

# Návrh výrobní technologie a nástroje držáku

Michal Janečka

---

Bakalářská práce  
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2010/2011

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal JANEČKA**

Osobní číslo: **T06571**

Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**

Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Návrh výrobní technologie a nástroje držáku**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Přehled konstrukčních materiálů a technologií pro výrobu výrobků z plechů
3. Návrh a konstrukce výrobku
4. Návrh výrobní technologie - a výrobního postupu
5. Konstrukce nástroje
6. Ekonomická analýza vybrané výrobní technologie
7. Závěr

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

**1.PTÁČEK, Luděk . Nauka o materiálu II. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2002. 392 s. ISBN 8072042483**

**2.Literatura dle průzkumu**

**3.KOCMAN, Karel . Speciální technologie obrábění. Brno : Akademické nakladatelství CERM 2004. 227 s. ISBN 80-214-2562-8**

Vedoucí bakalářské práce:

**doc. Ing. Zdeněk Dvořák, CSc.**

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

**14. února 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**3. června 2011**

Ve Zlíně dne 11. ledna 2011



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



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.  
*ředitel ústavu*

Příjmení a jméno: ..... JANEČKA MICHAL .....

Obor: ..... TZ .....

## 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 ..... 31.5.2011 .....

.....  


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

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

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

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

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

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

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

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

## **ABSTRAKT**

Konstrukce výrobku a výběr výrobní technologie jsou neoddělitelnou součástí průmyslové výroby. Jelikož nabízené výrobní technologie obsahují řadu variant, je nutné provést rozhodovací proces optimalizované technologie také pomocí ekonomických nástrojů.

Klíčová slova: jednoduchý střižný nástroj, pozinkovaný plech, výstředníkový lis

## **ABSTRACT**

Product design and selection of production technology are an integral part of industrial production. As manufacturing technologies offered include a number of options is necessary to make budget-making proces is optimized by using the technologies of economic instruments.

Keywords: simple shearing tool, galvanized sheet, eccentric press

## **Poděkování**

V první řadě bych chtěl poděkovat firmě Presteel za odborné rady a ochotu kdykoliv mi věnovat čas při zpracování praktické části bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat vedoucímu své bakalářské práce doc. Ing. Zdeňkovi Dvořákovi, CSc za pomoc a čas strávený konzultacemi pro zdárné vypracování této práce.

## **Motto**

Směr, kterým se ubíráte, je důležitější než rychlost vašeho postupu.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské/diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem citoval(a). V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden(a) jako spoluautor(ka).

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta



# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>12</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>13</b>
<b>1 TVÁŘENÍ A POLOTOVARY VYRÁBĚNÉ TVĚŘENÍM ZA STUDENA</b> .....	<b>14</b>
1.1 TVÁŘENÍ ZA STUDENA .....	14
1.2 ROZDĚLENÍ VÝROBY TVÁŘENÍM ZA STUDENA.....	14
1.3 PŘEHLED MATERIÁLŮ PRO LISOVÁNÍ ZA STUDENA .....	15
<b>2 STŘIHÁNÍ</b> .....	<b>18</b>
2.1 FÁZE STŘIHÁNÍ .....	18
2.2 CHARAKTERISTICKÉ STŘIŽNÉ OPERACE .....	19
2.3 NÁSTROJE PRO STŘIHÁNÍ .....	20
2.3.1 Nůžky .....	20
2.3.2 Stříhadla .....	22
2.4 STŘIŽNÉ SKŘÍNĚ .....	23
2.5 STŘIŽNICE .....	24
2.5.1 Celistvé střížnice .....	25
2.5.2 Skládané střížnice.....	26
2.5.3 Vložkované střížnice .....	27
2.5.4 Tvar funkční části střížnice .....	28
2.5.5 Materiály střížnic.....	28
2.6 STŘIŽNÍKY .....	28
2.6.1 Materiály střížníků .....	30
2.7 UPÍNACÍ DESKY .....	31
2.7.1 Materiály upínací desky .....	31
2.8 STOPKY .....	31
2.8.1 Materiály stopky.....	32
2.9 HLEDÁČKY .....	32
2.10 DORAZY .....	33
2.10.1 Pevné dorazy .....	33
2.10.2 Zpětné dorazy.....	34
2.10.3 Načínací dorazy .....	34
2.10.4 Automatické dorazy .....	35
2.10.5 Výškové dorazy .....	35

2.11	STÍRAČE .....	36
2.12	VODÍCÍ LIŠTY .....	37
2.13	VODÍCÍ STOJÁNKY .....	37
2.14	UPÍNÁNÍ NÁSTROJŮ .....	38
2.15	URČENÍ FUNKČNÍCH ROZMĚRŮ STŘIŽNÍKU A STŘIŽNICE .....	39
<b>3</b>	<b>OHÝBÁNÍ.....</b>	<b>40</b>
3.1	TECHNOLOGICKÉ ZÁSADY PŘI KONSTRUKCI OHÝBADLA .....	41
3.2	OHYBNÍK.....	43
3.2.1	Materiály ohybníku .....	43
3.3	OHYBNICE .....	44
3.3.1	Materiály ohybnice.....	44
3.4	FUNKČNÍ ČÁSTI OHÝBADEL .....	44
3.4.1	Zakládací dorazy .....	45
3.4.2	Vyhazovače a stírače .....	45
3.4.3	Přítlačovače .....	46
3.4.4	Vedení nástrojů .....	46
3.4.5	Klíny.....	46
3.5	ZVLÁŠTNÍ ZPŮSOBY OHÝBÁNÍ.....	47
3.5.1	Ohýbání na ohraňovacích lisech.....	47
3.5.2	Lemování.....	48
3.5.3	Zakružování.....	48
3.5.4	Rovnění .....	49
<b>4</b>	<b>SHRUTÍ STUDIJNÍ ČÁSTI.....</b>	<b>50</b>
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>51</b>
<b>5</b>	<b>STANOVENÍ CÍLŮ PRÁCE .....</b>	<b>52</b>
<b>6</b>	<b>KONSTRUKCE STŘIŽNÉHO NÁSTROJE .....</b>	<b>53</b>
6.1	NÁVRH MATERIÁLU VÝROBKU .....	53
6.2	NÁVRH TVARU VÝROBKU .....	53
6.3	TECHNOLOGICKÝ POSTUP JEDNODUCHÉHO NÁSTROJE NÁVRH Č. 1 .....	54
6.3.1	Ekonomická analýza návrh č. 1 .....	55
6.4	TECHNOLOGICKÝ POSTUP JEDNODUCHÉHO NÁSTROJE NÁVRH Č. 2 .....	58
6.4.1	Ekonomická analýza návrh č. 2.....	59
6.5	SHRUTÍ EKONOMICKÉ ANALÝZY A VOLBA VÝROBNÍ TECHNOLOGIE .....	62
6.6	VÝPOČET PARAMETRŮ STŘIŽNÉHO NÁSTROJE.....	63
6.6.1	Výpočet délky střížné hrany .....	63
6.6.2	Výpočet střížné síly .....	64
6.6.3	Stanovení stírací síly .....	64
6.6.4	Určení protlačovací síly.....	64
6.6.5	Celková potřebná síla lisu .....	65
6.6.6	Stanovení střížné vůle .....	65

6.6.7	Kontrola střížníků a střížnic .....	66
6.7	VÝPIS SOUČÁSTÍ STŘIŽNÉHO NÁSTROJE .....	68
6.7.1	Základní deska střížnice .....	68
6.7.2	Vodící deska střížnice .....	69
6.7.3	Střížník .....	70
6.7.4	Vedení střížníku .....	71
6.7.5	Čep .....	72
6.7.6	Sestava střížného nástroje .....	73
<b>ZÁVĚR .....</b>		<b>74</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>		<b>75</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>		<b>76</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>		<b>77</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>		<b>79</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>		<b>80</b>

## ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá návrhem výrobní technologie a konstrukce nástroje pro držák firmy LIKO-S. Tento předmět slouží jako držák a po zalití izolační pěnou tvoří celek střešního systému výrobních hal. Držák je vyroben z pozinkovaného plechu. Tento předmět budeme vyrábět pomocí postupového stříhadla na výstředníkovém lisu. Výrobních technologií k výrobě držáku je ovšem nespočet, a proto je nutné provést optimalizaci a porovnat výrobní technologie s danými sériemi výrobků. Mezi nejvhodnější varianty patří výroba pomocí jednoduchého a postupového stříhadla a opomenout nemůžeme ani netřískovou metodu obrábění, obrábění LASEREM vhodnější pro malosériovou výrobu. Po získání rozvinutého tvaru držáku je nutné výrobek operací ohýbáním dostat do finální podoby.

V teoretické části je pojednáno o technologiích (stříhání, ohýbání) používaných pro výrobu výrobků z plechu a přehledu konstrukčních materiálů.

Praktická část obsahuje samotnou konstrukci střížného nástroje s volbou vhodného materiálu a vypracovanou ekonomickou analýzou.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 TVÁŘENÍ A POLOTOVARY VYRÁBĚNÉ TVÁŘENÍM ZA STUDENA

Tváření je technologie použitelná pro kusovou, sériovou a hromadnou výrobu. Od velikosti série závisí volba materiálu a složitost nástroje a vybavení tvářecího stroje. Tváření za tepla a za studena. Pro mé řešení se využije tváření za studena. Předpokládaná série výroby 15 000 ks.

## 1.1 Tváření za studena

Tvářením za studena dosahujeme trvalé změny tvaru materiálu bez odebrání třísek působením vnější síly. Podle průběhu deformace rozdělujeme tváření na:

- Tváření plošné – polotovarem je převážně plech, požadovaného tvaru součásti dosáhneme bez podstatné změny průřezu nebo tloušťky výchozího materiálu. Mechanické vlastnosti materiálu se nemění.
- Tváření objemové – žádaného tvaru součásti se dosáhne změnou průřezu nebo tvaru výchozího materiálu. Dochází ke změně mechanických vlastností – klesá tažnost, zvyšuje se pevnost a tvrdost. [3]

## 1.2 Rozdělení výroby tvářením za studena

1. Stříhání – tváření, při kterém je materiál oddělován postupně v celém jeho průřezu.
2. Ohýbání – tváření plochého polotovaru plastickou deformací v ohnutý výlisek žádaného tvaru.
3. Tažení – přeměna materiálu, při kterém je rovný plech tvářen v nádobu polouzavřeného rotačního tvaru.
4. Protlačování – přetváření materiálu v plnou či dutou součást za působení značných vnějších sil plastické deformace.
5. Zvláštní způsoby tváření – Mezi nejvýznamnější zvláštní způsoby tváření patří: tváření pryží, tváření kapalinou, elektromagnetické tváření a tváření výbuchem.

### 1.3 Přehled materiálů pro lisování za studena

Dnešními technologickými způsoby lisování za studena lze zpracovávat kovové materiály:

**a. Slitiny kovů:**

- Ocel – ocel, legovanou ocel
- Neželezné slitiny – slitiny Al, slitiny Cu, slitiny Pb, slitiny Ti

**b. Čisté kovy:**

- lehké kovy – Al
- těžké kovy – Cu, Ni

Lisováním se zpracovávají i nekovové materiály jako papír, pryž, lepenka, plastické hmoty a textil. Pro lisování se materiál používá ve tvaru plechů, tabulí, pásů, svitků, tyčí, drátů, trubek a profilů. Materiál musí mít určité mechanické, chemické, metalografické, elektrické a po případě i další vlastnosti, podle toho jakému účelu výlisek slouží a podle rozsahu deformace, které je podroben při lisování. [4,6]

Polotovary		ČSN
Druh	Název	RN*)
Plech Pásky Fólie	Plech v tabulích a anody z mědi a slitin mědi, válcované za tepla	42 8302
	Plech v tabulích, pásky a pruhy ze slitin mědi, válcované za tepla se širšími tolerancemi	42 8305
	Fólie z mědi a slitin mědi	42 8343
Trubky	Trubky kruhové z mědi a slitin mědi, tažené za studena	42 8710
	Trubky kruhové z mědi a slitin mědi, lisované za tepla	42 8712
Dráhy	Dráty tažené, obyčejné, z mědi a slitin mědi	42 8410
	Dráty tažené, přesné, z mědi a slitin mědi	42 8411
	Dráty měděné, tvářené za tepla	42 8416
Profily	Profily z mědi a slitin mědi, lisované za tepla	42 8810
	Profily z mědi a slitin mědi, tažené za studena	42 8860

Tab. 1 Výběr polotovarů z mědi a slitiny mědi [5]

Polotovary		Zpracování	Materiál (třída oceli)	ČSN		Poznámka
				Rozměrová norma		
Plech	tenké plechy	Válcované za tepla	10 až 16	42 5301		
			11	42 5302		Hlubokotažné, tloušťka plechu 0,3 až 0,7 mm. Materiál podle jednotlivých materiálových listů
	tlusté plechy		10 až 16	42 5310		
			17	42 5315		
			19	42 5316		
				42 5331		Poolověné. Materiál: 10 004, 11 300, 11 320, 11 330
				42 5332		Pozinkované. Materiál podle jednotlivých materiálových listů
			10 a 11	42 5390		Žebrované
Pásky a pruhy	pásky a pruhy	Válcované za tepla	10 a 11	42 5340		
		Válcované za studena	10 až 15 a 19	42 5350		
Pásky	pásky	Válcované za tepla	12 až 17 a 19	42 5342		
		Válcované za studena	10 a 11	42 5351		

Tab. 2 Výběr ocelových polotovarů [5]



Polotovary		ČSN
Druh	Název	RN*)
Plechý Pásy Fólie	Plechý z hliníku a slitin hliníku válcované za tepla	42 7302
	Plechý ze slitin hliníku válcované za studena (plechý, pásy, pruhy, kotouče)	42 7305
	Fólie technické z hliníku a slitin hliníku	42 7323
	Fólie obalové z hliníku	42 7324

Tab. 3 Výběr polotovarů z hliníku a slitin hliníku [5]

Polotovary		ČSN
Druh	Název	RN*)
Plechý Pásy Fólie	Plechý z niklu a slitin niklu	42 8316
	Plechý z olova a slitin olova	42 8330
	Pásy z cínu a slitin cínu	42 8324
	Fólie z mědi a slitin mědi	42 8343
	Fólie z olova a slitin olova	42 8346
	Fólie z cínu a slitin cínu	42 8351

Tab. 4 Výběr polotovarů z olova, cínu, niklu a jejich slitin [5]

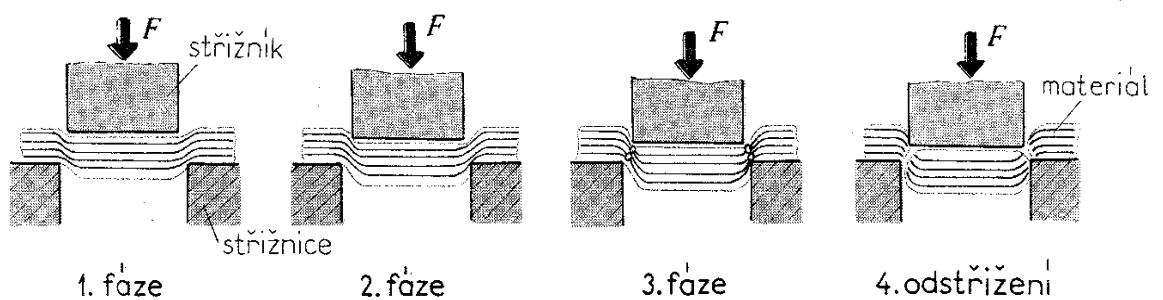
## 2 STŘIHÁNÍ

Střihání je nejrozšířenější operací tváření. Používá se jednak na přípravu polotovarů (střihání tabulí nebo svitků plechů, střihání profilů, apod.) jednak na vystřihování součástí z plechu buď pro konečné použití nebo pro výrobky na další technologie (ohýbání, protlačování, tažení, atd.) a jednak na dokončovací nebo pomocné operace. Kromě klasického střihání existují i další operace, které se nazývají podle způsobu odstranění materiálu. Patří sem děrování, vystřihování, ostřihování, přístřihování, atd. [7]

### 2.1 Fáze střihání


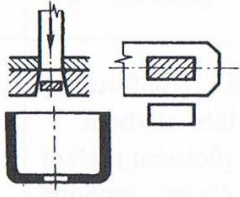
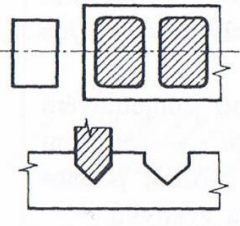
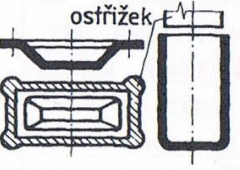
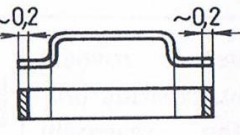
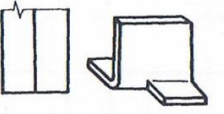
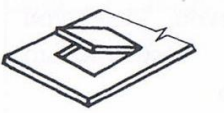
Průběh střihání můžeme rozdělit do čtyř fází:

- V první fázi nastává pružná deformace materiálu (napětí nedosahuje meze kluzu).
- V druhé fázi dochází ke vzniku trvalých deformací (napětí je vyšší než mez kluzu), největší napětí je na střižných hranách.
- Ve třetí fázi vznikají trhlinky u hran střižného nástroje (napětí překračuje mez pevnosti ve smyku) a rychle se šíří.
- Ve čtvrté fázi dochází k oddělení materiálu dříve, než nástroj projde celým průřezem materiálu. [3]



Obr. 1 Fáze střihání [3]

## 2.2 Charakteristické střížné operace

Skupina	Název práce	Charakteristika operace	Vyobrazení	Název nástroje	Název výrobku
Plošné tváření – oddělování materiálu Stříhání	Prosté stříhání	Rozdělování materiálu, např. pásů, tabulí, tyčí		Nůžky, stříhadlo	Výstřížek
	Děrování	Vytváření děr různých tvarů. Vystřížená část tvoří odpad		Děrovadlo	Výstřížek
	Vystřihování	a) Zhotovení výstřížků různého tvaru oddělením od materiálu po uzavřeném obrysu. Vystřížená část tvoří výstřížek b) Oddělování částí v okraji materiálu. Vystřížená část tvoří odpad		Stříhadlo	Výstřížek
	Ostříhování	Oddělování přebytečného materiálu z výtažků, protlačků, výstřížků, výkovků apod.		Stříhadlo	Výstřížek
	Přistřihování	Dosažení přesných tvarů, rozměrů nebo hladkých ploch		Stříhadlo	Výstřížek
	Nastřihování	Částečné nastřihnutí materiálu v okraji tak, že není úplně oddělen		Stříhadlo	Výstřížek
	Prostřihování	Částečné nastřihnutí materiálu v libovolném tvaru uvnitř výstřížku		Stříhadlo	Výstřížek

Tab. 5 Charakteristické střížné operace [3]

## 2.3 Nástroje pro stříhání

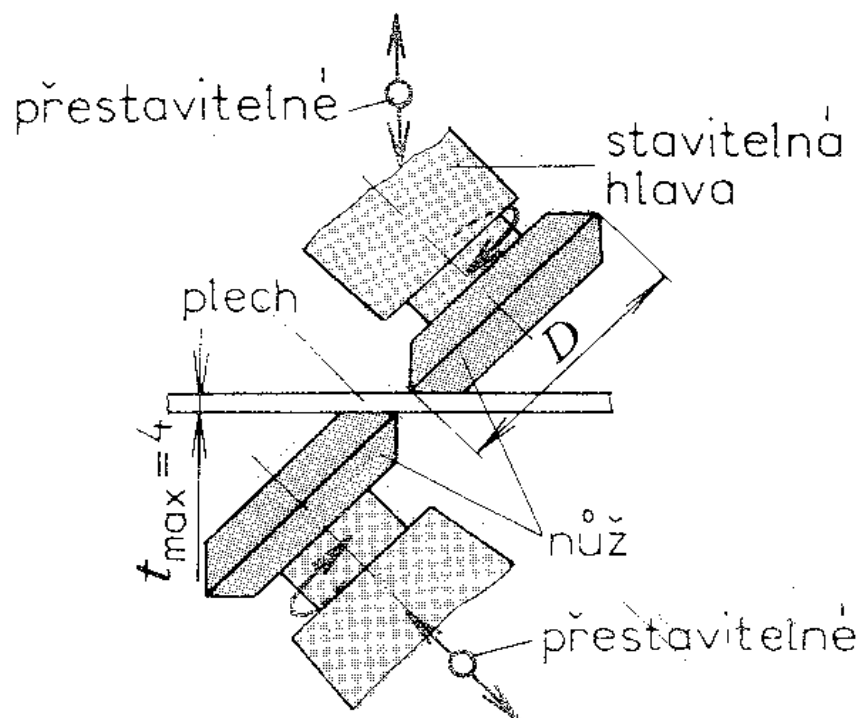
Nástroje pro stříhání se rozdělují podle použité technologie

- Nůžky
- Stříhadla

### 2.3.1 Nůžky

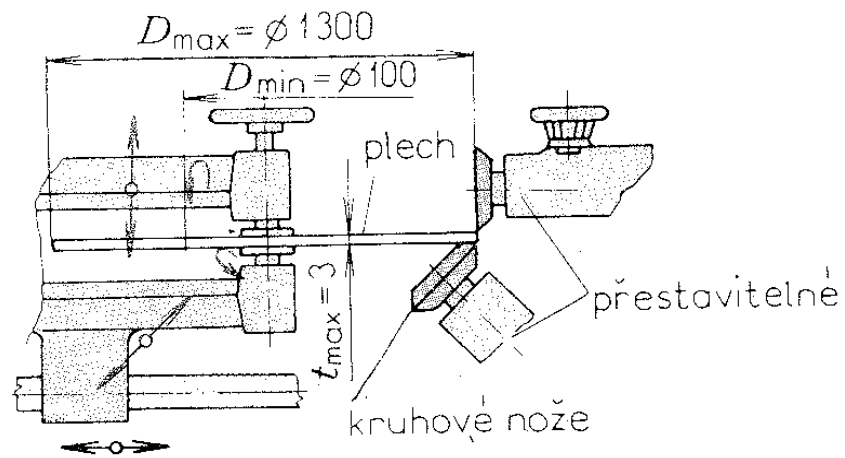
**Tabulové nůžky** – pro stříhání plechů s rovinnými stříhy

**Křivkové nůžky** – pro vystřihování různých tvarů a ostříhování okrajů velkých výtažků (blatníky, střechy, dveře automobilů)



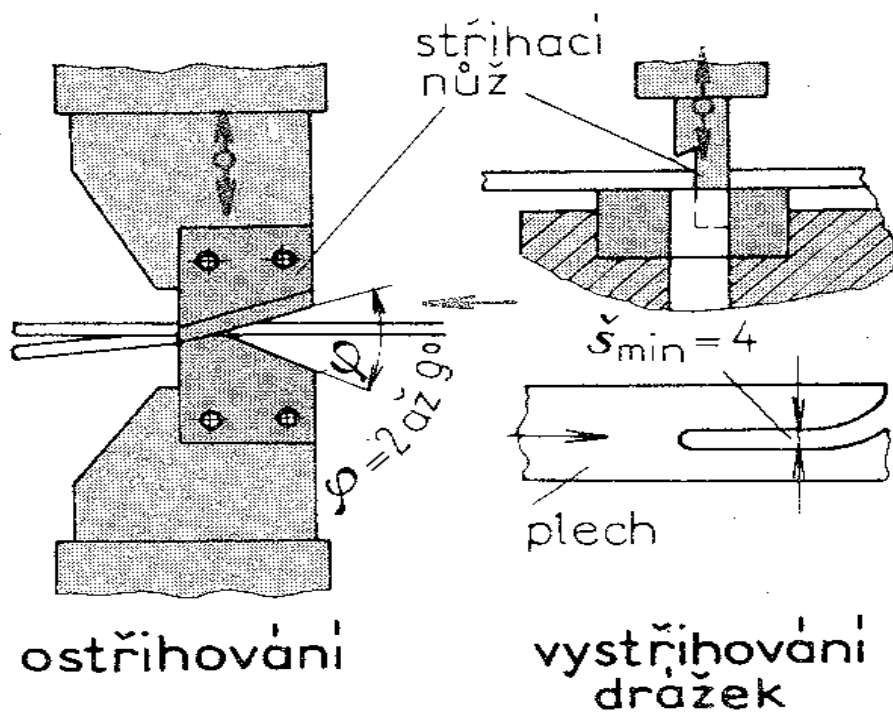
Obr. 2 Křivkové nůžky [3]

Okružní nůžky – pro vystřihování kruhů a mezikruží



Obr. 3 Okružní nůžky [3]

Kmitací nůžky – k ostřihování výlisků, k vystřihování drážek a různých tvarových otvorů [3]



Obr. 4 Kmitací nůžky [3]

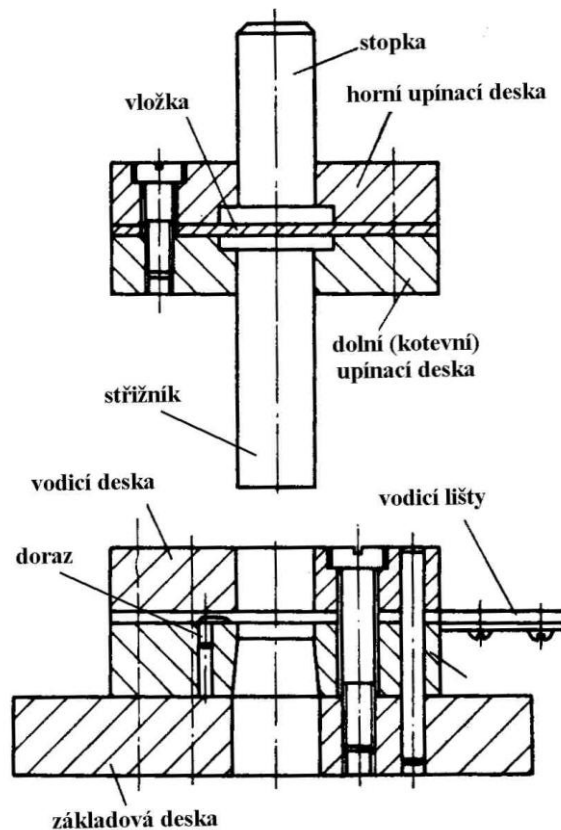
### 2.3.2 Stříhadla

Stříhání se provádí na lisech pomocí střížných nástrojů (stříhadel). Hlavní částí střížného nástroje je **střížník** a **střížnice**. Střížník se upíná pomocí upínací desky a stopky do beranu lisu, střížnice se upíná pomocí základní desky na stůl lisu. Mezi střížníkem a střížnicí je nutno zajistit střížnou vůli, která je závislá na druhu a tloušťce stříhaného materiálu. Stříhadla můžeme rozdělit podle funkce na:

- **Jednoduchá stříhadla** – pro stříhání vnějších tvarů, poloha pásu při stříhání je zajištěna pevným (koncovým) dorazem.
- **Postupová stříhadla** – výsledný tvar výstřížku se docílí postupným průchodem pásu střížným nástrojem. Prvním krokem bývá vystřížení vnitřního tvaru (poloha pásu je zajištěna načínacím dorazem), potom následuje stříhání obvodu (poloha je zajištěna pevným dorazem). V dalším průběhu stříhání se poloha pásu zajišťuje pouze pevným dorazem.

Podle druhu použitého vedení rozdělujeme stříhadla na:

- **Nástroje bez vedení** (bez vodící desky) se používají jen pro málo přesné výstřížky s malými požadavky na kvalitu střížné plochy (např. Stříhání polotovarů pro hluboké tažení). Tyto nástroje jsou jednoduché a snadno vyrobitelné. Používají se tam, kde vedení beranu zaručí dostatečnou přesnost stříhání.



Obr. 5 Nástroj bez vedení [2]

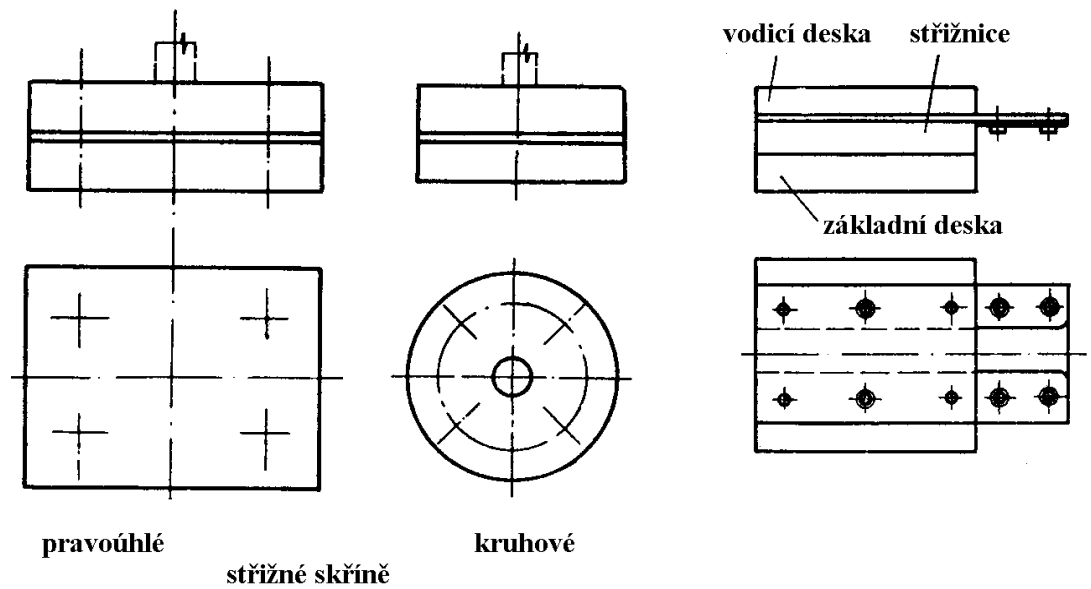
- **Nástroje s vedením** (s vodící deskou) jsou výhodnější z hlediska přesnosti, jsou však výrobně náročnější a tím dražší. Používají se tam, kde vedení beranu nezaručuje dostatečnou přesnost výstřižku nebo při zvýšených požadavcích na přesnost. Nejlepších výsledků se dosahuje při použití vodících stojánek. [3]

## 2.4 Střížné skříně

Při navrhování velikosti střížné skříně je nutno vycházet z počtu kroků a z šířky stříhaného pásu. Doporučuje se nakreslit sled kroků tak, jak budou střížníky ve střížnici rozmístěny. Délka střížné skříně  $A$  je dána počtem kroků a přídavkem na obou stranách střížnice, který je dán pevnostním hlediskem. Šířka střížnice  $B$  je dána šířkou stříhaného pásu doplněnou šířkou vodících lišt. Střížné skříně se podle tvaru dělí na:

- **Střížné skříně kruhových stříhadel** – používají se obvykle bez vodící desky pro výrobu jednoduchých a levných nástrojů do průměru 450 mm.
- **Střížné skříně pravoúhlých stříhadel** lze rozdělit na:

- a) pravoúhlé střížné skříně bez vedení
- b) pravoúhlé střížné skříně s vedením [3]



Obr. 6 Druhy střížných skříní [1]

## 2.5 Střížnice

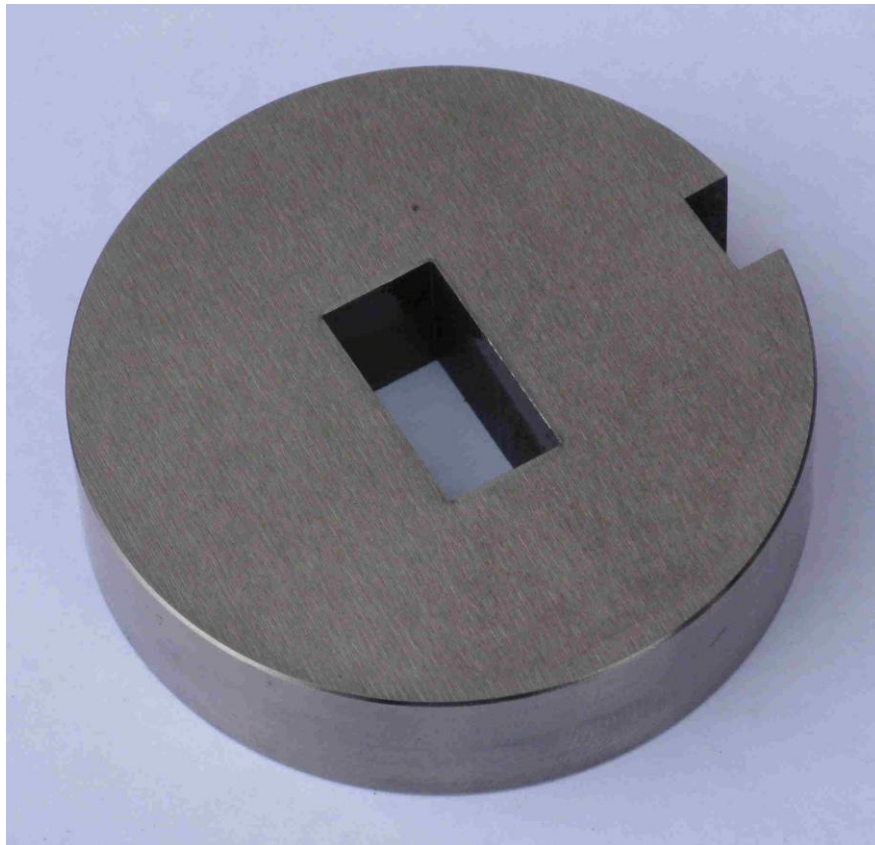
S ohledem na konstrukci stříhadla, tvar a rozměry můžeme střížnice rozdělit na:

- celistvé
- skládané
- vložkované



### 2.5.1 Celistvé střížnice

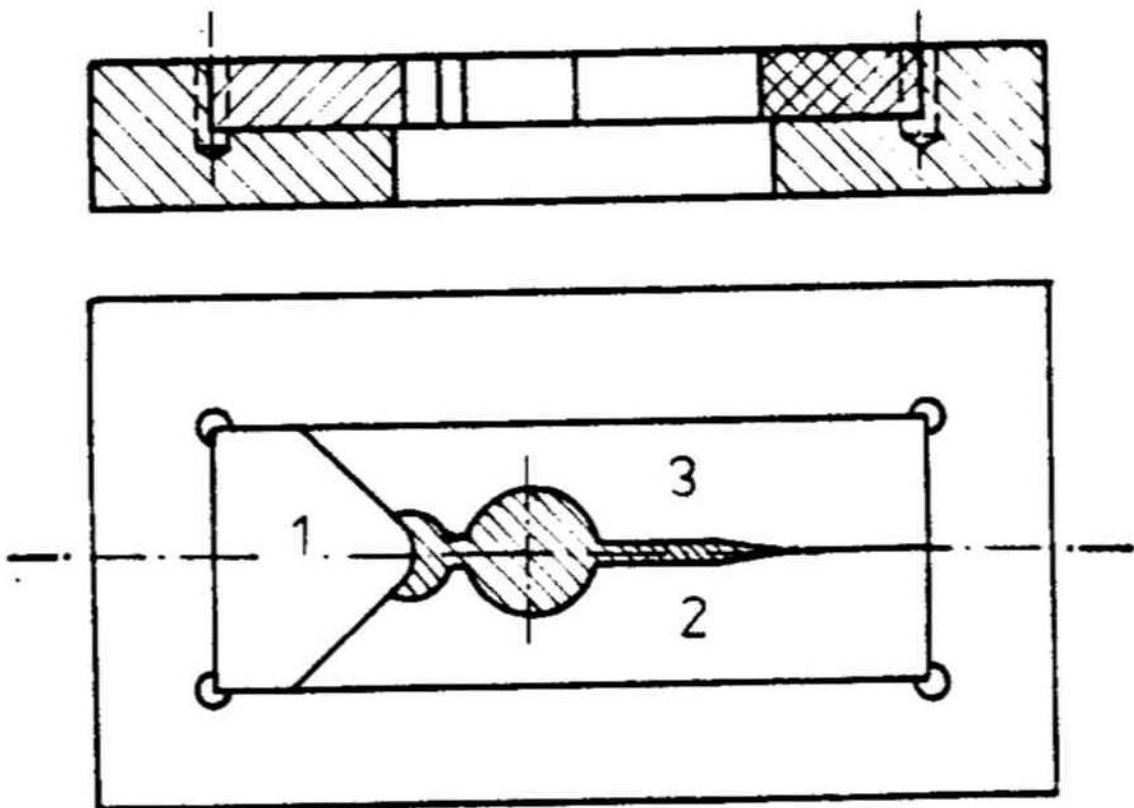
Vyrábí se z jednoho kusu nástrojové oceli. Používají se pro vystříhování jednoduchých tvarů a menších rozměrů, kde se nemohou plně projevit nevýhody složitějšího opracování nepravidelných tvarů a dají se odstranit deformace po kalení. Celistvé střížnice pro složité tvary se nejdříve tepelně zpracují a potom se vyrábí drátovým řezáním. [1]



Obr. 7 Celistvá střížnice s obdélníkovou drážkou

### 2.5.2 Skládání střížnice

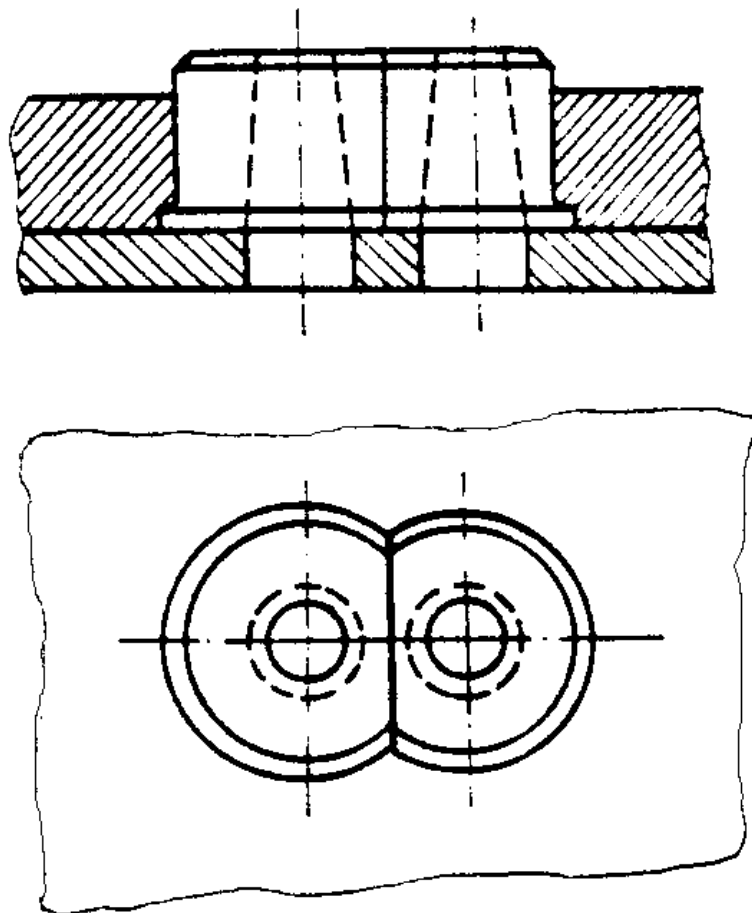
Poživají se pro tvarově složité výstřižky nebo pro výstřižky větších rozměrů. Střížnice se skládají z několika menších dílů, jejichž výroba je snadnější a přesnější. Při tepelném zpracování se tyto díly méně deformují a tyto deformace se dají většinou odstranit broušením. Případné větší náklady na výrobu jsou vyváženy vyšší životností střížnice a snadnější a levnější údržbou. Tyto střížnice jsou vhodné pro použití v sériové a hromadné výrobě. Části skládaných střížnic jsou obvykle zalisovány do nekalené ocelové desky s přesahem (H7 / p6). [1]



Obr. 8 Skládání střížnice 3-dílná [2]

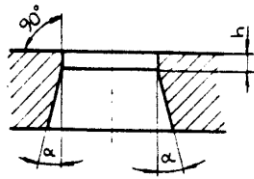
### 2.5.3 Vložkované střížnice

Mají stejné výhody jako střížnice skládané a navíc můžeme použít vložky u rozměrnějších a tvarově složitých nástrojů, a tím ušetřit drahou nástrojovou ocel a zvýšit životnost nástroje. Vložky jsou výrobně jednodušší, je zde možnost vytvoření předpětí při zalisování. Vložka obvykle přechází o 3 – 5 mm nad objímku z důvodu broušení. Vložka musí být zajištěná proti vysunutí při zpětném pohybu střížníku. Pro větší odolnost proti opotřebení se vložky zhotovují také ze slinutých karbidů. [1]

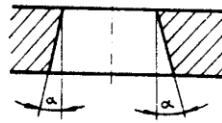


Obr. 9 Vložkované střížnice [2]

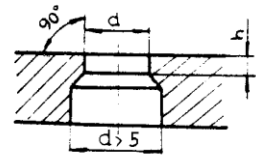
### 2.5.4 Tvar funkční části střížnice



pro vysoké počty kusů  
pro menší rozměry  
pro větší přesnost  
tenčí plechy



pro menší počty kusů  
pro větší rozměry  
pro menší přesnost  
tlustší plechy



pro děrování průměrů  
nad 5 mm

Obr. 10 Funkční tvary částí střížnice [1]

### 2.5.5 Materiály střížnic

Střížnice je nejdražší částí nástroje a vyrábí se z kvalitních nástrojových ocelí:

- 19 312
- 19 436
- 19 437

Z rychlořezných ocelí – 19 830

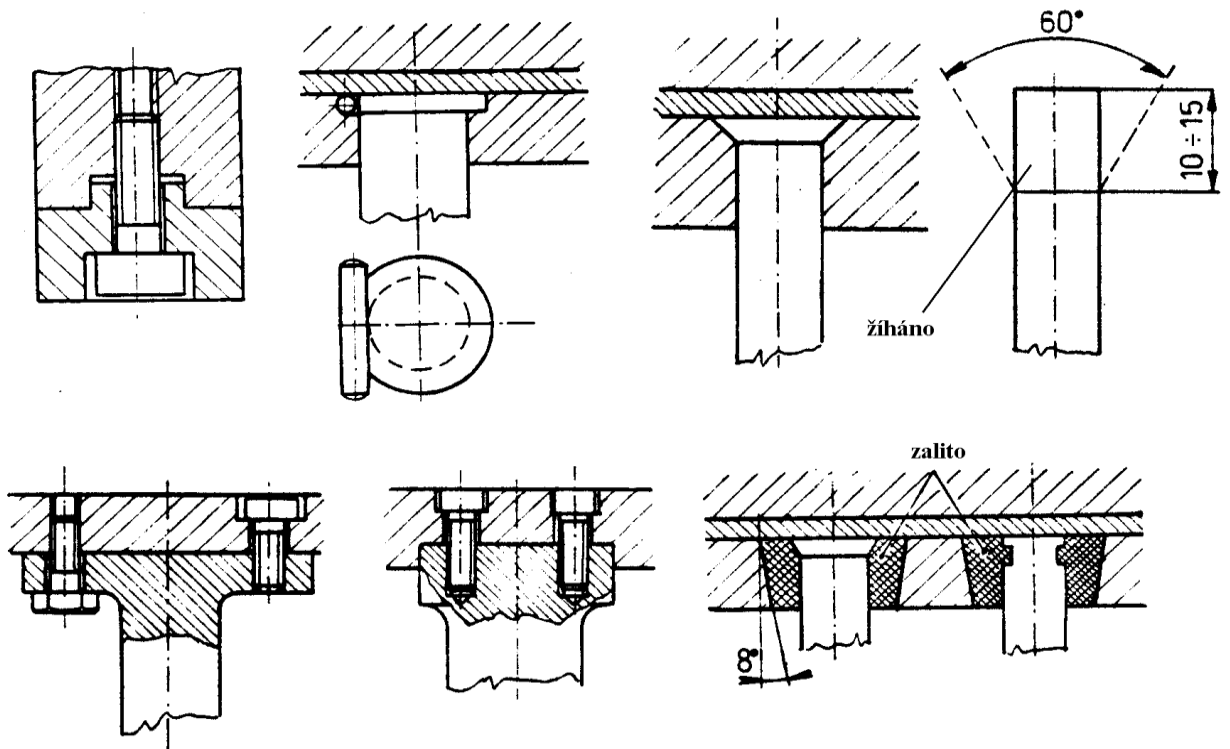
Pro menší série se používá i uhlíkových nástrojových ocelí – 19 191

Tepelné zpracování se stává z kalení a popouštění na HV ± 25. [2]

## 2.6 Střížníky

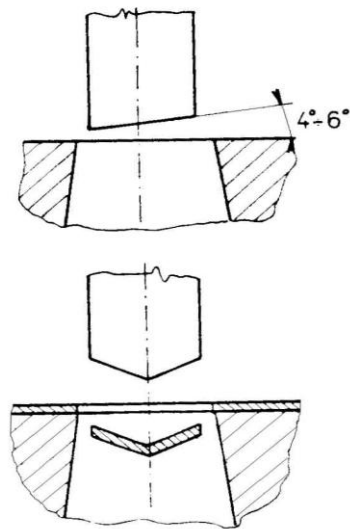
Střížníky mají břity (čelo) obvykle kolmé k ose střížníku. Jejich výroba a ostření je jednoduché, mají dobré střížné vlastnosti a slouží k většině střížných operací. Malé střížníky se vyrábí z jednoho kusu, u větších rozměrů lze nosnou část vyrobít z konstrukční oceli a jen funkční část z nástrojové oceli. Funkční břitová část se k nosné části přichytí pomocí šroubů, vždy však musí být středěna pomocí středícího průměru. Aretace střížníku se provádí pomocí neotočné středící plochy (čtverec, obdélník) nebo pomocí kolíků, zámků, per apod. Upínání střížníků do dolní upínací desky se provádějí nejčastěji roznýtováním nebo osazením. Velké střížníky, které jsou daleko od sebe, je možno upínat jen za přírubu. Malé stříž-

níky se do kotevní desky také zalévají pryskyřicí. Další možnosti upevnění jsou pomocí upínek, šroubů a klínů. Ke stříhání malých otvorů se používá střížníků vsazených do pouzdra (namáhání na vzpěr). [2]



Obr. 11 Střížníky [2]

Funkční část střížníku je obvykle kolmá k ose, čelo střížníku můžeme tvarově upravit, a tím snížit střížnou sílu. Stejným způsobem se dá tvarovat i střížnice. Nevýhodou této úpravy je, že se deformuje výstřižek, proto se nejčastěji používají tam, kde deformovaná část jde do odpadu. [1]



Obr. 12 Funkční část střížníku [2]

### 2.6.1 Materiály střížníků

Pro menší série se používají uhlíkové nástrojové oceli:

- 19 191
- 19 221

pro větší série a pro více namáhané nástroje slitinové nástrojové oceli:

- 19 312
- 19 421
- 19 436
- 19 437

Tepelné zpracování se stává z kalení a popouštění na HV 750 ± 30. [1]

## 2.7 Upínací desky

Upínací desky tvoří horní část střížného nástroje. Patří sem tyto hlavní části:

- **Horní upínací deska** – slouží k upnutí stopky
- **Dolní (kotevní) upínací deska** – slouží k upevnění střížníku
- **Vložka** – je to kalená ocelová deska tloušťky 4 – 8 mm, zabraňuje vtlačování střížníku do horní upínací desky [2]

### 2.7.1 Materiály upínací desky

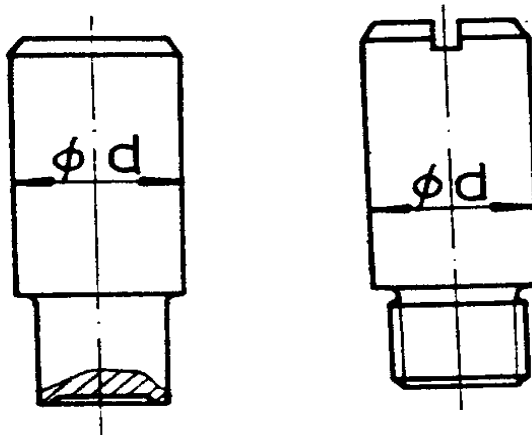
Upínací deska se vyrábí z ocelí:

- 11 500
- 11 600
- 11 700

## 2.8 Stopky

Horní část lisovacího nástroje se upevňuje do otvoru v beranu lisu pomocí stopky. Stopka složí u střížných nástrojů k ustředění nástroje, u větších nástrojů je třeba použít ještě i upínek. Všechny druhy stopek jsou normalizovány a vyrábí se v průměrech 12 – 63 mm.

Stopky se do horní upínací desky upevňují pomocí závitu, nebo se zalisují. [1]



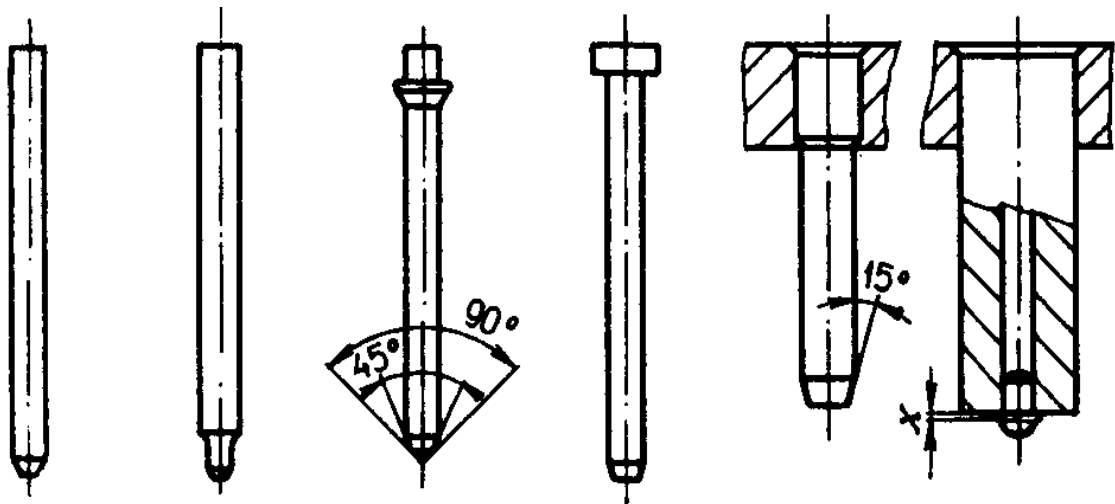
Obr. 13 Stopky [1]

### 2.8.1 Materiály stopky

Stopky se vyrábí z oceli 11 600 bez tepelného zpracování válcové části. [1]

## 2.9 Hledáčky

- U střížných nástrojů může dojít k podélným i příčným úchylkám stříhaného pásu. Tato nepřesnost může vést k nesprávné vazbě jednotlivých střížných operací, a tím k nedodržení předepsaných rozměrů výstřížku. U postupových střížných nástrojů je obvykle třeba zaručit vzájemnou vazbu jednotlivých rozměrů výlisků. V takovém případě je výhodné použití hledáčku, které stříhaný materiál přesně ustaví. Středění můžeme rozdělit na:
  - Přímé středění – hledáčky zapadají přímo do otvorů prostřížených ve výstřížku. Používají se tam, kde nehrozí poškození výstřížku při zasunutí hledáčku.
  - Nepřímé středění – používají se tam, kde jsou otvory příliš malé, blízko sebe nebo když by mohlo dojít k poškození výstřížku. V tomto případě se otvory pro hledáček stříhají mimo výstřížek. [1]



Obr. 14 Hledáčky [1]

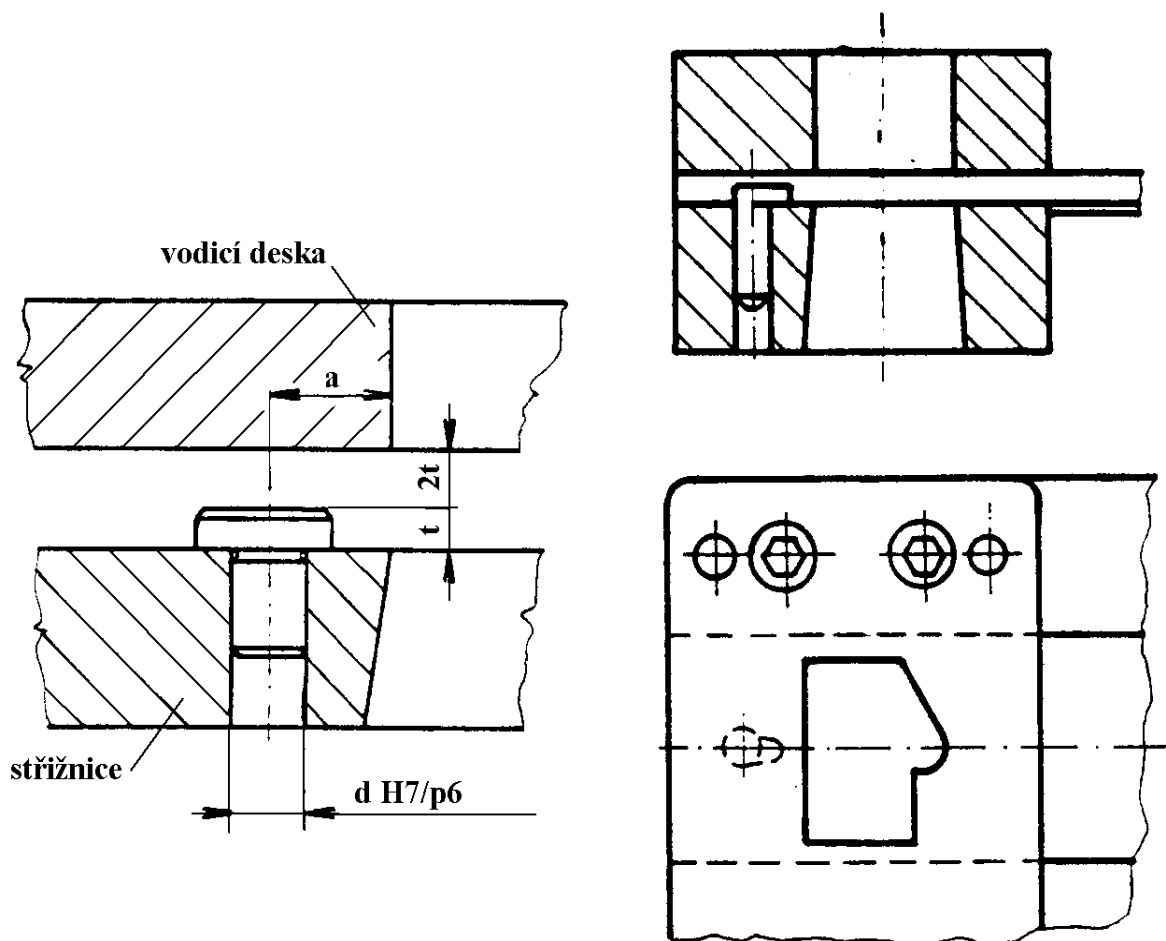


## 2.10 Dorazy

Dorazy jsou polohovací elementy, které zajišťují stejnoměrný posuv pásu (krok) při stříhání na střížných nástrojích. Podle konstrukce dělíme dorazy na: [2]

### 2.10.1 Pevné dorazy

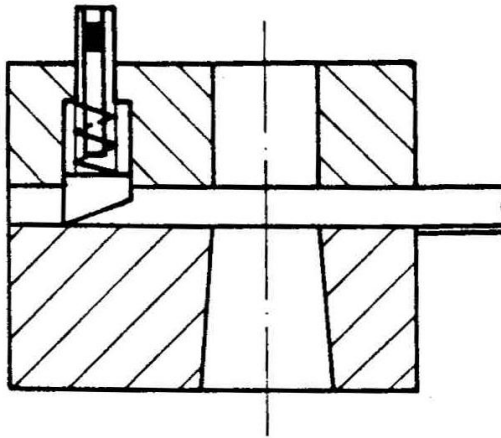
Pevné dorazy jsou vhodné pro malé série výstřížků. Je to nejjednodušší element, vymezující délku posuvu pásu při ručním podávání. Pevné dorazy se používají pro nepřiliš složité nástroje a pro větší tloušťky materiálu. Bývají většinou zalisovány ve střížnici, někdy i ve vodící desce. Pevný doraz může být tvořen hladkým i osazeným kolíkem. Výška dorazu je přibližně rovná tloušťce plechu, vzdálenost od dorazu k vodící desce má být přibližně rovná dvojnásobku tloušťky plechu. Materiálem pevných dorazů bývá obvykle ocel 19 312.3 nebo 12 061.3, tepelně jsou zpracovány na tvrdost  $HV = 650 \pm 50$ . [1]



Obr. 15 Způsob použití pevného dorazu [1]

### 2.10.2 Zpětné dorazy

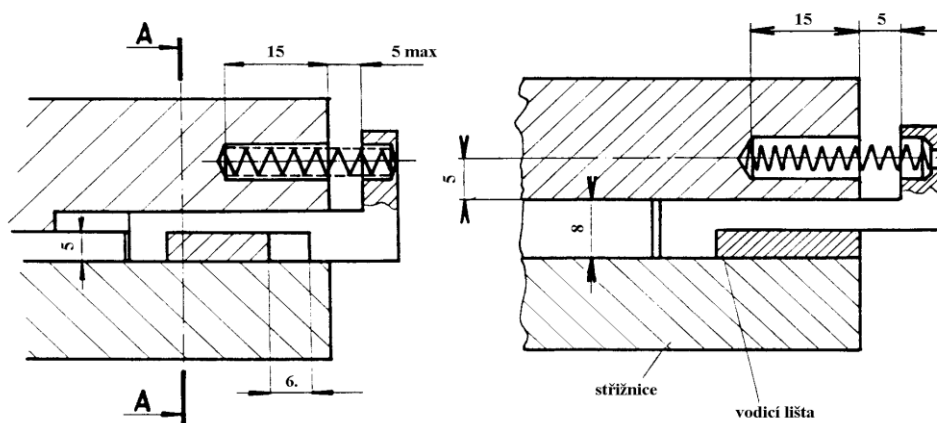
Zpětné dorazy jsou vhodné při zpracování tlustých pásů, kde by se dopředný doraz mohl ulomit. U zpětných dorazů je nutno přepážkou přejet přes doraz a zpětným pohybem pásu dorazit. Zpětné dorazy mohou být uloženy jako pevné nebo pružící ve střížnici nebo ve vodící desce. Zvláštním typem zpětného dorazu je postranní doraz, který může být z jedné nebo z obou stran. Tento typ dorazu vyžaduje přídavný střížník. [1]



Obr. 16 Zpětný doraz [2]

### 2.10.3 Načínací dorazy

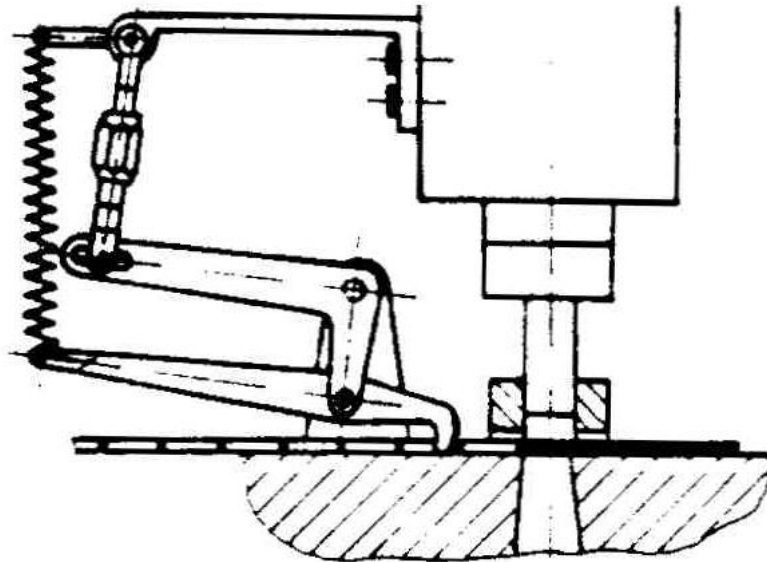
Načínací dorazy slouží k vystřížení prvních operací na pásu, k načínání pásu v postupových střížných nástrojích. Zajišťují postupné stříhání v jednotlivých krocích pro první výstřížek z pásu až k hlavnímu dorazu, který řídí krok pásu. Podle počtu kroků se používá jeden nebo více dorazů. Dorazy bývají neodpružené, nebo jsou vráceny pružinou. [1]



Obr. 17 Načínací doraz [1]

#### 2.10.4 Automatické dorazy

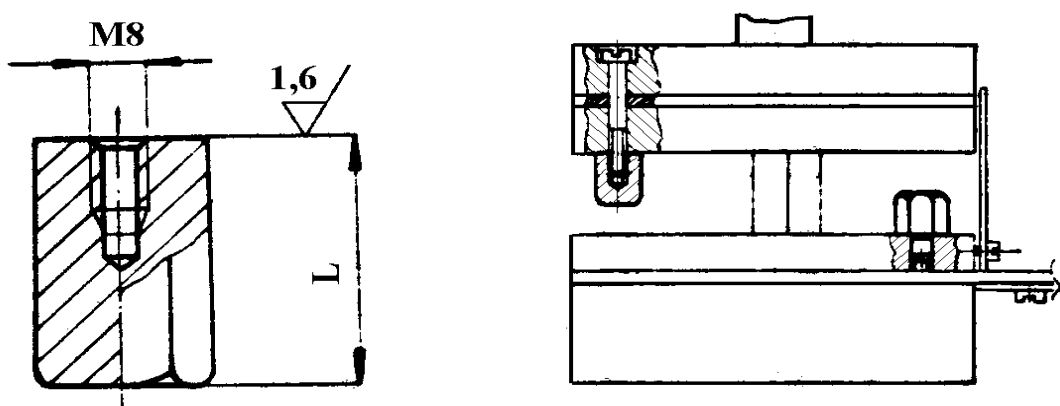
Výhodou automatických dorazů je zkrácení pracovních časů, dále zmenšují zmetkovitost a možnost poškození nástroje, umožňují automatický posuv pásu pomocí jednoduchých podávacích zařízení. Posuvu se docílí tažením nebo tlačáním pásu. [1]



Obr. 18 Automatický doraz [1]

#### 2.10.5 Výškové dorazy

Tyto dorazy se nepoužívají v souvislosti s posouváním pásu, ale tam, kde je třeba zabránit nadměrnému zasunutí střížníku do střížnice. Výškové dorazy se používají jako distanční vložky mezi horní a dolní částí nástroje. [1]

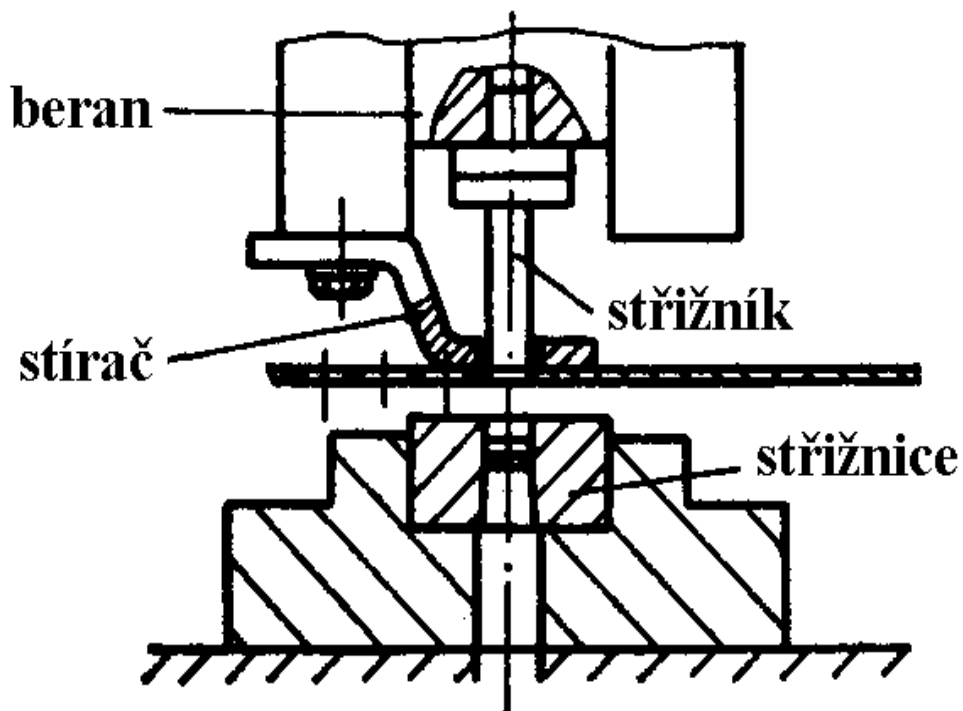


Obr. 19 Způsob použití výškového dorazu [1]

## 2.11 Stírače

Stírače slouží ke stírání (snímání) výlisků nebo odpadů ze střížníku. Stírače musí být dostatečně tuhé a jejich činná část musí být kolmá k ose nástroje. Podle konstrukčního provedení se používají tyto druhy stíračů:

- **Pevné stírače na lisu** – připevňují se k beranu lisu, a to buď jednostranně, nebo oboustranně (větší tuhost).
- **Pevné stírače na nástroji** – připevňují se na stříhadla bez vedení jednostranně nebo oboustranně. Jsou výškově přestavitelná a seřizují se obvykle rozpěrkami. U stříhadel s vedením plní funkci stírače vodící deska.
- **Pohyblivé stírače** – konstrukční provedení bývá pružinové, používají se také pryžové válečky nebo složitější konstrukce stírače kombinovaného s vyhazovačem. [1]



Obr. 20 Použití stírače ve střížném nástroji [1]

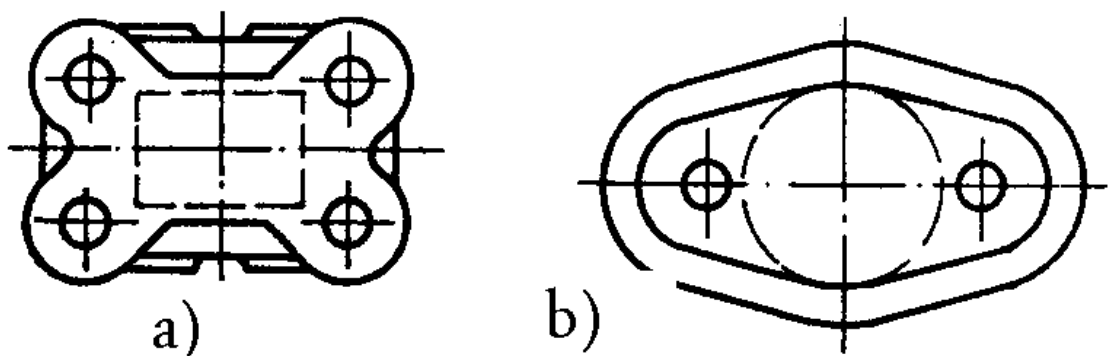
## 2.12 Vodící lišty

Pás materiálu je v nástroji obvykle veden mezi dvěma pevnými lištami. Vzdálenost mezi nimi je nutno volit tak, aby pás procházel volně s ohledem na svou toleranci, a to i tehdy, když se během lisování deformoval rozšířením, prohnutím, vlivem ostřin apod. U jednodušších nástrojů se někdy používá vedení na jednu lištu. Pro eliminování nestejně šířky pásů se také používají různé typy odpružených lišt. [2]

## 2.13 Vodící stojánky

Přesnost výlisků a životnost lisovacích nástrojů značně závisí na správném a tuhém vedení pohyblivé části nástroje proti nepohyblivé. Proto se používají vodící stojánky. Vedení musí být dimenzováno tak, aby zachytilo případné boční síly v nástroji a mohlo eliminovat i vliv nepřesnosti vedení beranu. Druhy vedení:

- Kluzná – mají velkou vodící plochu, používají se do 250 zdvihů za minutu.
- Kuličková – používají se tam, kde nestačí kluzné vedení, např. u rychloběžných lisů. Vedení se vyznačuje vysokou přesností, lehkostí chodu, malým oteplením a opotřebením, snadnou údržbou, možností předpětí kuliček (vyšší zatížitelnost), snáší rychlosti až do 5 m/s.
- Válečková – je výrobně náročnější, má však vysokou zatížitelnost, dlouhou životnost, vysokou přesnost chodu, minimální tření a plynulý pohyb. [1]

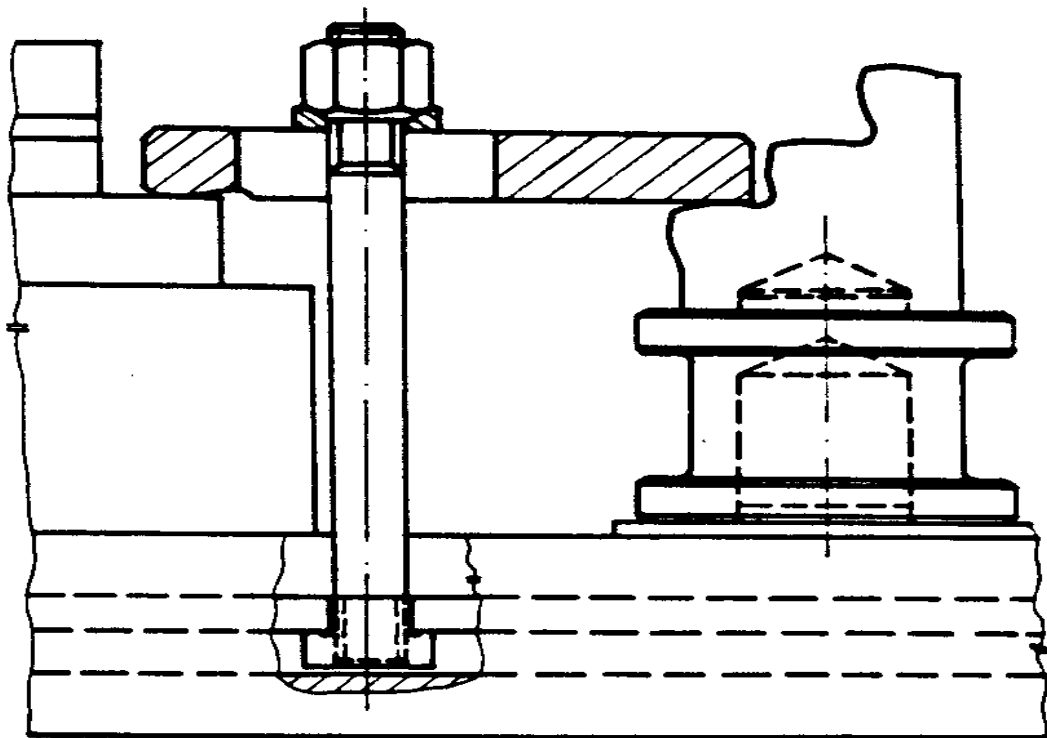


Obr. 21 Vodící stojánky a) se čtyřmi sloupky, b) s kruhovou plochou [1]

## 2.14 Upínání nástrojů

Lisovací nástroj musí být na lisu upnut tak, aby bylo vyloučeno jeho uvolnění během provozu. Spodní část nástroje se upíná na stůl lisu přímo šrouby nebo pomocí upínek. Ve stolní desce lisu jsou upínací drážky tvaru T, jejich uspořádání závisí na druhu a velikosti lisu. Horní část nástroje se upíná pomocí stopky do upínacího otvoru v beranu. U středních a velkých nástrojů se upíná také pomocí upínek a šroubů a to uchycením za upínací desku. Rozměry dutiny v beranu lisu stejné jako velikosti "T" drážek jsou dány použitým lisem.

[1]



Obr. 22 Upnutí střížného nástroje ke stolu lisu [1]

## 2.15 Určení funkčních rozměrů střížníku a střížnice

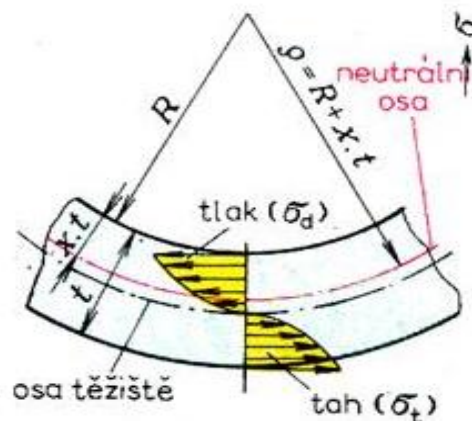
Rozměry funkčních částí střížníku a střížnice a jejich výrobní tolerance musí být voleny tak, aby bylo dosaženo optimální střížné vůle. Přitom je nutno vycházet z těchto podmínek:

- Při vystříhování (stříhá se vnější obvod, pás je odpad) je rozhodující rozměr střížnice a střížné vůle se dosáhne zmenšením střížníku.
- Při děrování (stříhá se vnitřní tvar) je rozhodující rozměr střížníku a střížná vůle se vytvoří zvětšením rozměru střížnice.

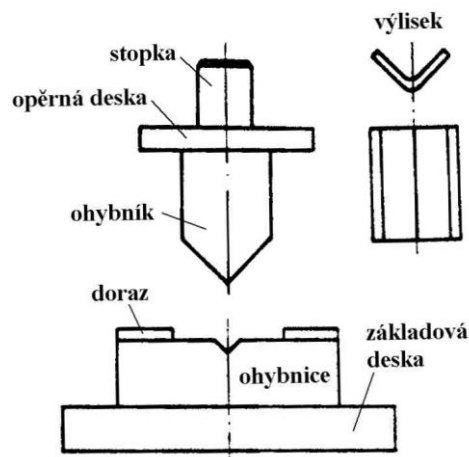
Velikost střížné vůle se v důsledku opotřebení břitu zvětšuje, protože střížník se zmenšuje a střížnice se zvětšuje. [2]

### 3 OHÝBÁNÍ

Ohýbání patří mezi tváření materiálu za studena. K ohybu dochází plastickou deformací materiálu, u kterého se vnější vlákna materiálu prodlužují a vnitřně zkracují. Mezi nimi leží tzv. neutrální vrstva, ve které je napětí rovno nule. Neutrální vrstva je v ohýbaném materiálu posunuta směrem k vnitřní straně ohybu a její polohu ovlivňuje velikost poloměru pohybu a tloušťka materiálu. Délka neutrální vrstvy určuje rozměr výchozího polotovaru (nutno uvažovat při návrhu nástroje). Při řešení ohýbaného tvaru musíme určit minimální poloměr ohybu, potřebnou ohýbací sílu a délku výchozího polotovaru. Ohýbání provádíme na mechanických lisech ohýbacími nástroji, kde hlavní funkční části jsou ohybník, upnutý do beranu lisu a ohybnice, upnutá na stůl lisu. Ohybník i ohybnice mají funkční plochy hladce obrobena- leštěny. V ohýbacím nástroji se mění polotovary ve výlisky. Složitější výlisky se ohýbají postupně. [2]



Obr. 23 Neutrální vrstva [7]

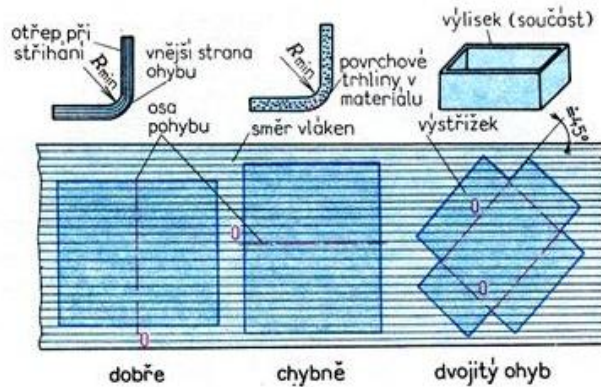


Obr. 24 Ohýbadlo [2]



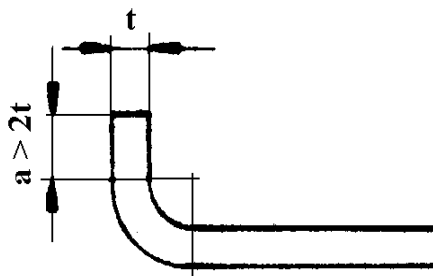
### 3.1 Technologické zásady při konstrukci ohýbadla

- Poloměr ohybu volit pokud možno malý, aby se zmenšilo odpružení, přitom musíme respektovat minimální poloměr ohybu
- Musím brát v úvahu anizotropii plechu – osa ohybu nesmí ležet ve směru vláken.



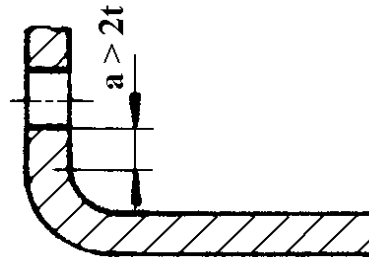
Obr. 25 Anizotropie plechu [7]

- Ohyb nemá být umístěn na okraji materiálu – rameno ohybu musí mít určitou minimální délku „a“ (dvojnásobek tloušťky plechu  $2t$ ). Při požadavku menší vzdálenosti je nutno rameno nejdříve ohnout a potom přebytek odstříhnout.



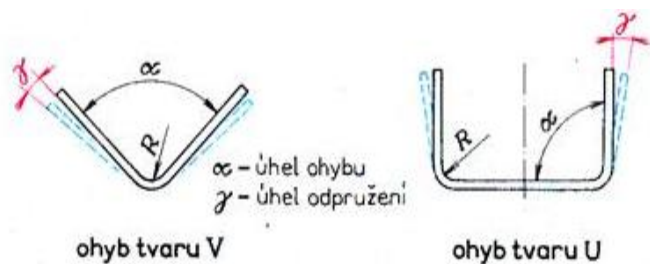
Obr. 26 Minimální délka ramene pro ohyb [2]

- Nemají-li se otvory ohybem deformovat, musí ležet dostatečně daleko od osy ohybu (okraj otvoru minimální a ve vzdálenosti  $2t$ ). Nelze – li tuto podmínku dodržet, musí se otvory vrtat až po ohnutí.



Obr. 27 Minimální délka ramene pro vrtané otvory [2]

- Součásti s velkými poloměry ohybu jsou málo tuhé, proto se v místě ohybu vyztužují žebry.
- Při slícování dvou ohnutých plechů musí být vnitřní poloměr vnější součásti menší než vnější poloměr vnitřní součásti, a to nejméně o 0,1 mm.
- Při konstrukci nástroje se musí počítat s odpružením materiálu (snaha vrátit se do původní polohy). Velikost odpružení závisí na druhu materiálu a na poměru  $R/t$ . [1]



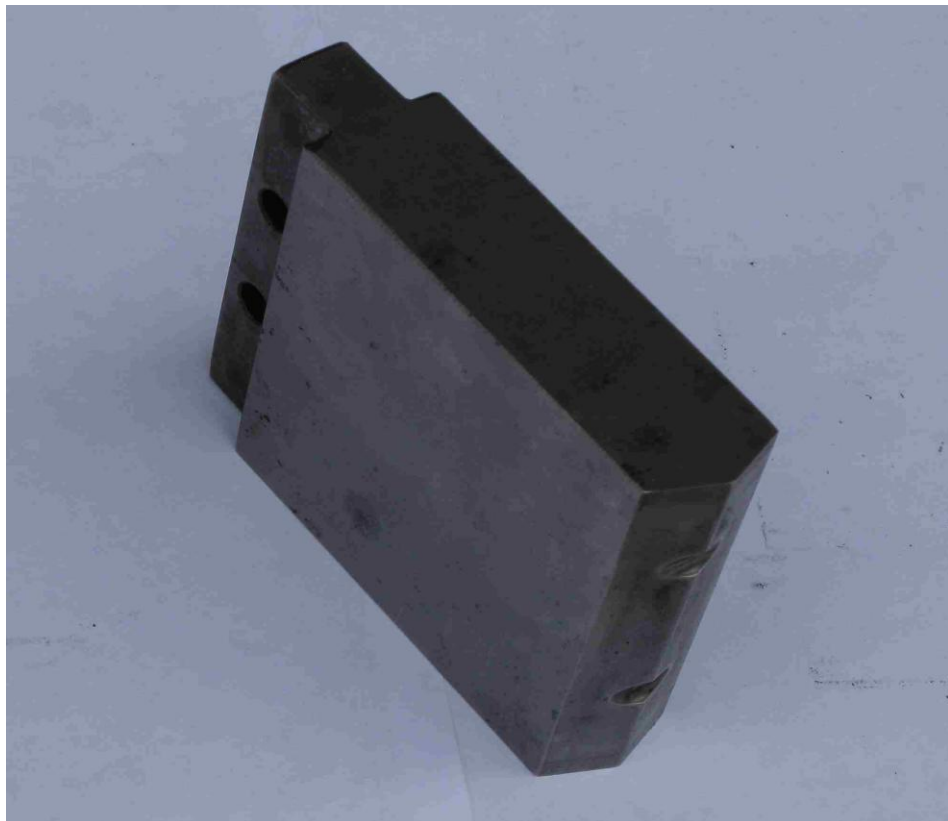
Obr. 28 Odpružení materiálu [7]

Materiál	$R/t$	
	0,8 až 2	>2
320 MPa	1°	3°
Ocel $\sigma_{Pt}$ 320 až 400 MPa	3°	5°
400 MPa	5°	7°
Mosaz měkká	1°	3°
Mosaz tvrdá	3°	5°
Hliník	1°	3°

Tab. 6 Hodnoty úhlu odpružení [5]

## 3.2 Ohybník

Bývá opatřen stopkou, která je zajištěna proti pootočení. U malých nástrojů může být stopka s čelistí z jednoho kusu. Šířka ohybníku musí být nejméně taková, jako je šířka ohýbané součásti. Poloměr zaoblání ohybníku je totožný s poloměrem ohybu ohýbané součásti nebo je upraven s ohledem na odpružení. Pro úsporu legovaných ocelí se používá buď kalených vložek, nebo vložek ze slinutých karbidů. [2]



Obr. 29 Ohybník

### 3.2.1 Materiály ohybníku

Ohybníky pro menší série se vyrábí z oceli 19 191, 19 312, pro větší série 19 436, 19 437. Ohýbací hrany jsou kaleny na  $HV = 750 \pm 30$  [2]

### 3.3 Ohybnice

Ohybnice je spodní část ohýbacího nástroje. Pro složitější ohyby bývají ohybnice často dělané a doplněné pohyblivými díly např.: bočními klíny. Poloměr zaoblení činné části ohybnice ovlivňuje velikost ohýbací síly, tloušťka materiálu a délka ramene. Běžně se volí v rozmezí  $r = (2 - 6)t$ . [2]



Obr. 30 Ohybnice

#### 3.3.1 Materiály ohybnice

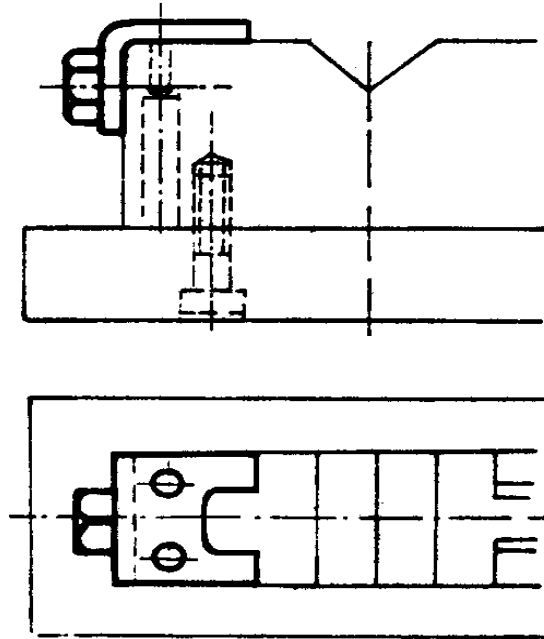
Ohybnice se vyrábějí z oceli 19 191, 19 312, a pro větší série výlisků používáme oceli 19 436, 19 437. [2]

### 3.4 Funkční části ohýbadel

Mezi Funkční části ohýbadel patří v první řadě ohybník a ohybnice. Nesmí se ovšem opomenout ani na zakládací dorazy, vyhazovače a stírače, přitlačovače, vedení nástrojů a klíny.

### 3.4.1 Zakládací dorazy

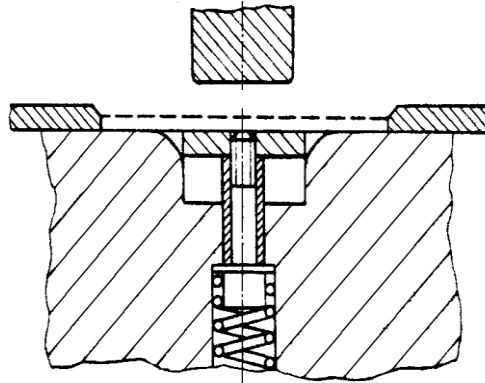
Zakládací dorazy musí zaručit správné založení výstřižku před ohybem. Tvar zakládacího dorazu nesmí překážet funkci ohýbadla. K usnadnění zakládání výstřižku bývají hrany zesíleny pod úhlem 30° výška zakládací plochy se má rovnat tloušťce ohýbaného plechu, minimálně však 1,5 mm. [2]



Obr. 31 Zakládací dorazy [2]

### 3.4.2 Vyhazovače a stírače

Vyhazovače se používají tam, kde je možno předpokládat, že by výlisek zůstal po ohybu v ohybnici a tam, kde může nahradit nebo alespoň ulehčit ruční manipulaci s výliskem v nebezpečném prostoru nástroje. Síla vyhazovače bývá vyvozena táhly, pružinami, pryží nebo pneumaticky. Zůstává-li výlisek na ohybníku, je nutno použít vhodného stírače, který se připevňuje k nepohyblivé části nástroje nebo lisu. [1]



Obr. 32 Vyhazovač [1]

### 3.4.3 Přitlačovače

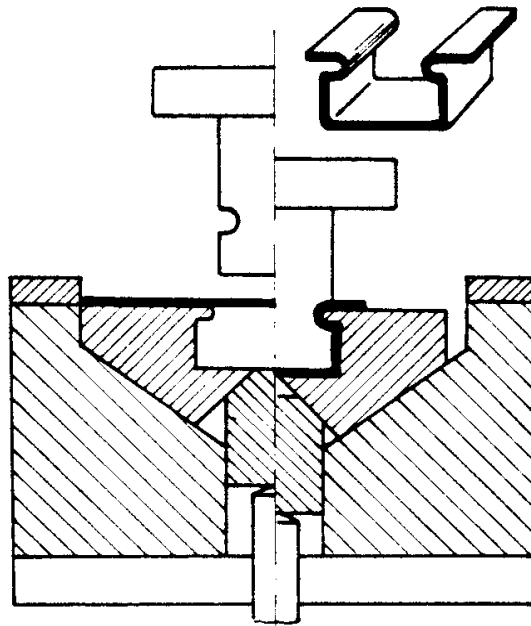
Používají se u ohýbacích nástrojů, u nichž by se ohýbaný polotovár mohl zvednout od do-razu a mohl by způsobit nežádoucí posunutí materiálu. Funkční element přidržovače může být gumový nebo může být tvořen pružinami spodního přidržovače. [1]

### 3.4.4 Vedení nástrojů

Sloupkové vedení se používá jen u přesných nástrojů a při velkých sériích. Nesmí se v něm však zachycovat boční posuvové síly, které musí být eliminovány vhodnou konstrukcí nástroje. Běžné ohýbací nástroje vedení nemají. [1]

### 3.4.5 Klíny

Klíny slouží k převedení svislého pohybu beranu lisu na vodorovný pohyb. Úhly klínů bý- vají 45 – 60 °. Klíny můžeme používat pro jednostranný pohyb (zpětný pohyb je vyvozen pružinou) nebo jako oboustranné. [1]



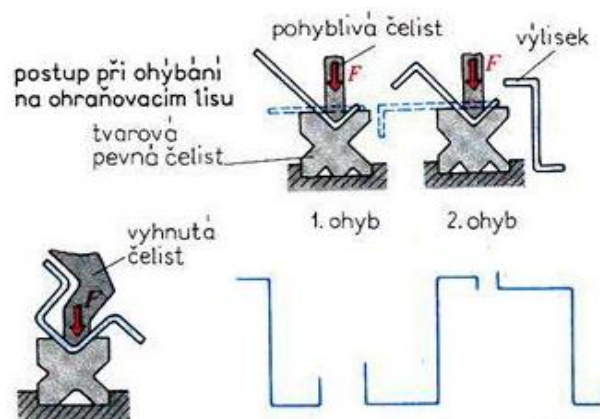
Obr. 33 Klíny [2]

### 3.5 Zvláštní způsoby ohýbání

Kromě klasického ohýbání se mohou plechy ohýbat technologií ohýbáním na ohraňovacích lisech, lemováním, zakružováním či rovnat na strojích se dvěma řadami válců.

#### 3.5.1 Ohýbání na ohraňovacích lisech

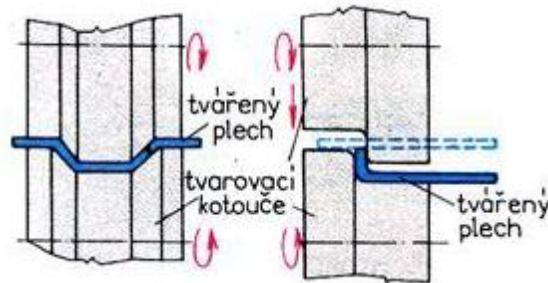
Plechy a pásy se mohou ohýbat v obou směrech, výměnou pevných a pohyblivých čelistí lze ohýbat různé tvary. [3]



Obr. 34 Způsob ohýbání na ohraňovacích lisech [7]

### 3.5.2 Lemování

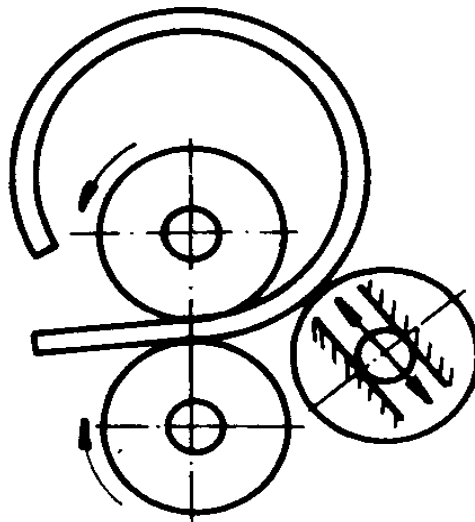
Vytváření podélných žlábků uprostřed nebo na okraji plechu – zajišťují větší tuhost výlis-ku. Tímto způsobem se vyrábí např.: vlnitý plech, svodidla. [3]



Obr. 35 Lemování [7]

### 3.5.3 Zakružování

Používá se při výrobě válcových a kuželových plášťů nádob a to i z plechů větších tloušťek (až 30 mm). Stroje se nazývají zakružovadla. Podle konstrukce je rozdělujeme na dvouválcová nebo víceválcová. Pro tenčí plechy se používají zakružovadla s ocelovým a pryžovým válcem. [3]

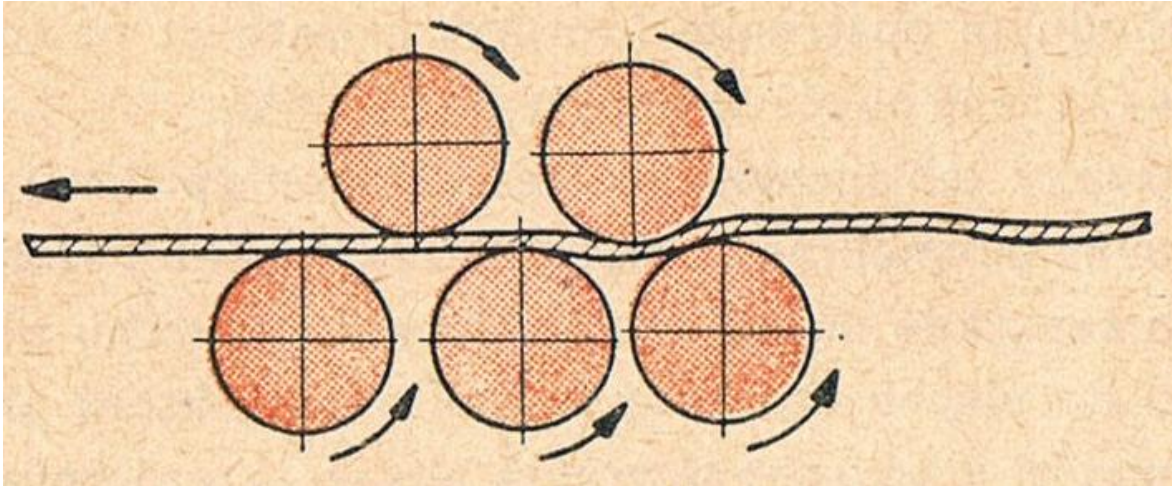


Obr. 36 Zakružování na tříválcí s ocelovým válcem [2]



### 3.5.4 Rovnání

Na rovnacích strojích se dvěma řadami válců, jimiž materiál prochází – střídavé namáhání na tlak a tah. [1]



Obr. 37 Rovnání válečky [4]

## 4 SHRUTÍ STUDIJNÍ ČÁSTI

Studie byla zaměřena na polotovary vyráběné tvářením za studena. První část této studie popisuje technologii stříhání. Fáze stříhání, které musí materiál během operace stříhání podstoupit a také vybavení tvářecího stroje od funkčních částí (střížník, střížnice) až po součásti, bez kterých by proces stříhání nemohl být aplikován (upínací desky, stopky, stírače, vodící lišty, vodící stojánky). Druhá část studie se zabývá technologií zvanou ohýbání. Mimo funkčních částí a materiálů, z nichž jsou vyrobeny a technologických zásad při konstrukci ohýbadel, jsou zde rozebrány i zvláštní způsoby ohýbání.

Na základě těchto informací, bylo přistoupeno k užšímu výběru technologie pro daný výrobek a jeho sérii 15 000 ks.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 STANOVENÍ CÍLŮ PRÁCE

- Hlavním cíle bakalářské práce je navrhnout nejvhodnější střížný nástroj na výrobu držáku z pozinkovaného plechu pro firmu Liko-s.
- Střížný nástroj musí být navrhnout tak, aby se mohl použít výstředníkový lis LEN 25 C nebo LEN 40 C, který se nachází ve firmě Presteel.
- Výběr vhodné výrobní technologie dle optimalizace ekonomických nástrojů.
- Vypracování výkresové dokumentace pro zvolenou výrobní technologii.

## 6 KONSTRUKCE STŘIŽNÉHO NÁSTROJE

Konstrukce se odvíjí od složitosti nástroje. Z hlediska konstrukce bude nejvhodnější volbou návrh střížného nástroje odděleně od návrhu ohýbacího nástroje.

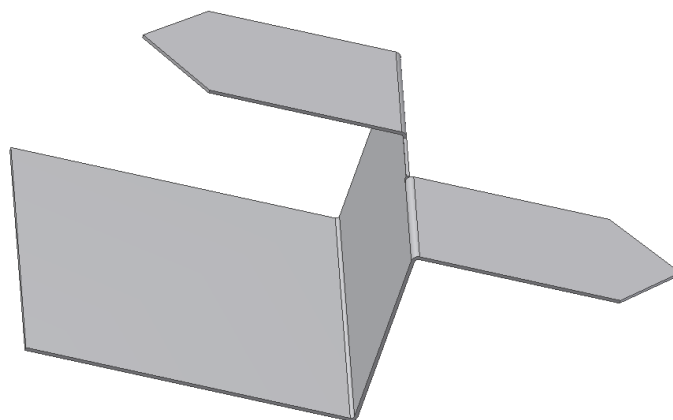
### 6.1 Návrh materiálu výrobku

Nejvhodněji zvoleným materiálem z hlediska konstrukce a v dnešní době i z pohledu ekonomické stránky odpovídá pozinkovaný plech. Vyrábí se válcováním za studena při teplotě okolního prostředí a následně se na něj v lázni nanáší zinková vrstva. Vyrábí se převážně do tl. 4 mm. Zpracovává se stříháním, řezáním, vysekáváním, řezáním laserem, plasmou atd.

Pozinkovaný plech je velice mnohostranný materiál, využívaný především pro svoji korozní odolnost na výrobu průmyslových zařízení, dílů strojů, karosérií a krytin střech. Je pevný a přitom snadno tvarovatelný. Tloušťka námi zvoleného materiálu bude **1 mm** a Mez pevnosti  $\sigma_{Pt} = 300 \text{ MPa}$

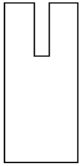
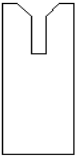
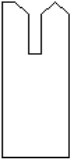
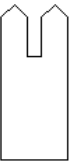
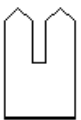


### 6.2 Návrh tvaru výrobku

Výrobek bude používán jako držák a po zalití izolační pěnou tvoří celek střešního systému výrobních hal. Po vystřížení rozvinutého tvaru je nutné výlisek ohnout do finálního tvaru.



Obr. 38 Držák Liko-s

### 6.3 Technologický postup jednoduchého nástroje návrh č. 1

KROK	SCHÉMA	TECHNOLOGIE	NÁSTROJ	STROJ
1		Stříhání drážky 10 x 40mm	Střížník Střížnice	LEN 25 C
2		Stříhání vnitřního úkosu o 45°	Universální kostka	LEN 25 C
3		Stříhání vnějšího úkosu o 45°	Universální kostka	LEN 25 C
4		Stříhání vnějšího úkosu o 45°	Universální kostka	LEN 25 C
5		Ohýbání Dna o 90°	Ohybník Prizma	LEN 25 C
6		Ohýbání Packy o 90°	Ohybník Prizma	LEN 25 C
7		Ohýbání Packy o 90°	Ohybník Prizma	LEN 25 C

Tab. 7 Technologický postup návrh č. 1

## 6.3.1 Ekonomická analýza návrh č. 1

## a) Nástroj

KROK	NÁSTROJ	CENA	NÁSTROJ	CENA
1	Střížník 10 x 40	3.000 Kč	Střížnice 10 x 40	3.000 Kč
2	Univerzální kostka	12.000 Kč		
3	Univerzální kostka			
4	Univerzální kostka			
5	Ohybník	3.000 Kč	Prizma	5.000 Kč
6	Ohybník		Prizma	
7	Ohybník		Prizma	
			<b>Celková náklady na nástroje</b>	<b>26.000 Kč</b>

Tab. 8 Ekonomická analýza návrh č.1

**b) Práce**

Cena za 1 zdvih na výstředníkovém lisu LEN 25 C = 0,70 Kč

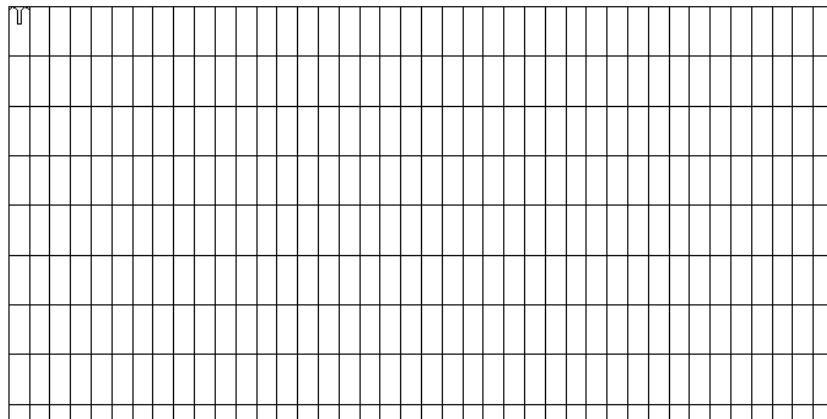
Počet zdvihů:

- Stříhání 4 x
- Ohýbání 3 x

**Cena celkem  $7 \cdot 0,70 \text{ Kč} = 4,90 \text{ Kč} / \text{Ks}$  (6.1)**

**c) Materiál**

- Tabule pozinkovaného plechu o rozměrech 2000 mm x 1000 mm a tloušťce 1 mm

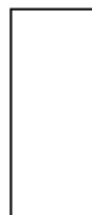


Obr. 39 Tabule pozinkovaného plechu pro návrh č. 1

320 Ks / Tabule, aktuální cena 400 Kč / Tabule =>

Cena 1 Ks = 1,25 Kč

- Příprava materiálu stříháním na tabulových nůžkách DURMA CNC HGM 3006 na plech o rozměrech 50 mm x 120 mm



Obr. 40 Nastříhaný plech



Cena 1,5 Kč / Ks

**Cena celkem = 2,75 Kč / Ks**

**Při výrobě 15 000 ks celkové náklady činí:**

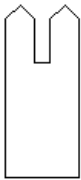
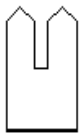
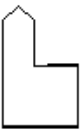

Cena za 1 vyrobený kus = Celkové náklady na nástroj + Práce + Cena materiálu

$$1 \text{ ks} \quad \Rightarrow 26\,000 + 4,90 + 2,75 = 26\,007,65 \text{ Kč} \quad (6.2)$$

$$15\,000 \text{ ks} \Rightarrow 26\,000 + 15\,000 \cdot (4,90) + 15\,000 \cdot (2,75) = 140\,750 \text{ Kč} \quad (6.3)$$

**Celkové náklady na výrobu 15 000 ks jednoduchými střížnými nástroji ( střížníky a střížnicemi) činí 140 750 Kč.**

### 6.4 Technologický postup jednoduchého nástroje návrh č. 2

KROK	SCHÉMA	TECHNOLOGIE	NÁSTROJ	STROJ
1		Střihání vnějšího tvaru	Střihadlo na vy- střížení vnějšího tvaru výstřižku	LEN 25 C
2		Ohýbání Dna o 90°	Ohybník Prizma	LEN 25 C
3		Ohýbání Packy o 90°	Ohybník Prizma	LEN 25 C
4		Ohýbání Packy o 90°	Ohybník Prizma	LEN 25 C

Tab. 9 Technologický postup návrh č. 2

## 6.4.1 Ekonomická analýza návrh č. 2

## a) Nástroj

KROK	NÁSTROJ	CENA	NÁSTROJ	CENA
1	Univerzální stříhadlo na vystřížení vnějšího tvaru	45.000 Kč		
2	Ohybník	3.000 Kč	Prizma	5.000 Kč
3	Ohybník		Prizma	
4	Ohybník		Prizma	
			<b>Celková náklady na nástroje</b>	<b>53.000 Kč</b>

Tab. 10 Ekonomická analýza návrh č. 2

## b) Práce

Cena za 1 zdvih na výstředníkovém lisu LEN 25 C = 0,70 Kč

Počet zdvihů:

- Stříhání 1 x
- Ohýbání 3 x

**Cena celkem  $4 \cdot 0,70 \text{ Kč} = 2,80 \text{ Kč} / \text{Ks}$**

**(6.4)**

**c) Materiál**

- Tabule pozinkovaného plechu o rozměrech 2000 mm x 1000 mm a tloušťce 1 mm

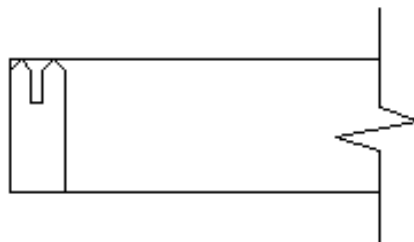


Obr. 41 Tabule pozinkovaného plechu pro návrh č. 2

320 Ks / Tabule, aktuální cena 400 Kč / Tabule =>

Cena 1 Ks = 1,25 Kč

- Příprava materiálu stříháním na tabulových nůžkách DURMA CNC HGM 3006 na pás o rozměrech 2000 mm x 120 mm



Obr. 42 Nastříhaný pás pozinkovaného plechu

Cena 0,5 Kč / Ks

**Cena celkem = 1,75 Kč / Ks**

**Při výrobě 15 000 ks celkové náklady činí:**

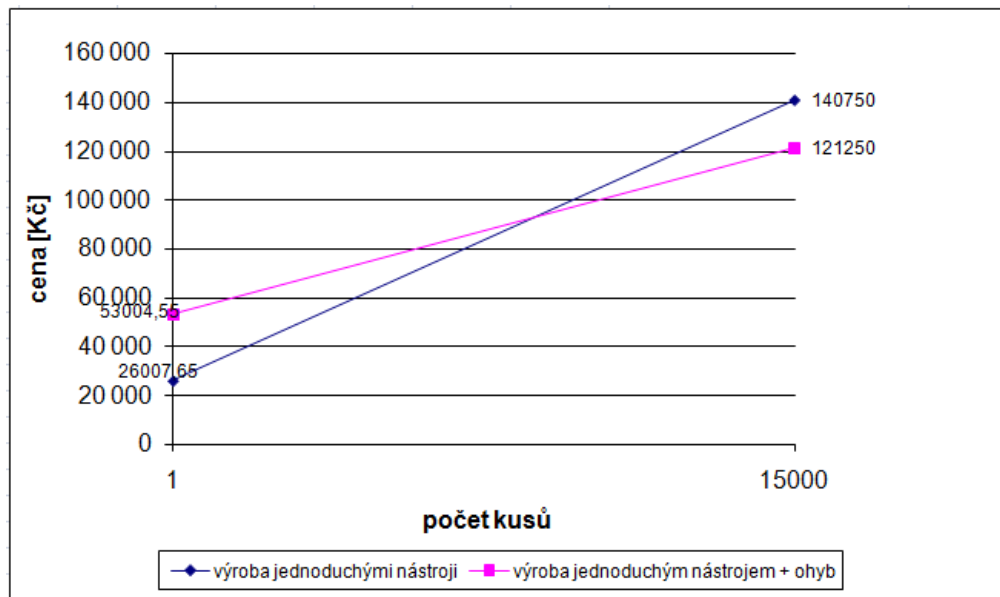
Cena za 1 vyrobený kus = Celkové náklady na nástroj + Práce + Cena materiálu

$$1 \text{ ks} \quad \Rightarrow 53\,000 + 2,80 + 1,75 = 53\,004,55 \text{ Kč} \quad (6.5)$$

$$15\,000 \text{ ks} \Rightarrow 53\,000 + 15\,000 \cdot (2,80) + 15\,000 \cdot (1,75) = 121\,250 \text{ Kč} \quad (6.6)$$

**Celkové náklady na výrobu 15 000 ks jednoduchým střížným nástrojem činí 121 250 Kč.**

## 6.5 Shrnutí ekonomické analýzy a volba výrobní technologie



Obr. 43 Graf závislosti cenových nákladů na počtu vyrobených kusů

U návrhu č. 1 se používá výrobní technologie stříhání jednoduchými střížnými nástroji. Během výroby je použit střížník se střížnicí na obdélníkovou drážku. Na následující operaci je použita univerzální kostka, která je nedílnou součástí širokého portfolia každé firmy zabývající se touto technologií výroby. Ovšem pro úplnou objektivnost ekonomické analýzy je i tento nástroj zařazen do seznamu nástrojů, které je třeba vyrobit pro malosériovou výrobu držáku z pozinkovaného plechu.

Návrh č. 2 se zabývá jednotným nástrojem na vystřížení vnějšího obvodu držáku jedním zdvihem lisu. Výstřížek bude vystříhován z pásu nastříhaného na přesně daný rozměr, oproti návrhu č. 1, kde je třeba mít k vyhotovení výstřížků nastříhané plechy jednotlivě, což je ovšem operace navíc.

Prvotní náklady u návrhu č. 1 jsou na jeden vyhotovený kus 26 007,65 Kč a ve srovnání s návrhem č. 2 jsou poloviční, jelikož činí 53 004,55 Kč. Při malé sérii konkrétně do 8709 ks je levnější variantou návrh č. 1 s několika jednoduchými střížnými a ohýbacími nástroji. Ovšem při větší sérii 8710 ks a více je z finančního hlediska výhodnější návrh č. 2

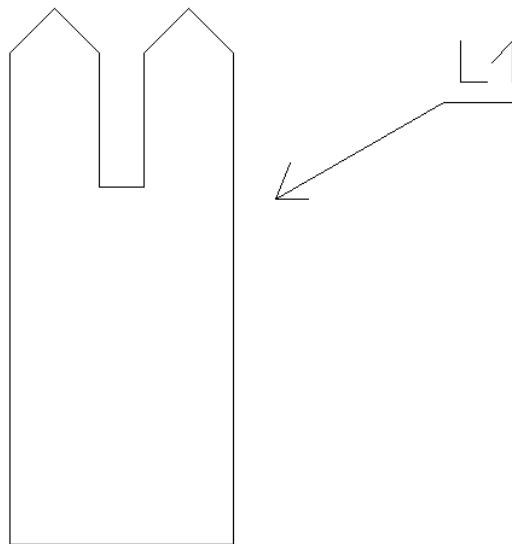
Z globálního hlediska ne vždy jsou prvotní nižší náklady výhodnější a levnější, než větší prvotní investice do nástroje, která se časem vrátí a nástroj se zaplatí i několikanásobně.

Na sérii 15 000 ks volím návrh č. 2

## 6.6 Výpočet parametrů střížného nástroje

### 6.6.1 Výpočet délky střížné hrany

Pro výpočet střížné síly je nutné vypočítat délku střížné hrany. Jelikož se jedná o tvarově jednoduchou součást na výpočet střížné hrany, nebylo potřebné použít program k zjištění této hodnoty. U tvarově složitější součásti by to bylo ovšem nutností.



Obr. 44 Délka střížné hrany

Délka střížné hrany č. 1 :

$$L_1 = 2 \cdot 110 + 1 \cdot 50 + 1 \cdot 10 + 4 \cdot 14 + 2 \cdot 30 \quad (6.7)$$

$$L_1 = 396 \text{ mm}$$

### 6.6.2 Výpočet střížné síly

Střížnou sílu vypočítáme dle vzorce:

$$F_S = 1,1 \cdot \sigma_{ps} \cdot t \cdot L \quad (6.8)$$

L - délka střížné hrany

t - tloušťka materiálu

$$\sigma_{ps} = 0,8 R_m \text{ materiálu} \quad (6.9)$$

$$\sigma_{ps} = 0,8 \cdot 300 = 240 \text{ MPa}$$

$$F_S = 1,1 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 396$$

$$F_S = 104\,544 \text{ N}$$

### 6.6.3 Stanovení stírací síly

Stírací síla je v běžné praxi určena jako 3 – 5 % střížné síly.

$$F_{St} = 0,04 \cdot F_S \quad (6.10)$$

$$F_{St} = 0,04 \cdot 104\,544$$

$$F_{St} = 4\,182 \text{ N}$$

### 6.6.4 Určení protlačovací síly

Stírací síla je stanovena v rozmezí 1 – 5 % střížné síly.

Zvolená hodnota 3 %

$$F_{Pr} = 0,03 \cdot F_S \quad (6.11)$$

$$F_{Pr} = 0,03 \cdot 104\,544$$

$$F_{Pr} = 3\,136 \text{ N}$$



### 6.6.5 Celková potřebná síla lisu

Potřebnou sílu lisu vypočítáme ze vztahu:

$$F_L = F_S + F_{Pr} \quad (6.12)$$

$$F_L = 104\,544 + 3\,136$$

$$F_L = 107\,680 \text{ N}$$

Celková potřebná síla lisu je 107 680 N, která nepřesahuje 250 000 000 N, a proto je možné použít výstředníkový lis LEN 25 C, na kterém jsou náklady na 1 zdvih stroje levnější, než na stroji s vyššími parametry.

$$F_L < F_{L \text{ DOV}} = > \text{VYHOVUJE} \quad (6.13)$$

### 6.6.6 Stanovení střížné vůle

Dle hodnot z tabulky pro tloušťku plechu 1 mm => Volena střížná vůle 0,06 mm

### 6.6.7 Kontrola střížníků a střížnic

Určení přibližné tloušťky střížnice:

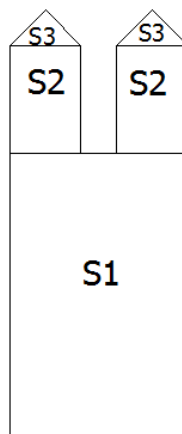
$$h = \sqrt[3]{0,1 \cdot F_s} = \sqrt[3]{0,1 \cdot 104544} \quad (6.14)$$

$$h = 21,86 \text{ mm}$$

Na základě orientačního výpočtu volím tloušťku střížnice 25 mm.

Pevnostní kontrola střížníku:

Stejnou metodou jako byla spočítána délka střížné hrany se spočítá obsah průřezu střížníku pro pevnostní kontrolu.



Obr. 45 Obsahy plochy střížníku

$$S_1 = 50 \cdot 80 \quad (6.15)$$

$$S_1 = 4000 \text{ mm}^2$$

$$S_2 = 20 \cdot 30 \quad (6.16)$$

$$S_2 = 600 \text{ mm}^2$$

$$S_3 = (20 \cdot 10) / 2 \quad (6.17)$$

$$S_3 = 100 \text{ mm}^2$$

$$S = 1 \cdot S_1 + 2 \cdot S_2 + 2 \cdot S_3 \quad (6.18)$$

$$S = 5\,400 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_D = \frac{F_S}{S} \leq \sigma_{Dov} \quad (6.19)$$

$$\sigma_D = \frac{104544}{5400}$$

$$\sigma_D = 19,36 \text{ MPa}$$

**19,36 < 3 000 MPa Vyhovuje**

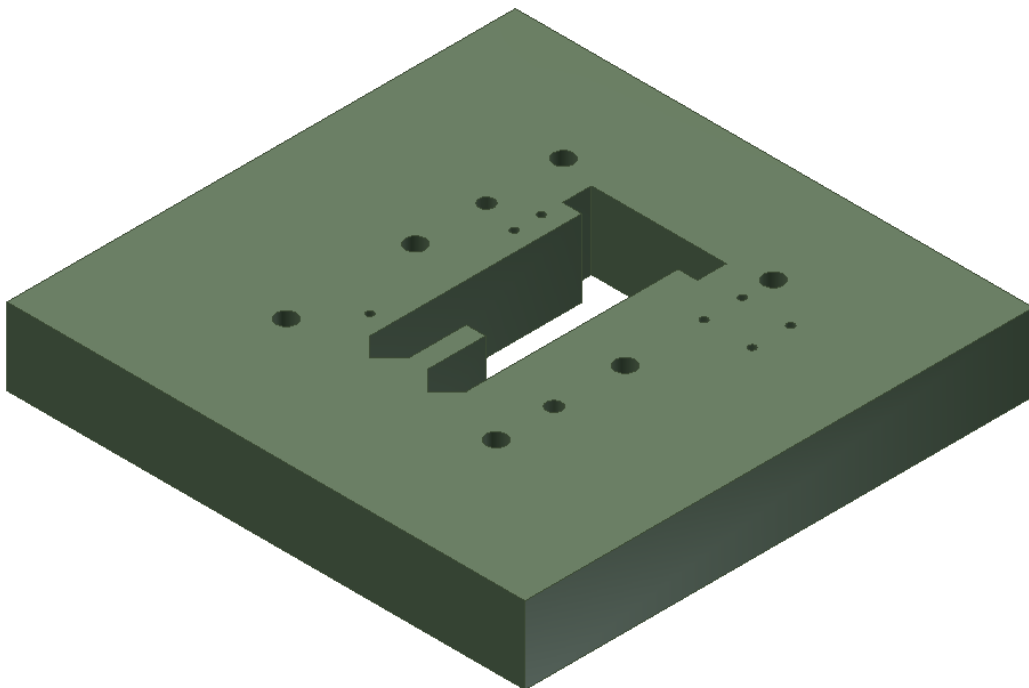
Pevnostní kontrola střížníku napovídá o několika násobném naddimenzování střížníku, skutečná hodnota 19,36 MPa pevnost v tahu vyhovuje max. dovolenému napětí na mezi kluzu 3 000 MPa.

## 6.7 Výpis součástí střížného nástroje

Přehled jednotlivých součástí pro výrobu a montáž střížného nástroje.

### 6.7.1 Základní deska střížnice

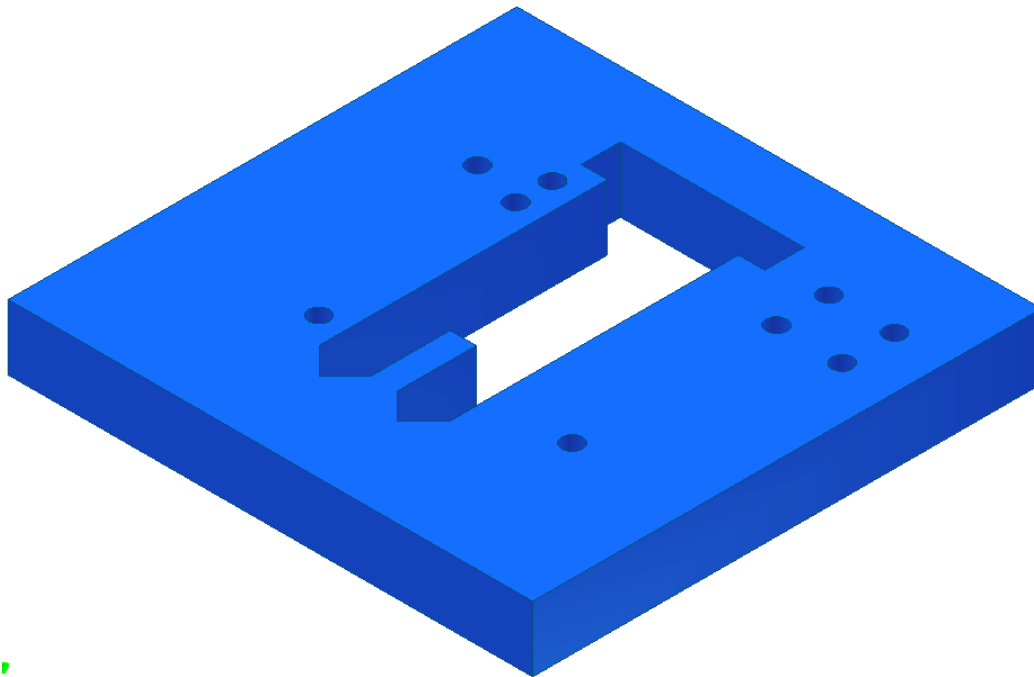
Základní deska je vyrobena z materiálu 19 436 a je kalena na tvrdost 60 HRC. Základní deska střížnice je celistvá, je upnutá ke stolu lisu a zároveň tvoří základní kámen střížného nástroje. V desce je drátovkou vyřezán obrys požadovaného tvaru, jelikož střížnice určuje rozměr výstřížku. V desce je šest otvorů se zahloubením pro šrouby M10, dva otvory na kolíky pro vystředění základní desky střížnice s vodící deskou střížnice a sedm otvorů pro demontáž dorazů. Tloušťka desky činí 40 mm.



Obr. 46 Základní deska střížnice

### 6.7.2 Vodící deska střížnice

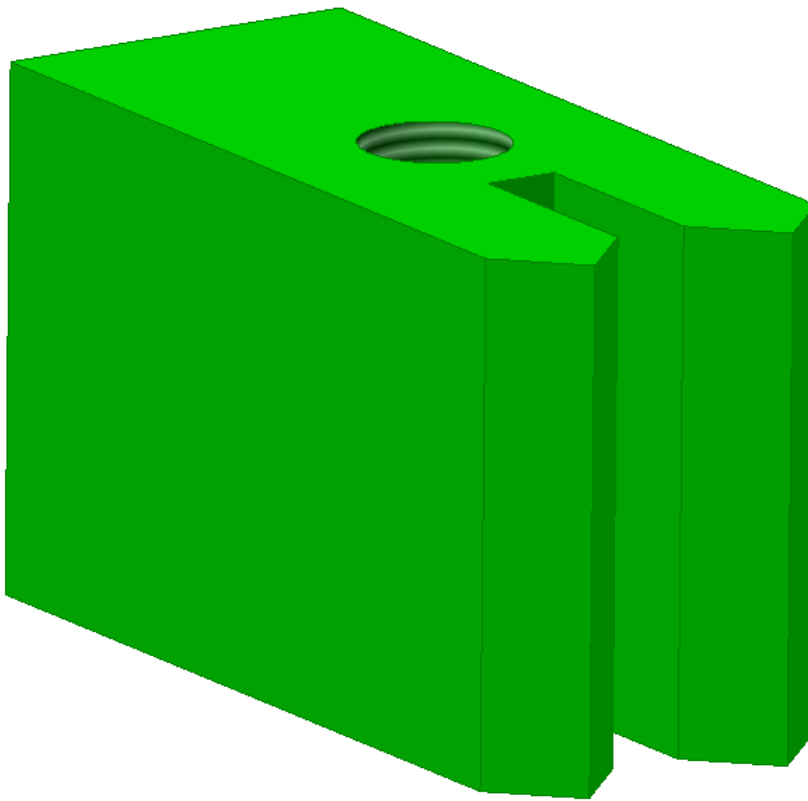
Vodící deska střížnice je vyrobena ze stejného materiálu jako základní deska střížnice. Deska je odlehčená a s tloušťkou 25 mm dosahuje dostačujících parametrů. V desce je vyřezán otvor pro výstřížek a vedení střížníku. Šest otvorů s vyřezanými závity M10. V neposlední řadě je v desce devět otvorů, z toho tři otvory pro čepy, které slouží jako pevné dorazy a čtyři otvory pro kolíky sloužící také jako pevné dorazy k udržení zadní roviny při přísunu pásu. Poslední dva otvory pro kolíky k vystředění desek střížnic.



Obr. 47 Vodící deska střížnice

### 6.7.3 Střížník

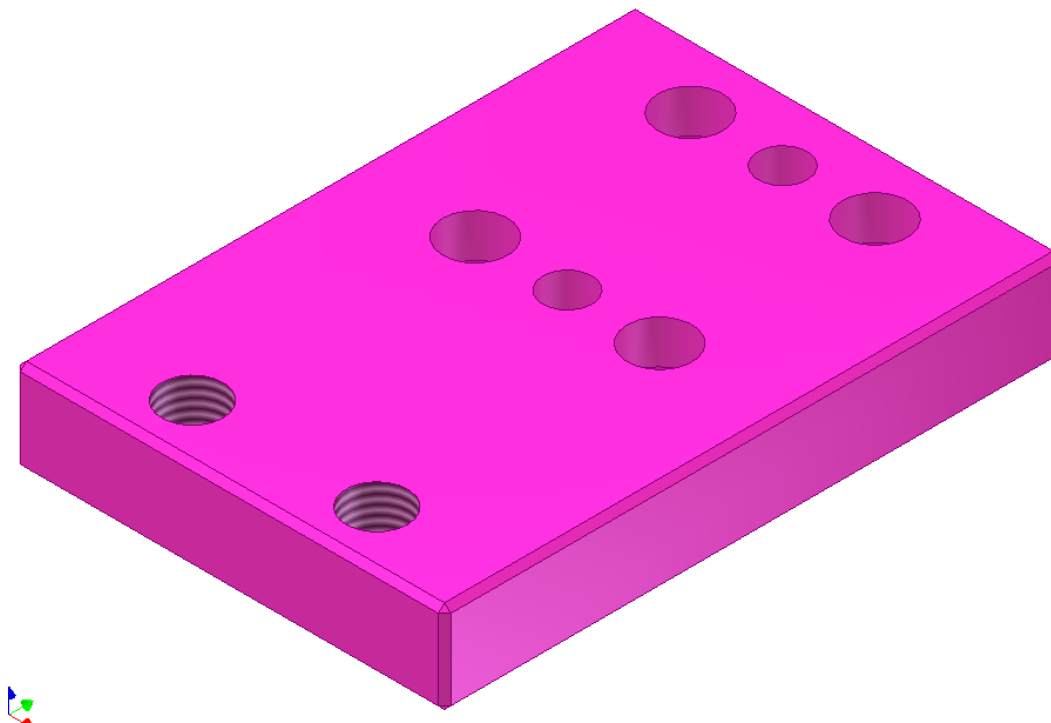
Střížník je vyroben z materiálu 19 436 a kalen na tvrdost 63 HRC. Z horní strany střížníku je vyřezaný závit M20 na uchycení stopky, která je uchycena v beranu lisu. Ze zadní strany střížníku jsou vyřezány čtyři závity pro uchycení vedení střížníku a k vystředění dva otvory pro kolíky, které vedou skrz celý střížník z důvodu vyklepnutí kolíku a jejich demontáži.



Obr. 48 Střížník

#### 6.7.4 Vedení střížníku

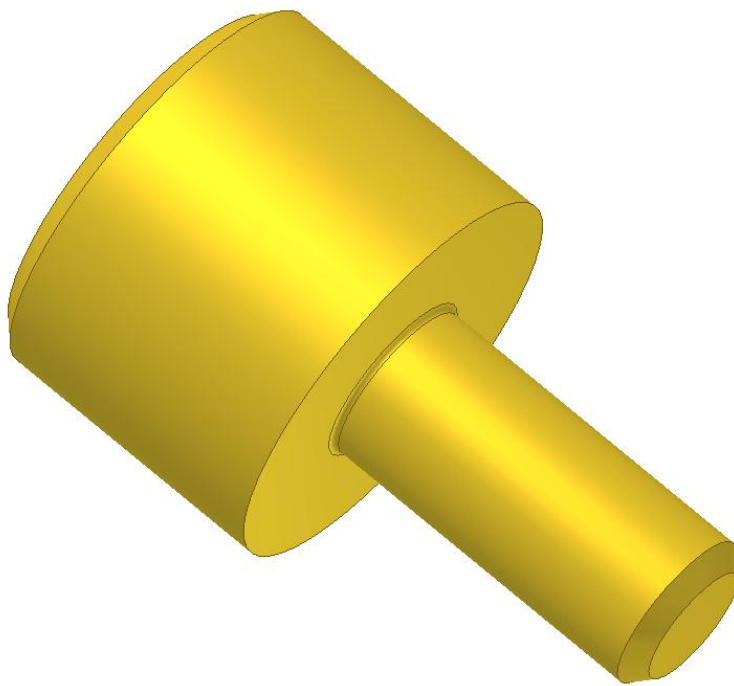
Vedení střížníku je vyrobeno ze stejného materiálu jako střížník tudíž 19 436 a kaleno na stejnou tvrdost 63 HRC. Vedení střížníku slouží jako vodící element a svým rozměrem přesahuje tloušťku desek střížnice. Vedení střížníku je upnuto šrouby ke střížníku a vystředěno dvěma kolíky. Dvě díry s vyřezanými závity by byly použity při stříhání jiné rozměrové varianty výstřížku.



Obr. 49 Vedení střížníku

### 6.7.5 Čep

Čep je vyroben z materiálu 19 312.4 kaleno na tvrdost 63 HRC a zajišťuje funkci pevného dorazu. Z důvodu funkčnosti, aby čep dosedl na vodící desku střížnice se vysoustruží na čepu rádius R0,3.

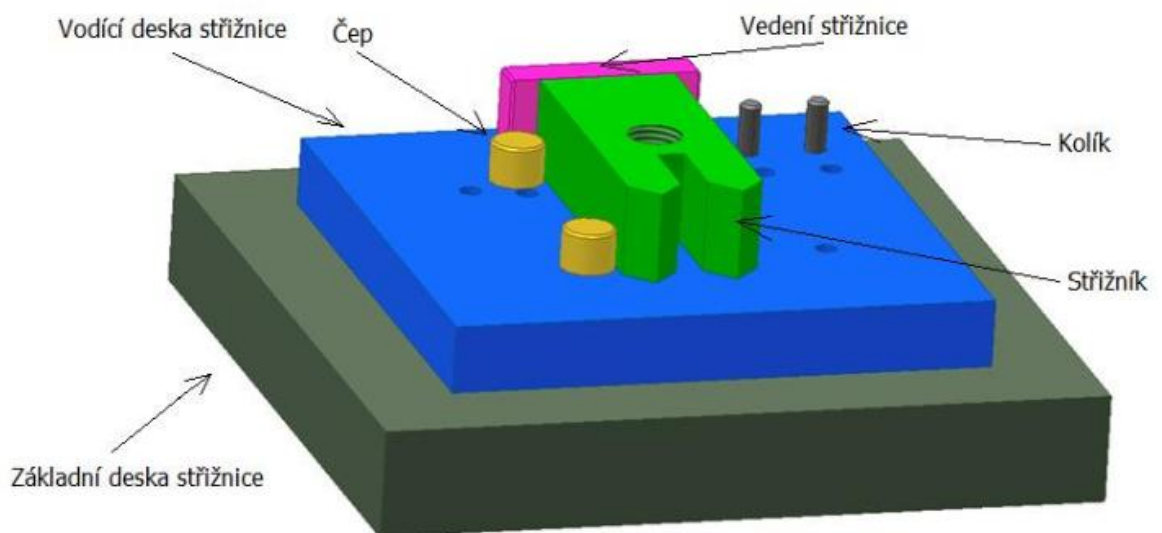


Obr. 50 Čep



### 6.7.6 Sestava střížného nástroje

Na montáž střížného nástroje je potřeba jeden ks základní střížné desky, která se nejprve dvěma kolíky ČSN 02 2150 vystředí a po té spojí šesti šrouby M10 ČSN 02 1143. K sestavení střížníku s vedením střížníku je nutné dvěma kolíky vystředit proti sobě a čtyřmi šrouby spojit. Ke střížníku se přišroubuje stopka. Ve finální fázi se namontují pevné dorazy a přenesse se střížný nástroj na stůl lisu, kde se upevní stopka střížníku v beranu lisu a základní deska se upne upínkami ke stolu lisu tak, aby mezi obvodem střížníku a střížnicí vznikla souměrná vůle stejné velikosti.



Obr. 51 Sestava jednoduchého střížného nástroje

## ZÁVĚR

V teoretické části je rozebrána studie technologie plošného tváření. Především technologie stříhání a ohýbání. Na základě teorie plošného stříhání z teoretické části bakalářské práce aplikujeme tyto poznatky v praktické části.

V praktické části bakalářské práce byl daný výstřížek z pozinkovaného plechu, který obsahoval tři ohyby. Otázkou bylo, jakou technologií zvolit pro sérii 15 000 ks, aby se výrobní náklady optimalizovaly. V první řadě technologii vypalování LASEREM se musela zamítnout, jelikož se nejedná o sérii v jednotkách či desítkách ks. Ze selekce ostatních výrobních technologií zbyly dvě technologie stříháním, které se musely spočítat na danou sérii kusů. V ekonomické analýze se počítalo s prvotními náklady na nástroj, s prací a také s cenou a přípravou materiálu. Po důkladném rozboru nejvýhodnější technologií pro výrobu námi zadaného výstřížku je výroba jednoduchým nástrojem pro vystřížení vnějšího obvodu výstřížku z pásu pozinkovaného plechu se třemi zdvihy pro ohyb.

V konstrukční části před samotným modelováním v programu Autodesk Inventor byly naddimenzovány s dostatečnou bezpečností všechny součásti, aby se předešlo pozdějším problémům při výrobě. Byla zjištěna celková potřebná síla lisu, která nepřesahuje max. skutečnou sílu lisu. Pokud by přesahovala, bylo by potřeba použití silnějšího lisu, čímž by se zvýšily náklady. Dle druhu stříhaného materiálu byla navržena střížná vůle mezi střížníkem a střížnicí.

Na základě všech těchto technologických i konstrukčních poznatků byla zhotovena ve výše zmíněném modelovacím programu výkresová dokumentace střížného nástroje. Vyhotoveny byly výkresy základní střížné desky, vodící střížné desky, střížníku, vedení střížníku a čepu.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] NEDBAL, R., *Strojírenská technologie: Pracovní sešit pro 4. ročník*. Skripta, Zlín, 2005. 75 s. ISBN není
- [2] NEDBAL, R., *Maturitní témata ze strojírenské technologie*. Skripta, Zlín, 2005. 153 s. ISBN není
- [3] NEDBAL, R., *Strojírenská technologie: Pracovní sešit pro 2. ročník*. Skripta, Zlín, 2005. 75 s. ISBN není
- [4] KEJVAL, Z., *Tváření plechu I. 2.*, upravené vydání. Praha, 1963. 100 s. ISBN 04-215-63.
- [5] HLUCHÝ, M., KOLOUCH, J., PAŇÁK, R., *Strojírenská technologie 2: 1.díl Polotovary a jejich technologičnost. 2.*, upravené vydání. Praha, Scientia, spol. s r. o., pedagogické nakladatelství, 2001. 316 s. ISBN 80-7183-244-8.
- [6] PTÁČEK, L., A kolektiv, *Nauka o materiálu II. 2.*, upravené vydání. Brno, Cerm, s r. o., akademické nakladatelství, 2002. 392 s. ISBN 80-7204-248-3.
- [7] LENFELD, P., *Technologie plošného tváření - stříhání* [online]., 26-Nov-2008  
[cit. 2010-01-25]. Dostupný z WWW:  
<[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)>.
- [8] DVOŘÁK, Z., LAMBOROVÁ, R., *Základy výrobních procesů: Výrobní technologie zpracování kovů*. Skripta, Zlín, 2007. 89 s. ISBN není

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

<b>Symbol</b>	<b>Význam symbolu</b>	<b>Jednotky</b>
a	Minimální délka ramene ohybu	mm
t	Tloušťka plechu	mm
r	Zaoblení plechu	mm
$\sigma_{Pt}$	Mez pevnosti v tahu	MPa
$L_1$	Délka střižné hrany	mm
$F_S$	Střižná síla	N
$\sigma_{ps}$	Mez pevnosti ve stříhu	MPa
$F_{St}$	Stírací síla	N
$F_{Pr}$	Protlačovací síla	N
$F_L$	Celková potřebná síla lisu	N
$F_{L\ DOV}$	Dovolená síla lisu	N
H	Tloušťka střižnice	mm
S	Obsah Střižníku	mm <sup>2</sup>
$\sigma_D$	Tlakové napětí ve střižníku	MPa
$\sigma_{DOV}$	Dovolené tlakové napětí ve střižníku	MPa

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1 Fáze stříhání [3] .....	18
Obr. 2 Křivkové nůžky [3].....	20
Obr. 3 Okružní nůžky [3].....	21
Obr. 4 Kmitací nůžky [3].....	21
Obr. 5 Nástroj bez vedení [2].....	23
Obr. 6 Druhy střížných skříní [1].....	24
Obr. 7 Celistvá střížnice s obdélníkovou drážkou .....	25
Obr. 8 Skládaná střížnice 3-dílná [2] .....	26
Obr. 9 Vložkované střížnice [2].....	27
Obr. 10 Funkční tvary částí střížnice [1] .....	28
Obr. 11 Střížníky [2] .....	29
Obr. 12 Funkční část střížníku [2] .....	30
Obr. 13 Stopky [1] .....	31
Obr. 14 Hledáčky [1] .....	32
Obr. 15 Způsob použití pevného dorazu [1] .....	33
Obr. 16 Zpětný doraz [2] .....	34
Obr. 17 Načínací doraz [1] .....	34
Obr. 18 Automatický doraz [1].....	35
Obr. 19 Způsob použití výškového dorazu [1] .....	35
Obr. 20 Použití stírače ve střížném nástroji [1] .....	36
Obr. 21 Vodící stojánky a) se čtyřmi sloupky, b) s kruhovou plochou [1].....	37
Obr. 22 Upnutí střížného nástroje ke stolu lisu [1].....	38
Obr. 23 Neutrální vrstva [7].....	40
Obr. 24 Ohýbadlo [2].....	40
Obr. 25 Anizotropie plechu [7].....	41
Obr. 26 Minimální délka ramene pro ohyb [2] .....	41
Obr. 27 Minimální délka ramene pro vrtané otvory [2].....	42
Obr. 28 Odpružení materiálu [7].....	42
Obr. 29 Ohybník .....	43
Obr. 30 Ohybnice.....	44
Obr. 31 Zakládací dorazy [2] .....	45

Obr. 32 Vyhazovač [1].....	46
Obr. 33 Klíny [2].....	47
Obr. 34 Způsob ohýbání na ohraňovacích lisech [7] .....	47
Obr. 35 Lemování [7] .....	48
Obr. 36 Zakružování na tříválcí s ocelovým válcem [2].....	48
Obr. 37 Rovnání válečky [4].....	49
Obr. 38 Držák Liko-s .....	53
Obr. 39 Tabule pozinkovaného plechu pro návrh č. 1 .....	56
Obr. 40 Nastříhaný plech .....	56
Obr. 41 Tabule pozinkovaného plechu pro návrh č. 2 .....	60
Obr. 42 Nastříhaný pás pozinkovaného plechu .....	60
Obr. 43 Graf závislosti cenových nákladů na počtu vyrobených kusů .....	62
Obr. 44 Délka střížné hrany .....	63
Obr. 45 Obsahy plochy střížníku .....	66
Obr. 46 Základní deska střížnice .....	68
Obr. 47 Vodící deska střížnice.....	69
Obr. 48 Střížník.....	70
Obr. 49 Vedení střížníku.....	71
Obr. 50 Čep.....	72
Obr. 51 Sestava jednoduchého střížného nástroje .....	73

**SEZNAM TABULEK**

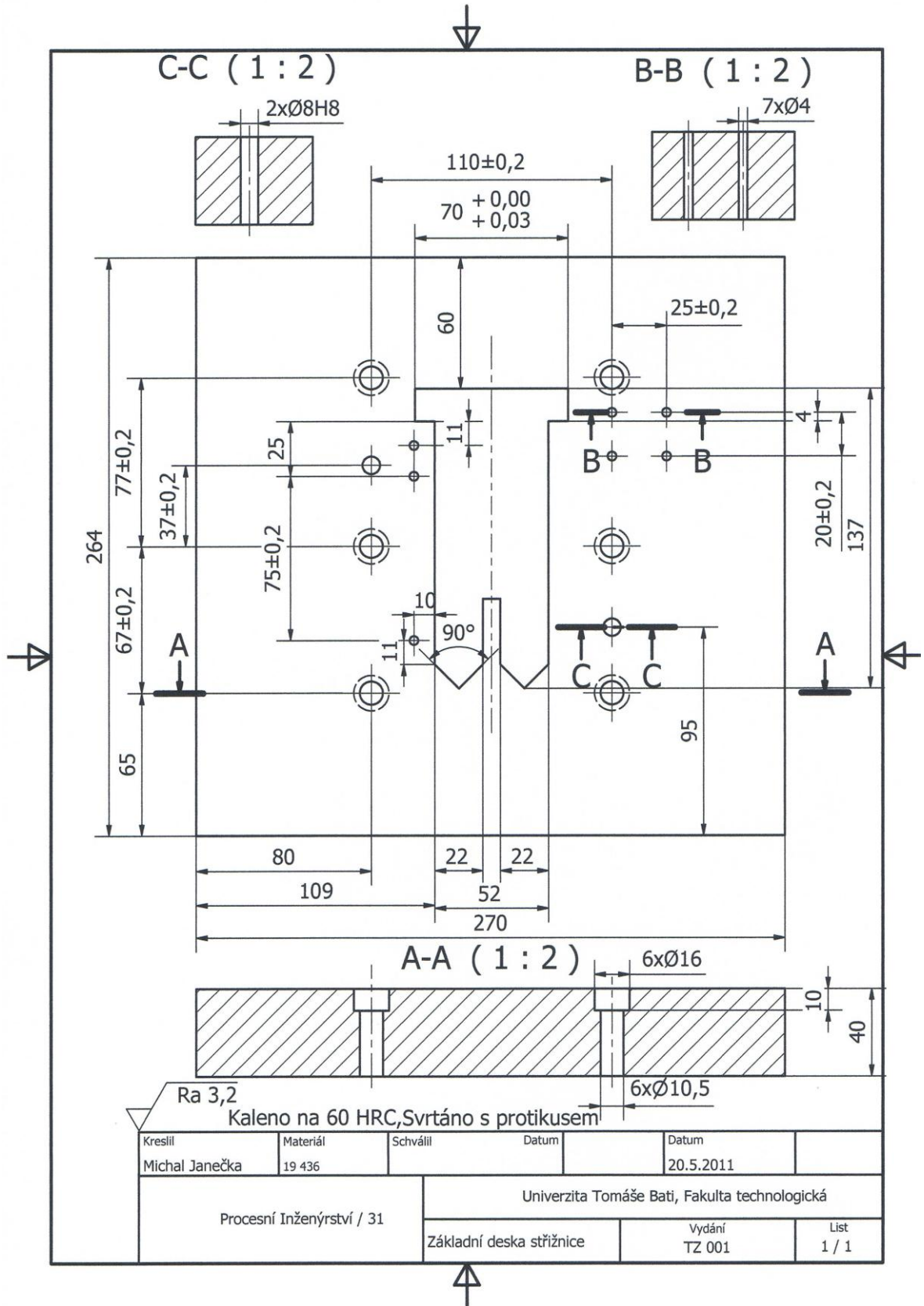
Tab. 1 Výběr polotovarů z mědi a slitiny mědi [5] .....	15
Tab. 2 Výběr ocelových polotovarů [5] .....	16
Tab. 3 Výběr polotovarů z hliníku a slitin hliníku [5] .....	17
Tab. 4 Výběr polotovarů z olova, cínu, niklu a jejich slitin [5] .....	17
Tab. 5 Charakteristické střižné operace [3] .....	19
Tab. 6 Hodnoty úhlu odpružení [5] .....	42
Tab. 7 Technologický postup návrh č. 1 .....	54
Tab. 8 Ekonomická analýza návrh č.1 .....	55
Tab. 9 Technologický postup návrh č. 2 .....	58
Tab. 10 Ekonomická analýza návrh č. 2 .....	59

**SEZNAM PŘÍLOH**

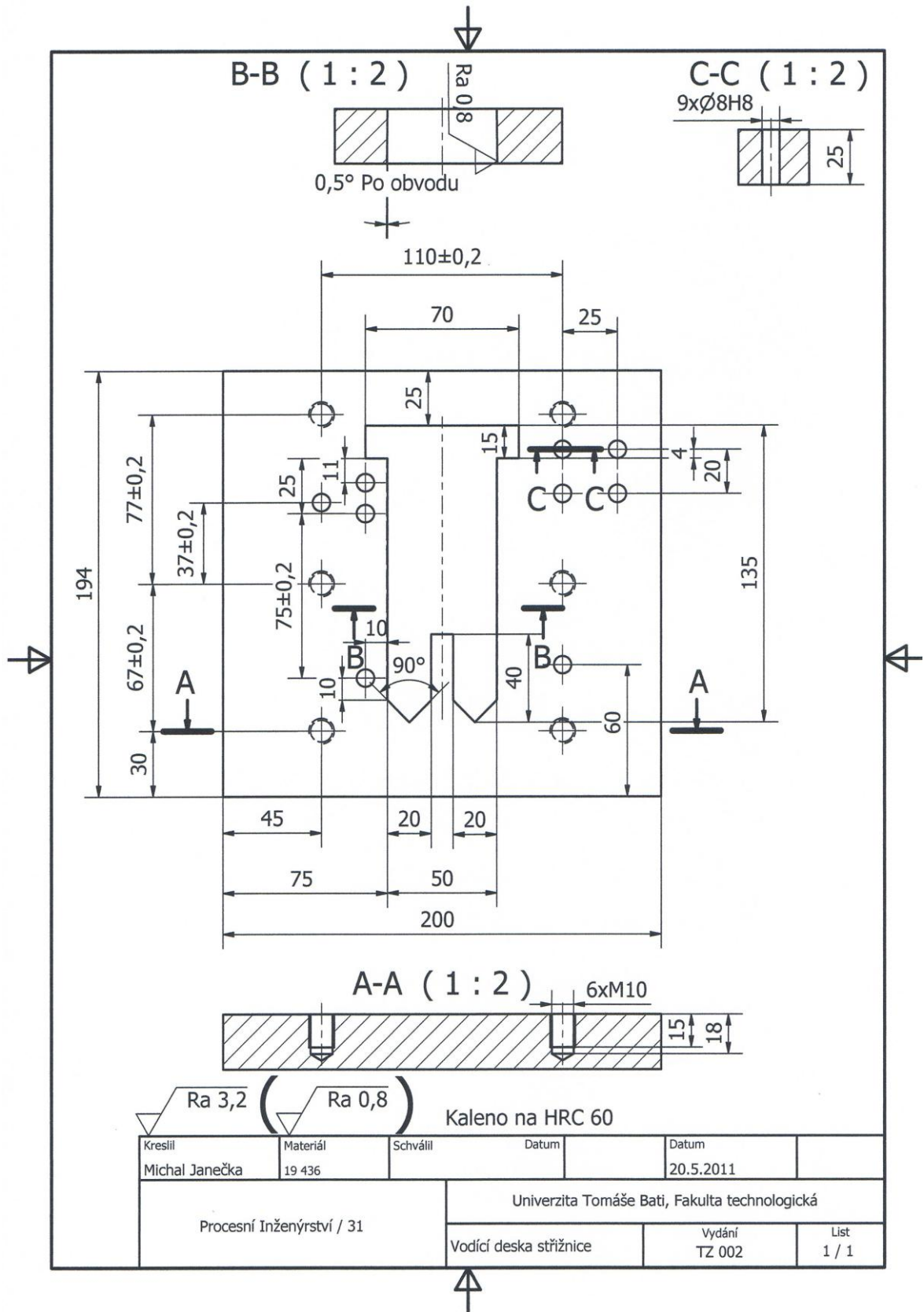
P I	Výkres základní desky střížnice	TZ 001
P II	Výkres vodící desky střížnice	TZ 002
P III	Výkres střížníku	TZ 003
P IV	Výkres vedení střížníku	TZ 004
P V	Výkres čepu	TZ 005
P VI	Výkres sestavy	TZ 006
P VII	Kusovník	
P VIII	CD – konstrukce v programu Inventor, elektronická podoba práce	



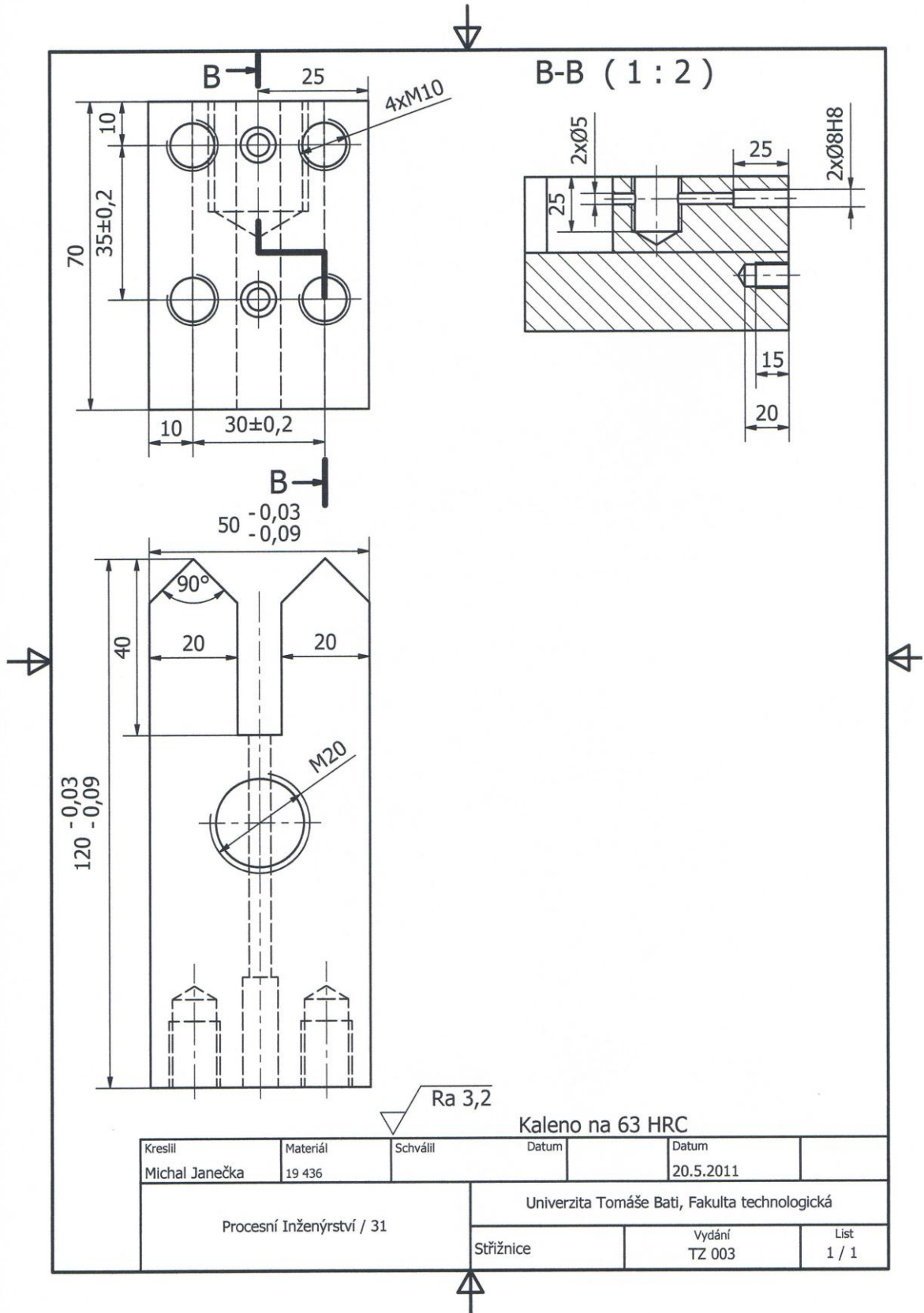
# PŘÍLOHA P I: VÝKRES ZÁKLADNÍ DESKY STŘIŽNICE



# PŘÍLOHA P II: VÝKRES VODÍCÍ DESKY STŘIŽNICE

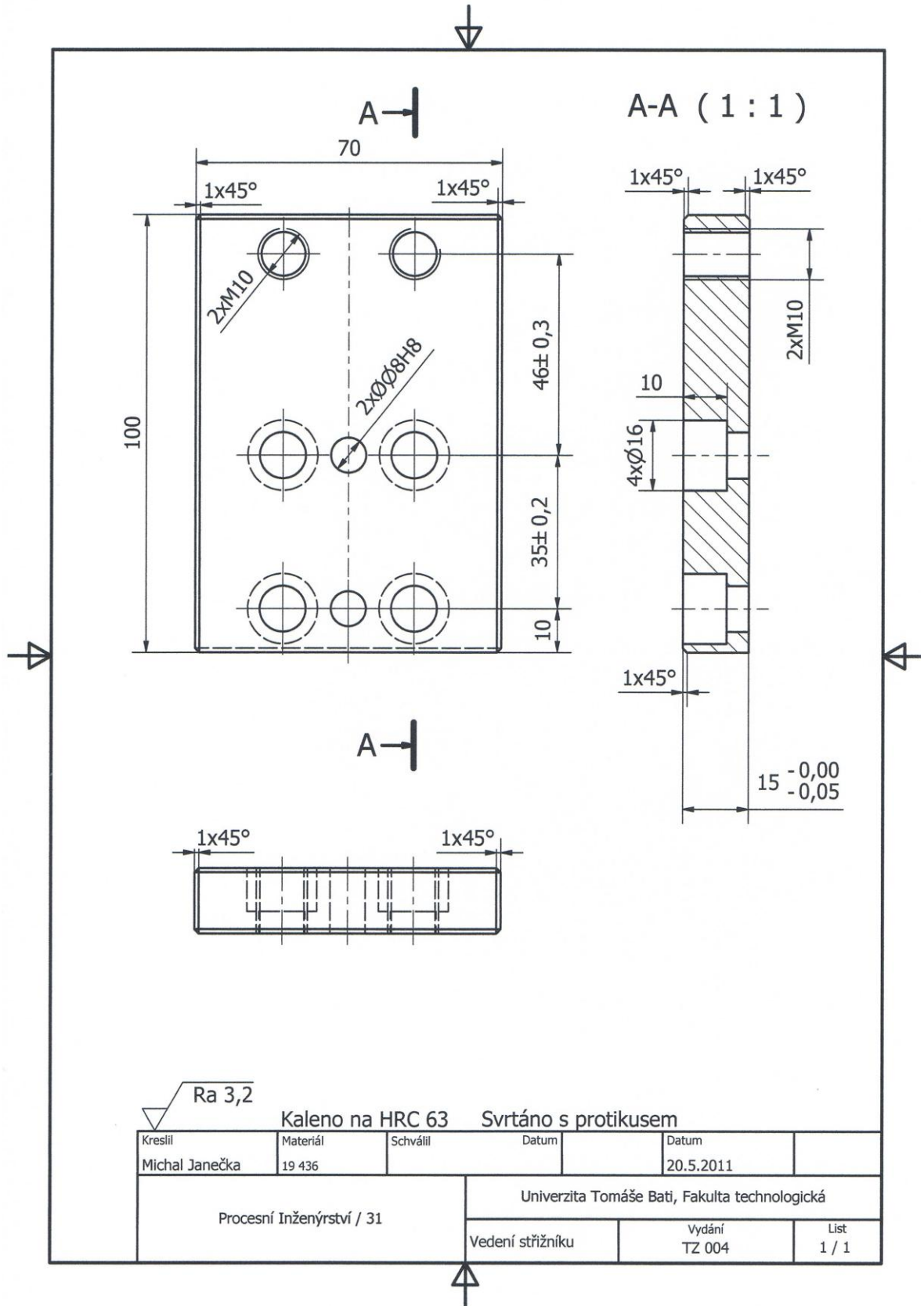


# PŘÍLOHA P III: VÝKRES STŘIŽNÍKU

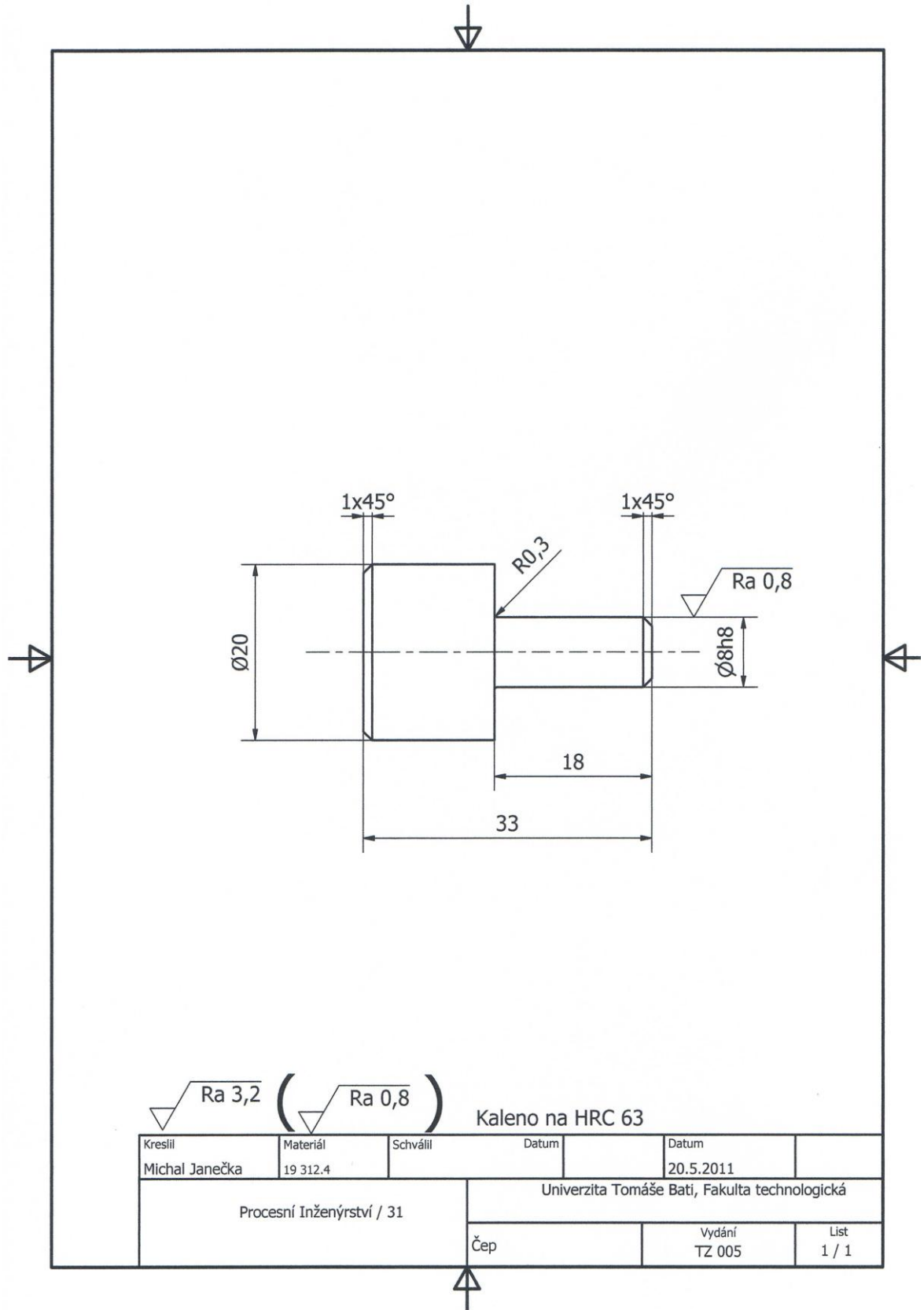


Kreslil Michal Janečka	Materiál 19 436	Schválil	Datum	Datum 20.5.2011
Procesní Inženýrství / 31		Univerzita Tomáše Bati, Fakulta technologická		
Střížnice		Vydání TZ 003	List 1 / 1	

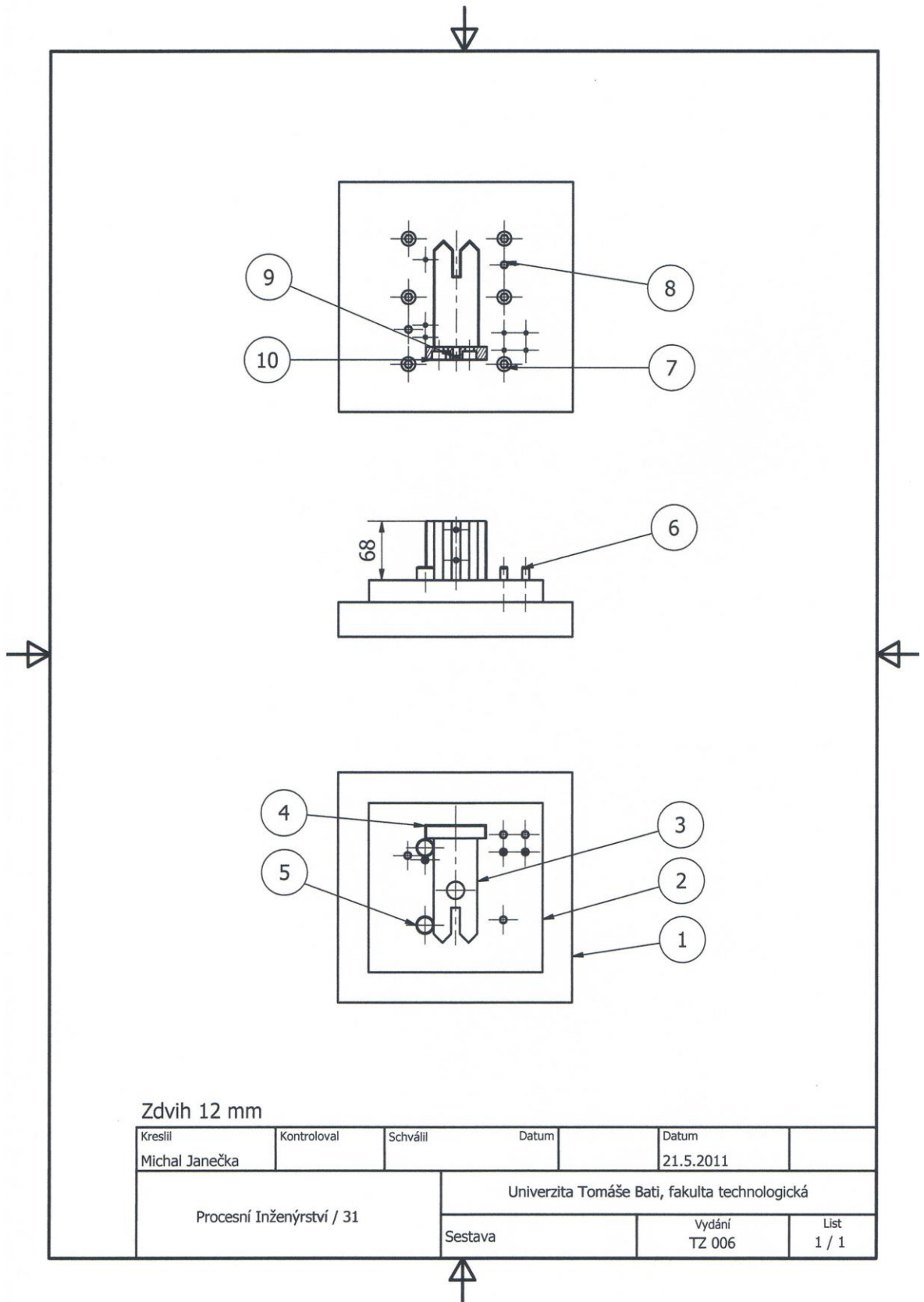
# PŘÍLOHA P IV: VÝKRES VEDENÍ STŘIŽNÍKU



# PŘÍLOHA P V: VÝKRES ČEPU



# PŘÍLOHA P VI: VÝKRES SESTAVY



## PŘÍLOHA P VI: KUSOVNÍK

### Kusovník

Pozice	Název	Norma - Výkres	Materiál	Tepelné zpracování	Množství
1	Základní deska střížnice	TZ 001	19 436	Kaleno na HRC 60	1
2	Vodící deska střížnice	TZ 002	19 436	Kaleno na HRC 60	1
3	Střížník	TZ 003	19 436	Kaleno na HRC 63	1
4	Vedení střížníku	TZ 004	19 436	Kaleno na HRC 63	1
5	Čep	TZ 005	19 312.4	Kaleno na HRC 63	2
6	Kolík	ČSN 02 2150 8 h8 x 40			2
7	Šroub	ČSN 02 1143 M10 x 45			6
8	Kolík	ČSN 02 2150 8 h8 x 60			2
9	Kolík	ČSN 02 2150 8 h8 x 35			2
10	Šroub	ČSN 02 1143 M10 x 20			4