

Návrh postupového střížného nástroje reklamního předmětu

Ondřej Kotrla

Bakalářská práce
2023

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Ondřej Kotrla**
Osobní číslo: **T20192**
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Návrh postupového střížného nástroje reklamního předmětu**

Zásady pro vypracování

1. Vypracujte řešení na dané téma
2. Proveďte průzkum trhu
3. Navrhněte postupový střížný nástroj
4. Vypracujte úplnou výkresovou dokumentaci

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

Seznam doporučené literatury:

Leinveber, J., Vávra, P. Strojnické tabulky. 5. vyd. upravené. ALBRA – pedagogické nakladatelství, Úvaly, Havlíčkova 197, ISBN 978-80-7361-081-4.

Bílek, O., Lukovics, I. Výrobní inženýrství a technologie. Ve Zlíně: Univerzita Tomáše Bati, 2014, Vyd. 1., 173 s, ISBN 9788074544712.

KALPAKJIAN, Serope, Steven R. SCHMID a K. S. Vijay SEKAR. Manufacturing engineering and technology. 7th ed. in SI units. Jurong, Singapore: Pearson Education South Asia, c2014, xxviii, 1180 s. ISBN 978-981-06-9406-7.

Němec, M., Suchánek, J., Šanovec, J. Základy strojírenské technologie I, 3. vydání, V Praze: České vysoké učení technické 2016, 160 s, ISBN: 9788001060568.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Martin Řezníček, Ph.D.**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **2. ledna 2023**
Termín odevzdání bakalářské práce: **19. května 2023**

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D. v.r.
děkan

L.S.

Ing. Martin Bednařík, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 7. února 2023

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji 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;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – 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);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Cílem práce je návrh postupového střížného nástroje reklamního předmětu, který bude zhotoven z plechu.

Část teoretická se zabývá problematikou tváření a dělením materiálu – konkrétně dělením materiálu stříháním, který zahrnuje upřesnění tohoto procesu.

Část praktická se zabývá návrhem samotného výstřížku a jeho nástřihovým plánem. Výpočty potřebnými k zhotovení střížného nástroje a jeho konstrukcí a návrhem sestavy v 3D programu Autodesk Inventor.

Klíčová slova: návrh postupového střížného nástroje, stříhání, plošné tváření

ABSTRACT

The aim of this work is to design a process cutting tool for an advertising item made of sheet metal. The theoretical part deals with the issues of forming and material division, specifically material division by cutting and its clarification and division.

The practical part focuses on designing the actual cutout and its cutting plan. Calculations necessary for the production of the cutting tool, its construction, and assembly design in the 3D software Autodesk Inventor.

Keywords: design of process cutting tool, cutting, sheet metal forming.

Velký dík patří vedoucímu této bakalářské práce Ing. Martinu Řezníčkovi, Ph.D. Za jeho flexibilitu a ochotu zodpovídat potřebné dotazy, za četné konzultace a poskytování cenných rad a zkušeností.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 TVÁŘENÍ	12
1.1 ROZDĚLENÍ TVÁŘENÍ PODLE TEPLoty TVÁŘENÉHO MATERIÁLU	12
1.1.1 Tváření za studena.....	13
1.1.2 Tváření za poloohřevu.....	13
1.1.3 Tváření za tepla.....	14
1.2 PLOŠNÉ TVÁŘENÍ.....	15
1.3 OBJEMOVÉ TVÁŘENÍ.....	16
2 DĚLENÍ MATERIÁLU	17
2.1 ŘEZÁNÍM.....	17
2.1.1 Podstata metody	17
2.1.2 Nástroje	18
2.2 ROZBRUŠOVÁNÍM.....	18
2.3 STŘÍHÁNÍM.....	18
2.3.1 Podstata metody	19
2.3.2 Nástroje	19
3 STŘÍHÁNÍ	20
3.1 PRINCIP STŘÍHÁNÍ.....	20
3.2 ROZDĚLENÍ STŘÍHÁNÍ	21
3.2.1 Stříhání rovnoběžnými noži	21
3.2.2 Stříhání skloněnými, šikmými noži.....	21
3.2.3 Stříhání kotoučovými noži	22
3.2.4 Stříhání noži na profily a tyče	22
3.3 ZÁKLADNÍ OPERACE STŘÍHÁNÍ A JEJICH PŘEHLED	23
3.3.1 Technologie přesného stříhání	25
3.4 STŘIHADLA.....	26
3.4.1 Jednoduchá stříhadla	26
3.4.2 Postupové stříhadla	27
3.4.3 Sloučená stříhadla	28
3.5 VYUŽITÍ A HOSPODÁRNOST MATERIÁLU	28
3.5.1 Rozvržení odpadu pásu	29
3.5.2 Nástřihový plán	29
3.6 STŘIŽNÍK	31
3.7 STŘIŽNICE	32
3.8 MATERIÁL STŘIŽNÝCH NÁSTROJŮ	32
3.8.1 Rozdělení nástrojových ocelí	32

3.9	STŘIŽNÁ VŮLE.....	33
3.10	STŘIŽNÁ SÍLA A PRÁCE	34
3.10.1	Střížná síla	34
3.10.2	Střížná práce.....	34
II	PRAKTICKÁ ČÁST.....	35
4	CÍLE PRAKTICKÉ ČÁSTI.....	36
5	ZADÁNÍ REKLAMNÍHO PŘEDMĚTU.....	37
5.1	PRŮZKUM TRHU.....	37
5.2	ZAOBLENÍ OSTRÝCH HRAN	38
5.3	VÝROBA NÁPISU.....	38
5.4	VÝROBA NÁPISU.....	38
6	NÁVRH VÝSTŘIŽKU A NÁSTŘIHOVÉHO PLÁNU.....	39
6.1	VÝSTŘIŽEK.....	39
6.2	NÁVRH NÁSTŘIHOVÉHO PLÁNU	39
6.2.1	Postup vystřihování podle nástřihového plánu.....	41
6.2.2	Odpad nástřihového plánu.....	43
7	VÝPOČTY	44
7.1	VÝPOČET VYUŽITÍ MATERIÁLU.....	44
7.2	MAXIMÁLNÍ STŘIŽNÁ SÍLA	45
7.2.1	Výpočet teoretické střížné síly	45
7.2.2	Výpočet maximální střížné síly.....	46
7.3	VÝPOČET PROTLAČOVACÍ A STÍRACÍ SÍLY	46
7.4	VÝPOČET STŘIŽNÉ PRÁCE.....	47
7.5	VÝPOČTY TĚŽIŠŤ	47
7.5.1	Výpočet těžiště výstřížku	48
7.5.2	Výpočet těžiště stopky	50
7.6	VÝPOČET STŘIŽNÉ VŮLE A TOLERANCE NÁSTROJE	52
7.7	KONTROLA STŘIŽNÍKU	52
7.7.1	Kontrola na tlak.....	53
7.7.2	Kontrola na vzpěr.....	54
8	KONSTRUKCE MODELU.....	55
8.1	HORNÍ ČÁST	55
8.1.1	Upínací deska	56
8.1.2	Stopka.....	56
8.1.3	Opěrná deska	56
8.1.4	Kotevní deska.....	57
8.1.5	Střížník obvodu	57
8.1.6	Děrovací střížník šestihranu	57

8.1.7	Střížník dorazu	58
8.1.8	Šroub a kolík	58
8.2	SPODNÍ ČÁST	58
8.2.1	Vodící deska	59
8.2.2	Pravá a levá vodící lišta	59
8.2.3	Podpěrný plech	59
8.2.4	Střížnice	60
8.2.5	Základová deska	60
8.2.6	Doraz s pružinou	61
8.2.7	Šrouby a kolík	61
ZÁVĚR		62
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		63
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		66
SEZNAM OBRÁZKŮ		68
SEZNAM TABULEK		70
SEZNAM PŘÍLOH		71

ÚVOD

Technologie zpracování kovů má dlouhou historii. Za tu dobu postoupila až k samotnému tváření oceli a ke stříhání rozličných (i nekovových) druhů materiálu. Výhodou je, že při této technologii tváření materiálu nevzniká žádná tříska. Je tomu tak například porovnání s technologiemi obrábění, kde se obráběný materiál postupně odebírá ve formě třísky. Tento postup je sice zdoluhavý a dochází u něho k velkému úbytku a ztrát materiálu, ale jeho výhodou zůstává levná cena nástrojů. U tváření se sice výrobek zhotoví mnohem rychleji i bez třísky, ale cena za nástroj, který proces provádí, je značně vyšší. Tváření je vhodné pro výrobu předmětů, které jsou zadány ve větším počtu – pro kusovou nebo hromadnou výrobu.

Tato bakalářská práce je zaměřena hlavně na jedno z odvětví tváření – na stříhání. Stříhání je velmi zastaralá technologie. Metoda stříhání se zařazuje do plošného tváření, kde dochází ke zpracování plechů. Stříhání jakožto jedna z metod dělení materiálu, je velmi rychlá a využitelná pro vystřihování rozmanitých geometrických tvarů. Metoda dělení materiálu stříháním je velmi rozsáhlá a existuje pro ni mnoho nástrojů i způsobů stříhání. Stříhání probíhá mezi dvěma naproti sobě umístěnými ostrými břity, mezi které je vsunut dělený materiál. Tato problematika je více rozebrána v teoretické části bakalářské práce.

Stříhání se využívá hlavně v průmyslech (automobilových a strojírenských) a mnoho dalších, kde je potřeba vyrobit mnoho kusů za poměrně nízkou cenu. Stříhání lze využít na vystřihování a přípravu polotovarů jako jsou plechy, profily anebo se mu nachází aplikace ve výrobě součástí, které jsou dále podrobeny dalším technologickým úpravám.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TVÁŘENÍ

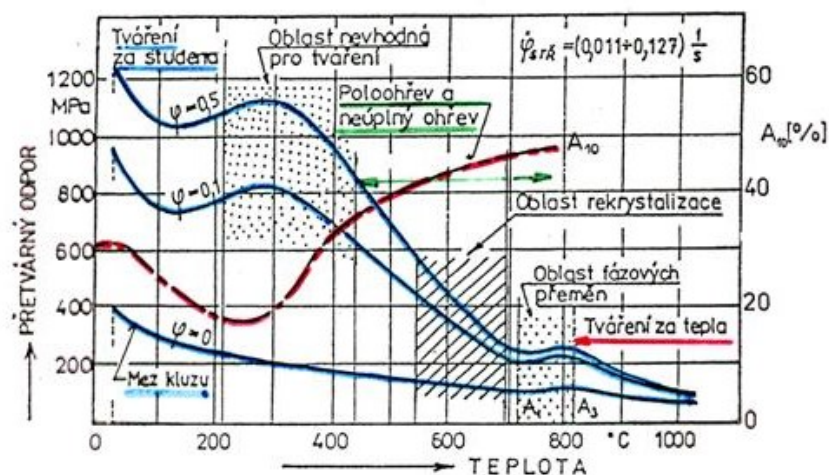
Tváření je technologická operace, u které při působení vnější síly dochází ke tvárné (trvalé) deformaci i k přemístění objemů zpracovávaného materiálu, aniž by se porušila soudržnost materiálu. Tváření má v technice veliký význam. Pomocí této technologie se vyrábí jak polotovary v hutní druhovýrobě, tak i polotovary pro další druhy zpracování (hlavně obrábění) a hotové výrobky. Tato technologie je velice širokým vědním oborem, který lze rozdělit do různých kategorií. [1]

Tvářitelnost – je schopnost daného materiálu trvale měnit tvar působením vnějších sil. Je ovlivňována mechanickými vlastnostmi, rychlostí deformace, teplotou tváření, stavem napjatosti a chemickým a strukturním složením. Tvářitelnost kovů a jejich slitin se dají rozdělit jako zaručená, velmi dobrá, dobrá, zhoršená a možná. [2]

Výhodami tváření je vysoká produktivita práce, vysoké využití materiálu a velice dobrá rozměrová přesnost výrobků. Velikou nevýhodou je pořizovací cena tvářecích strojů a nástrojů včetně omezení rozměrů konečného výrobku. [3]

1.1 Rozdělení tváření podle teploty tvářeného materiálu

Při změně teploty se mění deformační odpor materiálu (oceli) proti tváření (obr. 1). Se zvyšující se teplotou se zlepšují plastické vlastnosti kovů a jejich slitin.

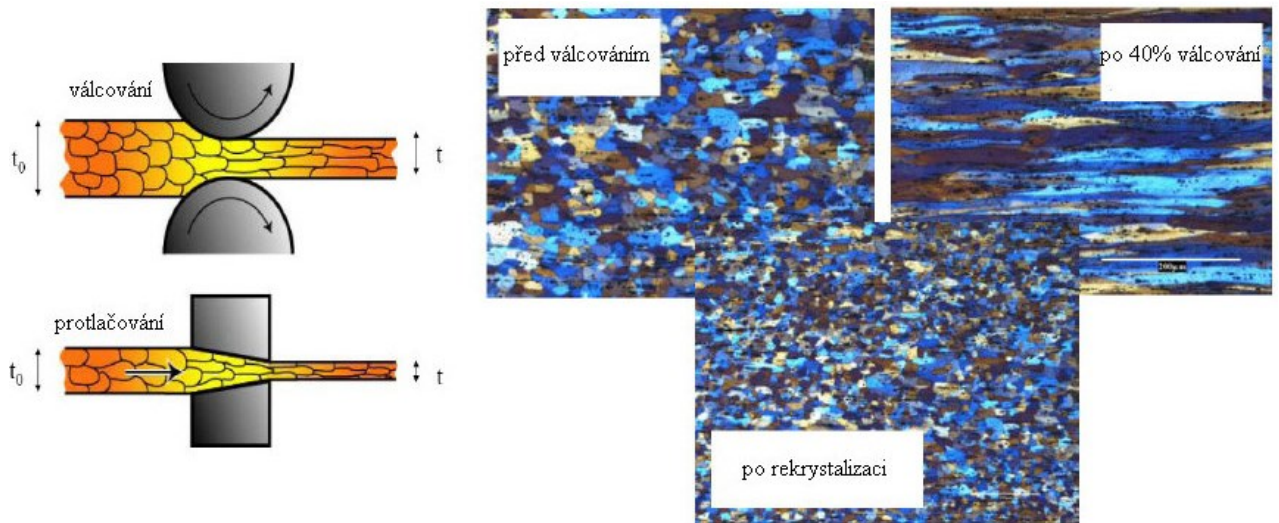


Obr. 1 Rozdělení tvářecích procesů podle teploty [3]

Rozdělení tvářecích procesů podle teploty je v podstatě rozdělení dle vztahu teploty tvářeného materiálu k teplotě rekrytalizace (přibližně 0,4 teploty tání kovu – oK). Při rekrytalizační teplotě dochází k regeneraci deformovaných zrn, které vznikly pomocí tváření za studena beze změny krystalové mřížky. Rozdělení tvářecích technologií podle teploty zahrnuje:

1.1.1 Tváření za studena

Ke tváření dochází pod rekrytalizační teplotou, kdy dochází ke zpevňování materiálu, který se zachová. Zrna jsou deformována ve směru tváření, vzniká textura (obr. 2). Zpevněním se zvyšují některé z mechanických vlastností (mez pevnosti a mez kluzu), na druhou stranu ale klesá jejich tažnost. Výhodou je vysoká přesnost rozměrů, kvalitní povrch a lepší vlastnost zpevněním. Nevýhodou je užívání velikých tvářecích sil a omezená tvárnost materiálu. [3]



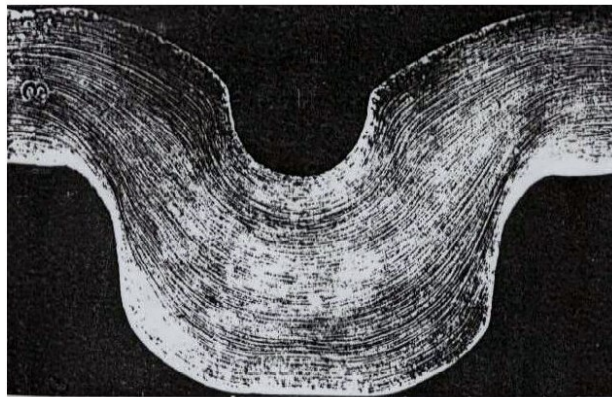
Obr. 2 Změna zrn v důsledku tváření [3]

1.1.2 Tváření za poloohřevu

Podle teploty T , při které dochází k plastické deformaci v závislosti na absolutní teplotě tavení materiálu T_t . ($0,35 T_t < T < 0,55 T_t$) ohřátím na teplotu vyšší než $0,35 T_t$ dojde ke zmenšení vnitřního pnutí za pomoci uvolnění zablokovaných dislokací, k tzv. zotavení materiálu. Struktura ani vlastnosti materiálu se nemění. Dalším zvyšováním teplot (např. na $0,4 T_t$) dochází ke vzniku nových zrn ze základní struktury. Rychlost rekrytalizace závisí na teplotě, délce prodlevy a stupni deformace. Vysoké teploty zrychlují růst zrn, hranice mezi samostatnými zrny vnikají pomaleji a vznikají tak větší zrna. [2]

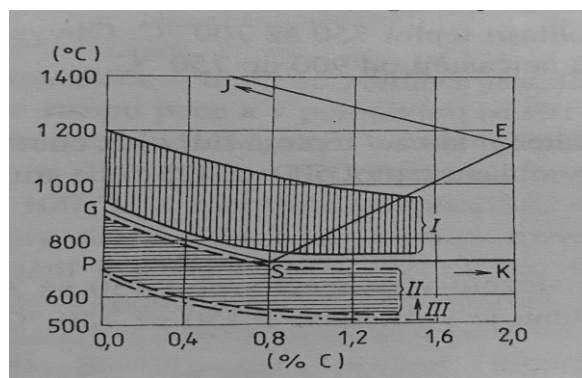
1.1.3 Tvářením za tepla

Probíhá nad rekrystalizační teplotou, kde je rekrystalizace je tak rychlá, že zpevnění způsobené tvářením mizí za průběhu tvářením nebo po něm. Při tvářením se teplota pohybuje na hodnotě 70% teploty tání daného materiálu. K tvářením stačí desetkrát menší síly než k tvářením za studena. Textura může nebo nemusí vznikat, ale je nekvalitní kvůli vzniklým okujím, což může být z hlediska kvality problematické u dalších operací. Nevýhodou je zdlouhavost a vysoká nákladnost procesu. Naopak výhodou může být odstranění trhlin, bublin atd. U tvářením za tepla vzniká vláknitá struktura (obr. 3) z hrubé struktury ingotu, která kopíruje tvar výkovku. [3]



Obr. 3 Vlákňitost vzniklá při kování [3]

Pevnost materiálu se zmenšuje ohřevem, avšak díky tomuto jevu se zlepšuje jeho tvárnost. Každým ohřevem (obr. 4) se povrch materiálu přeměňuje na oxidy. Tento zoxidovaný povrch se během tvářením odlupuje v šupinách, kterým se říká okuje. U tohoto typu tvářením dochází ke ztrátě opalem (při jednom ohřevu jsou to 3% hmotnosti polotovaru). [4]

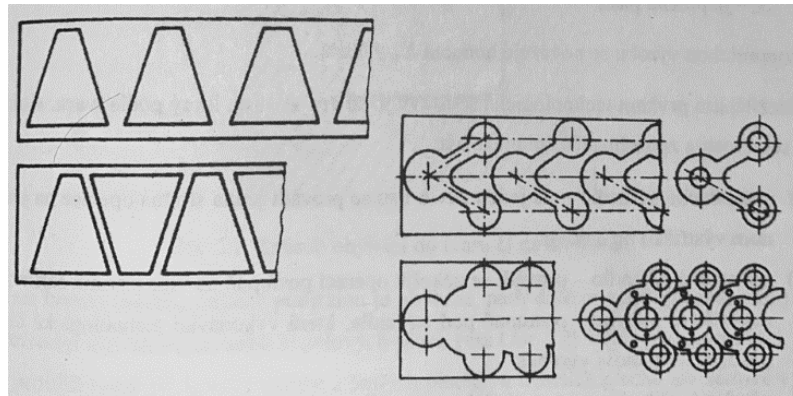


Obr. 4 Oblast tvářecích teplot ocelí v rovnovážném diagramu Fe-C [2]

I – oblast tvářením zatepla, II – oblast tvářením za poloohřevu, III – oblast rekrystalizace; JE – solidus, GS – teplota Ac3, SK – teplota Ac1

1.2 Plošné tváření

Tímto způsobem tváření se zhotovují většinou méně namáhané díly jednoduchého i složitého tvaru v přesných rozměrech, které bývají ve více případech tenkostěnné a potřebnou tuhost získávají vhodným prostorovým členěním. Díly vyrobené plošným tvářením jsou lehké a tím přispívají ke snížení hmotnosti finálního výrobku. Při výrobě drobných součástí se ve sdružených tvářecích nástrojích dosahuje velice vysoké produktivity práce. Využití materiálu (obr. 5) je při tomto druhu tváření obvykle nižší, jelikož výchozím materiálem je plech nebo pás, z něhož se musí zhotovit přístřihy, kde jejich tvar závisí na dané geometrii výrobku; optimalizací uspořádání přístřihů je možné technologický odpad snížit, ale nelze odstranit. Názvem „plošné tváření“ označujeme řadu metod tváření, díky kterým u polotovaru (nejčastěji u plechu) dosáhneme trvalé změny tvaru beze změn tloušťky nebo průřezu.



Obr. 5 Příklady využití plechu při stříhání součástí [1]

Mezi základní metody plošného tváření spadá: [1]

- Stříhání
- Ohýbání a rovnání
- Tažení
- Další metody plošného tváření

1.3 Objemové tváření

Je technologie výroby dílců, u kterých během tváření dochází k deformaci a k přesunu objemu tvářeného materiálu. Tímto způsobem tváření (kováním, pēchováním, protlačováním) se především vyrábějí polotovary pro namáhané díly technologických zařízení, jelikož mají po tváření příznivý průběh vláken. U součástí vhodného tvaru se s výhodou uplatní metody přesného objemového tváření, které nám umožní výrobu polotovarů s minimálními přídávky na obrábění.

Výroba součástí probíhá buď zastudena anebo zatepla. Materiál se ohřívá na tvářecí teplotu, aby se snížily tvářecí síly včetně pevnosti a díky tomu se zlepšila tvárnost materiálu. Teplota závisí na druhu materiálu a jeho chemickém složení.

Finálním polotovarem tohoto typu tváření jsou až na některé výjimky nejčastěji válcované sochory a tyče čtvercového nebo kulatého průřezu, které se dále dělí na potřebné délky. U přesného objemového tváření jsou tvářeným polotovarem nejčastěji tažené tyče nebo dráty o přesných rozměrech.

Ohřev materiálu se provádí v pecích, které jsou vyhřívány plynem nebo elektřinou. Podle konstrukce dělíme pece na komorové, průchozí, karuselové a odporové.

K základním metodám objemového tváření spadá: [1]

- Volné a zápusťkové kování
- Protlačování
- Ražení
- Vtlačování
- Hlazení

2 DĚLENÍ MATERIÁLU

Tato technologie se v průmyslové praxi stává častým případem operace dělení materiálu. Je rozsáhlá a velice používaná. Technologie dělení materiálu je založena na třískových nebo beztřískových metodách, které jsou v praxi známými a dobře popsány. V praxi jsou tyto metody nazývány jako konvenční. Využití těchto metod je však omezeno pouze na přímé řezy, což může být problematické u dílu se složitými tvary. U takových dílu by se použila metoda nekonvenční. [5]

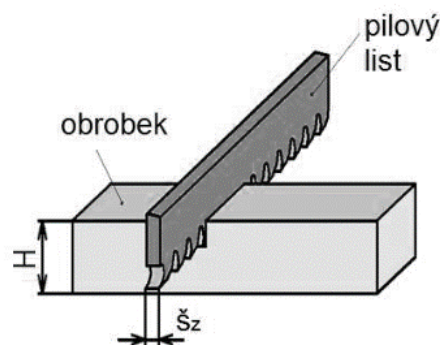
Dělení materiálu je z většiny první operace, která musí proběhnout u výroby součásti. Způsoby dělení materiálu jsou rozděleny na dělení materiálu: [7]

2.1 Řezáním

Je nejčastěji používaný způsob pro dělení tyčových materiálu. Mezi stroje, kterými se tato metoda provádí patří rámové, pásové a kotoučové pily. Odebraný materiál je ve tvaru třísky. Toto tvrzení platí pro všechny způsoby obrábění řezáním. [7]

2.1.1 Podstata metody

Princip řezání spočívá v tom, že břity nástroje vnikají do materiálu (obrobku), kde nástroj vykonává pohyb přímočarý vratný, přímočarý plynulý nebo otáčivý. Obrobek vykonává posuvný pohyb (přisuv). Maximální hloubka řezu je větší než šířka řezu (obr. 6). [7]



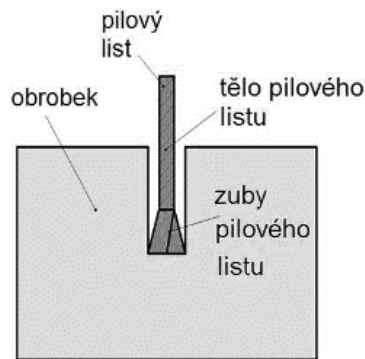
Obr. 6 Řezání pilou [6]

(H – maximální hloubka řezu, šz – šířka řezu)

2.1.2 Nástroje

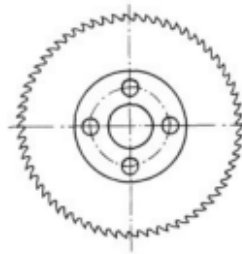
Jako nástroje pro metodu řezání se používají: [7]

- Pilové listy a pásy (obr. 7)



Obr. 7 Pilový list v řezu [6]

- Pilové kotouče (obr. 8)



Obr. 8 Celistvý pilový kotouč [7]

2.2 Rozbrušování

Pro metodu rozbrušování se používají tenké (řezací) a drážkové brusné kotouče, které mohou být vyztužené nebo nevyztužené sklotextilem (Flex). Brousícím materiálem jsou zrna karbidu křemíku (SiC) nebo syntetického korundu (Al_2O_3). Šířka kotouče může být 1 mm až 3,2 mm.

Posuv se koná ručně a řezná rychlost je 40 až 80 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Tato metoda se používá při dělení materiálu s malými průřezy a větší tvrdostí. Velmi tvrdé materiály jako jsou např. slinuté karbidy se dělí pomocí diamantových řezacích kotoučů. [7]

2.3 Stříháním

Je to technologie, kde probíhá dělení materiálu působením dvou břitů, které se pohybují proti sobě. U stříhání nevznikají žádné třísky a odpad. Stříhání patří mezi nejproduktivnější

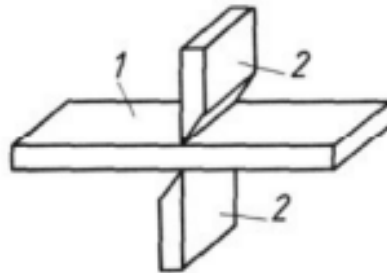
způsoby dělení materiálu. Stříhání se provádí na ručních nůžkách, tabulových nůžkách a vysekávacích strojích. Vystříhování součástí složitějších tvarů se provádí stříhacími nástroji – stříhadly. [7,8]

2.3.1 Podstata metody

Břity působí na materiál a vyvolávají v rovině stříhu smykové napětí, které je větší než pevnost ve smyku daného materiálu a díky tomu dojde k jeho přerušení a přestřížení.

2.3.2 Nástroje

Nástroj tvoří dva nože (obr. 9), které jsou z nástrojové nebo rychlořezné oceli a bývají tepelně zušlechťené na danou tvrdost HRC 52 až 60. Nože mohou být různých délek a mohou dosahovat až 6 metrů. [7]



Obr. 9 Nástroj na stříhání – princip [7]

1 – obrobek, 2 – břit nástroje

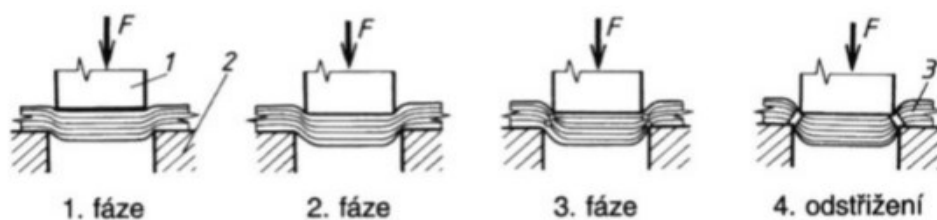
3 STŘÍHÁNÍ

Touto metodou se vystřihávají rozmanité výrobky z plechu nebo z pásů, které se stříhají za pomoci výše zmíněných stříhacích nástrojů – stříhadel. Stříhání je zahrnuje do plošného tváření. Používá se také na vystřihování součástí buď pro konečné použití nebo pro výrobky dalších technologií (ohýbání, protlačování, tažení atd.). Dále se tato metoda může používat na dokončovací nebo na pomocné práce. [8]

3.1 Princip stříhání

Stříhání plechu stříhadly můžeme rozdělit do tří fází (obr.10):

- Pružná deformace (první fáze) – napětí stříhaného materiálu nepřesahuje mez kluzu. Materiál je stlačován, ohýbá se a vtlačuje do otvoru střížnice.
- Trvalá deformace (druhá fáze) – napětí stříhaného materiálu bude přesahovat mez kluzu. Největší napětí probíhá v okolí hran střížníku a střížnice. Střížník se vtlačuje do materiálu (plechu, pásu) a ten je vtlačován do otvoru střížnice.
- Stříhání (třetí fáze) – napětí stříhaného materiálu dosáhne hodnoty meze pevnosti ve smyku (střih). U hran střížnice a střížníku se materiál natrhne a vzniklé trhliny se začnou rychle rozšiřovat do fáze, kdy se výstřížek oddělí od původního materiálu. Předtím než střížník projede celou tloušťkou stříhaného materiálu se výstřížek oddělí.



Obr. 10 Princip stříhání stříhadly [8]

1 – střížník, 2 – střížnice, 3 – materiál

Aby se trhliny stříhaného materiálu střížníku a střížnice potkaly a došlo tak k hladkému oddělení, je mezi střížníkem a střížnicí určitá střížná vůle. Střížná vůle v by měla být velká tak, aby se za optimálních střížných podmínek získala co nejčistší plocha. Střížná vůle se pohybuje okolo 5 až 12% tloušťky materiálu. [8.9]

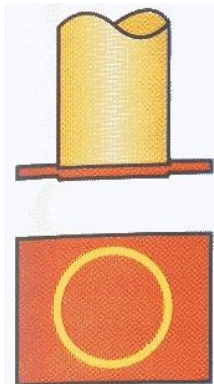
3.2 Rozdělení stříhání

Stříhání se rozděluje na 4 typy, a to podle konstrukce nože (střížníku): [9]

3.2.1 Stříhání rovnoběžnými noži

Plech se stříhá najednou po celé šířce, díky čemuž dochází k nárůstu a poklesu síly. Průběh střížné síly není vhodný. Veliký nárůst a pak následující vysoký pokles, když se materiál přetrhne má za příčinu rázy v mechanismu, které bývají nebezpečné pro kalené součásti stroje.

K tomuto typu stříhání (obr. 11) se používá střížný nástroj, který se musí skládat ze střížníku a střížnice, u kterých musí být střížná vůle. A to z toho důvodu, že nemůže být sestaven nástroj bez střížné vůle z hrozby havárie. [9,10]

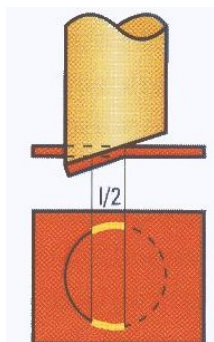


Obr. 11 Rovnoběžný nůž (střížník) [9]

3.2.2 Stříhání skloněnými, šikmými noži

Plech je stříhán postupně, ne po celé šířce jak je to zvykem u rovnoběžných nožů. Sklon nože bývá v rozmezí 1 až 5° kvůli podmínce samosvornosti a aby stříhaný materiál neujížděl pře nožem.

Pro tento typ stříhání (obr. 12) nože svírají při stříhání určitý úhel naklonění. Velkou výhodou u tohoto stříhání je, že se o dost zmenší potřebná střížná síla, v porovnání se stříháním rovnoběžnými noži.

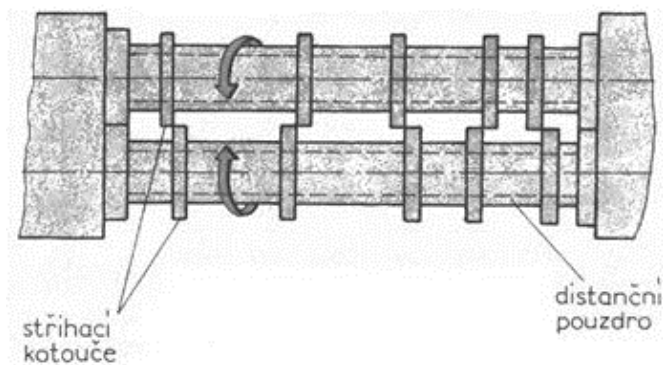


Obr. 12 Šikmý nůž (střížník) [9]

Stříhadla, které mají zkosení, se používají, pokud je potřeba zmenšit střížnou sílu, která je větší než síla lisu. Jednostranné zkosení střížníku se využívá nejčastěji pro nastříhování. Pro vystříhování se používají střížníky nebo střížnice se zkosením oboustranným, kde je výrobek rovný a odpad ohnutý. [9,10]

3.2.3 Stříhání kotoučovými noži

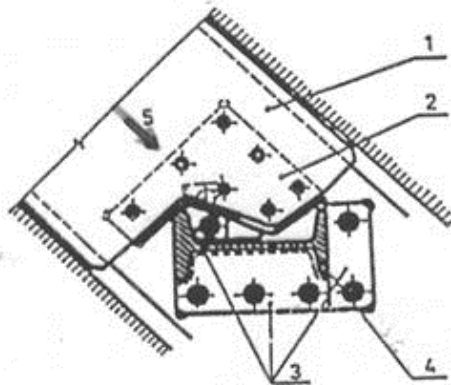
Pro podélné stříhání dlouhých plechů nebo pásů se sestavují kotoučové nůžky (obr. 13). Nože se u tohoto střížného nástroje odvalují. Využitím kotoučových nožů se sice prodlužuje čas stříhu, ale za to se snižují rázy při stříhání. Pro křivkové stříhání je potřeba průměr kotoučových nožů zvolit tak, aby byl co nejmenší. Maximální tloušťka u materiálu se pohybuje okolo 10 mm. [9]



Obr. 13 Kotoučové nůžky [9]

3.2.4 Stříhání noži na profily a tyče

Poměrně často je také potřeba stříhat materiál profilový, čtvercový, kruhový atd. (obr. 14). Příčný průřez funkčních částí nástrojů bývá u všech případů zhruba beze změny. Bude se měnit pouze tvar dle účelu stříhu.

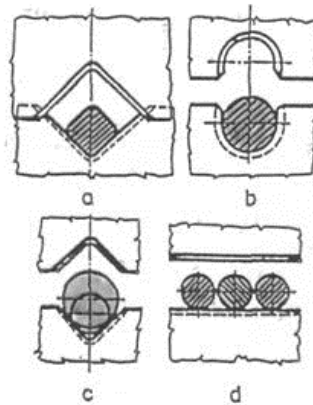


Obr. 14 Nože na stříhání profilů [9]

1 – střížník, 2 – pohyblivý nůž, 3 – pevný nůž, 4 – stříhaný profil, 5 – směr pohybu nože

U stříhání profilového materiálu platí zásada, že tloušťka, která je přestříhována musí být v každém okamžiku podobně stejná. Díky této zásadě se pak může přizpůsobit obrys nože, který se bude pohybovat. Tvary nožů na stříhání profilů jsou různé (obr. 15) jak na stříhání čtvercových profilů, tak i na stříhání kulatin.

Trubky se stříhají tak, aby se co nejméně zdeformovaly. Pohyblivá část má většinou tvar oblouku, který je zakončen špičkou, která probodne trubku jako první. [9]




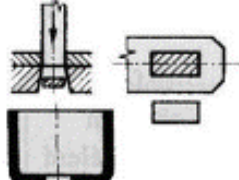
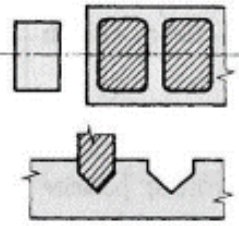
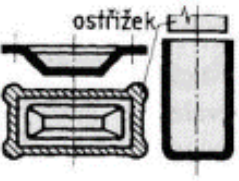
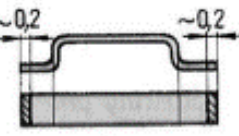

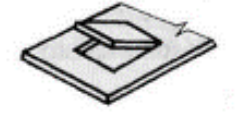
Obr. 15 Nože na čtvercové a kruhové materiály [9]

- a – čtvercový průřez, b – kruhový průřez, kruhový průřez s rozdílným průměrem,
- d – kruhový průřez kde povolena deformace profilu

3.3 Základní operace stříhání a jejich přehled

Základní operace stříhání (obr. 16), které jsou dány podle normy ČSN 22 6001 se nazývají lisovací technika. Kovové materiály či polotovary se zpracovávají stříháním nebo tvářením, aby se z nich udělal finální polotovaz nebo výrobek. [8]

Skupina	Název práce	Charakteristika operace	Vyobrazení	Název nástroje	Název výrobku
Profilové tvářením – oddělování materiálu Stříhání	Pro-trhávání	Protržení materiálu pro vytváření hrotů, děr, výstupků		Pro-trhávadlo	Výstřižek

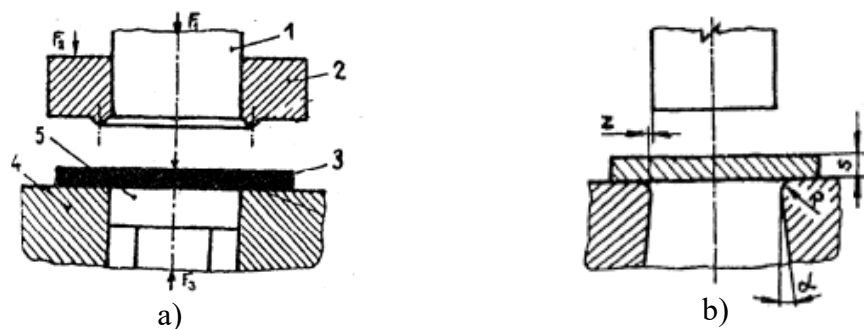
Skupina	Název práce	Charakteristika operace	Vyobrazení	Název nástroje	Název výrobku
Plošné tváření – oddělování materiálu Stříhání	Prosté stříhání	Rozdělování materiálu, např. pásů, tabulí, tyčí		Nůžky, stříhadlo	Výstřižek
	Děrování	Vytváření děr různých tvarů. Vystřižená část tvoří odpad		Děrovadlo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

Obr. 16 Přehled základních operací stříhání [11]

3.3.1 Technologie přesného stříhání

Přesným stříháním se rozumí souhrn variant stříhání plechů nebo pásů pomocí stříhadel, díky kterým lze dosáhnout hladké střížné plochy, která je kolmá k rovině plechu a je součástí vyrobené v rozměrových přesnostech v rozmezí IT6 až IT9. Toleranční stupeň přesnosti IT6 je pro tloušťku plechu 0,5 až 1 mm a pro IT9 je to tloušťka větší než 6 mm. Tato technologie stříhání je ekonomicky výhodná jen u minimální výrobní sérii 40 000 kusů součástí. Pro přesné stříhání se používají součásti, které mají velké procento odpadu a musí se na nich dělat dokončující operace (vystružování, protahování, broušení atd.). Existuje několik variant přesného stříhání:

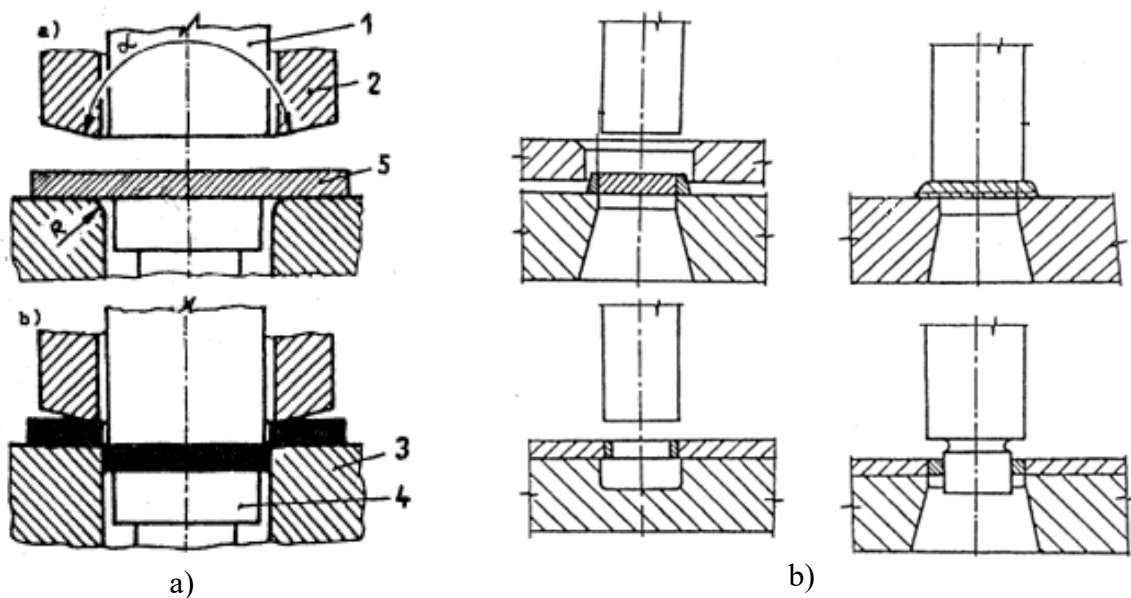
- Stříhání s tlačnou hranou (obr.17) – než dojde ke stříhání, je stříhaný plech je nejdříve sevřen mezi přidržovač a střížnici. Do plechu se tak zaryje tlačná hrana a pak se začne stříhat.
- Stříhání se zaoblenou střížnou hranou (obr. 17) – princip varianty je v tom, že se zabrání vzniku trhlin u stříhaného plechu. Zabrání se tomu díky zaoblení hrany na střížnici nebo střížníku. Doporučené zaoblení je $R = (0,15 - 0,20)$.



Obr. 17 a) stříhání s tlačnou hranou, b) stříhání se zaoblenou střížnou hranou [12]

- a) 1 – střížník, 2 – přidržovač s tlačnou hranou, 3 – plech, 4 – střížnice, 5 – vyhazovač
b) z – střížná vůle, s – tloušťka plechu, R – poloměr, α – úhel sklonu

- Přistříhování (obr. 18) – cílem varianty je dosažení co největší přesnosti a kvality povrchu stříhané plochy bez výskytu mikrotrhlinek. Dosáhne se toho díky oddělování malých kousků třísek kovu střížné plochy.
- Stříhání se zkoseným přidržovačem (obr. 18) – používá se velice málo. Přidržovač je zkosený a vyvozuje dvojosý stav napjatosti během stříhání. Úhel přidržovače bývá $178^\circ 30'$. Poloměr střížné hrany je $R \leq 0,01$ mm. [12]



Obr. 18 a) stříhání se zkosným přidržovačem, b) způsoby přistříhování [12]

a) a – výchozí poloha, b – konečná poloha, 1 – střížník, 2 – přidržovač, 3 – střížnice,
4 – vyhazovač, 5 – plech, R – poloměr, α – úhel přidržovače

3.4 Stříhadla

Stříhadla jsou nástroje, na kterých se provádí proces stříhání, kde střížník v horní pozici koná pohyblivý pohyb a střížnice v dolní pozici je upevněna nepohyblivě. Tyto dvě části nástroje mohou být oddělené nebo jsou součástí náradí s vedením přesného pohybu proti sobě tzv. stříhadla.

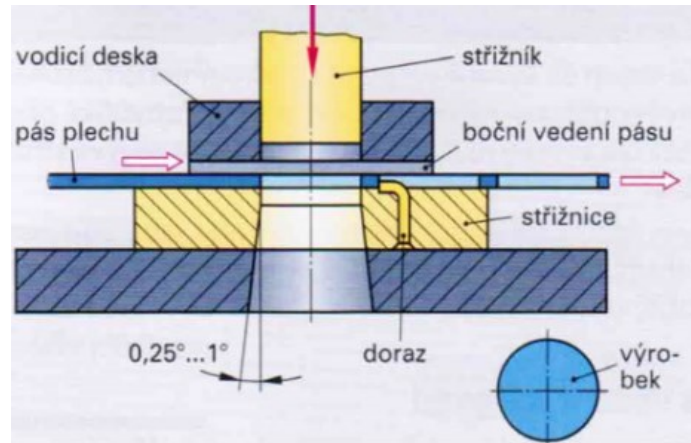
Stříhadla a jejich postupy se rozdělují podle těchto parametrů:

- Jednoduchá a postupová stříhadla – podle počtu zdvihů lisu pro jeden výrobek
- Sloučená stříhadla – když je vystříhován současně vnitřní i vnější tvar výrobku [13]
- Sdružená stříhadla – sdružují se různé operace, které probíhají v tomto typu stříhadla (děrování, stříhání a ohýbání). To se děje ve dvou fázích. [8]

3.4.1 Jednoduchá stříhadla

Tyto stříhadla (obr. 19) mohou provádět zároveň jen jednu funkci, buďto pouze děrování nebo pouze vystříhování. Dají se navrhnout jako řízená nebo neřízená sestava. [14]

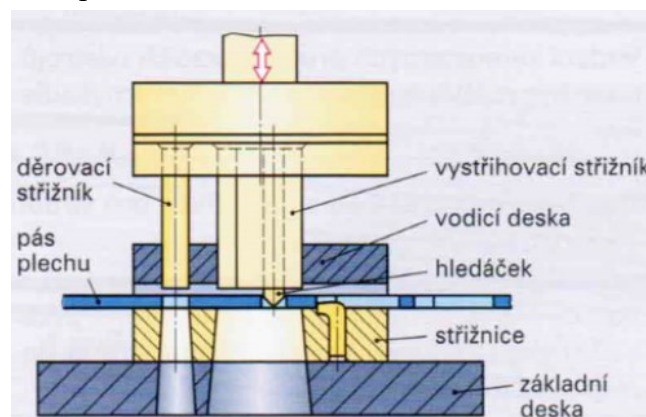
Po vystřížení se pomocí střížníku zvedne plechový pás nad úroveň dorazu a díky tomu se plech posune přes úroveň dorazu. Až se střížník vytáhne z plechu, plech opět klesne na střížnici a při určitém pohybu se zarazí v další poloze. [13]



Obr. 19 Jednoduché stříhadlo [13]

3.4.2 Postupové stříhadla

Oproti jednoduchému stříhadlu se u postupového stříhadla (obr. 20) může v určitých případech provádět více operací.



Obr. 20 Postupové stříhadlo [13]

Jestliže má výrobek ve svojí struktuře otvory, tak se nejdříve prvním stříhem vyděrují otvory až v druhé fázi se vystříhne obvod nebo obrys výrobku (obr. 21). [14]



Obr. 21 Postup stříhání na postupovém stříhadle [15]

1 – výrobek, 2 – odpad, 3 – první operace (děrování), 4 – pás plechu

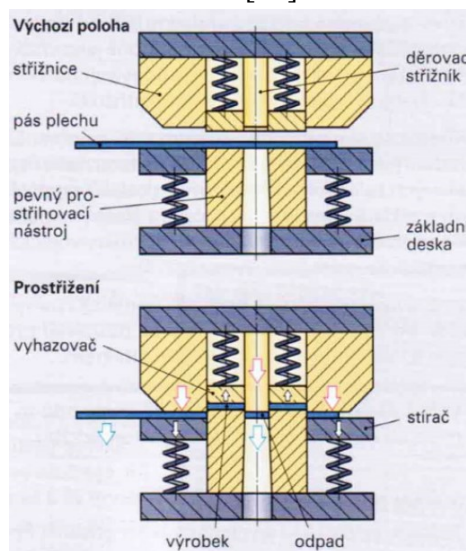
Postupové stříhadla obsahují více jak jeden střížník. Pro tento výrobní postup je zapotřebí udržení velmi přesného posuvu plechového pásu, což je zajištěno hledáčkem. [13]

3.4.3 Sloučená stříhadla

Používají se pro výrobu dílů přesných rozměrů s velice malou tolerancí u velikých výrobních sérií (obr. 22).

Dva stříhy se provádí najednou ve stejné poloze díky jednomu zdvihu. Všechny tři střížné nástroje musí být nastaveny ve správné poloze a také být dobře zajištěny. Nástroje jsou slícovány s malou vůlí a jsou vedeny přesně a stabilně. V horní části stříhadla se nacházejí střížníky otvorů a střížnice vnějšího tvaru výrobku. Ten je při stříhu vtlačen spodním nástrojem mezi dva horní nástroje, čímž dojde ke zdvihu a výrobek je za pomoci vyhazovače vytlačen ven.

Funkci vodících desek nahrazují vyhazovače, které vedou horní otvor střížníku. Proto se musí udělat přesné slícování s horní střížnicí. [13]



Obr. 22 Sloučené stříhadlo [13]

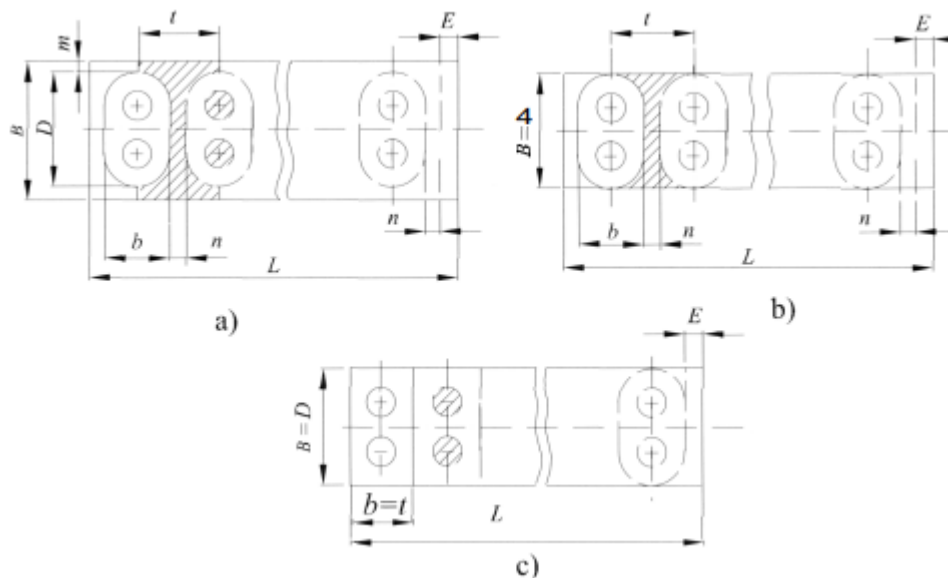
3.5 Využití a hospodárnost materiálu

Jelikož je hlavní částí nákladů pro výrobu vystřihované součásti materiál, tak je jeho využití z hospodářského hlediska nanejvýš důležité. Relativní poloha polotovarů na materiálu, s kterým pracujeme, by měla být pečlivě rozložena, aby nedocházelo ke zbytečnému odpadu stříhaného materiálu. Pro největší využití materiálu je potřeba si úkon správně naplánovat a rozvrhnout.

Nejlepším kritériem pro odhad využití materiálu a správné hospodárnosti je posouzení procenta zmetkovitosti (odpadu). Dobrým pravidlem, které se u využití materiálu používá a je zapotřebí jej dodržovat, je rozmístit výstřižky tak, aby bylo využito alespoň 70–80% plochy plechového pásu. [16]

3.5.1 Rozvržení odpadu pásu

Obecně existují tři typy rozvržení odpadu pásu. První typ používá hodnoty n a m (obr. 23 varianta a). Druhý typ používá hodnoty n a $m = 0$ (obr. 23 varianta b). Třetí používá hodnoty $n = 0$ a $m = 0$ (obr. 23 varianta c). Rozvržení odpadu pásu je dobrý začátek při navrhování výstřižků. [16]



Obr. 23 Využití a hospodárnost materiálu

a) $m > 0$; $n > 0$, b) $m = 0$; $n > 0$, c) $m = 0$; $n = 0$ [16]

3.5.2 Nástřihový plán

Je určitým způsobem rozmístění stříhaných výrobků na daném polotovaru (tabuli, pásu plechu). Nástřihový plán se používá především za tím účelem, aby se maximálně využil materiál a aby se dalo snadně manipulovat při vystřihování, a aby se zlepšili podmínky u ostatních technických požadavků.

V sériové nebo hromadné výrobě je požadováno používat plech ve svitcích, a díky tomu se dá automatizovat jeho podávání. Při menších sériích, který hutní podnik nedodává ve svitcích, se používají plechové tabule, které jsou stříhány na plechové pásy. [17]

Základní zásady při konstrukci optimálního nástřihového plánu:

- Výstřižky, které mají kruhové obrysy nejsou moc vhodné, vhodnější jsou výstřižky, které mají rovnoběžníkové tvary.
- Seskupení výstřižků (tab. 1) - u každého typu je uvedena varianta s přepážkou a bez ní.
- Stříháním více různých součástí na jeden zdvih se také docílí ke zvýšení využití materiálu.
- U větších sérií je možné požívat více střižníků, které mají stejný tvar. Pak lze vystřihnout větší počet výstřižků stejného tvaru za pomoci jednoho zdvihu beranu. [17]

Tab. 1 Základní způsoby seskupení výstřižků [17]

Typ stříhu	Nástřihový plán	
	s přepážkou	bez přepážky
přímý		
jednořadý		
víceřadý		
šikmý		
vstřicný přímý		
vstřicný šikmý		

Přepážka mezi výstřižky je až nutností. Šířku učíme ze závislosti na tloušťce plechu, tvaru výstřižku, druhu materiálu a způsobu podávání.

U postupových nástrojů lze přepážku díky použití klešťového nebo válečkového podávání změnit. Její velikost musí mít určitou minimální hodnotu, a to z důvodu, aby se při stříhání jedné součásti nezpůsobila deformace sousedící součásti na nástřihovém plánu a aby se pás plechu nebortil a zůstal dostatečně tuhý při průchodu nástrojem.

Hospodárnost nástřihového plánu lze vyjádřit pomocí vzorce: [17]

$$\eta = \frac{S_v}{S_p} \cdot 100 [\%] \quad (1)$$

Kde: η - součinitel využití materiálu

S_v – poloměr plochy rozmístěných výstřižků

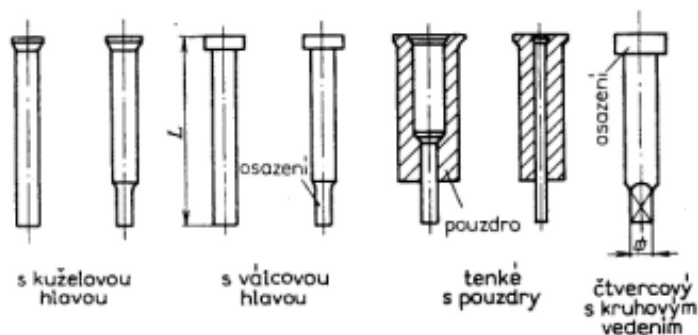
S_p – plocha polotovaru

3.6 Střížník

Tvar střížníku (obr. 24) závisí na tom, jaký má tvar výstřižek. Mezi základní požadavky patří, aby byli dostatečně tuhé a kolmě upevněné. Střížník se upevňuje buď hned ve smýkadle lisu anebo na kotevní desce. Střížníky, které jsou normalizované mohou být bez hlavy anebo s hlavou (kuželovou nebo válcovou). Jsou vyráběny z nástrojové oceli a vyžadují kvalitní tepelné zpracování.

Střížník se do kotevní desky upíná buď roznýtováním, osazením nebo nákrůžky. Střížníky větších velikostí mohou mít patky a upevněny šrouby nebo kolíky.

Pevnost střížníků, které jsou tenké, se zvětší osazením jen krátké části, která je funkční nebo za pomoci pouzdra. Střížníky, které jsou osazené, jsou jednodušší pro výrobu a lépe lícují v upínací i vodící desce. Takový střížník, který má jednoduchý tvar a větší rozměry se vyrábí jako průběžný. [18]



Obr. 24 Typy střížníků [18]

3.7 Strižnice

Obvykle to bývá nejdražší funkční částí strižného nástroje. Mají obdélníkový tvar nebo občas čtvercový a málo kdy kruhový. Rozměr strižnice je závislý na rozměru výstřižku.

Výška by neměla být menší než 15 mm. Nejčastěji se určuje podle největší šířky strižného otvoru ve směru tak, aby byl kolmý na směr pohybu plechového pásu.

Délka strižnice se dá určit podle konstrukčního návrhu nástroje, rozhoduje rozmístění stříhů, šroubů, kolíků a dorazů. Vzdálenost mezi strižným otvorem a okrajem strižnice by neměl být menší než 30 mm.

Pro velké výstřižky se vyrábí strižnice z levnější oceli z důvodu úspory, ale řezné hrany jsou navrženy z kvalitní nástrojové oceli a jsou kaleny nebo nitridovány. [18]

3.8 Materiál strižných nástrojů

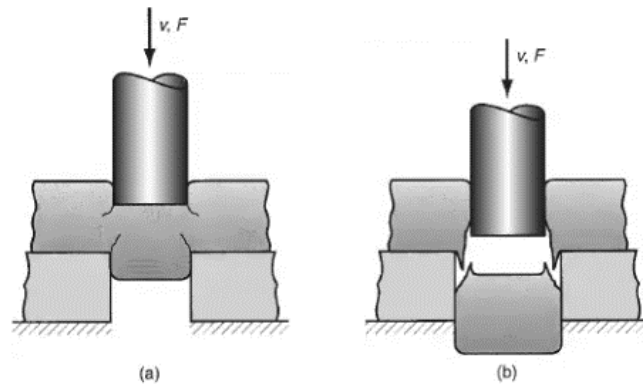
Na materiálu funkčních částí, a ještě na postupu tepelného zpracování závisí hospodárnost a otázka ekonomičnosti stříhání. Materiál, který se vybírá pro funkční nástroje u stříhání je závislý na řadě věcí (typu nástroje, zpracování materiálu, počtu kusů). [19]

3.8.1 Rozdělení nástrojových ocelí

- Nástrojové nelegované oceli – využívá se především pro ruční nástroje. Pro strojní obrábění jsou používány jen zřídka. Neobsahují legovací prvky a jejich vlastnosti jsou určeny obsahem uhlíku. Nejvíce se používají nadeutektoidní oceli s obsahem uhlíku od 1,0 – 1,35 %, které mají dostatečně odpovídající tvrdost a houževnatost. Oceli s obsahem uhlíku do 1,5 % mají vysokou tvrdost, ale naopak jsou velice málo houževnaté. [20]
- Nástrojové legované oceli – mají vysokou prokalitelnost a vyšší tvrdost (60–64 HRC) a nižší pokles tvrdosti s teplotou. Jsou legovány chromem, vanadem a wolframem. Legující prvky nepřesahují obvykle 3 až 5 %. [19]
- Rychlořezné oceli – svým vysokým obsahem wolframu by měly patřit mezi wolframové oceli. Kvůli odlišnostem ve vlastnostech byly však zařazeny do svojí skupiny. Obsahují karbidotvorné kovy (wolfram, chrom, vanad a molybden) a nekarbidotvorný kobalt. Obsah uhlíku je méně než 1 %. [20]

3.9 Střížná vůle

Střížná mezera se nachází mezi noži anebo mezi střížníkem a střížnicí a dost podstatně ovlivňuje jakost střížné plochy, velikost střížné síly a trvanlivost nástroje. Díky tomu, že se správně zvolí střížná mezera tak se tím zajistí, že trhliny, které během stříhání vznikají, se setkají a dojde ke správnému usmýknutí stříhané plochy (obr. 25).



Obr. 25 Vliv střížné mezery z na kvalitu střížné plochy [22]

a – malá střížná mezera, b – velká střížná mezera

Velikost mezery závisí na tloušťce a druhu stříhaného materiálu. Optimální střížná mezera je taková, že kvalitní střížné plochy se dá dosáhnout při nejmenší střížné síle. Velikost mezery je okolo 3–20 % tloušťky plechu.

Velikost střížné mezery můžeme vypočítat z těchto vztahů: [21]

Pro plechy o tloušťce do 3 mm:

$$z = c \cdot s \cdot \sqrt{0,1 \cdot R_{ms}} \quad [\text{mm}] \quad (2)$$

Pro plechy o tloušťce nad 3 mm (10–12 mm):

$$z = (1,5 \cdot c \cdot s \cdot 0,0015) \cdot \sqrt{0,1 \cdot R_{ms}} \quad [\text{mm}] \quad (3)$$

Kde: z – střížná mezera

c – koeficient závislý na druhu stříhání. Volitelné rozmezí 0,005 – 0,035.

R_{ms} – pevnost materiálu ve stříhu [MPa]

s – tloušťka plechu [mm]

3.10 Střížná síla a práce

Střížná síla je ve všech okamžicích stříhání určena součinem dvou proměnných veličin a ty jsou stříhaná plocha a pevnost ve stříhu. [21]

3.10.1 Střížná síla

Odhady střížné síly jsou důležité, protože se podle nich určuje velikost potřebného lisu. Střížná síla při zpracování plechu může být určena ze vztahu:

$$F = S \cdot t \cdot L \quad [N] \quad (4)$$

Kde: S – pevnost plechu ve smyku [MPa]

t – tloušťka stříhaného plechu [mm]

L – délka stříhané hrany [mm]

Při vysekávání, děrování a dalších podobných operací je hodnota L obvodová délka polotovaru nebo vyřezávaného otvoru. [23]

3.10.2 Střížná práce

Střížná práce, která probíhá ve stříhadlech při stříhání se určí z výpočtového vztahu: [21]

$$A = m_s \cdot F_{max} \cdot s \quad [J] \quad (5)$$

Kde: m_s – koeficient závislý na druhu a tloušťce materiálu (tab. 2)

F_{max} – maximální střížná síla [N]

s – tloušťka stříhaného materiálu [mm]

Tab. 2 Hodnoty koeficientu m_s [-] pro výpočet střížné práce [21]

Stříhaný materiál	Tloušťka stříhaného materiálu s (mm)			
	do 1	1 až 2	2 až 4	nad 4
ocel měkká ($R_m = 250 \div 350$ MPa)	0,65 ÷ 0,70	0,60 ÷ 0,65	0,50 ÷ 0,60	0,35 ÷ 0,50
ocel středně tvrdá ($R_m = 350 \div 500$ MPa)	0,55 ÷ 0,60	0,50 ÷ 0,55	0,40 ÷ 0,50	0,30 ÷ 0,40
ocel tvrdá ($R_m = 500 \div 700$ MPa)	0,42 ÷ 0,45	0,38 ÷ 0,42	0,33 ÷ 0,38	0,20 ÷ 0,33
Al, Cu (žíhané)	0,70 ÷ 0,75	0,65 ÷ 0,70	0,55 ÷ 0,65	0,40 ÷ 0,55

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍLE PRAKTICKÉ ČÁSTI

Cílem bakalářské práce je návrh postupového střížného nástroje pro výrobu reklamního předmětu tvaru klíče, s možností změny loga dle požadavků zákazníka. Pro realizaci práce:

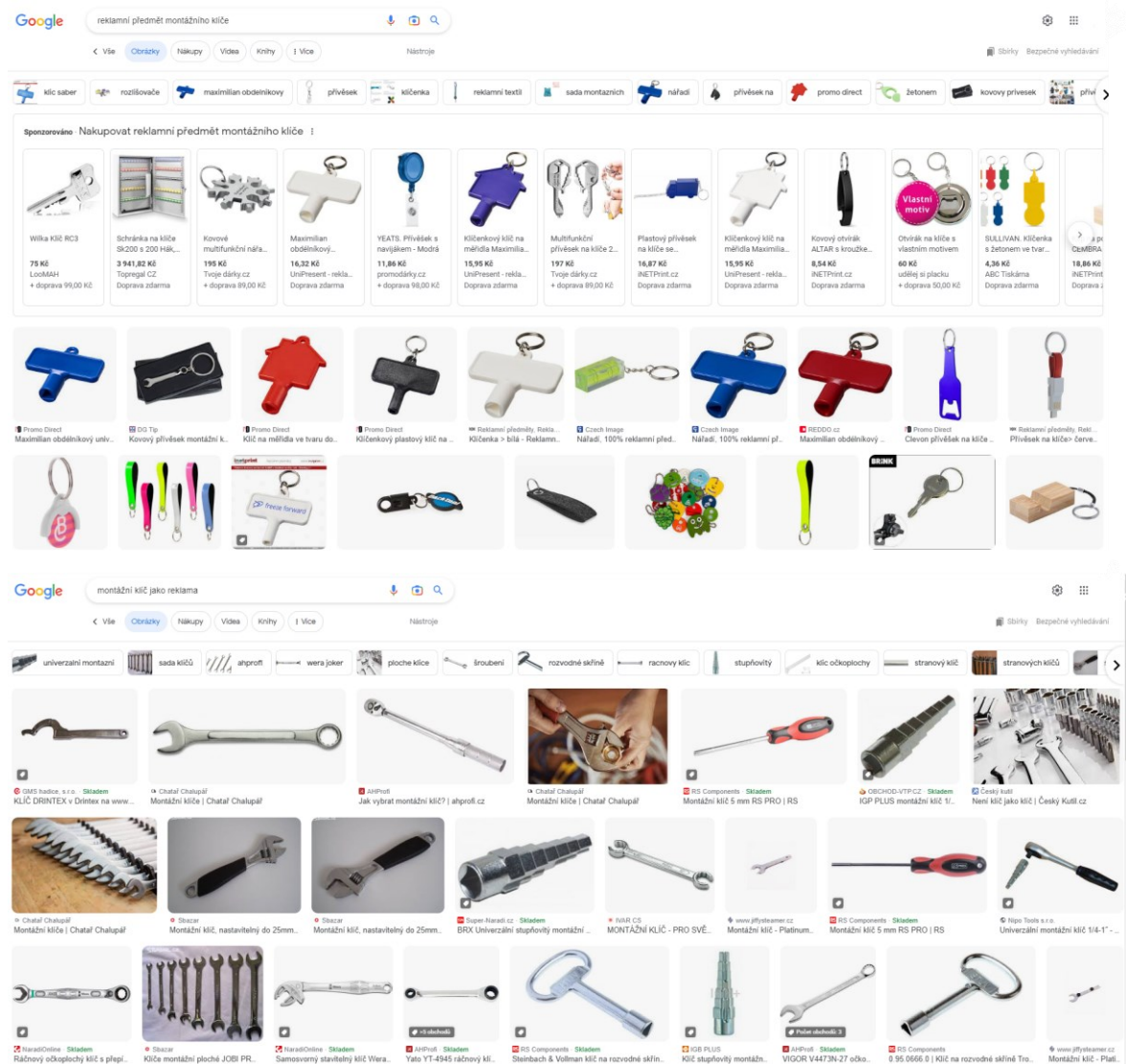
- Navrhnout technologii a postup operací pro postupový střížný nástroj.
- Provést návrhové a kontrolní výpočty.
- Navrhnout konstrukci postupového střížného nástroje včetně technologických hledisek.
- Vypracovat úplnou výkresovou dokumentaci k navrženému nástroji.

5 ZADÁNÍ REKLAMNÍHO PŘEDMĚTU

Mezi prvními kroky se musí provést průzkum trhu z da se zadaný reklamní předmět neshoduje s nějakou podobností na trhu. Dále se musí zajistit odstranění ostrých hran na vystřiženém výstrižku. Musí se také navrhnout design reklamního předmětu. Pro tento případ se zvolila varianta umístění nápisu a loga na vystřižený výstrižek.

5.1 Průzkum trhu

Dle průzkumu se nenašel žádný produkt, který by se shodoval nebo zastupoval ideologii vyrobeného zadaného reklamního předmětu (obr. 26)



Obr. 26 Vyhledávání podobností reklamního předmětu

5.2 Zaoblení ostrých hran

Zaoblení hran se provede pomocí technologie omílání. Tato technologie se používá pro širokou škálu technologických procesů. V tomto případě to bude zaoblení vzniklých ostrých hran po stříhání. Výstřížek je vložen do omílacího přístroje, kde bude docházet k vzájemnému pohybu výstřížku s omílacími tělíska. Výsledkem bude kompletně zaoblený vystřižený tvar, který bude připraven na výrobu loga a nápisu.

5.3 Výroba nápisu

Aby vystřižený klíč splňoval podstatu reklamního předmětu musí něčemu reklamu dělat. V tomto případě se zvolil nápis a logo fakulty UTB (Univerzita Tomáše Bati) fakulta technologická (obr. 27). Po výrobě loga s nápisem budeme mít hotový reklamní předmět.



Obr. 27 Nápis s logem

5.4 Výroba nápisu

Na výstřížek se vyrobí nápis s logem pomocí technologie gravírování. Gravírování je technologie, která za pomoci laseru a odebíráním materiálu dokáže na polotovar vyhotovit zadaný nápis s logem. Nápis bude umístěn na rukojeti výstřížku (obr. 28) a logo a nápis vyznačený černou barvou se vygravíruje dovnitř výstřížku do hloubky 1 mm.



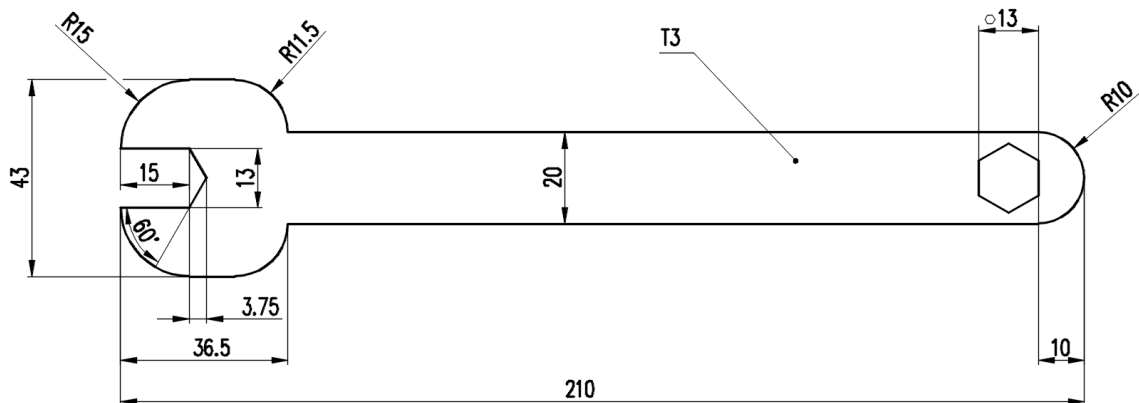
Obr. 28 Umístění nápisu a loga na výstřížek

6 NÁVRH VÝSTŘIŽKU A NÁSTŘIHOVÉHO PLÁNU

Pro navržení výstřížku je potřeba znát jeho rozměry, dále z jakého materiálu bude výstřížek vystřihován a kolik je potřeba zhotovit kusů. Všechny tyto informace jsou obvykle zadány zákazníkem. Tato práce zhotovuje výstřížek ve tvaru montážního klíče s drážkou a dírou pro šroub nebo matici.

6.1 Výstřížek

Výstřížek (obr. 29) bude vystřihnout ve tvaru montážního klíče pro šroubování šroubů. Celková délka výstřížku je 210 mm a maximální šířka je 43 mm. Drážka s dírou jsou vytvořeny ve velikosti 13 mm. Výstřížek bude mít tloušťku 3 mm podle zvoleného plechu.

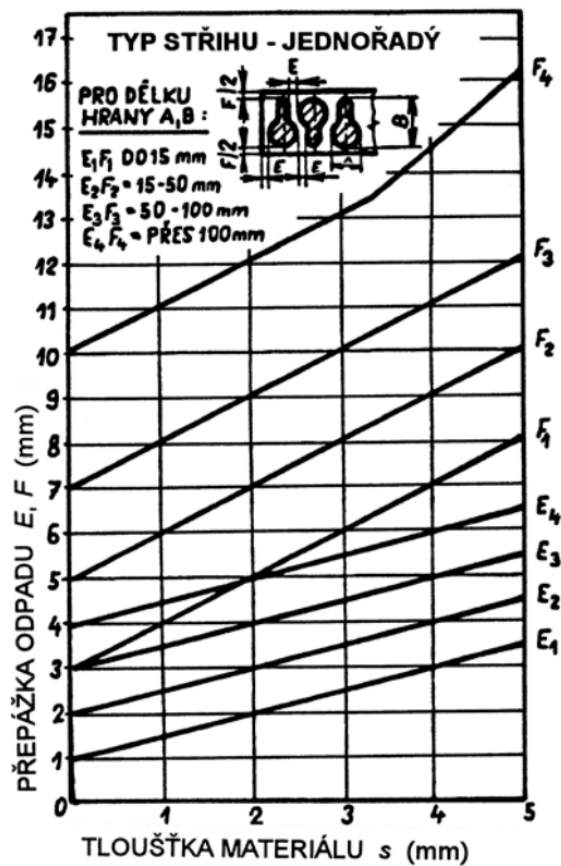


Obr. 29 Rozměry [mm] a tvar výstřížku

Materiál je ocel značky 11 373 u které je rozmezí tloušťky plechu 3-16 mm. Polotovarem je tabule plechu vyhotovená válcováním za tepla, která se dodá v rozměrech 1000x1500 mm a tloušťce 3 mm.

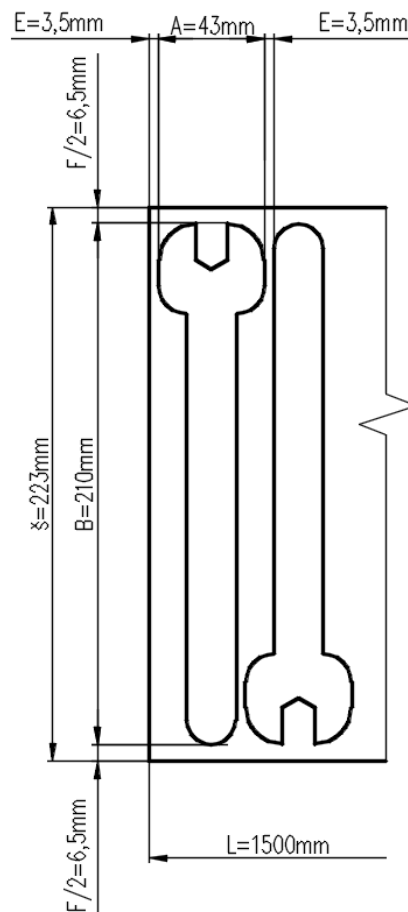
6.2 Návrh nástřihového plánu

Tabule plechu bude rozdělena na 4 pásy o rozměrech 223x1500 mm. Z jednoho pásu se dá vystřihnout 32 kusů. Ze 4 pásů lze celkově vystřihnout 128 kusů. Pro vystřihnutí co nejvíce kusů výstřížků z pásu je zvoleno uspořádání takové, aby byl pás co nejvíce využit, což znamená, že typ stříhu je jednořadý (obr. 30). Dále se určili velikosti bočních odpadů a přepážky, které se volí podle tloušťky zvoleného materiálu a rozměrech výstřížku (obr.30). Po získání všech těchto potřebných údajů se navrhne nástřihový plán, podle kterého se bude pokračovat dále (obr. 31).



Obr. 30 Diagram pro určení velikosti můstků a bočního odpadu

Velikost můstku E se určí z rozměru A, který je v tomto případě maximální šířka výstřižku $A = 43$ mm a nachází se v rozmezí $E_2, F_2 = 15-50$ mm a tloušťka materiálu je $s = 3$ mm. Velikost můstku se zvolí $E = 3,5$ mm. Velikost bočního odpadu $F/2$ se určí z rozměru B, který zastupuje maximální délku výstřižku $B = 210$ mm a nachází se v rozmezí $E_4, F_4 =$ přes 100 mm a tloušťka materiálu je opět 3 mm. Velikost bočního odpadu se zvolí $F = 13$ mm.



Obr. 31 Nástřihový plán

L – délka pásu [mm]

š – šířka pásu [mm]

F/2 – velikost bočního odpadu [mm]

E – velikost přepážky [mm]

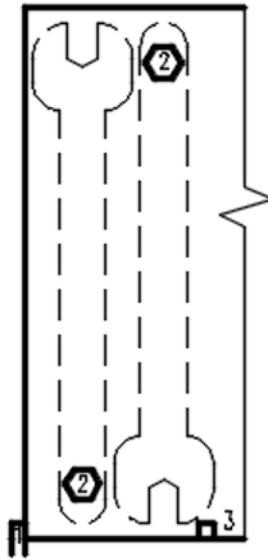
A – maximální šířka výstřižku [mm]

B – maximální délka výstřižku [mm]

6.2.1 Postup vystřihování podle nástřihového plánu

1. Krok (obr. 32):

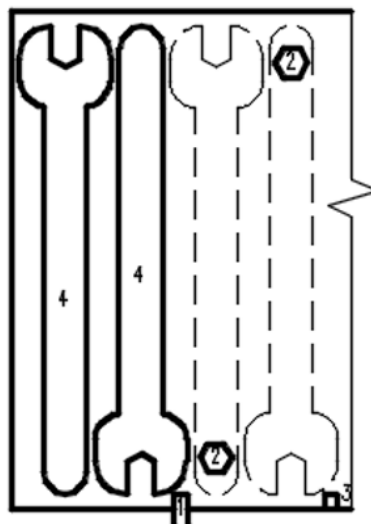
- Plech se dorazí na boční doraz (1).
- Děrují se menší tvary, šestihránná díra a drážka pro doraz (2, 3).
- Doraz se odstraní a pokračuje se krokem 2.



Obr. 32 Postup procesu krok 1.

2. Krok (obr. 33):

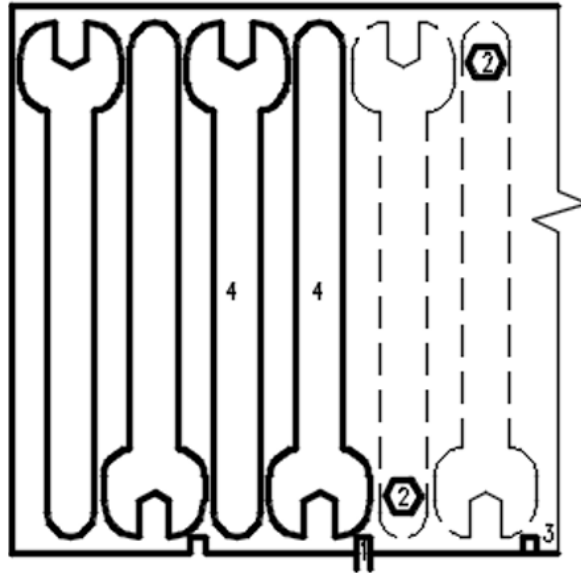
- Doraz (1) se zatlačí do vystřižené drážky pro doraz (3).
- Vystřihne se obrys součásti (4) a zároveň se děrují menší tvary (2, 3).
- Doraz se odstraní a pokračuje se krokem 3.



Obr. 33 Postup procesu krok 2.

3. Krok (obr. 34):

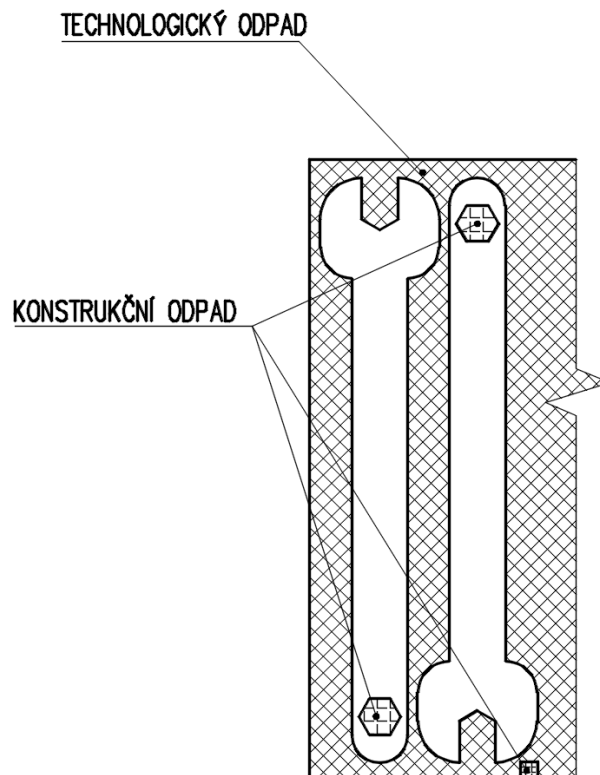
- Doraz (1) se opět zatlačí do vystřižené drážky pro doraz (3).
- Děrují a vystřihují se další obrysy výstřižku a menší tvary (2, 3, 4).
- Krok 3. se opakuje až do konce pásu.



Obr. 34 Postup procesu krok 3.

6.2.2 Odpad nástřihového plánu

Z navrženého nástřihového plánu lze určit využití pásu plechu a jeho odpad (přebytečný materiál). Jakmile dojde k vystřížení finálního výstřižku (což je využitá plocha, která se odebere), tak je zbylá plocha pásu odpad (obr. 35). Odpad se dělí na technologický a konstrukční.



Obr. 35 Odpad pásu plechu

7 VÝPOČTY

Kromě navržení výstřížku a nástřihového plánu je pro navržení postupového střížného nástroje zapotřebí vypočítat mnoho parametrů a hodnot, ze kterých se při návrhu vychází. Jsou to výpočty různých typů sil, těžišť výstřížků a součástí střížníku, střížné vůle a kontroly na tlak a vzpěr i výpočet celkového využití pásu.

7.1 Výpočet využití materiálu

Nejdříve je zapotřebí provést výpočet kusů z jednoho pásu plechu. Vychází se z tohoto výpočetního vztahu.

$$n = \frac{L-E}{A+E} = \frac{1500-3,5}{43+3,5} = 32,2 \rightarrow 32\text{ks} \quad (6)$$

n – počet kusů výstřížku [ks]

L – délka pásu [mm]

E – přepážka [mm]

A – maximální šířka výstřížku [mm]

Dále se vypočte šířka pásu (obr. 31), a to z hodnot maximální délky výstřížku a velikosti bočního odpadu. Vychází se ze vztahu.

$$\check{s} = B + 2 \cdot F/2 = 210 + 2 \cdot 6,5 = 223 \text{ mm} \quad (7)$$

\check{s} – šířka pásu [mm]

B – maximální délka výstřížku [mm]

$F/2$ – velikost bočního odpadu [mm]

U předposledního kroku při výpočtu využití materiálu je zapotřebí, aby se vypočítala plocha vystřihovaného výstřížku, a to ze vztahu.

$$S_v = \frac{\pi 15^2}{2} + \frac{\pi 11,5^2}{2} + \frac{\pi 10^2}{2} + \left((10 \cdot 43) - \frac{13 \cdot 3,753}{2} \right) + \left((175 \cdot 20) - 2 \cdot \frac{(15,011 + 7,506) \cdot 6,5}{2} \right) = 4\,477,49 \text{ mm}^2 \quad (8)$$

S_v – plocha výstřížku [mm²]

Posledním krokem je výpočet samotného využití materiálu, který vyjde takový podle toho, jak se rozvrhl nástřihový plán. Vychází se ze vzorečku součinitele využití materiálu k_{ml} který je udáván v [%].

$$k_{ml} = \frac{n \cdot S_p}{L \cdot \dot{s}} \cdot 100 = \frac{32 \cdot 4477,49}{1500 \cdot 223} \cdot 100 = 42,83\% \quad (9)$$

k_{ml} = součinitel využití materiálu [%]

7.2 Maximální střižná síla

Maximální střižná síla je taková síla, která se během procesu mění. Jde zároveň také o největší hodnotu, které se během stříhání dosáhne.

7.2.1 Výpočet teoretické střižné síly

Pro výpočet teoretické střižné síly je nejdříve potřeba zjistit všechny obvody vystřihovaných tvarů a sečíst je do jednoho celkového obvodu l . Zde jde použít vzorec pro výpočet celkového obvodu.

$$l = 2 \cdot \left(7,506 + 15 + \frac{\pi \cdot 30}{4} + 10 + \frac{\pi \cdot 23}{4} + 163,5 + \frac{\pi \cdot 20}{4} \right) + 6 \cdot 7,506 + 2 \cdot (7 + 6) = 577,72 \text{ mm} \quad (10)$$

l – celkový obvod [mm]

Další potřebná hodnota je výpočet pevnosti ve stříhu. Je nutné, aby se podle druhu materiálu tabule zvolila mez pevnosti v tahu R_m (tab. 3). Pevnost ve stříhu se vypočítá ze vzorce.

$$R_{ms} = R_m \cdot 0,8 = 440 \cdot 0,8 = 352 \text{ MPa} \quad (11)$$

R_{ms} – Pevnost ve stříhu [MPa]

R_m – mez pevnosti v tahu [MPa]

Tab. 3 Určení meze pevnosti v tahu podle materiálu

Konstrukční oceli	11 343	11 368	11 373	11 423	11 500	11 600	11 700	12 020	12 060	Slitinové oceli
Mez pevnosti v tahu R_m (MPa)	320 až 410	370 až 450	340 až 440	420 až 520	470 až 610	590 až 705	685 až 835	380 až 750	600 až 850	800 až 1 200

Výpočet teoretické sřížné síly ze vzorce.

$$F_t = R_{ms} \cdot l \cdot s = 352 \cdot 577,72 \cdot 3 = 610\,072,32 \text{ N} \quad (12)$$

F_t – teoretická sřížná síla [N]

R_{ms} – sřížný odpor [MPa]

l – celkový obvod [mm]

s – tloušťka plechu [mm]

7.2.2 Výpočet maximální sřížné síly

Maximální síla se vypočítá pomocí teoretické sřížné síly F_t a součinitele (k). Výpočet se provede ze vzorce.

$$F = F_t \cdot k = 610\,072,32 \cdot 1,5 = 915\,108,48 \text{ N} \quad (13)$$

F – Maximální sřížná síla

k – součinitel, který zahrnuje vlivy zvyšující sřížnou sílu (otupení řezných hran, zvětšení mezery mezi noži opotřebením). Nachází se v rozmezí 1,25 – 1,50.

7.3 Výpočet protlačovací a stírací síly

Síla potřebná k protlačení výstřížku se zjistí ze součinu maximální sřížné síly F a součinitele protlačování C_2 (tab. 4), který se navrhne podle navrhnutého materiálu a tloušťky plechu. Vzorec pro výpočet hodnoty protlačovací síly vychází ze vztahu.

$$F_{pr} = C_2 \cdot F = 0,05 \cdot 915\,108,48 = 45\,755,42 \text{ N} \quad (14)$$

F_{pr} – protlačovací síla [N]

C_2 – součinitel protlačování

Stírací síla je síla, která se musí vyvolat k vyjmutí sřížníku zpět do původní polohy. Dá se zjistit opět pomocí maximální sřížné síly F a součinitele stírání C_1 (tab. 4), který se určí stejně jako stírací součinitel podle navrhnutého materiálu a tloušťky plechu. Vychází se ze vztahu.

$$F_{st} = C_1 \cdot F = 0,16 \cdot 915\,108,48 = 146\,417,36 \text{ N} \quad (15)$$

F_{st} – stírací síla [N]

C_1 – součinitel stírání

Tab. 4 Hodnoty součinitelů stírání C_1 a protlačování C_2

Materiál - tloušťka		c_1	c_2
Ocel	do 1mm	0,02 až 0,12	0,005 až 0,08
	1 až 5mm	0,06 až 0,16	
	nad 5mm	0,08 až 0,20	
Mosaz		0,06 až 0,07	0,04
Slitina hliníku		0,09	0,02 až 0,04

7.4 Výpočet střížné práce

K výpočtu práce je zapotřebí znát maximální střížnou sílu F , dále tloušťku stříhaného materiálu (s) a hodnotu koeficientu m_s (obr. 36), která se volí opět podle druhu materiálu a jeho tloušťce. Pro výpočet se použije vzorec.

$$A = F \cdot s \cdot m_s \cdot 10^{-3} = 915\,108,48 \cdot 3 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} = 1\,372,66\,J \quad (16)$$

A – střížná práce [J]

m_s – koeficient pro výpočet střížné práce

Stříhaný materiál	Tloušťka stříhaného materiálu s (mm)			
	do 1	1 až 2	2 až 4	nad 4
ocel měkká ($R_m = 250 \div 350$ MPa)	0,65 ÷ 0,70	0,60 ÷ 0,65	0,50 ÷ 0,60	0,35 ÷ 0,50
ocel středně tvrdá ($R_m = 350 \div 500$ MPa)	0,55 ÷ 0,60	0,50 ÷ 0,55	0,40 ÷ 0,50	0,30 ÷ 0,40
ocel tvrdá ($R_m = 500 \div 700$ MPa)	0,42 ÷ 0,45	0,38 ÷ 0,42	0,33 ÷ 0,38	0,20 ÷ 0,33
Al, Cu (žíhané)	0,70 ÷ 0,75	0,65 ÷ 0,70	0,55 ÷ 0,65	0,40 ÷ 0,55

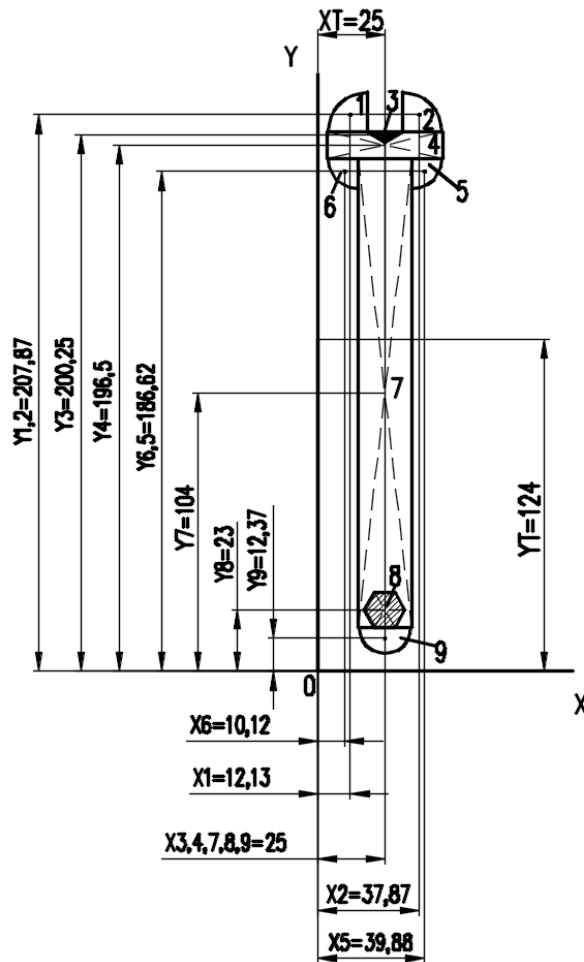
Obr. 36 Hodnoty koeficientu m_s

7.5 Výpočty těžišť

Především je nutno provést výpočet těžiště stopky a najít její pozici ve střížném nástroji. Pomocí stopky se střížný nástroj upíná do beranu lisu. Před výpočtem těžiště stopky je nutné, aby se zjistily polohy těžišť všech vystřihovaných tvarů.

7.5.1 Výpočet těžiště výstřížku

Výstřížek se rozdělí do 9 menších geometrických tvarů a vypočítají se plochy všech 9 tvarů. Je potřeba zjistit X a Y souřadnice těžiště každého tvaru (obr.37). Začátek souřadnicového systému se umístil do levého spodního rohu pásu plechu.



Obr. 37 Těžiště výstřížku

Vzorec pro výpočet plochy $S_{1,2}$ čtvrt kruhu.

$$S_{1,2} = \frac{\pi r^2}{4} = \frac{\pi \cdot 15^2}{4} = 176,71 \text{ mm}^2 \quad (17)$$

S_{1-9} – obsah neboli plocha daného tvaru [mm^2]

Vzorec pro výpočet plochy S_3 trojúhelníku.

$$S_3 = \frac{a \cdot v_a}{2} = \frac{13 \cdot 3,753}{2} = 24,4 \text{ mm}^2 \quad (18)$$

Vzorec pro výpočet plochy S_4 obdélníku.

$$S_4 = a \cdot b = 43 \cdot 10 = 430 \text{ mm}^2 \quad (19)$$

Vzorec pro výpočet plochy $S_{5,6}$ čtvrt kruhu.

$$S_5 = \frac{\pi r^2}{4} = \frac{\pi \cdot 11,5^2}{4} = 103,87 \text{ mm}^2 \quad (20)$$

Vzorec pro výpočet plochy S_7 obdélníku.

$$S_7 = a \cdot b = 175 \cdot 20 = 3\,500 \text{ mm}^2 \quad (21)$$

Vzorec pro výpočet plochy S_8 šestihranu.

$$S_8 = 2 \cdot \frac{(a+c) \cdot v}{2} = (15,011 + 7,506) \cdot 6,5 = 146 \text{ mm}^2 \quad (22)$$

Vzorec pro výpočet plochy S_9 půl kruhu.

$$S_9 = \frac{\pi r^2}{2} = \frac{\pi \cdot 10^2}{2} = 157,08 \text{ mm}^2 \quad (23)$$

Těžiště výstřížku se zjistí z výpočtu souřadnic X_{Tv} (poloha těžiště v x směru) a Y_{Tv} (poloha těžiště v y směru).

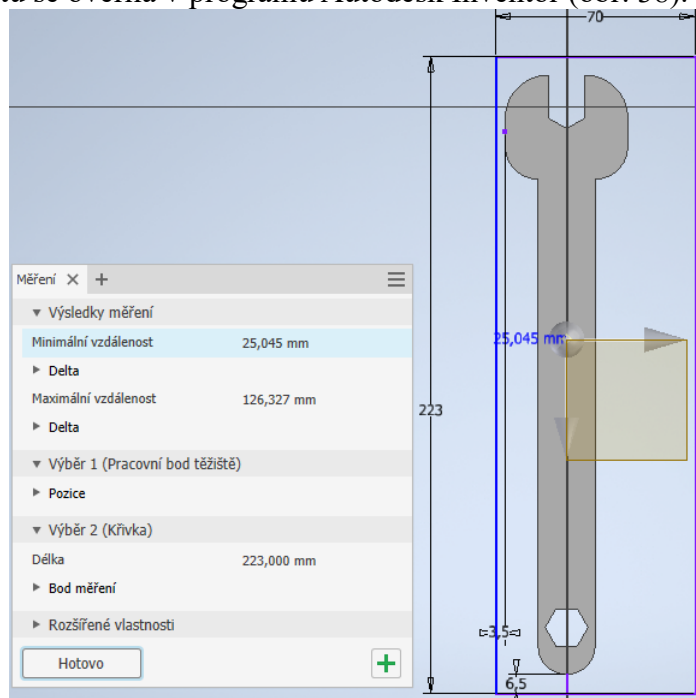
Výpočet X_{Tv} souřadnice výstřížku ze vzorečku.

$$X_{Tv} = \frac{x_1 \cdot S_1 + x_2 \cdot S_2 - x_3 \cdot S_3 + x_4 \cdot S_4 + x_5 \cdot S_5 + x_6 \cdot S_6 + x_7 \cdot S_7 - x_8 \cdot S_8 - x_9 \cdot S_9}{S_1 + S_2 - S_3 + S_4 + S_5 + S_6 + S_7 - S_8 + S_9} =$$

$$\frac{176,71 \cdot 12,13 + 176,71 \cdot 37,87 + 430 \cdot 10 - 24,4 \cdot 25 + 103,87 \cdot 39,88 + 103,87 \cdot 10,12 + 3500 \cdot 25 - 146 \cdot 25 + 157,08 \cdot 25}{2 \cdot 176,71 + 430 - 24,4 + 2 \cdot 103,87 + 3500 - 146 + 157,08} =$$

$$25 \text{ mm} \quad (24)$$

Pravdivost výpočtu se ověřila v programu Autodesk Inventor (obr. 38).



Obr. 38 Souřadnice X_{Tv}

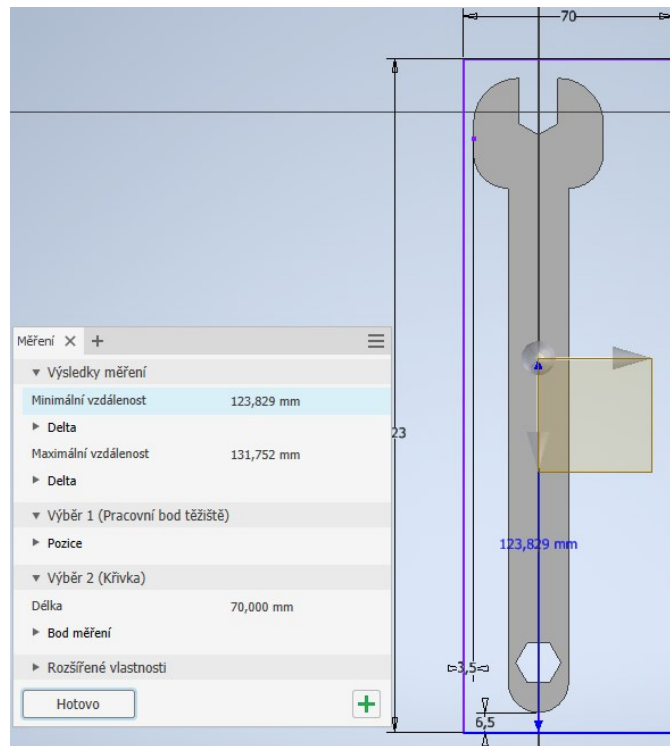
Výpočet Y_{TV} souřadnice výstřižku ze vzorečku.

$$Y_{TV} = \frac{2 \cdot (y_{1,2} \cdot S_{1,2}) - y_3 \cdot S_3 + y_4 \cdot S_4 + 2 \cdot (y_{5,6} \cdot S_{5,6}) + y_7 \cdot S_7 - y_8 \cdot S_8 + y_9 \cdot S_9}{S_1 + S_2 - S_3 + S_4 + S_5 - S_6 + S_7 - S_8 + S_9} =$$

$$\frac{2 \cdot (207,87 \cdot 176,71) - 200,25 \cdot 24,4 + 196,5 \cdot 430 + 2 \cdot (186,62 \cdot 103,87) + 104 \cdot 3500 - 23 \cdot 146 + 12,37 \cdot 157,08}{2 \cdot 176,71 + 430 - 24,4 + 2 \cdot 103,87 + 3500 - 146 + 157,08} =$$

$$123,82 \text{ mm} \quad (25)$$

Pravdivost výpočtu se opět ověřila v programu Autodesk Inventor (obr. 39).



Obr. 39 Souřadnice Y_{TV}

7.5.2 Výpočet těžiště stopky

Zjistí se všechny y a x souřadnice všech vystřihovaných tvarů (obr. 40) a délka vystřihovaného obvodu rozvržených tvarů na nástřihovém plánu. Poté se z těchto hodnot vypočítají souřadnice těžiště stopky X_{Ts} a Y_{Ts} .

Souřadnice a výpočet obvodu tvaru $l_{1,2}$.

$$l_{1,2} = 2 \cdot \left(7,506 + 15 + \frac{\pi \cdot 30}{4} + 10 + \frac{\pi \cdot 23}{4} + 163,5 + \frac{\pi \cdot 20}{4} \right) = 506,68 \text{ mm} \quad (26)$$

$$x_1 = 25 \text{ mm}, y_1 = 124 \text{ mm}$$

$$x_2 = 60 \text{ mm}, y_2 = 99 \text{ mm}$$

$l_{1,5}$ – obvod vystřihovaného tvaru [mm]

Souřadnice a výpočet obvodu tvaru $l_{3,4}$.

$$l_3 = 6 \cdot 7,506 = 45,04 \text{ mm} \quad (27)$$

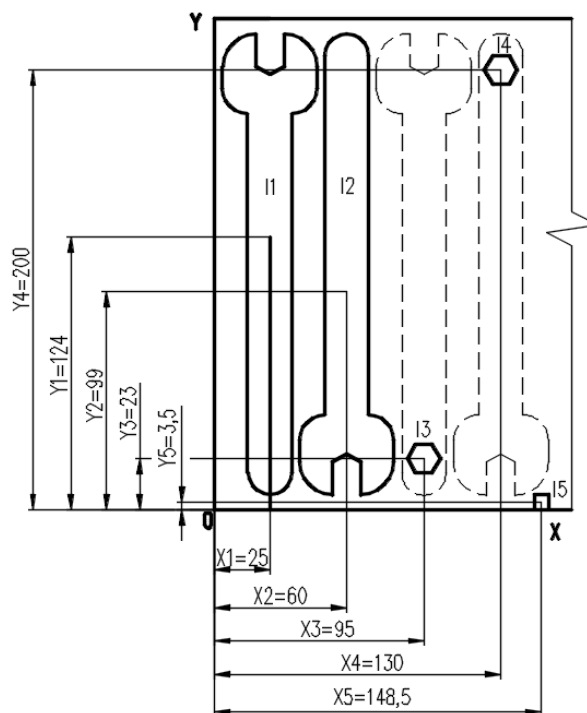
$$x_3 = 95 \text{ mm}, y_3 = 23 \text{ mm}$$

$$x_4 = 130 \text{ mm}, y_4 = 200 \text{ mm}$$

Souřadnice a výpočet obvodu tvaru l_5 .

$$l_5 = 2 \cdot (6 + 7) = 26 \text{ mm} \quad (28)$$

$$x_5 = 148,5 \text{ mm}, y_5 = 3,5 \text{ mm}$$



Obr. 40 Obvody a souřadnice x, y pro výpočet těžiště stopky

X_{Ts} souřadnice těžiště stopky se vypočítá ze vzorečku.

$$X_{Ts} = \frac{x_1 \cdot l_1 + x_2 \cdot l_2 + x_3 \cdot l_3 + x_4 \cdot l_4 + x_5 \cdot l_5}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5} = \frac{25 \cdot 506,68 + 60 \cdot 506,68 + 95 \cdot 45,04 + 130 \cdot 45,04 + 148,5 \cdot 26}{2 \cdot 506,68 + 2 \cdot 45,04 + 26} = 50,52 \text{ mm} \quad (29)$$

Y_{Ts} souřadnice těžiště stopky se vypočítá ze vzorečku.

$$Y_{Ts} = \frac{y_1 \cdot l_1 + y_2 \cdot l_2 + y_3 \cdot l_3 + y_4 \cdot l_4 + y_5 \cdot l_5}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5} = \frac{124 \cdot 506,68 + 99 \cdot 506,68 + 23 \cdot 45,04 + 200 \cdot 45,04 + 3,5 \cdot 26}{2 \cdot 506,68 + 2 \cdot 45,04 + 26} = 109,01 \text{ mm} \quad (30)$$

Stopka střížného nástroje se umístí v poloze $X_{Ts} = 50,52 \text{ mm}$ a $Y_{Ts} = 109,01 \text{ mm}$.

7.6 Výpočet střížné vůle a tolerance nástroje

Podle druhu materiálu a jeho tloušťce (s) se určuje střížná vůle, která je v rozmezí pro běžné stříhání $v = (4-10) \% (s) \text{ [mm]}$. Podle tabulky (tab. 5) pro materiál 11 373 a tloušťce 3 mm se volí vůle $v = 6-8 \% (s)$.

Tab. 5 Střížná vůle

Materiál	Tloušťka materiálu (mm)	
	do 2,5 mm	2,5-6 mm
ocel měkká	5	7-8
ocel středně tvrdá	6	6-8
ocel tvrdá	7-9	7-10

$$v = 0,06 \cdot s = 0,06 \cdot 3 = 0,18 \text{ mm} \quad (31)$$

v – střížná vůle [mm]

s – tloušťka plechu [mm]

Tolerance pro střížník a střížnici se určuje z tohoto výpočetního vztahu.

$$T_N = 0,1 \cdot v = 0,1 \cdot 0,18 = 0,018 \text{ mm} \quad (32)$$

v – střížná vůle [mm]

T_N – tolerance [mm]

7.7 Kontrola střížníku

Střížníky jsou vyrobeny ze stejného materiálu jako střížnice. Tímto materiálem je nástrojová ocel, která je vhodná pro stříhání plechů do tloušťky $s = 6 \text{ mm}$. Provede se kontrola všech střížníků na tlak a kontrola jednoho střížníku, který děruje drážku pro doraz na vzpěr.

7.7.1 Kontrola na tlak

Dovolené napětí střížníku z nástrojové oceli je $\sigma_{dov} = 1200$ MPa. Pro výpočet je potřeba vypočítat jednotlivé maximální střížné síly, které působí na každém střížníku zvlášť a také jejich jednotlivé plochy.

Pro výpočet maximální střížné síly pro šestihran vycházíme ze vztahu.

$$F_1 = Rm_s \cdot l \cdot s \cdot k = 352 \cdot 6 \cdot 7,506 \cdot 3 \cdot 1,5 = 71\,337,02 \text{ N} \quad (33)$$

F_{1-3} – maximální síla ve střížníku [N]

Rm_s – pevnost ve stříhu [MPa]

l – obvod střížné hrany [mm]

s – tloušťka plechu [mm]

k – součinitel, který zahrnuje vlivy zvyšující střížnou sílu (otupení řezných hran, zvětšení mezery mezi noži opotřebením). Nachází se v rozmezí 1,25 – 1,50.

Pro výpočet kontroly na tlak pro střížník šestihranu vycházíme ze vztahu.

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{S} \leq \sigma_{dov} = \frac{71\,337,02}{2 \cdot \frac{(15,011 + 7,506) \cdot 6,5}{2}} = 487 \text{ MPa} \quad (34)$$

σ_{1-3} – napětí ve střížníku [MPa]

σ_{dov} – dovolené napětí ve střížníku [MPa]

S – průřez střížníku [mm²]

Pevnostní podmínka je splněna $\sigma_1 \leq \sigma_{dov} \rightarrow 487 \leq 1200$ MPa

Pro výpočet maximální střížné síly pro drážku dorazu vycházíme ze vztahu.

$$F_2 = Rm_s \cdot l \cdot s \cdot k = 352 \cdot 26 \cdot 3 \cdot 1,5 = 41\,184 \text{ N} \quad (35)$$

Pro výpočet kontroly na tlak pro střížník dorazu vycházíme ze vztahu.

$$\sigma_2 = \frac{F_2}{S} \leq \sigma_{dov} = \frac{41\,184}{6 \cdot 7} = 981 \text{ MPa} \quad (36)$$

Pevnostní podmínka je splněna $\sigma_2 \leq \sigma_{dov} \rightarrow 981 \leq 1200$ MPa

Pro výpočet maximální střížné síly pro obvod výstřížku vycházíme ze vztahu.

$$F_3 = Rm_s \cdot l \cdot s \cdot k = 352 \cdot 506,68 \cdot 3 \cdot 1,5 = 802\,587,46 \text{ N} \quad (37)$$

Pro výpočet kontroly na tlak pro střížník obvodu výstřížku se vychází ze vztahu.

$$\sigma_3 = \frac{F_3}{S} \leq \sigma_{dov} = \frac{802\,587,46}{4\,477,49} = 179,24 \text{ MPa} \quad (38)$$

Pevnostní podmínka je splněna $\sigma_2 \leq \sigma_{dov} \rightarrow 179 \leq 1200 \text{ MPa}$

Všechny střížníky vyšli a splnili podmínky kontroly pro tlak.

7.7.2 Kontrola na vzpěr

Pro výpočet kontroly na vzpěr je nutné znát nejmenší průřez střížníku a uložení jeho konců.

Jeden z konců je uložen v kotevní desce a druhý vyčnívá z kotevní desky ven.

Pro výpočet kontroly na vzpěr pro střížník na drážku dorazu vycházíme ze vztahu.

$$F_{vz} = \frac{2\pi^2 \cdot E_t \cdot J_{min}}{l_v^2} = \frac{2\pi^2 \cdot 1,8 \cdot 10^5 \cdot \frac{1}{6} \cdot 6 \cdot 7^2}{31^2} = 181\,165,23 \text{ N} \quad (39)$$

F_{vz} – síla vzpěru [N]

E_t – modul pružnosti v tahu pro nástrojovou ocel je $E = 1,8 \cdot 10^5$ [MPa]

J_{min} – kvadratický moment plochy pro obdélníkový průřez [mm⁴]

l_v – volná délka střížníku [mm]

Je nutné opět znát maximální střížnou sílu tohoto střížníku F_2 , aby se mohlo zkontrolovat pevnostní podmínka.

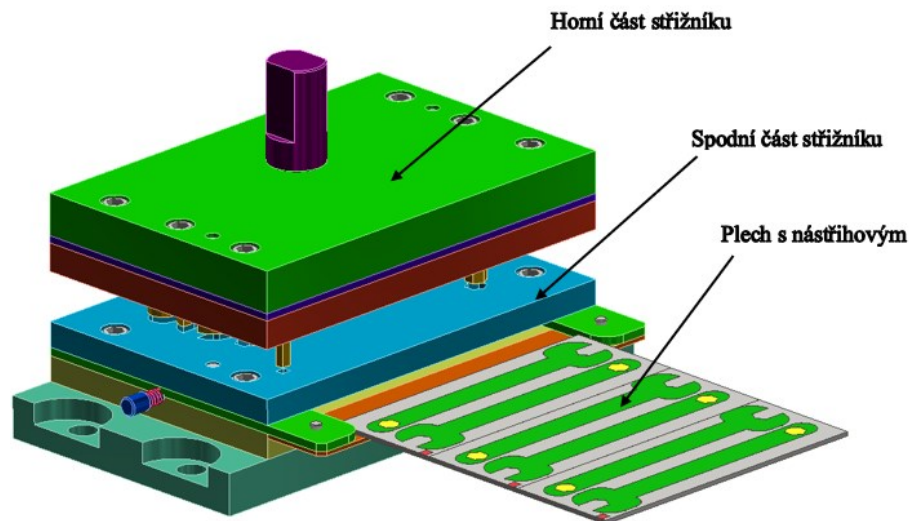
$$F_{vz} \geq n \cdot F_2 \rightarrow 181\,165,23 \text{ N} \geq 3 \cdot 41\,184 \text{ N} = 123\,552 \text{ N} \quad (40)$$

n – bezpečnostní koeficient pro kalenou ocel 3

Pevnostní podmínka na vzpěr pro střížník na drážku dorazu vyhovuje. Pro střížníky na obvod a šestihran se kontrola na vzpěr nemusí počítat, protože tyto střížníky mají dostatečně velké průřezy a nemůže dojít k jejich prohnutí.

8 KONSTRUKCE MODELU

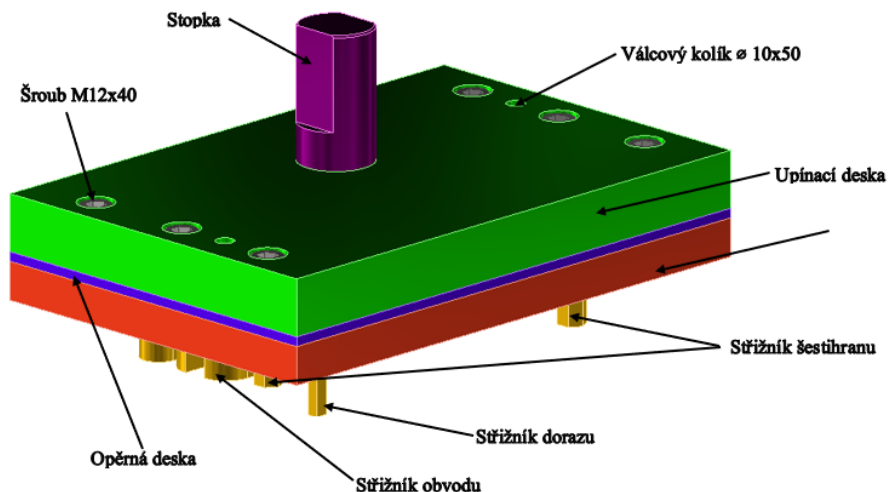
Model postupového střížného nástroje (obr. 41) je zhotoven ve 3D programu Autodesk Inventor. Je zhotoven tak, aby odpovídal výpočtům a zároveň, aby šel dobře upnout do lisovacího stroje a přesnost výstřížku byla co nejlepší a splňoval nástříhový plán. Celý střížný nástroj je rozdělen na dvě části a skládá z několika desek, stopky, vodících lišt, podpurného plechu, střížníků a dorazu. Všechny výrobní výkresy budou uvedeny v přílohách i se sestavou a kusovníkem což je seznam součástí. Sestava s kusovníkem v příloze P I.



Obr. 41 3D model postupového střížného nástroje

8.1 Horní část

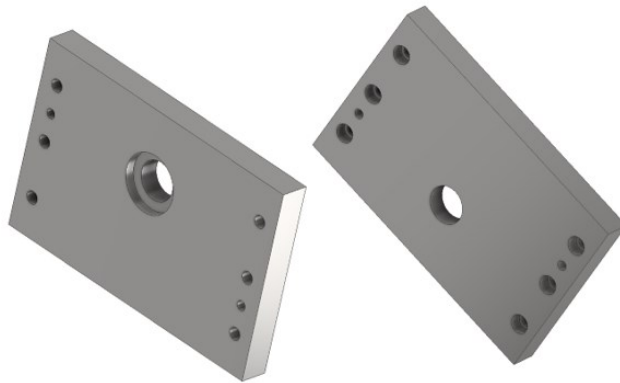
Horní část (obr. 42) střížníku je pohyblivá a skládá se ze dvou desek (kotevní a upínací). Mezi ně se vkládá vložka. Dále jsou zde střížníky a stopka. Celá horní část se k sobě spojí 6 šrouby a zajistí 2 kolíky proti pootočení.



Obr. 42 Horní část střížníku

8.1.1 Upínací deska

Upínací deska (obr. 43) slouží k upnutí stopky. Vyhotoví se do ní 6 zápusťných děr pro šrouby a 2 díry pro kolíky. Vyrábí se z materiálu 11 600. Výrobní výkres je v příloze P III.



Obr. 43 Upínací deska

8.1.2 Stopka

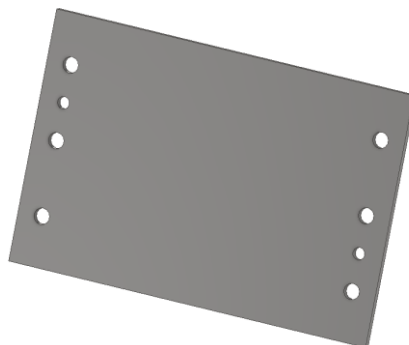
Stopka (obr. 44) slouží k tomu, aby se horní část střížníku, která je pohyblivá dala upnout do beranu lisu. Především slouží k ustředění nástroje a je uložena v upínací desce. Vyrábí se z materiálu 11 600. Výrobní výkres je v příloze P II.



Obr. 44 Stopka

8.1.3 Opěrná deska

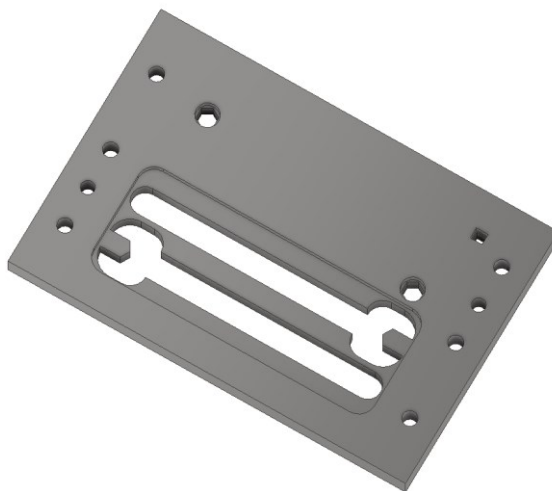
Opěrná deska (obr. 45) je umístěna mezi kotevní a upínací deskou, a to z důvodu, aby nedocházelo vtlačování střížníku do upínací desky a vtlačování stopky do kotevní desky. Kalí se a je v ní vyvrtaných 6 děr pro šrouby a dvě díry pro kolíky. Materiál vložky je 11 600 a výrobní výkres je v příloze P IV.



Obr. 45 Opěrná deska

8.1.4 Kotevní deska

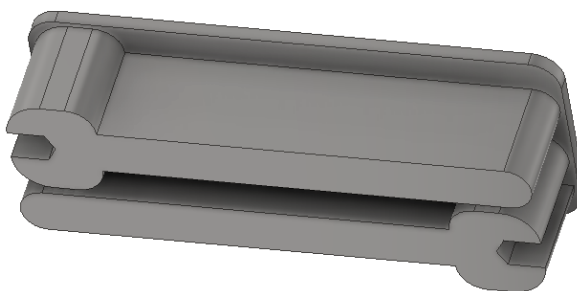
Kotevní deska (obr. 46) slouží k ukotvení všech střížníků obsažených ve střížníku. Vyrábí se z materiálu 11 600. A jsou do ní vyvrtány 2 díry pro kolíky a 6 vyhotovených děr se závity pro šrouby. Výrobní výkres je přiložen opět v příloze P V.



Obr. 46 Kotevní deska

8.1.5 Střížník obvodu

Střížník obvodu (obr. 47) vystřihuje finální tvar výstřížku. Je na něm zhotoveno osazení kvůli ukotvení do kotevní desky. Vyrábí se z nástrojové oceli 19 436. Střížné hrany jsou velice ostré a je nutno je průběžně ostřit. Výrobní výkres je v příloze P XII.



Obr. 47 Střížník obvodu

8.1.6 Děrovací střížník šestihranu

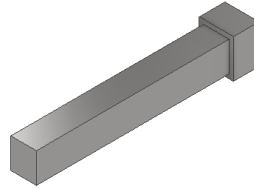
Střížný nástroj obsahuje 2 děrovací střížníky šesti hranu (obr. 48). Opět má osazení kvůli ukotvení do kotevní desky. Vyrábí se z nástrojové oceli 19 436. Výrobní výkres je v příloze P XIII.



Obr. 48 Děrovací střížník šestihranu

8.1.7 Střížník dorazu

Děrovací střížník drážky pro doraz (obr. 49) má malé osazení kvůli ukotvení do kotevní desky. Vyrábí se z nástrojové oceli 19 436. Výrobní výkres je v příloze P XIV.



Obr. 49 Střížník dorazu

8.1.8 Šroub a kolík

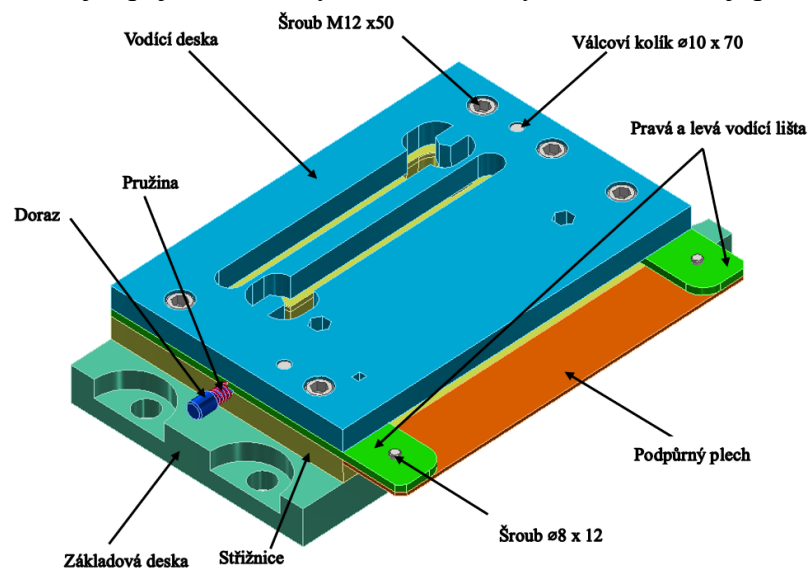
V horní části střížníku je celkově 6 šroubů (obr. 50), které slouží ke spojení desek a vložky k sobě. Z důvodu zajištění polohy střížníků a zabránění případnému pootočení jsou zde dva kolíky (obr. 47). Parametry jsou zapsány v kusovníku v příloze P I.



Obr. 50 Zleva šroub s válcovou hlavou M12x40, válcový kolík

8.2 Spodní část

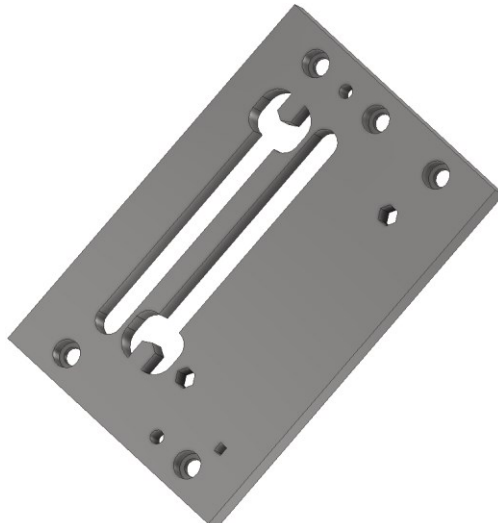
Spodní část střížníku (obr. 51) je nepohyblivá a je pevně připevněna k pracovnímu stolu. Je složena ze tří desek – základové, vodící a střížnice. Dále jsou zde dvě vodící lišty a k těm je nýty připojen podpůrný plech. Z boční strany je v drážce zasunutý doraz s pružinou. Celá sestava spodní části je spojena 5 šrouby a dvěma kolíky, které zabraňují pootočení.



Obr. 51 Spodní část Střížníku

8.2.1 Vodící deska

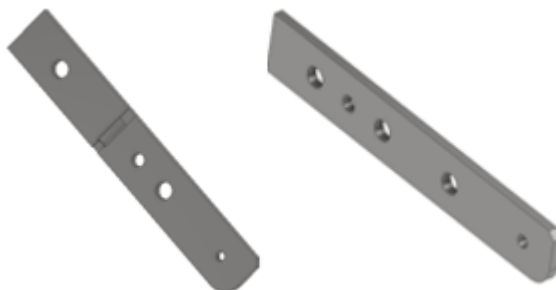
Vodící deska (obr. 52) slouží k přesnému vedení střížníků. Jsou do ní vyhotoveny tvary střížníků s malou tolerancí včetně 5 vyvrtaných zápusných děr pro šrouby a 2 pro kolíky. Vyrábí se z materiálu 11 600. Výrobní výkres je v příloze P VI.



Obr. 52 Vodící deska

8.2.2 Pravá a levá vodící lišta

Pás plechu je veden do střížníku mezi dvěma lištami (obr. 53), které jsou pevně upevněny šrouby a prochází jimi i kolíky. Vzdálenost je volena tak, aby pás plechu mezi nimi procházel volně. V pravé liště je vyhotovena drážka pro doraz a vyvrtány 3 díry. Dvě z nich pro šrouby a jedna pro kolík. Levá lišta má 4 vyvrtané díry. Tři pro šrouby a jedna pro kolík. Vyrábí se z materiálu 11 600. Výrobní výkres pravé lišty je v příloze P XV a levé lišty v příloze P VII.



Obr. 53 Pravá lišta a levá lišta

8.2.3 Podpěrný plech

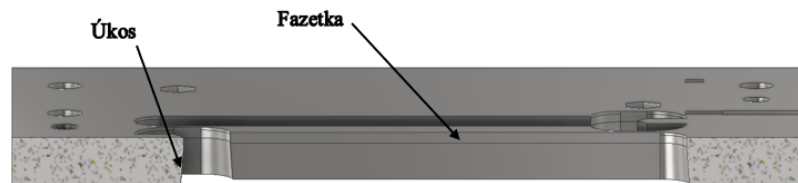
Podpěrný plech (obr. 54) slouží k podepření pásu plechu při vsunování do střížníku a lepší manipulaci s pásem. Je spojen dvěma nýty k oběma lištám. Je vyroben z materiálu 11 373. Výrobní výkres podpěrného plechu je v příloze P XVI.



Obr. 54 Podpěrný plech

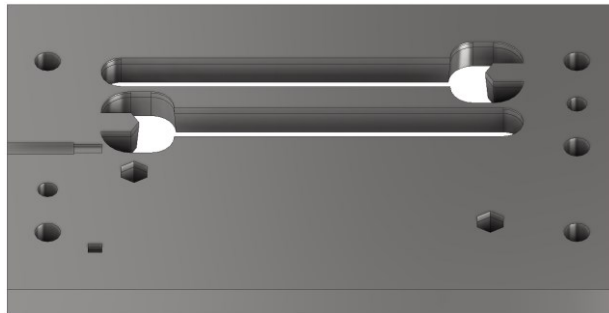
8.2.4 Střížnice

Střížnice (obr. 56) se celá vyrábí z jednoho kusu nástrojové oceli 19 436. Jsou v ní vyhotoveny všechny vystřihované tvary. Střížnice obsahuje takzvanou fazetku, což je 4 mm odsazení od začátku desky s přesným vystřihovaným tvarem dané tolerance. Fazetka (obr. 55) se vytváří z důvodu přesného vedení střížníku mezi ním a střížnicí, čímž vzniká střížná vůle. Pod fazetkou je úkos (obr. 55) vystřihovaného tvaru pod úhlem z důvodu, aby výstřižek bez jakýchkoliv problémů bezpečně vypadl ze střížníku.



Obr. 55 Fazetka a úkos

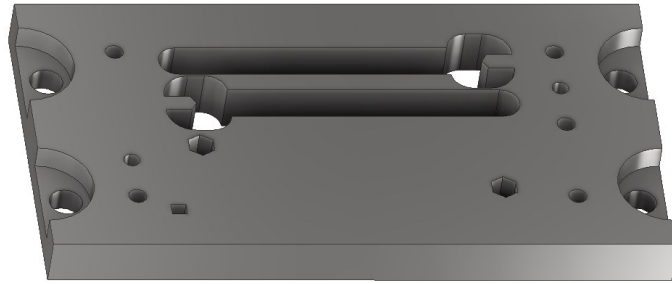
Ve střížnici se vyhotoví druhá polovina drážky pro doraz. Dále ve střížnici opět vedou díry pro šrouby a kolíky. Výrobní výkres střížnice je v příloze P VIII.



Obr. 56 Střížnice

8.2.5 Základová deska

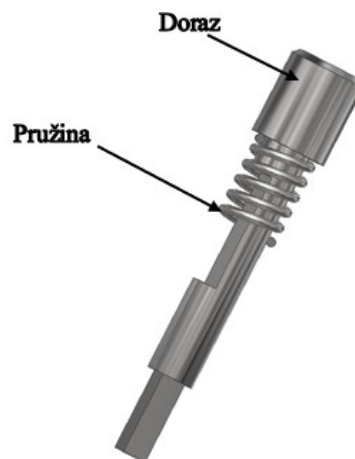
Základová deska (obr. 57) slouží k pevnému upevnění k pracovnímu stolu celé spodní části střížníku. Jsou v ní vyvrtány 4 díry pro šrouby k upnutí dále 5 děr se závitem pro spojovací šrouby a 2 díry pro kolíky. Touto deskou propadávají hotové výstřižky. Vyrábí se z materiálu 11 600 a výrobní výkres je v příloze P IX.



Obr. 57 Základová deska

8.2.6 Doraz s pružinou

Doraz s pružinkou (obr. 58) je pohybový díl střížníku který je umístěn ve vyhotovené drážce mezi střížnicí a pravou vodící lištou. Doraz nám zajišťuje stejnosměrný posuv pásu při stříhání. Zatlačením do vystřižené drážky způsobí zastavení posunu plechu, proběhne stříhání a pak za pomoci pružinky se doraz vrátí do základní polohy a proces se takhle opakuje. Vyrábí se z materiálu 11 600. Výrobní výkres dorazu je v příloze P XI a pružiny PX.



Obr. 58 Doraz s pružinou

8.2.7 Šrouby a kolík

Šrouby a kolíky (obr. 59) splňují stejnou funkci jako v horní části. Navíc se tu nachází dva malé šroubky (obr.59) a ty spojují k sobě vodící lišty s podpůrným plechem. Jejich parametry jsou zapsány v kusovníku v příloze P I.



Obr. 59 Zleva šroub s válcovou hlavou M12x50, válcový kolík, šroub M8x12

ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývala Návrhem postupového střížného nástroje pro reklamní předmět. Bakalářská práce se skládala ze dvou částí. První část byla teoretická, věnující se tváření a této problematice z obecného hlediska. Druhá kapitola již více odkryla metody dělení materiálu. Třetí kapitola byla zaměřená více na téma stříhaní a dění okolo něj, také navázala na druhou část.

Druhá část se skládala z praktické části zaměřené na určitou problematiku a konkrétní zadání. V první kapitole se prozkoumal trh, konkrétně zda se tento reklamní předmět už někde nevyskytuje. Průzkum trhu zjistil, že podobné reklamní předměty nebyly nalezeny. Dále se navrhlo, aby se vystřižený výstřižek dal na sražení ostrých hran. Byl také popsán a navrhnut návod na výrobu loga s nápisem.

V druhé kapitole byl navrhnut tvar výstřižku – podle něj se přizpůsobil nástřihový plán. Dle tohoto plánu se řídili výpočty ve třetí kapitole.

Třetí kapitola byla věnována výpočtům, zahrnující výpočet využití materiálu a efektivitu nástřihového plánu. Dále se vypočítaly střížné, protlačovací, stírací síly a práce. Bylo nalezeno těžiště stopky střížníku a provedla se kontrola na tlak u všech střížníku včetně kontroly na vzpěr u nejmenšího tvaru.

Čtvrtá kapitola byla pojmenována jako „Konstrukce modelu“. Pozornost je věnována vyhotovení 3D modelu v programu Autodesk Inventor. Byl vytvořen model, který byl popsán a rozdělen na dvě části – horní pohyblivou část nástroje a spodní pevnou část nástroje. Každá z částí se podrobně rozebrala, popsala a zdůvodnila proč tak byla zhotovena.

Výsledkem je 3D model střížného nástroje vytvořený v programu Autodesk Inventor a úplná výkresová dokumentace jednotlivých dílů střížníku a jeho sestavy s kusovníkem.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BÍLEK, Ondřej a Imrich LUKOVICS, 2014. *Výrobní inženýrství a technologie*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7454-471-2.
- [2] ŘASA, Jaroslav, Václav HANĚK a Jindřich KAFKA, 2003. *Strojírenská technologie 4 návrhy nástrojů, přípravků a měřidel. Zásady montáže*. 4. Křižová 1018/6, 150 05 Praha 5 - Smíchov: Scientia spol s.r.o. ISBN 80-7183-284-7.
- [3] LENFELD, Doc. Dr. Ing. Petr. *Technologie II: Technologie tváření kovů. Technické univerzita Liberec Fakulta strojní* [online]. Liberec [cit. 2022-12-20]. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/01.htm#011
- [4] HLUCHÝ, Miroslav a Jan KOLOUCH, 2002. *Strojírenská technologie 1 Nauka o materiálu*. Radimova 37/50, 169 00 Praha 6: Scientia, spol s.r.o., pedagogické nakladatelství. ISBN 80-7183-262-6.
- [5] STOKLÁSEK, PH.D., Ing. Pavel, 2019. *Vliv technologie dělení materiálů na jejich povrchové vlastnosti* [online]. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně [cit. 2022-12-21]. ISBN 978-80-7454-851-2. Dostupné z: https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/45786/stokl%20a1sek_2019_teze.pdf?sequence=7&isAllowed=y
- [6] PALÁT, Ing. Hynek, 2012. *STT III: Strojírenská technologie III, 3. ročník* [online]. In: . Opava: Střední škola průmyslová a umělecká, Opava, příspěvková organizace, Praskova 399/8, Opava, 746 01 [cit. 2022-12-21]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/6540265-Zpusoby-deleni-materialu.html>
- [7] ŘASA, CSC., DOC., Ing. Jaroslav a Ing. Vladimír GABRIEL, CSC., 2005. *Strojírenská technologie 3: Metody, stroje a nástroje pro obrábění*. 1. Křižová 1018/6, 150 05 Praha 5: Scientia, spol s.r.o., pedagogické nakladatelství. ISBN 80-7183-337-1.
- [8] HLUCHÝ, Ing. Miroslav, Ing. Jan KOLOUCH a Ing. Rudolf PAŇÁK, 2001. *Strojírenská technologie 2: Polotovary a jejich technologičnost*. 1. Křižová 1018/6, 150 05 Praha 5: Scientia, spol s.r.o., pedagogické nakladatelství. ISBN 80-7183-224-8.

- [9] LENFELD, Doc. Dr. Ing. Petr. Technologie plošného tváření – stříhání [online]. Liberec: Technická univerzita Liberec [cit. 2022-12-22]. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/06.htm#061
- [10] ČADA, CSC, prof. Ing. Radek, 2013. *TECHNOLOGIE TVÁŘENÍ A SLÉVÁNÍ – V PŘÍKLADECH: STRÍHÁNÍ PLECHU* [online]. 1. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava [cit. 2022-12-22]. ISBN 978-80-248-3016-2. Dostupné z: https://projekty.fs.vsb.cz/463/edubase/vy_01_005/Technologie%20tv%C3%A1%C5%99en%C3%AD%20a%20sl%C3%A9v%C3%A1n%C3%AD%20v%20p%C5%99%C3%ADkladech/02%20Text%20pro%20e-learning/3.%20ST%C5%98%C3%8DH%C3%81N%C3%8D%20PLECHU.pdf
- [11] BŘEZINA, Richard a Jiří PETRUŽELKA, 2002. Úvod do tváření II. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita. ISBN 80-248-0068-3.
- [12] DVOŘÁK, Milan, František GAJDOŠ a Karel NOVOTNÝ, 2013. Technologie tváření: plošné a objemové tváření. Vyd. 5., V Akademickém nakladatelství CERM 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN isbn978-80-214-4747-9.
- [13] DILLINGER, Josef, 2007. *Moderní strojírenství pro školu i praxi*. Praha: Europa-Sobotáles. ISBN isbn978-80-86706-19-1.
- [14] TSCHÄTTSCH, Heinz, c2006. *Metal forming practise: processes - machines - tools*. New York: Springer-Verlag. ISBN isbn3-540-33216-2.
- [15] KALPAKJIAN, Serope, Steven R. SCHMID a K. S. Vijay SEKAR, 2014. *Manufacturing Engineering and Technology*. 7. United Kingdom: Pearson Education Limited. ISBN 978-0-13-312874-1.
- [16] BOLJANOVIC, Vukota, c2004. *Sheet metal forming processes and die design*. New York: Industrial Press. ISBN isbn0-8311-3182-9.
- [17] ČADA, Radek, Jakub MACHÁLEK a Barbora FRODLOVÁ, 2012. Týmová cvičení předmětu Technologie tváření a slévání: návody do cvičení předmětu "Technologie tváření a slévání". Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava. ISBN isbn978-80-248-2718-6.
- [18] ŠPINLEROVÁ, Ing. Marie, 2007. *TECHNOLOGIE*. Technologie [online]. Opava: Střední škola technická Opava [cit. 2022-12-30]. Dostupné z: <https://sst.opava.cz/technologie/technologie.pdf>

- [19] PTÁČEK, Luděk, 2002. Nauka o materiálu II. 2. opr. a rozš. vyd. Brno: CERM. ISBN isbn80-7204-248-3.
- [20] HLUCHÝ, Miroslav a Václav HANĚK, 2001. *Strojírenská technologie 2. 2.*, upr. vyd. Praha: Scientia. ISBN isbn80-7183-245-6.
- [21] ČADA, Radek, 2009. Technologie I: objemové a plošné tváření zastudena : (návody do cvičení). Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava. ISBN isbn978-80-248-2126-9.
- [22] GROOVER, Mikell P., 2012. Fundamentals of modern manufacturing: Materials, Processes, and Systems. 5. United States of America: Wiley. ISBN 978-1-118-231463.
- [23] GROOVER, Mikell P., 2010. FUNDAMENTALS OF MODERN MANUFACTURING: Materials,Processes,andSystems. 4. United States of America: Wiley. ISBN 978-0470467008. Dostupné z: doi:978-0470-467002

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

A	maximální šířka výstřížku	(mm)
A	střížná práce	(J)
B	maximální délka výstřížku	(mm)
C ₁	součinitel stírání	
C ₂	součinitel protlačování	
E	přepážka	(mm)
F/2	boční odpad	(mm)
n	počet výstřížku z pásu	
S _v	plocha výstřížku	(mm ²)
E _t	modul pružnosti v tahu	(MPa)
F	maximální střížná síla	(N)
F ₁₋₃	maximální střížná síla ve střížníku	(N)
F _{pr}	protlačovací síla	(N)
F _{st}	stírací síla	(N)
F _{vz}	síla vzpěru	(N)
J _{min}	kvadratický moment plochy	(mm ⁴)
k _{ml}	koeficient využití materiálu	(%)
l	celkový obvod	(mm)
L	délka pásu plechu	(mm)
l	obvod střížné hrany	(mm)
l ₁₋₅	obvod vystřihovaného tvaru	(mm)
m _s	koeficient pro výpočet střížné práce	
n	bezpečnostní koeficient	
R _m	mez pevnosti v tahu	(MPa)
R _{ms}	mez pevnosti ve stříhu	(MPa)
S	průřez střížníku	(mm ²)

s	tloušťka plechu (výstřížku)	(mm)
S_{1-9}	plocha tvarů u výpočtu těžiště součásti	(mm ²)
š	šířka pásu	(mm)
T_N	tolerance	(mm)
v	střižná vůle	(mm)
X_{Ts}	poloha těžiště stopky v ose x	(mm)
X_{Tv}	poloha těžiště výstřížku v ose x	(mm)
Y_{Ts}	poloha těžiště stopky v ose y	(mm)
F_t	teoretická střižná síla	(N)
Y_{Tv}	poloha těžiště výstřížku v ose y	(mm)
k	koeficient pro výpočet maximální střižné síly	
σ_{Dov}	dovolené napětí v tlaku	(MPa)
l_v	volná délka střižníku	(mm)
σ_{1-3}	napětí v tlaku ve střižníku	(MPa)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Rozdělení tvářecích procesů podle teploty [3]	12
Obr. 2 Změna zrn v důsledku tváření [3].....	13
Obr. 3 Vlákнитost vzniklá při kování [3].....	14
Obr. 4 Oblast tvářecích teplot ocelí v rovnovážném diagramu Fe-C [2].....	14
Obr. 5 Příklady využití plechu při stříhání součástí [1].....	15
Obr. 6 Řezání pilou [6]	17
Obr. 7 Pilový list v řezu [6]	18
Obr. 8 Celistvý pilový kotouč [7]	18
Obr. 9 Nástroj na stříhání – princip [7].....	19
Obr. 10 Princip stříhání stříhadly [8].....	20
Obr. 11 Rovnoběžný nůž (střížník) [9].....	21
Obr. 12 Šikmý nůž (střížník) [9].....	21
Obr. 13 Kotoučové nůžky [9]	22
Obr. 14 Nože na stříhání profilů [9]	22
Obr. 15 Nože na čtvercové a kruhové materiály [9].....	23
Obr. 16 Přehled základních operací stříhání [11]	24
Obr. 17 a) stříhání s tlačnou hranou, b) stříhání se zaoblenou střížnou hranou [12].....	25
Obr. 18 a) stříhání se zkoseným přidržovačem, b) způsoby přistříhování [12].....	26
Obr. 19 Jednoduché stříhadlo [13].....	27
Obr. 20 Postupové stříhadlo [13].....	27
Obr. 21 Postup stříhání na postupovém stříhadle [15].....	27
Obr. 22 Sloučené stříhadlo [13].....	28
Obr. 23 Využití a hospodárnost materiálu	29
Obr. 24 Typy střížníků [18]	31
Obr. 25 Vliv střížné mezery z na kvalitu střížné plochy [22].....	33
Obr. 26 Vyhledávání podobností reklamního předmětu.....	37
Obr. 27 Nápis s logem	38
Obr. 28 Umístění nápisu a loga na výstřížek	38
Obr. 29 Rozměry [mm] a tvar výstřížku.....	39
Obr. 30 Diagram pro určení velikosti můstků a bočního odpadu.....	40
Obr. 31 Nástříhový plán.....	41
Obr. 32 Postup procesu krok 1.....	42
Obr. 33 Postup procesu krok 2.....	42
Obr. 34 Postup procesu krok 3.....	43

Obr. 35 Odpad pásu plechu.....	43
Obr. 36 Hodnoty koeficientu m_s	47
Obr. 37 Těžiště výstrižku.....	48
Obr. 38 Souřadnice X_{TV}	49
Obr. 39 Souřadnice Y_{TV}	50
Obr. 40 Obvody a souřadnice x,y pro výpočet těžiště stopky	51
Obr. 41 3D model postupového střižného nástroje.....	55
Obr. 42 Horní část střižníku.....	55
Obr. 43 Upínací deska	56
Obr. 44 Stopka	56
Obr. 45 Opěrná deska	56
Obr. 46 Kotevní deska	57
Obr. 47 Střižník obvodu.....	57
Obr. 48 Děrovací střižník šestihranu	57
Obr. 49 Střižník dorazu.....	58
Obr. 50 Z leva šroub s válcovou hlavou M12x40, válcový kolík.....	58
Obr. 51 Spodní část Střižníku.....	58
Obr. 52 Vodící deska	59
Obr. 53 Pravá lišta a levá lišta	59
Obr. 54 Podpěrný plech	60
Obr. 55 Fazetka a úkos	60
Obr. 56 Střižnice	60
Obr. 57 Základová deska	61
Obr. 58 Doraz s pružinou.....	61
Obr. 59 Z leva šroub s válcovou hlavou M12x50, válcový kolík, šroub M8x12	61

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Základní způsoby seskupení výstřižků [17]	30
Tab. 2 Hodnoty koeficientu m_s [-] pro výpočet střižné práce [21]	34
Tab. 3 Určení meze pevnosti v tahu podle materiálu	45
Tab. 4 Hodnoty součinitelů stírání C_1 a protlačování C_2	47
Tab. 5 Střižná vůle	52

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I:	Sestava s kusovníkem	01_000_BP_P3TZ1
Příloha P II:	Stopka	01_101_BP_P3TZ1
Příloha P III:	Upínací deska	01_102_BP_P3TZ1
Příloha P IV:	Opěrná deska	01_103_BP_P3TZ1
Příloha P V:	Kotevní deska	01_104_BP_P3TZ1
Příloha P VI:	Vodící deska	01_105_BP_P3TZ1
Příloha P VII:	Vodící lišta levá	01_106_BP_P3TZ1
Příloha P VIII:	Střižnice	01_107_BP_P3TZ1
Příloha P IX:	Základová deska	01_108_BP_P3TZ1
Příloha P X:	Pružina dorazu	01_109_BP_P3TZ1
Příloha P XI:	Boční doraz	01_110_BP_P3TZ1
Příloha P XII:	Střižník obvodu	01_111_BP_P3TZ1
Příloha P XIII:	Děrovací střižník	01_112_BP_P3TZ1
Příloha P XIV:	Střižník dorazu	01_113_BP_P3TZ1
Příloha P XV:	Vodící lišta pravá	01_114_BP_P3TZ1
Příloha P XVI:	Podpěrný plech	01_115_BP_P3TZ1
Příloha P XVII:	CD disk:	
	-	Kompletní výkresová dokumentace
	-	Textová část bakalářské práce
	-	3D model sestavy postupového střižného nástroje