAC$	Čas výrobní	[min]
$TBC$	Čas přípravný	[min]

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Schéma pružné a trvalé deformace.....	14
Obr. 2 Deformační pásma při stříhání.....	15
Obr. 3. Průběh jednotlivých fází stříhání.....	16
Obr. 4. Názvosloví a charakteristika stříhacích operací .....	17
Obr. 5. Průběh střížné síly v závislosti na dráze střížníku pro různé materiály....	18
Obr. 6. Snížení velikosti střížné síly zkosením střížných břitů.....	19
Obr. 7. Znázornění střížné vůle mezi střížníkem a střížnicí .....	21
Obr. 8. Tvar střížné plochy pro různé střížné vůle.....	22
Obr. 9. Kvalita střížné plochy při velké a malé střížné mezeře .....	25
Obr.10. Kvalita zpevnění materiálu při stříhání.....	26
Obr. 11. Schéma jednoduchého střížného nástroje.....	27
Obr. 12. Způsoby upínání střížníků.....	29
Obr. 13. Tvary otvorů ve střížnici.....	30
Obr. 14. Sloučený střížný nástroj.....	31
Obr. 15. Hledáčky.....	32
Obr. 16. Popouštěcí křivky.....	34
Obr. 17. CPM - oceli.....	37
Obr. 18. ASP 2000 - oceli.....	37
Obr. 19. Oblasti žíhacích teplot v diagramu Fe-Fe <sub>3</sub> C .....	40
Obr. 20. Razníky – povlak TiB <sub>2</sub> nanesený metodou PACVD .....	42
Obr. 21. Systém racionalizace v podniku.....	46
Obr. 22. Systém procesu v podniku.....	49
Obr. 23. Skladba pracovních norem.....	51
Obr. 24. Schéma stanovení spotřeby času.....	56
Obr. 25. Plech statoru budiče společně se spaketovaným budičem.....	67
Obr. 26. Statorový rondel po operaci 30.....	68
Obr. 27. Statorový rondel po operaci 60.....	69
Obr. 28. Detail dvou vybrání pro magnety po operaci 90.....	69
Obr. 29. Obvodový řez plechu statoru.....	70
Obr. 30. Řez na vybrání plechu statoru.....	71
Obr. 31. Řez na vybrání pro magnety.....	71



---

Obr. 32. Řez na otvor.....	72
Obr. 33. Nákres tvaru aplochy stříhu.....	73
Obr. 34. Střížnice obvodu složená.....	78
Obr. 35. Střížník tvaru složený s jednotlivými pozicemi.....	79

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1. Hodnoty součinitele stírání $c_1$ a protlačování $c_2$ .....	20
Tab. 2. Velikost střížné vůle .....	22
Tab. 3. Střížný odpor vybraných ocelí .....	24
Tab. 4. Konstrukční oceli používané při výrobě nástrojů .....	34
Tab. 5. Vlastnosti nejčastěji používaných dynamo plechů.....	65
Tab. 6. Chemické složení DC01.....	73
Tab.7. Mechanické vlastnosti DC01.....	73
Tab.8. Dílčí střížné délky (obvody).....	74
Tab. 9. Parametry stroje LKDE400-ŽĐAS.....	77
Tab. 10. Jednotlivé střížníky združeného střížného nástroje.....	80
Tab.11. Chemické složení materiálu 19436.....	81
Tab.12. Srovnání časů výroby současného a navrhovaného stavu.....	82

**SEZNAM VZORCŮ**

(1)	Vzorec sřížné síly.....	18,75
(2)	Vzorec součinitele otupení břítu.....	18
(3)	Vzorec stírací síly.....	20,75
(4)	Vzorec protlačovací síly.....	20
(5)	Vzorec sřížné mezery.....	23,76
(6)	Vzorec sřížného odporu.....	23
(7)	Vzorec sřížné délky.....	74
(8)	Vzorec sřížné práce.....	75
(9)	Vzorec sřížné síly.....	76
(10)	Vzorec spotřeby materiálu.....	77
(11)	Vzorec procenta využití.....	78
(12)	Vzorec ceny výlisku.....	78

## SEZNAM PŘÍLOH

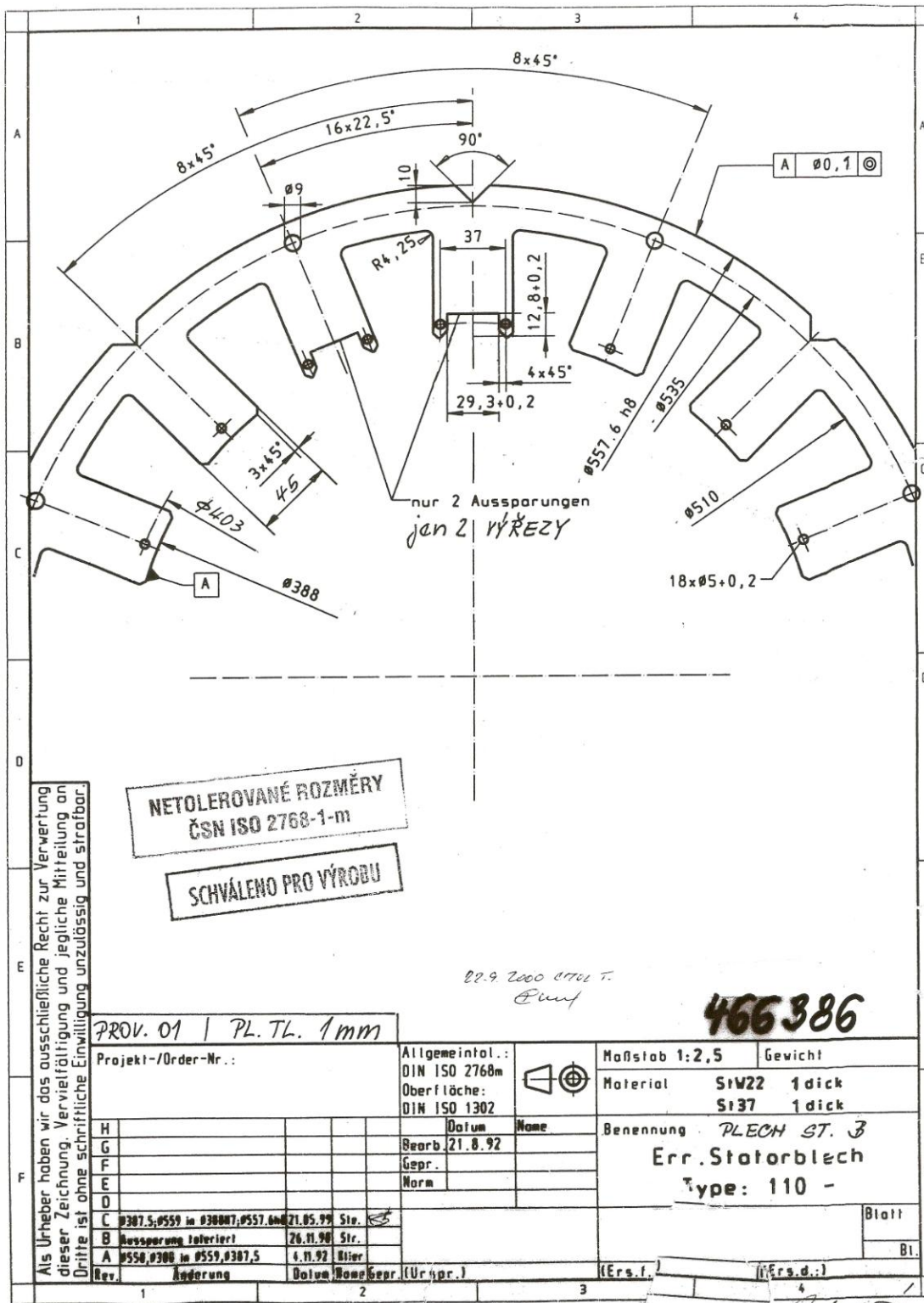
Příloha PI – Výkres součásti plechu statoru budiče

Příloha PII – Výrobní postup součásti plechu statoru

Příloha PIII – Výkresy v Autocad 2002 přiložený soubor 50000.dwg

Příloha PIV – Přehled výrobních dávek plechu statoru budiče za rok 2010,2011 a 2012

# PŘÍLOHA P I: VÝKRES SOUČÁSTI PLECHU STATORU



NETOLEROVANÉ ROZMĚRY  
ČSN ISO 2768-1-m

SCHVÁLENO PRO VÝROBU

22.9.2000 0706 T.  
Čumf

**466386**

PROV. 01 | PL. TL. 1mm

Projekt-/Order-Nr.:

Allgemeintal.:  
DIN ISO 2768m  
Oberfläche:  
DIN ISO 1302



Maßstab 1:2,5

Gewicht

Material  
StW22 1dick  
St37 1dick

H

Datum

Name

Benennung PLECH ST. 3

G

Bearb.

21.8.92

Err. Statorblech

F

Gepr.

Type: 110 -

E

Norm

D

C Ø307,5; Ø559 in Ø300Ø7, Ø557,6mm 21.05.99 Str.

B Aussparung toleriert 26.11.98 Str.

A Ø550, Ø300 in Ø559, Ø307,5 4.11.92 Str.

Rev. Änderung Datum Name Gepr. (Ur/pr.)

(Ers.f.) (Ers.d.)

1

2

3

4

Als Urheber haben wir das ausschließliche Recht zur Verwertung dieser Zeichnung. Vervielfältigung und jegliche Mitteilung an Dritte ist ohne schriftliche Einwilligung unzulässig und strafbar.

Blatt  
Bl.

*[Signature]*

# PŘÍLOHA P II: VÝROBNÍ POSTUP SOUČÁSTI PLECHU STATORU

TES Vsetín **Výrobní dokument - 2221 - DUPLIKÁT** Strana: 1/2  
 PP: 19/03/12  
 02020183 PPOLANSK  
 Artikl: 46638601 SM: 206  
 Název: PLECH ST. 557,6/388 NO:  
 Výkres: / Datum uvolnění: 27/02/12  
 ID: Typ: 110- Termín: 05/03/12  
 442435 Autor K: lovesny Autor T: PMOLEK  
 Počet operací: 14 Počet kusů: 2000

## Seznam materiálu

Artikl	Poz.	Hr. roz	PPS	Ks.del.	Del.cel	Mn./ks	Mn. celkem	MJ	SM	Status	
										Cis. roz.	
1137315123	001		3	0	0		6,146.0	KG	200	NV	
PLECH TEN 1X 1000XSVDC01 DC01										10	
9990000012	002		3	0	0		13.2	M2	500	NK	
/FOLIE STRETCH RF87/50 -										10	
<b>1137315123H8</b>	<b>010</b>			<b>0</b>	<b>0</b>		<b>-2,000.0</b>	<b>KS</b>	<b>200</b>	<b>NV</b>	
<b>OC.PL.1</b>	<b>PR.388</b>	<b>ODPAD</b>								<b>0</b>	

## Seznam vyráběných komponent

Cislo artiklu	Poz.	Nazev artiklu	SM	Mnozstvi	Planovac	Op	Status
---------------	------	---------------	----	----------	----------	----	--------

## Technologické operace

C.op.	Usek	Nazev op.	VS	Stroj	Tbc	Tac	Tabc	Tdc	Tdbc
10	2224	<b>SLOZIT</b>	222401	09468	264	0.000	264.000	0.000	264.000
MONTAZ SNL									
C.op.	Usek	Nazev op.	VS	Stroj	Tbc	Tac	Tabc	Tdc	Tdbc
20	2221	<b>SERIDIT</b>	222102	33142	160	0.000	160.000	0.000	160.000
LINKA WEING. HS-250									



Předpisy: H 01-05

Kusy/směna: 0

Os. číslo	Kusy	Součet	Jméno	Datum	Os. číslo	Kusy	Součet	Jméno	Datum
-----------	------	--------	-------	-------	-----------	------	--------	-------	-------

Počet neshodných kusů ..... Zapsal .....

C.op.	Usek	Nazev op.	VS	Stroj	Tbc	Tac	Tabc	Tdc	Tdbc
<u>30</u>	2221	<u>LIS.ROND.</u>	222102	33142	0	0.060	120.755	0.060	120.755
LINKA WEING. HS-250									



Text: OBVOD PR.557,6 h8  
 POM.STRED PR.56 - 2 X PR.15/140  
 8 X PR.50/255, 8 X PR.8,5/280 - dle plechu ROTORU  
 KLIN.DRAZKU 20 NA PR. .... - dle plechu ROTORU

Předpisy: H 01-05

Přípravky: 28515.SNL 41517.SNL 41888.SNL 43027.SNL

TES Vsetín  
PP:  
02020183

### Interní technologická kooperace - 2223 - DUPLIKÁT

Strana: 1/4

19/03/12

Artikl: 46638601

Název: PLECH ST. 557,6/388

PPOLANSK

SM: 206

Výkres: /

NO:

ID:  
442435

Typ: 110-

Datum uvolnění: 27/02/12

Autor K: lovesny

Autor T: PMOLEK

Termín: 05/03/12

Počet operací: 14

Počet kusů: 2000

C.op.	Usek	Nazev op.	VS	Stroj	Tbc	Tac	Tabc	Tdc	Tdbc
40	2224	<b>SLOZIT</b>	222401	09468	66	0.000	66.000	0.000	66.000
MONTAZ SNL									

C.op.	Usek	Nazev op.	VS	Stroj	Tbc	Tac	Tabc	Tdc	Tdbc
50	2223	<b>SERIDIT</b>	222302	03117	117	0.000	117.000	0.000	117.000
LIS VYSTRED. C.11									



Kusy/směna: 0

Os. číslo    Kusy    Součet    Jméno    Datum    Os. číslo    Kusy    Součet    Jméno    Datum

Počet neshodných kusů ..... Zapsal .....

C.op.	Usek	Nazev op.	VS	Stroj	Tbc	Tac	Tabc	Tdc	Tdbc
<u>60</u>	2223	<u>LISOVAT</u>	222302	03117	5	0.800	1605.000	0.800	1605.000
LIS VYSTRED. C.11									



Text: 16 OKENEK, 16 X PR.5,2, 8 VYBRANI NA OBVODE, 8 X PR.9  
( NA 4 X ) PO PRVNÍM RAZENÍ ZNACIT U OTVORU PR. 9

Přípravky: 42338.SNL 47579.SM

Kusy/směna: 1125

Os. číslo    Kusy    Součet    Jméno    Datum    Os. číslo    Kusy    Součet    Jméno    Datum

Počet neshodných kusů ..... Zapsal .....

C.op.	Usek	Nazev op.	VS	Stroj	Tbc	Tac	Tabc	Tdc	Tdbc
70	2224	<b>SLOZIT</b>	222401	09468	47	0.000	47.000	0.000	47.000
MONTAZ SNL									

TES Vsetín  
PP:  
02020183

## Interní technologická kooperace - 2223 - DUPLIKÁT

Strana: 2/4  
19/03/12

ID:  
442435  
Počet operací: 14

Artikl: 46638601  
Název: PLECH ST. 557,6/388  
Výkres: /  
Typ: 110-  
Autor K: lovesny  
Počet kusů: 2000

Autor T: PMOLEK

PPOLANSK  
SM: 206  
NO:  
Datum uvolnění: 27/02/12  
Termín: 05/03/12

C.op.	Usek	Nazev op.	VS	Stroj	Tbc	Tac	Tabc	Tdc	Tdbc
80	2223	<b>SERIDIT</b>	222302	03117	117	0.000	117.000	0.000	117.000

LIS VYSTRED. C.11



Kusy/směna: 0

Os. číslo	Kusy	Součet	Jméno	Datum	Os. číslo	Kusy	Součet	Jméno	Datum
-----------	------	--------	-------	-------	-----------	------	--------	-------	-------

Počet neshodných kusů ..... Zapsal .....

C.op.	Usek	Nazev op.	VS	Stroj	Tbc	Tac	Tabc	Tdc	Tdbc
90	2223	<b>LISOVAT</b>	222302	03117	5	0.283	571.580	0.283	571.580

LIS VYSTRED. C.11



Text: 2 VYBRANI S OTVORY (NA 1 X)  
POZOR - 100 % kontrola vybrání dvěma kalibry  
+ dva kolíky pr.5

Přípravky: 42339.SNL 47117.SNL 47579.SM

Kusy/směna: 3177

Os. číslo	Kusy	Součet	Jméno	Datum	Os. číslo	Kusy	Součet	Jméno	Datum
-----------	------	--------	-------	-------	-----------	------	--------	-------	-------

Počet neshodných kusů ..... Zapsal .....

C.op.	Usek	Nazev op.	VS	Stroj	Tbc	Tac	Tabc	Tdc	Tdbc
100	2224	<b>SLOZIT</b>	222401	09468	140	0.000	140.000	0.000	140.000

MONTAZ SNL

C.op.	Usek	Nazev op.	VS	Stroj	Tbc	Tac	Tabc	Tdc	Tdbc
110	2223	<b>SERIDIT</b>	222302	03117	64	0.000	64.000	0.000	64.000

LIS VYSTRED. C.11





TES Vsetín  
PP:  
02020183

### Interní technologická kooperace - 2223 - DUPLIKÁT

Strana: 3/4  
19/03/12

ID:  
442435  
Počet operací: 14

Artikl: 46638601  
Název: PLECH ST. 557,6/388  
Výkres: /  
Typ: 110-  
Autor K: lovesny  
Počet kusů: 2000

Autor T: PMOLEK

PPOLANSK  
SM: 206  
NO:  
Datum uvolnění: 27/02/12  
Termín: 05/03/12

Kusy/směna: 0

Os. číslo	Kusy	Součet	Jméno	Datum	Os. číslo	Kusy	Součet	Jméno	Datum
-----------	------	--------	-------	-------	-----------	------	--------	-------	-------

Počet neshodných kusů ..... Zapsal .....

C.op.	Usek	Nazev op.	VS	Stroj	Tbc	Tac	Tabc	Tdc	Tdbc
120	2223	<b>LIS.STRED</b>	222302	03117	5	0.484	973.156	0.484	973.156

LIS VYSTRED. C.11



Text: VNITRNI PR.388 H7 - NAHOTOVO (HLEDACEK DOLE)

Přípravky: 41258.SNL 42340.SNL

Kusy/směna: 1859

Os. číslo	Kusy	Součet	Jméno	Datum	Os. číslo	Kusy	Součet	Jméno	Datum
-----------	------	--------	-------	-------	-----------	------	--------	-------	-------

Počet neshodných kusů ..... Zapsal .....

C.op.	Usek	Nazev op.	VS	Stroj	Tbc	Tac	Tabc	Tdc	Tdbc
130	2223	<b>KONTRLOVAT</b>	222319	09863	360	0.000	360.000	0.000	360.000

KONTROLA ROZMERU



Předpisy: KZ 01-02

Kusy/směna: 0

Os. číslo	Kusy	Součet	Jméno	Datum	Os. číslo	Kusy	Součet	Jméno	Datum
-----------	------	--------	-------	-------	-----------	------	--------	-------	-------

Počet neshodných kusů ..... Zapsal .....

## PŘÍLOHA PIV : PŘEHLED VÝROBNÍCH DÁVEK PLECHU STATORU BUDIČE ZA ROK 2010,2011 A 2012

Číslo artiklu	Pracovní příkaz	ID	Název	Název	Typ	Sklad	Objednané množství	Termín	
46638601	01130031	1327	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	27.1.2010	rok 2010 - dávek 13x
46638601	01130032	1328	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	3.2.2010	
46638601	01130033	1329	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	10.2.2010	
46638601	01130034	1330	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	24.2.2010	
46638601	P466386/1	11659	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	9.4.2010	
46638601	P46638601	8121	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	9.4.2010	
46638601	P466386/2	45385	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	17.5.2010	
46638601	P46638601/3	62941	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	2.6.2010	
46638601	07260033	99804	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	25.8.2010	
46638601	P46638601/4	103349	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	15.9.2010	
46638601	08050091	113912	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	27.9.2010	
46638601	09050105	122721	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	18.10.2010	
46638601	09230035	130719	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	1.11.2010	
46638601	12160456	167618	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	28.1.2011	rok 2011 - dávek 18x
46638601	12170449	171108	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	26.2.2011	
46638601	01300110	193961	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	7.3.2011	
46638601	02070520	200742	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	28.3.2011	
46638601	02270214	212954	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	4.4.2011	
46638601	03140210	223342	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	18.4.2011	
46638601	03210217	229074	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	13.5.2011	
46638601	04190189	246020	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	10.6.2011	
46638601	05080129	258843	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	20.6.2011	
46638601	05190207	269907	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	18.7.2011	
46638601	06200520	300825	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	22.8.2011	
46638601	07110118	316040	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	12.9.2011	
46638601	07310207	327813	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	23.9.2011	
46638601	10020154	363395	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	11.10.2011	
46638601	09080132	348287	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	21.10.2011	
46638601	09130103	350812	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	3.11.2011	
46638601	11030134	384169	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	21.12.2011	
46638601	11210124	392664	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	22.12.2011	
46638601	12150206	410791	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	23.1.2012	rok 2012 - 7x
46638601	01030133	417948	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	17.2.2012	
46638601	02020183	442435	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	5.3.2012	
46638601	02080135	447631	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	23.3.2012	
46638601	02160209	452589	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	13.4.2012	
46638601	03080236	467839	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	14.5.2012	
46638601	03200447	476909	PLECH ST.	557,6/388	110-	206	2 000,0	28.5.2012	