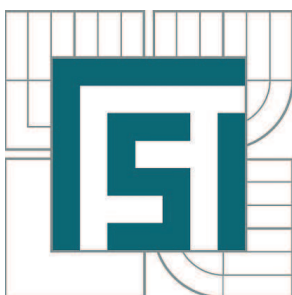


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

VÝROBA ŠTÍTKU MOTOCYKLU TECHNOLOGIÍ POSTUPOVÉHO STRÍHÁNÍ

THE MANUFACTURING OF MOTORCYCLE TAB BY BLANKING TECHNOLOGY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

RADIM JANDÍK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. EVA ŠMEHLÍKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Radim Jandík

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Výroba štítku motocyklu technologií postupového stříhání

v anglickém jazyce:

The manufacturing of motorcycle tab by blanking technology

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Téma dané práce je zaměřeno na technologii postupového stříhání kovovým nástrojem. Jedná se o návrh výroby štítku motocyklu. V rámci řešení dané práce je nutné navrhnout nástroj a zhodnotit technické a ekonomické aspekty výroby. Součást je podlouhlého tvaru s vnitřními kruhovými otvory. Tloušťka plechu je 1 mm.

Cíle bakalářské práce:

Provedení aktuální literární studie se zaměřením na technologii stříhání. Návrh optimální technologie výroby součásti a vypracování postupu výroby. Provedení technologických a kontrolních výpočtů, návrh a volba stroje. Návrh vhodného nástroje pro výrobu zadané součásti a technicko-ekonomické zhodnocení navržené technologie výroby. Závěr.

Seznam odborné literatury:

NOVOTNÝ, Josef. Stříhání a další způsoby dělení kovových materiálů. 1. vyd. Praha: SNTL Redakce báňské a strojírenské literatury, 1980. 216 s. L 13–B3-IV- 41/22674.

DVOŘÁK, Milan, GAJDOŠ, František, NOVOTNÝ, Karel. Technologie tváření: plošné a objemové tváření. 2. vyd. Brno: CERM, 2007. 169 s. ISBN 978-80-214-3425-7.

NOVOTNÝ, Karel. Tvářecí nástroje. 1. vyd. Brno: Nakladatelství VUT v Brně, 1992. 186 s. ISBN 80-214-0401-9.

FOREJT, Milan. Teorie tváření a nástroje. 1. vyd. Brno: Nakladatelství VUT v Brně, 1991. 187 s. ISBN 80-214-0294-6.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Eva Šmehlíková, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

V Brně, dne 29.10.2010

L.S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

JANDÍK Radim: Výroba štítku motocyklu technologií postupového stříhání.

Bakalářská práce je zaměřena na návrh výroby motocyklového štítku. Štítek je z korozivzdorného, hliníkového plechu (42 4412). Výroba probíhá na lince se značnou automatizací a řízením pomocí CNC. Při maximálním vytížení výrobní kapacity, linka vyprodukuje až 450 štítků za minutu. Za rok se vyrobí 300 000 ks štítků. Tato zakázka je plánovaná na 5 let a za tuto dobu vygeneruje zisk asi 1,74 milionu Kč. Ekonomické porovnání technologií řezání laserem, vodním paprskem, plazmou a postupovým stříháním potvrdilo vhodný výběr postupového stříhání pro zadanou výrobní dávku. Množství skladovaných štítků je minimální a výroba je realizována dle požadavků zákazníka.

Klíčová slova: Hliník 42 4412, postupové stříhání, motocyklový štítek, linka

ABSTRACT

JANDÍK Radim: The manufacturing of motorcycle tab by blanking technology.

This bachelor's thesis deals with the issue of manufacturing of motorcycle tabs. The tab is made from rust-resistant sheet aluminium (42 4412). The manufacturing process begins on a manufacturing line; it is automated to a great extent and controlled via CNC. If run at full capacity, the line can produce as many as 450 tabs per minute. A total of 300 000 pieces of tabs are manufactured per year. This order is planned to span over five years, during which it shall generate profit amounting approximately to CZK 1.74 million. Economic comparison of laser cutting, water jet cutting, plasma cutting and blanking technologies has confirmed the suitability of the blanking technology for the production batch in question. The quantity of tabs in stock is minimal, as the production process is organised in line with the customer's requirements.

Keywords: Aluminium 42 4412, blanking, motorcycle tab, line

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

JANDÍK Radim: *Výroba štítu motocyklu technologií postupového stříhání*. Brno, 2012. 48 s., FSI VUT v Brně, Ústav strojírenské technologie, Odbor technologie tváření kovů a plastů. Vedoucí práce Ing. Eva Šmehlíková, Ph.D.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Tímto prohlašuji, že předkládanou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího bakalářské práce.

V dne 1.5.2012

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji paní Ing. Evě Šmehlíkové, Ph.D. za cenné připomínky a rady týkající se zpracování bakalářské práce.

OBSAH

Zadání	
Abstrakt	
Bibliografická citace	
Čestné prohlášení	
Poděkování	
Obsah	
Úvod	9
1 Současný stav řešení	10
1.1 Zadaná součást	10
1.2 Způsob výroby	10
1.3 Materiál	10
2 Problematika uzavřeného stříhání	11
2.1 Zákonitosti stříhání	11
2.1.1 Proces stříhání	11
2.1.2 Kvalita střížné plochy	12
2.1.3 Síly působící při procesu stříhání	14
2.1.4 Střížná vůle	15
2.1.5 Střížná práce	15
2.1.6 Technologičnost součástí	16
2.1.7 Nástřihový plán	18
2.1.8 Těžiště střížných sil	19
2.2 Technologie uzavřeného stříhání	20
2.2.1 Stříhání rovnoběžnými noži	20
2.2.2 Stříhání šikmými noži	20
2.2.3 Stupňovité uspořádání nožů	21
2.2.4 Přesné stříhání	22
2.3 Nástroje pro stříhání	24
3 Laserový popis materiálu	27
3.1 Popis pomocí vychylování paprsku laseru	27
4 Výpočtová část	28
4.1 Technologicko-konstrukční výpočty	28
4.1.1 Výpočet obsahu a obvodu	28
4.1.2 Nástřihový plán	29
4.1.3 Výpočet využití plechu	30
4.1.4 Volba vhodné varianty	31
4.1.5 Střížná síla, práce	31
4.1.6 Střížná vůle	32
4.2 Rozměry funkčních částí střížného nástroje	33
4.2.1 Vystřihování	33
4.2.2 Děrování	34
4.3 Kontrolní výpočty	34
4.3.1 Kontrola střížníku na otláčení	34
4.3.2 Kontrola střížníku na vzpěr	35
4.3.3 Minimální tloušťka střížnice	35
4.3.4 Opotřeбенí nástroje	35

5	Stříhací linka.....	37
5.1	Popis stříhací linky	37
5.2	Popis střížného nástroje.....	38
5.3	Provoz střížného nástroje	39
6	Technicko - ekonomické hodnocení.....	41
6.1	Ekonomické hodnocení	41
6.1.1	Zpracovatelská režie	41
6.1.2	Náklady na materiál	41
6.1.3	Celkové roční náklady na mzdy a režii.....	42
6.1.4	Náklady na materiál 1 ks výstřížku.....	43
6.1.5	Náklady na nástroj	43
6.2	Ekonomické srovnání výrobních technologií.....	46
6.3	Skladování	47
7	Závěry.....	48

Seznam použitých zdrojů

Seznam použitých zkratk a symbolů

Seznam příloh

ÚVOD [2], [5]

Stříhání patří mezi nejčastěji používané technologie plošného tváření, zejména v oblasti dělení materiálu. Můžeme se často s touto metodou setkat např. při přípravě polotovarů (stříhání tabule plechu, stříhání různých druhů profilů, stříhání vývalků, dělení svitků, tyčí, trubek). Tato metoda není však omezena jen na tyto jednoduché operace, ale můžeme ji využívat i pro výrobu tvarově složitých součástí s vysokou přesností rozměrů. Technologie stříhání má nezastupitelnou úlohu spolu s ostatními technologiemi v rozmanitých spotřebních a výrobních odvětvích. Podrobným rozdělením stříhání se zabývá norma ČSN 22 6001, která klasifikuje stříhání na prosté stříhání, ostříhování, přistříhování, vysekávání, či přesné stříhání. Názorné rozdělení technologií stříhání je uvedeno v příloze 1. Důležitým faktorem při rozhodování jakou technologii stříhání použít je přesnost a jakost (drsnost) střížné plochy. Pokud jsou tyto kvalitativní požadavky vysoké, použijeme přesné stříhání s nátlacnou hranou. Vzhledem k poměrně vysokým pořizovacím nákladům na střížné nástroje se přesné stříhání využívá zejména v hromadné a velkosériové výrobě. Ekonomická konkurenceschopnost je u stříhání vysoká, zláště u tzv. “stříhání bez můstku”. Náklady za materiál tvoří cca 60-75% celkových nákladů. Mezi další důležité faktory ovlivňující návratnost je vhodné využití strojového parku a vhodná konstrukce střížného nástroje. V dnešní době je vysoce produktivní uplatňovat automatizovanou výrobu řízenou počítačem. Tyto stroje se označují jako CNC řízené (děrování, laser, vodní paprsek) a výhodou je jejich snadná přeprogramovatelnost a flexibilní změna výroby sortimentu vyráběných součástí. Velké části výrobního sortimentu je dosaženo využitím více technologií. Názorné příklady dílců, kde bylo použito i stříhání je na obr. 1.

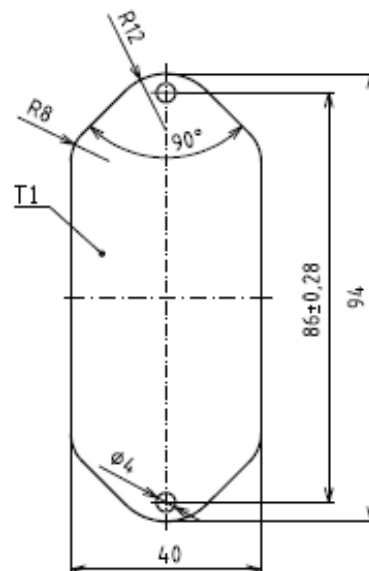


Obr. 1. Příklady využití technologie stříhání [13], [14], [15], [16]

1 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÍ

1.1 Zadaná součást

Štítek motocyklu je podlouhlého tvaru s dvěma otvory pro přišroubování. Popis štítku nebude ražen, ale bude automaticky vypalován laserovým zařízením. Geometrie výstřižku je uvedena na obr. 2.



Obr. 2. Výřez vyráběného výstřižku

1.2 Způsob výroby

V praxi se výrobní štítky z převážné většiny vyrábí postupovým stříháním. Vzhledem k tomu, že na zadanou součást nejsou kladeny větší požadavky z hlediska geometrické, či rozměrové přesnosti, byla pro výrobu štítku zvolena také technologie postupového stříhání. Cílem předkládané práce je navrhnout nástroj pro výrobu zadané součásti a zhodnotit ekonomickou bilanci. Na obr. 3. jsou vidět příklady vyráběných štítků.



Obr. 3. Podobné typy štítků

1.3 Materiál [9], [19], [21]

Pro výrobu výstřižku je použit hliníkový plech 42 4412, dle ČSN. Mezinárodní označení materiálu je v příloze 5. Tento materiál je chemicky stálý, korozivzdorný, odolný vůči negativnímu působení mořské vody a velmi dobře leštitelný. Pevnost v tahu $R_m=250-300$ MPa. Materiál je hutnicky označován jako AlMg2Mn0,3. Se zvyšujícím se obsahem Mg se zvyšuje pevnost R_m .

2 PROBLEMATIKA UZAVŘENÉHO STŘÍHÁNÍ

Cílem práce bylo navrhnout optimální výrobní technologii a postup výroby. Pro produkci štítu motocyklu o daném objemu zakázky se zdálo nejvhodnější se zaměřit na technologii postupového střihání, proto je literární rešerše zaměřena na problematiku uzavřeného střihání.

Uzavřené střihání se zabývá děrováním a vystříháváním součástí z tabulí nebo svitku plechu. Pro dodržení kvalitativních požadavků je dobré respektovat teoretické zákonitosti jak při samotném výběru technologie výroby, tak při konstrukci nástrojů. Dále jsou popsány zákonitosti pro konvenční střihání střížníkem a střížnicí.

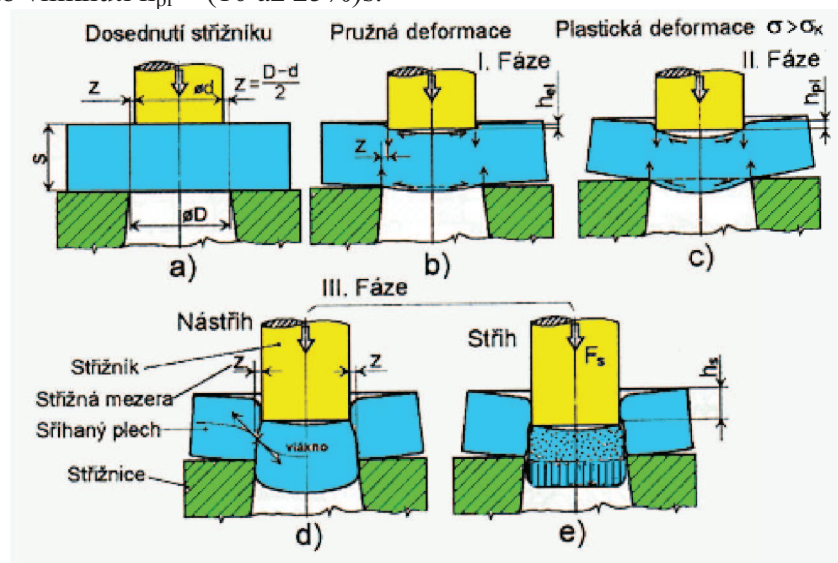
2.1 Zákonitosti střihání [1], [2], [3], [4], [5], [17]

Při střihání součásti pomocí střížného nástroje se výstřížek oddělí dříve, než projde střížnicí celou tloušťkou stříhaného materiálu a následně je výstřížek vytlačen. S ohledem na to nejsou okraje stříhových ploch zcela rovinné a střížná plocha má určitou drsnost, která není v ploše rovnoměrně rozdělena. Místa, kde došlo k prvnímu výskytu trhlin, jsou drsnější, než ostatní střížné plochy. U běžného střihání oddělení nenastane přesně v žádané rovině a to proto, že materiál je elastický, tvárný a napětí způsobuje tlak nožů na celé ploše. Podle toho rozeznáváme na odstříhnuté ploše různá pásma, proces střihání je znázorněn na obr.4.

2.1.1 Proces střihání [1], [2], [5]

V první fázi je oblast pružných deformací, kdy se materiál stlačuje, ohýbá a vtlačuje se do otvoru střížnice. Hloubka vniku závisí na mechanických vlastnostech materiálu a bývá $h_{el} = (5 \text{ až } 8\%)s$.

Druhou fází je oblast plastických deformací. Střížník se vtlačuje do plechu a ten do otvoru střížnice. Napětí překračuje mez kluzu a na hranách střížníku a střížnice se blíží mezi pevnosti. Podle druhu kovu a jeho mechanických vlastností je hloubka plastického vniknutí $h_{pl} = (10 \text{ až } 25\%)s$.



Obr. 4. Průběh střihání s normální střížnou vůlí [1]

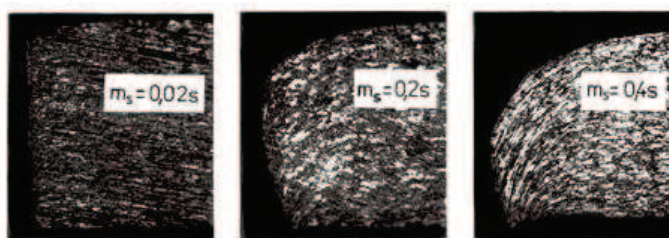
Ve třetí fázi začínají na hranách vznikat trhlinky, ty se rozšiřují až dojde k utržení (usmýknutí) materiálu. Rychlost vzniku a postupu trhlin je závislá na mechanických vlastnostech stříhaného materiálu a na velikosti střížné vůle $v=2z$. Tvrdý a křehký materiál se oddělí rychle při malém vniknutí střížných hran $h_s \approx 0.1s$. U měkkých a houževnatých materiálů dochází ke vzniku trhlin-nástřihu a jejich šíření pomalu a hloubka vniknutí střížných hran v okamžiku oddělení bývá až $h_s \approx 0.6s$.

2.1.2 Kvalita střížné plochy [1], [2], [4], [17]

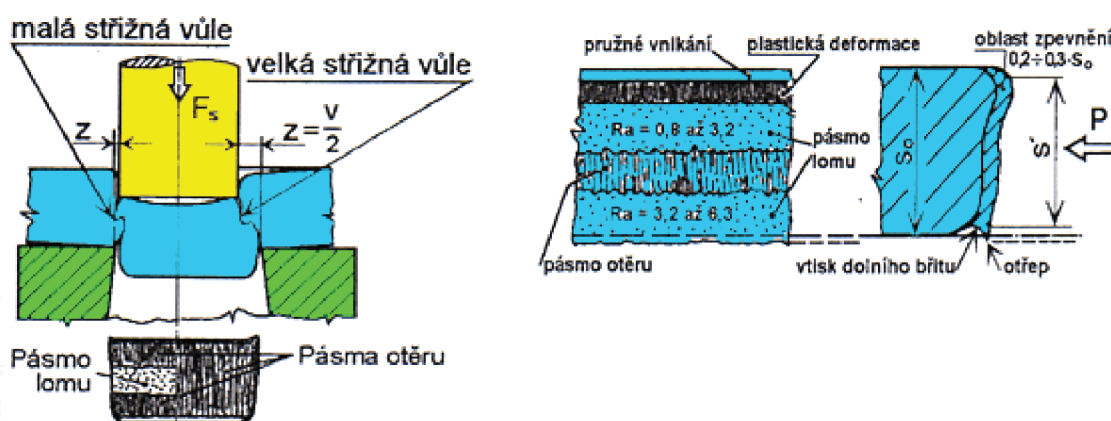
Kvalita střížné plochy závisí zejména na těchto faktorech: velikosti střížné mezery (vůle), vlastnostech stříhaného materiálu, kvalitě střížného nástroje, způsobu stříhání, napjatostně deformačního stavu aj.

Vliv střížné vůle:

Střížná vůle má největší vliv na kvalitu střížné plochy a na rozměry budoucího výstřížku, neboť přímo ovlivňuje směr smykového napětí, které způsobuje oddělení materiálu. Velikost střížné vůle závisí na pevnosti stříhaného materiálu a jeho tloušťce. Pro běžnou praxi lze brát střížnou vůli přibližně 5-8% tloušťky materiálu. U měkkých plechů (hliník, měď) se zpravidla volí 3-5%. Na obr. 6. je vidět u malé a velké střížné vůle větší pásmo otěru, než u normální vůle.



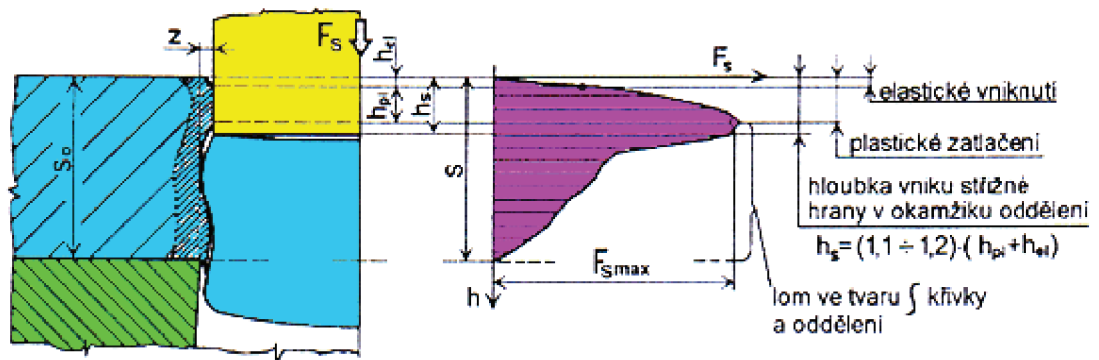
Obr. 5. Kvalita střížné plochy pro různou velikost střížné mezery [2]



Obr. 6. Schéma stříhání při malé, velké a normální střížné vůli [1]

Průběh střížné síly:

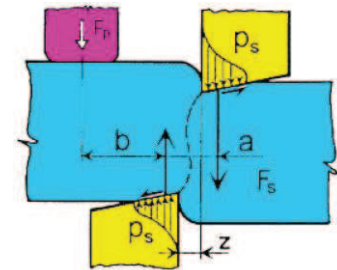
Po elastickém vniknutí se stále zvyšuje střížná síla (kvůli povrchovému zpevnování materiálu). Až po vzniku prvních trhlin dojde k poklesu střížné síly. Na hloubce vniku dojde k lomu součásti. Poté je vidět na odlomené ploše charakteristická S křivka.



Obr. 7. Závislost průběhu střížné síly na poloze střížníku [1]

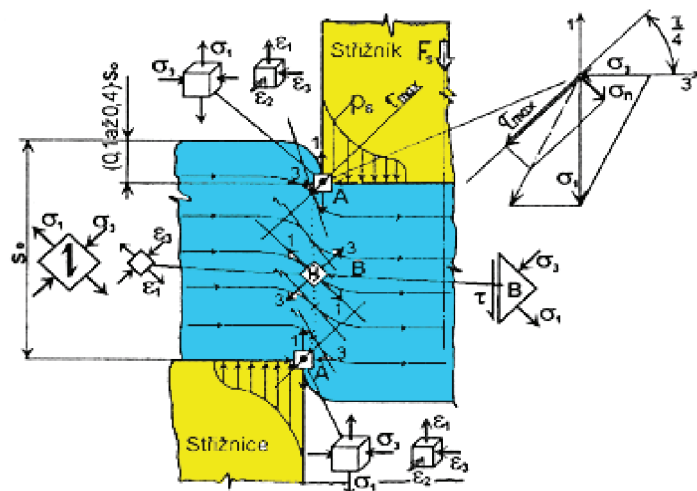
Napjatostní rozbor stříhání

Při volném stříhání podle schématu na obr. 8. vytváří střížná mezera “z” mezi noži a poloha svislých složek střížné síly dvojicí sil na rameni a, kterou uvádí do momentové rovnováhy přidržovací síla F_P na rameni b. Bez přidržovací síly může dojít k přetočení a vklínění plechu mezi střížné nože, zvláště při velkých mezerách. Při uzavřeném vystřihování a děrování je ohybový moment navenek vyvážen, ale může způsobit nežádoucí trvalé deformace malých výstřížků ze silnějších plechů.



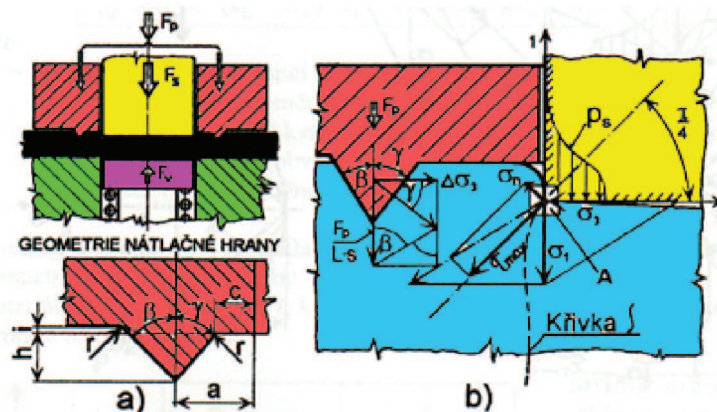
Obr. 8. Schéma volného otevřeného stříhání [1]

Kolmo na rovinu maximálního smykového napětí působí kladná normálová složka σ_n , která se při šíření trhlin po nástřihu podílí na jejich rozevírání. Vlivem změny natáčení roviny τ_{max} vytváří střížná plocha typickou křivku “S”. Poměr hlavních napětí σ_1 a σ_3 směrem do středu střížné plochy se mění a právě uprostřed v bodě B platí, že $\sigma_1 = -\sigma_3$ a jsou splněny podmínky prostého smyku, kde $\sigma_2 = 0$.



Obr. 9. Schéma napjatosti a deformace při běžném uzavřeném stříhání [4]

Použitím přídržovače s nátlacnou hranou obr. 10. se vytvoří přídavné tlakové napětí $\Delta\sigma_3$, které výrazně změní poměry v rovinné napjatosti uzavřeného stříhu, jejichž důsledkem je dosažení záporné hodnoty složky normálního napětí σ_n . Toto normální napětí se snaží vznikající trhliny i při jejich šíření ve směru τ_{\max} uzavírat.



Obr. 10. Schéma přesného uzavřeného stříhání [4]

2.1.3 Síly působící při procesu stříhání [1], [2], [3], [4], [5], [22]

Pro správnou volbu lisu musíme spočítat celkovou střížnou sílu, která obsahuje střížnou sílu pro vystřížení výstřížku, stírací sílu k setření výstřížku ze střížníku a protlačovací sílu, která musí překonat tření mezi střížnicí a výstřížkem. Celková střížná síla se pak ještě navyšuje o koeficient bezpečnosti, který vytvoří silovou rezervu 20-25%.

Střížná síla

$$F_s = n \cdot S \cdot \tau_s = n \cdot o \cdot s \cdot 0,8 \cdot R_m \quad (2.1)$$

F_s – střížná síla [N]

n – koeficient zahrnující opotřebení nástroje (1,2 – 1,55) [-]

S – plocha stříhu [mm²]

τ_s – pevnost materiálu ve stříhu ($\tau_s = 0,8 \cdot R_m$) [MPa]

o – celkový obvod výstřížku [mm]

s – tloušťka stříhaného materiálu [mm]

R_m – mez pevnosti v tahu [MPa]

Protlačovací síla

$$F_{Pr} = C_2 \cdot F_s \quad (2.2)$$

F_{Pr} – protlačovací síla [N]

C_2 – součinitel protlačování (pro Al je 0,02-0,04) [-]

Stírací síla

$$F_{St} = C_1 \cdot F_s \quad (2.3)$$

F_{St} – stírací síla [N]

C_1 – součinitel stírání (pro Al je 0,09) [-]

Celková střížná síla

$$F_C = F_s + F_{Pr} + F_{St} \quad (2.4)$$

F_C – celková střížná síla [N]

Celková střížná síla (navýšená o bezpečnost)

$$F_{CB} = F_C \cdot C_3 \quad (2.5)$$

F_{CB} – celková střížná síla (navýšená o bezpečnost) [N]

C_3 – koeficient bezpečnosti (1,20-1,25) [-]

2.1.4 Střížná vůle [5], [18], [22]

$$v = 2 \cdot z \quad (2.6)$$

v – střížná vůle [mm]

z – střížná mezera [mm]

Pro plechy tloušťky do 3 mm:

$$v = 2 \cdot c \cdot s \cdot 0,32 \cdot \sqrt{\tau_s} \quad (2.7)$$

c – koeficient, nižší hodnoty se volí, pokud chceme lepší střížnou plochu, při vyšších hodnotách lze dosáhnout minimální střížné síly (0,005 – 0,035) [-]

s – tloušťka materiálu [mm]

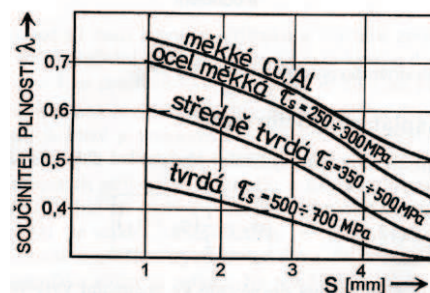
τ_s – pevnost materiálu ve stříhu [MPa]

Pro plechy tloušťky nad 3 mm:

$$v = 2 \cdot (1,5 \cdot c \cdot s - 0,015) \cdot 0,32 \cdot \sqrt{\tau_s} \quad (2.8)$$

2.1.5 Střížná práce [1], [2], [20]

Střížná práce při stříhu rovnoběžnými střížnými hranami je dána plochou pod křivkou střížné síly viz obr. 7.,12. Součinitel plnosti λ diagramu F-s je pro některé materiály určen grafem na obr. 11.



Obr. 11. Graf ke stanovení součinitele plnosti [1]

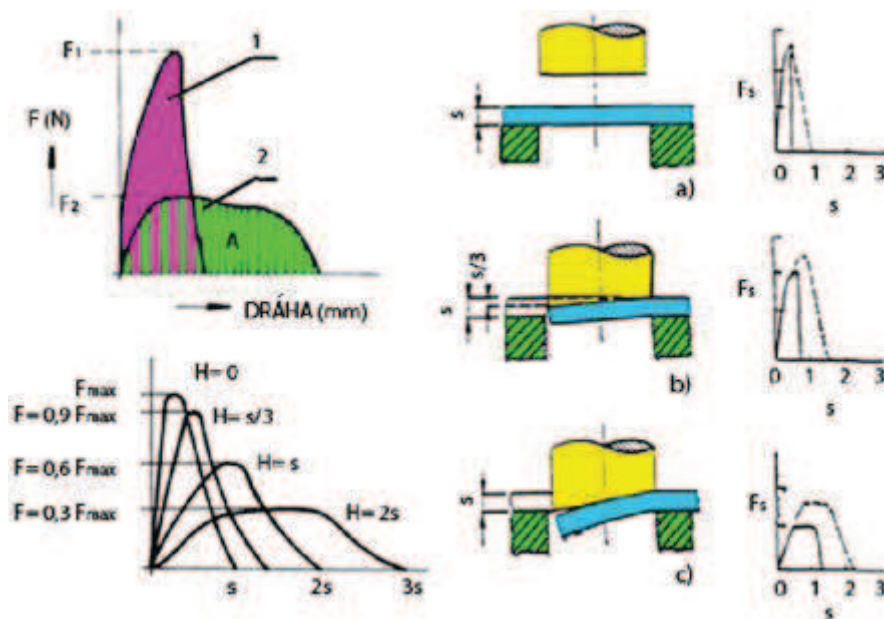
Při porovnání střížné síly a velikosti práce při stříhání rovnými a šikmými noži je jasně patrné, že stříhání se šikmými noži je výhodnější, neboť pro stejnou tloušťku plechu a délku stříhu je potřeba mnohem menší síla, než u rovných nožů, ale na druhé straně budeme stříhat po delší dráze. Zmenšení střížné síly podstatně zmenšuje rázy.

Střížná práce

$$A = \frac{\lambda \cdot F_C \cdot s}{1000} \quad (2.9)$$

λ – součinitel plnosti (pro Al do tl.1mm je 0,75-0,70) [-]

A – střížná práce [J]



Obr. 12. Porovnání průběhu střížné síly a velikosti práce při stříhání rovnými a šikmými noži (vlevo nahoře) a vliv úhlu zešikmení na průběh síly a velikosti práce (vlevo dole) s vyjádřením průběhů pro zkosení 0, 1/3 H a H = s (vpravo – plná čára je pro normální stříh, šrafovaná čára pro přesné stříhání) [2]

2.1.6 Technologičnost součásti [5], [6]

Technologická a konstrukční doporučení:

Návrh výstřížku musí respektovat vlastnosti materiálu (anizotropie) a zvláštnosti technologie stříhání zejména, že:

- drsnost střížné plochy se zmenšuje se zvyšující se tvárností materiálu
- odchylka kolmosti střížné plochy se zvětšuje s (opotřebením) zvětšující se střížnou vůlí
- podél střížné plochy dochází ke ztenčení materiálu
- materiál se podél střížné plochy zpevňuje
- rozměry výstřížku se mění odpružením a opotřebením nástrojů

- zejména u malých tlustostěnných výstřižků dochází k prohnutí výstřižku ohybovým momentem stříhání
- nezužovat tolerance rozměrů pod reálnou mez pro stříhání na běžném zařízení, tolerance jsou funkcí tloušťky stěny a rozměru výstřižku
- není-li střižná plocha funkční, nepředepisovat její drsnost ani kolmost
- u výstřižků z tenkých plechů nepředepisovat rovinost, u tlustostěnných jen výjimečně
- minimální velikost otvorů, kterou lze běžným nástrojem prostříhnout, je u měkké oceli \varnothing 0,6 až 0,8 mm, je-li střižník vedený přidržovačem \varnothing 0,25 až 0,30 mm, u tvrdé oceli je to \varnothing 1,2 až 1,5 mm
- otvorům kruhového průřezu je nutno dát vždy přednost
- vzdálenost mezi otvory: od okraje výstřižků má být min. 0,8 až 1,5 s. U měkkých materiálů se tyto hodnoty zvětšují o 15 až 25 %
- šířka vyčnívajících částí obrysů nebo nejmenší šířka úzkých výstřižků má být $> 1,5$ s
- rohy mají být raději sražené než zaoblené, Sražení 45° je nezbytné vzniká-li výstřižek postupným stříhem
- minimální úhly rohů u tvrdých plechů (600MPa) $> 90^\circ$, u měkkých (< 300 MPa) $> 45^\circ$
- ostré rohy lze vyrobit na dvě operace
- není správné měnit na výstřižku poloměr zaoblení rohů a střídát ostré a zaoblené rohy
- plynulé přechody oblouků do přímých částí obrysu zdražují nástroj a vyžadují uzavřený stříh s postranním odpadem a přepážkami
- vystupující delší části obrysu mají mít maximální výšku 1,2 s
- nemusí-li být jednotlivé výstřižky identické a jejich obrys zaoblený, nemusí být střižná čára uzavřena a je možno vynechat přepážky
- při stříhání na nůžkách volíme tvary vyžadující nejmenší počet stříhů
- nejvhodnější tvar výstřižku je rovnoběžník, jehož protilehlé strany jsou tvarované jako pozitiv a negativ
- není-li možné dodržet tvar pozitiv-negativ, vyhoví i tvar symetrický vzhledem k ose strany
- trojúhelníkový tvar výstřižku je výhodný, pokud jde o rovnoramenný trojúhelník
- kruhový obrys výstřižku je nevýhodný kvůli velkému odpadu materiálu

- navrhovat optimální nástřihové plány, využití materiálu by mělo být minimálně 70 %
- vhodně volit rozměrové tolerance, výstřižky menších rozměrů než 150 mm se vyrábějí v toleranci *IT 12* až *IT 14*, u přesných stříhadel s vodíci sloupky v toleranci *IT 9* až *IT 11*
- nepředepisovat kolmost střižné plochy, které běžným stříháním nelze dosáhnout (v případě konstrukčního požadavku na kolmost je nutné zvolit technologii přesného vystřihování)
- vhodně volit jakost povrchu střižné plochy, ustřižená část má drsnost $R_a = 3,2 \div 6,3$. Přesným stříháním a děrováním lze dosáhnout $R_a = 0,2 \div 0,8$



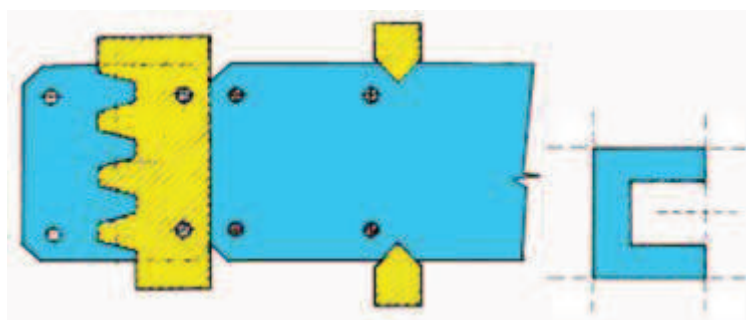
Obr.13. Zaoblení rohů výstřižku:

a) nevhodné střídání poloměrů, b) vhodná úprava [5]

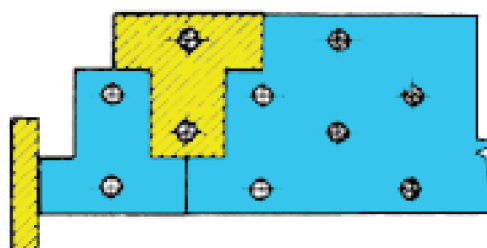


Obr.14. Přejechy oblouků do přímých částí

a) nevhodné, b) vhodné [5]



Obr.15. Vhodný tvar výstřižku negativ-pozitiv [5]



Obr.16. Vhodný tvar výstřižku pozitiv-negativ [5]

2.1.7 Nástříhový plán [2], [5]

Nástříhový plán zobrazuje uspořádání jednoho nebo více typů výstřižku na pásu plechu. Správnému navržení nástříhového plánu musí být věnována velká pozornost, protože náklady na materiál tvoří 60-75% celkových nákladů na výrobu výstřižku. Technologický nebo konstrukční odpad je nedílnou součástí technologie stříhání.

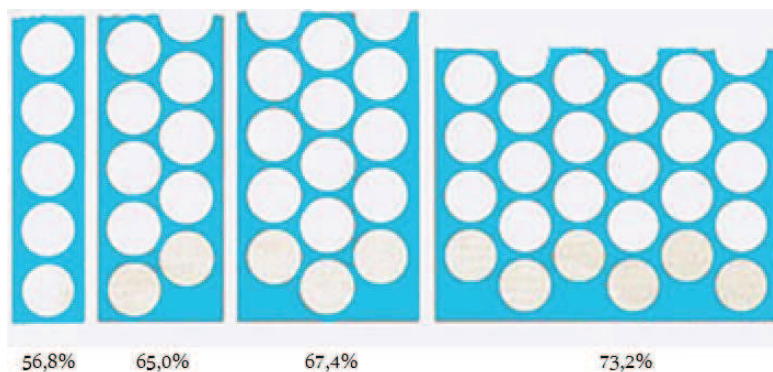
Hospodárnost stříhání (účinnost)

$$\mu = \frac{S_c}{S_p} \cdot 100 \quad (2.10)$$

μ – ukazatel využití plechu [%]

S_c – celková plocha výstřížků [mm^2]

S_p – plocha svitku [mm^2]



Obr.17. Nástřihový plán [2]

2.1.8 Těžiště střížných sil [22]

Stopka střížného nástroje musí být v silovém těžišti, aby na nástroj nepůsobily klopné momenty a nedocházelo k zbytečným nepřesnostem ve výrobě a nerovnoměrnému opotřebení nástroje. Těžiště střížných sil lze určit graficky nebo početní metodou (analyticky).

Analytické řešení

U početního řešení musíme nejprve zvolit nulový bod, se kterým sesouhlasíme souřadnou soustavu. K takto zvolenému bodu je pak možno vypočítat těžiště. Do vzorce se zadávají dílčí vzdálenosti k těžištím jednotlivých obvodů.

$$x_T = \frac{\sum o_i \cdot l_{xi}}{\sum o_i} \quad (2.11)$$

$$y_T = \frac{\sum o_i \cdot l_{yi}}{\sum o_i} \quad (2.12)$$

x_T – těžiště na ose x [mm]

y_T – těžiště na ose y [mm]

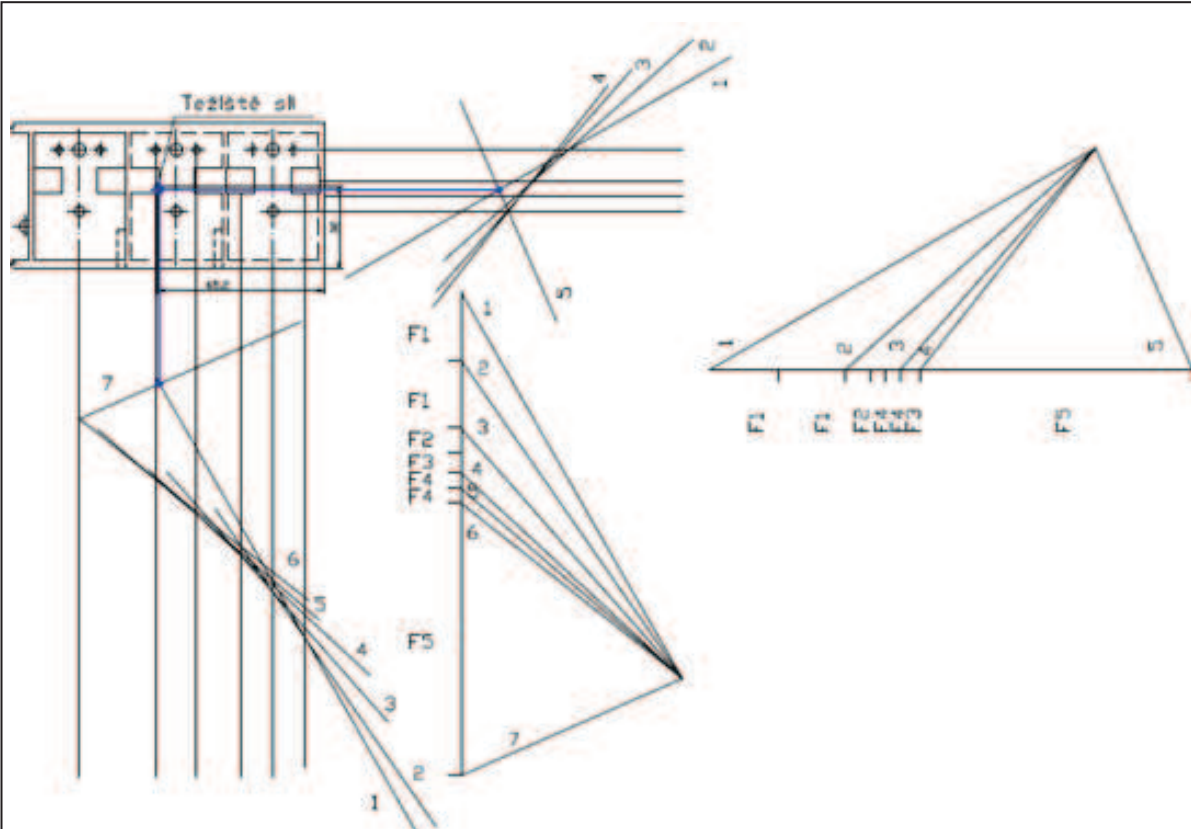
o_i – obvod stříhaného prvku [mm]

l_{xi} – vzdálenost od osy y [mm]

l_{yi} – vzdálenost od osy x [mm]

Grafické řešení

U grafického řešení je nejdůležitější zvolit vhodné měřítko sil a rozměrů, podle tohoto zvoleného měřítko se odvíjí i přesnost narysovaného těžiště. Grafické řešení je vhodná kontrolní pomůcka pro analytické řešení.



Obr.18. Grafické řešení těžiště střížných sil

2.2 Technologie uzavřeného stříhání

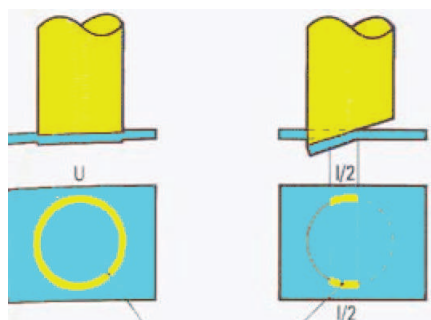
Velikost střížné síly závisí na vhodném řešení konstrukce střížnice. Tuto sílu můžeme v průběhu stříhání snížit vhodným výběrem šikmých nebo stupňovitě uspořádaných noží, pokud máme dostatečně výkonný lis, můžeme zvolit i rovnoběžné nože.

2.2.1 Stříhání rovnoběžnými noži [2], [5]

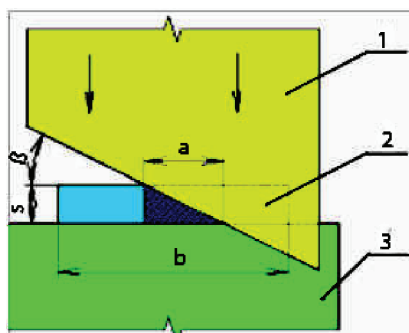
Rovnoběžné nože jsou konstrukčně nejjednodušší nástroj. Bez speciálních úprav nelze nástroj vyrobit bez střížné vůle, protože by hrozila kolize nástroje. Vůle je závislá na tloušťce a pevnosti materiálu (větší vůli volíme pro pevnější materiál)

2.2.2 Stříhání šikmými noži [2], [5], [10]

Nůž je skloněn o několik stupňů a materiál se stříhá postupně. Stříhání šikmými noži se s výhodou využívá, pokud máme k dispozici lis o menší síle a s rovnoběžnými noži by nebylo možné výstřižek vyrobit. Celková práce se sice nezmenší, ale dosáhneme lepšího rozvolnění střížné síly. Pro velikost střížné síly je rozhodující plocha trojúhelníku (velikost střížné hrany a tloušťka). Šikmé nože mohou být zkoseny z jedné nebo z dvou stran. Pro materiál tloušťky do 3 mm je úhel sklonu nože 5° a hloubka $h = 2s$.



Obr.19. Porovnání délky stříhu rovnoběžnými a šikmými noži [2]

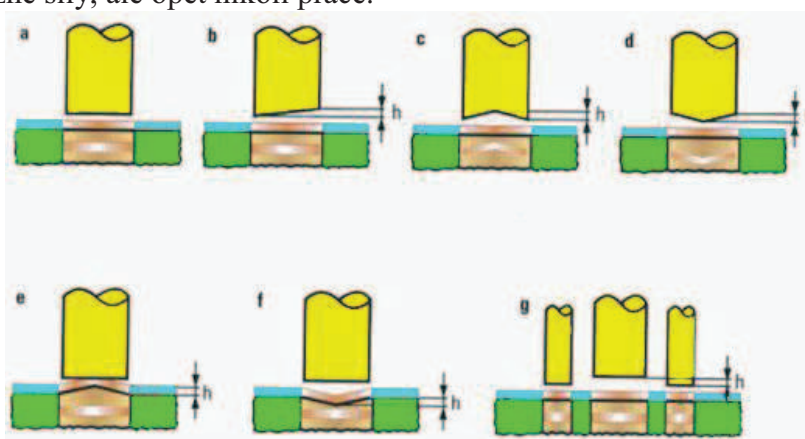


Obr.20. Stříhání skloněnými noži [2]

1 – horní pohyblivý nůž, 2 – dolní pevný nůž, 3 – stříhaný materiál

2.2.3 Stupňovité uspořádání nožů [2], [5]

Může být využito rovnoběžných nebo šikmých nožů. Rozdíl této metody spočívá v jiné délce každého střížníku nebo skupiny střížníků. Tato metoda také napomáhá snížení střížné síly, ale opět nikoli práce.

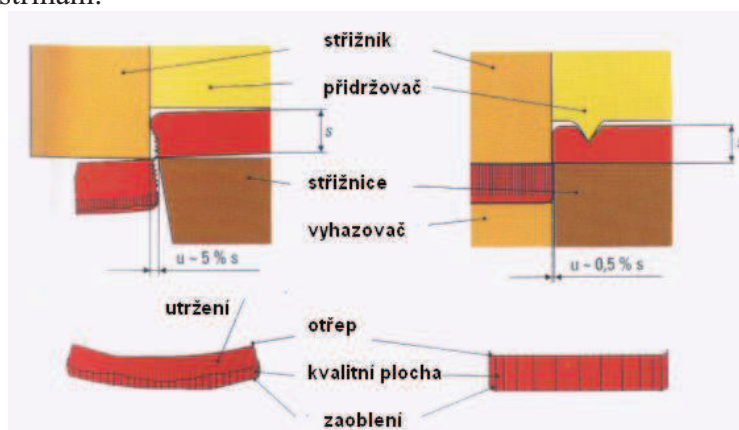


Obr. 21. Úpravy střížníku a střížnice [2]

a - rovný stříh, b - jednostranné zkosení střížníku, c, d - oboustranné zkosení střížníku, e, f - zkosení střížnice, f - stupňovité uspořádání střížníků

2.2.4 Přesné stříhání [2], [10]

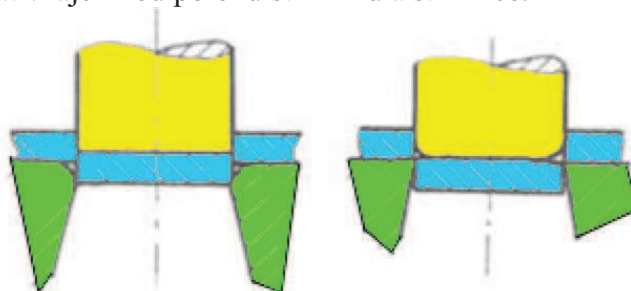
U některých výstřížků je kladen zvláštní důraz na jakost povrchu a rozměrovou přesnost. Těchto výrobně náročných požadavků lze dosáhnout přesným stříháním (u normálního stříhání R_a 3,2-6,3; IT 11-12; u přesného stříhání R_a 0,4-0,8; IT 6-8). Takto vyrobené výstřížky jsou již hotové k montáži a nepotřebují další úpravy. Kvalitu výstřížku ovlivňuje z velké části vůle (střížná mezera) mezi střížníkem a střížnicí. Přesné stříhání rozšiřuje pásmo plastického stříhu na celou tloušťku materiálu. Při zmenšující se střížné mezeře se eliminují tahové složky napětí od ohybového namáhání a napjatost se blíží čistému smyku. Střížná mezera je asi 10x menší, než u normálního stříhání.



Obr. 22. Kvalita stříhu normálního a přesného stříhání [2]

Stříhání bez vůle [2], [5]

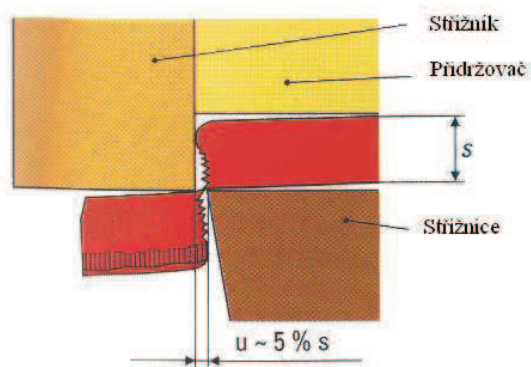
Střížník nebo střížnice je vyrobena bez břitu, má zaoblenou střížnou hranu. Druhá část nástroje je nabroušena. Pro přesné děrování je zaoblena střížnice, pro přesný povrch výstřížku je zaoblen střížník. Zaoblení nástrojů se volí minimální. Velké zaoblení zvětšuje průhyb výstřížku a podporuje tvoření otřepů. Doporučené zaoblení je $r = 0,2 s$. Střížná vůle se doporučuje 0,01 až 0,025 mm. Nástroj musí dokonale zajišťovat vzájemnou polohu střížníku a střížnice.



Obr. 23. Stříhání bez vůle [2]

Stříhání pomocí přidržovače [2]

K tahové složce napjatosti přibývá složka tlaková, tím se zlepšuje stav napjatosti v místě stříhu. Přidržovač slouží také proti ohýbání okrajů výstřížku a zlepšuje jakost povrchu ploch.

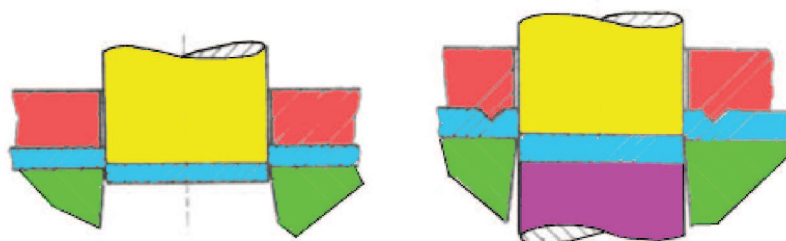


Použití přidržovače

Obr. 24. Stříhání s přidržovačem [2]

Stříhání s nátláčnou hranou [2], [10]

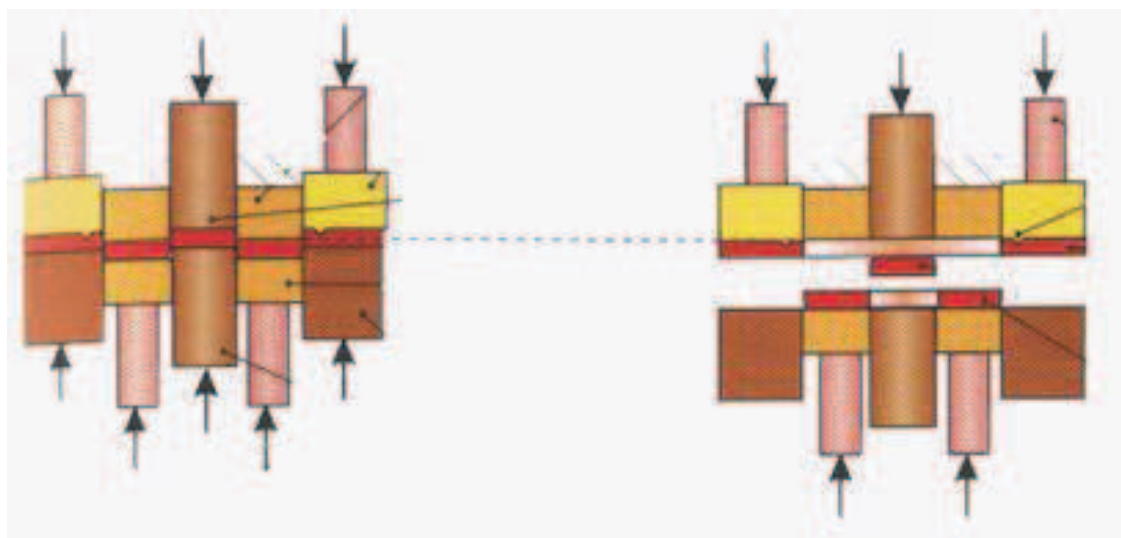
Nejlepší výsledky v oboru přesného stříhání přináší tzv. stříhání s nátláčnou hranou. Nátláčná hrana se prolisuje v oblasti stříhaného obvodu, kde změní napjatost střížné plochy na trojosou. Nátláčná hrana způsobí navíc složku tlakovou (místo původní tahové), která usnadňuje přiblížení k čistému smyku. Protitlak je zajištěn odpruženým spodním lisovníkem. Toto uspořádání umožňuje stříhání načisto i u poměrně tlustých materiálů. Pro materiály o tloušťce větší než 5 mm se můžou použít dvě obvodové hrany nebo jedna na střížníku a jedna na střížnici. Z důvodu použití nátláčné hrany se zvětší šířka můstku a zmenší využití plechu na páse.



Obr. 25. Stříhání s přidržovačem a stříhání s nátláčnou hranou [2]

Reverzní stříhání [2], [10]

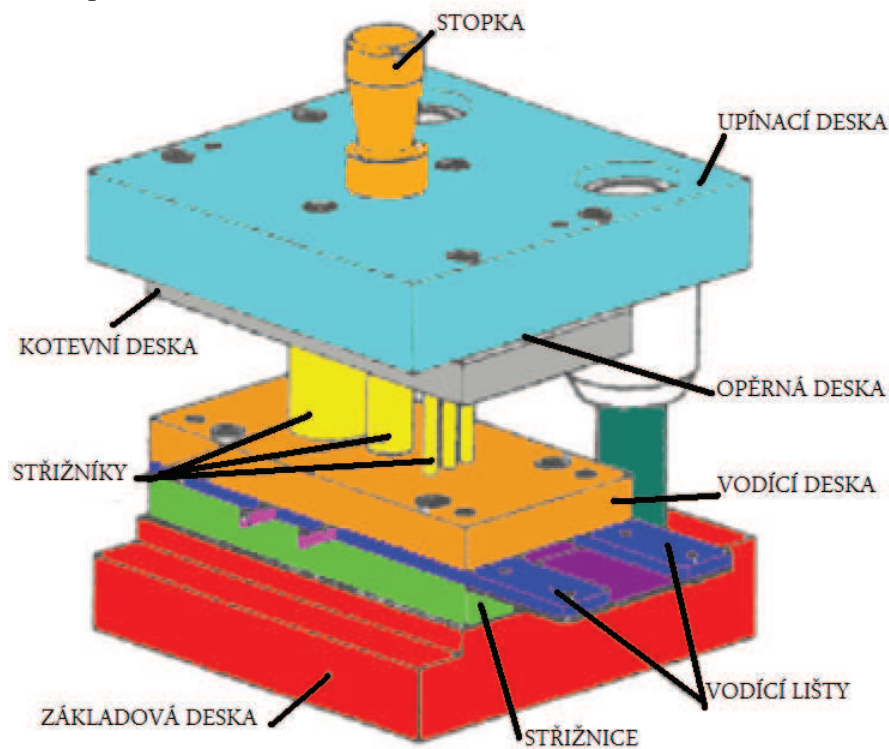
Reverzní stříhání je založeno na sevření polotovaru tak, že se neprojevují tahové složky napjatosti. Výstřížek, který byl vyroben technologií reverzního stříhání poznáme podle zaoblení horní i dolní hrany výstřížku. Produktivitu snižuje princip výroby výstřížku rozděleného do dvou výrobních fází. Nejprve se z jedné strany materiál nastříhne asi do hloubky $0,25 s$ (tloušťky plechu), pak dostříhne z druhé strany. Od tloušťky materiálů 3,5 mm se používá nátláčné hrany, která je použita i na obr. 26.



Obr. 26. Revertní stříhání [10]

2.3 Nástroje pro stříhání [1], [2], [5]

Prostříhovadla se skládají ze dvou hlavních částí (nástrojů) střížníku (pohyblivý nůž) a střížnice (spodní pevný nůž). Prostříhovadlo je upevněno k beranu lisu pomocí stopky za upínací hlavici (upínací deska). V kotevní desce je uložen střížník. Opěrná deska slouží k přenosu sil na střížník.



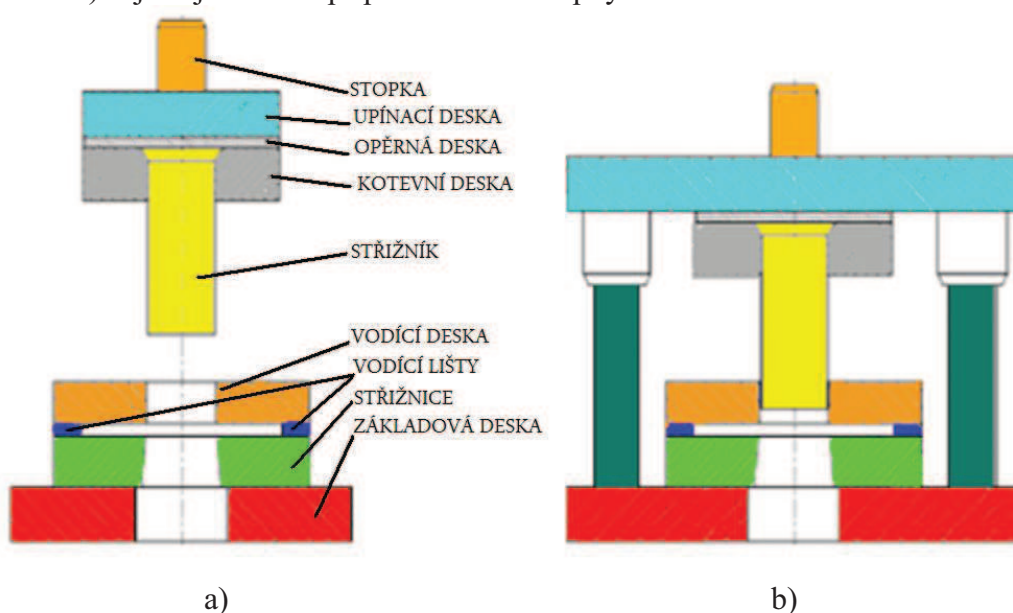
Obr. 27. Prostříhovadlo s kombinovaným vedením [1]

Střížné nástroje, rozdělení dle vedení:

- pomocí vodící desky (obr. 28a)
- pomocí vodících sloupků
- kombinované (obr. 27.,28b)

V malosériové výrobě, kde není mechanizované zakládání a posuv materiálu, se používají nástroje bez vedení. Pro střížnice do rozměrů 400x250 mm se používá nejčastěji vedení pomocí vodící desky. Vzájemnou polohu (střížníku a střížnice) zajišťuje pouze vedení beranu lisu, vodící deska slouží k správnému navedení střížníku.

Pro větší rozměry, než 400x250 mm se většinou využívá vodících sloupků (mechanizovaný posuv a zakládání materiálu). Vzájemnou polohu (střížníku a střížnice) zajišťují v tomto případě vodící sloupky.

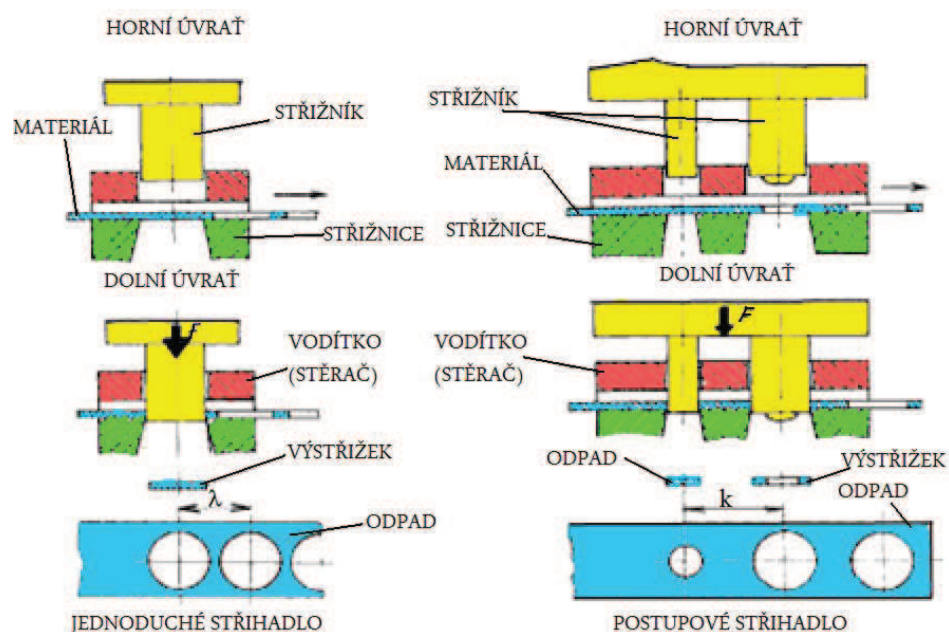


Obr. 28. Střížný nástroj s vodící deskou, vodícími sloupky [11]

Rozdělení nástrojů dle počtu stříhacích operací:

- jednoduchý - celá operace se provede v jednom kroku
- víceřadý - stříh ve více řadách současně (úspora materiálu)
- postupový - požadovaný tvar se vyrobí po několika krocích
- sloučený - provede se více střížných operací na jeden zdvih (např. děrování a vystřihování)
- sdružený - provede se více různých operací v jednom kroku (např. ohýbání a stříhání)

Na obr. 29. je vidět rozdíl mezi jednoduchým a postupovým stříhadlem včetně hototových, či rozpracovaných výstřížků.

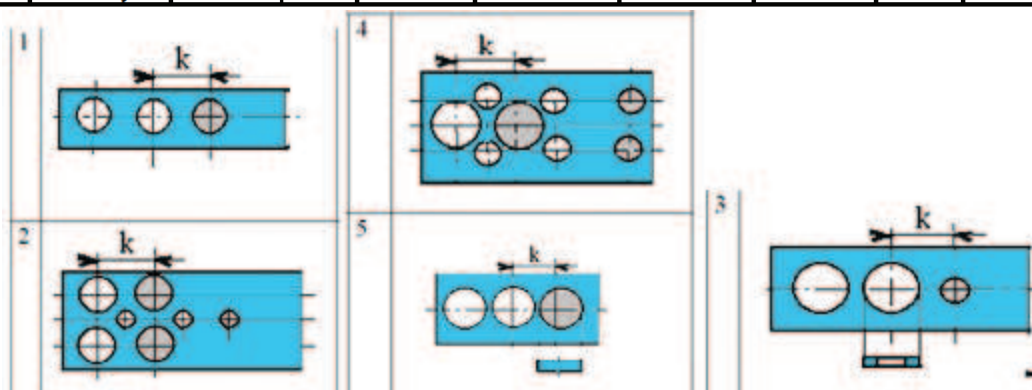


Obr. 29. Schéma jednoduchého a postupového stříhadla [5]

Rozdělení stříhacích operací pro lepší přehlednost je uvedeno v tab. 1., jednotlivé rozdělení nástrojů doprovází obr. 30., který zobrazuje nastříhané pásy plechu daným typem nástroje.

Tab. 1. Rozdělení stříhacích operací [5]

č.	nástroj	vykoná na 1 zdvih							
		1 operace	více operací					součástek	
			totož.	téhož druhu	různého druhu	(bez posuvu)	s posuvem	hotov.	rozprac.
1	jednoduchý	X						1	0
2	víceřadý		X			X		více	0
3	postupový			X			X	1	více
4	sloučený			X		X		více	0
5	sdružený				X	X		1	0



Obr. 30. Stříhání pásů různými typy nástrojů [5]

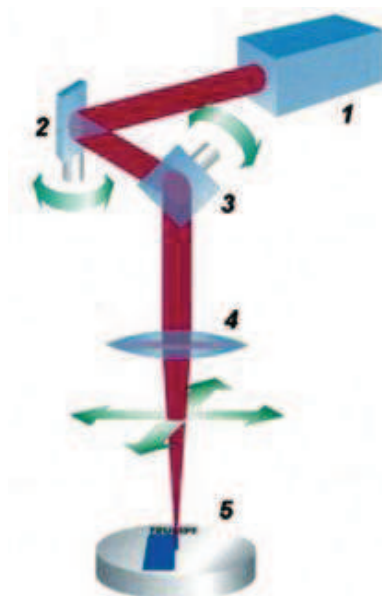
3 LASEROVÝ POPIS MATERIÁLU [12]

Popis laserovým paprskem je založen na lokálním odpařování materiálu nebo na změně barvy daného povrchu. Popis laserem je časově a mechanicky odolný. Velikost popisu bývá ve zlomech až jednotkách mm, hloubka popisu bývá v řádech mikrometrů (tloušťka odpařené vrstvy materiálu). Laserem je možno popisovat nepřeborné množství materiálů jako kalené i nekalené oceli, litiny, titan, mosaz, bronz, hliník a jeho slitiny, slinutý karbid, zlato, keramiku, drahé kameny, plasty, dřevo, sklo, gumu, papír, kůži. Povrch materiálu může být broušený, pískovaný, lakovaný, černěný, smaltovaný, opatřený povrchem chromu, zinku, titankarbidu, titannitridu, keramickým povlakem. Laserem lze popisovat rovinné, válcové a jiné zakřivené plochy

3.1 Popis pomocí vychylování paprsku laseru [12], [23]

Paprsek vychází z laseru a je vychylován dvěma vzájemně kolmými zrcadly, jejichž pohyby řídí počítač. U pevnolátkových Nd:YAG laserů má popisovací pole velikost až 260 x 260 mm, rychlost značení bývá až $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Pro přenos laserového paprsku lze použít vláknovou optiku, která umožňuje popisovat součásti na málo přístupných místech (vlákno jde naohýbat a paprsek dostaneme do nepřístupného místa).

Laserového popisu se s výhodou využívá pro označování bezpečnostních, evidenčních, výrobních a jiných štítků, kvůli již zmíněné výborné trvanlivosti a čitelnosti popisu. Tištění těchto štítků je plně automatizováno.



1 – laser; 2 a 3 - vychylovací zrcátka
; 4 - objektiv; 5 – obrobek

Obr. 31. Princip popisování součásti vychylováním paprsky laseru [12]



Obr. 32. Ukázky popisovaných výrobků [12], [23], [24]

4 VÝPOČTOVÁ ČÁST

4.1 Technologicko-konstrukční výpočty

4.1.1 Výpočet obsahu a obvodu

Hodnoty dílčích rozměrů převzaty z AutoCADu

$$S_1 = a \cdot b = 57,3 \cdot 40 = \underline{2292 \text{ mm}^2}$$

$$S_2 = 2 \cdot \left(a \cdot b + a^2 + \frac{1}{4} \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) = 2 \cdot \left(5,7 \cdot 24 + 5,7^2 + \frac{1}{4} \cdot \frac{\pi \cdot 16^2}{4} \right) = \underline{439,1 \text{ mm}^2}$$

$$S_3 = 2 \cdot (a^2) = 2 \cdot (12^2) = \underline{288 \text{ mm}^2}$$

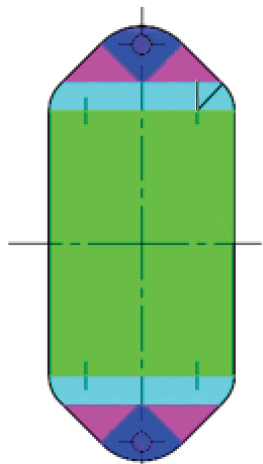
$$S_4 = \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi \cdot 24^2}{4} = \underline{226,2 \text{ mm}^2}$$

$$S_{cv} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = 2292 + 439,1 + 288 + 226,2 = \underline{3245,3 \text{ mm}^2}$$

$S_{1,2,3,4}$ – dílčí obsahy výstřižku [mm^2]

S_{cv} – celková plocha výstřižku [mm^2]

Tab. 2. Vypočtené hodnoty obsahů ploch



Plocha	Obsah plochy [mm^2]
S_1	2292
S_2	439,1
S_3	288
S_4	226,2
S_{cv}	3245,3

Obr. 33. Znázornění dílčích ploch součásti

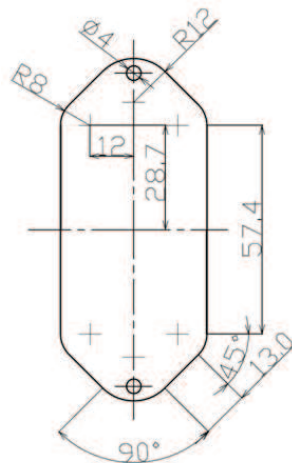
Obvod

$$o_1 = 2 \cdot \pi \cdot D = 2 \cdot \pi \cdot 4 = \underline{25,1 \text{ mm}}$$

$$o_2 = \frac{\pi \cdot D}{2} + \frac{\pi \cdot D}{2} + 2 \cdot 57,4 + 4 \cdot 13 = \frac{\pi \cdot 24}{2} + \frac{\pi \cdot 16}{2} + 2 \cdot 57,4 + 4 \cdot 13 = \underline{229,6 \text{ mm}}$$

$$o = o_1 + o_2 = 25,1 + 229,6 = \underline{254,7 \text{ mm}}$$

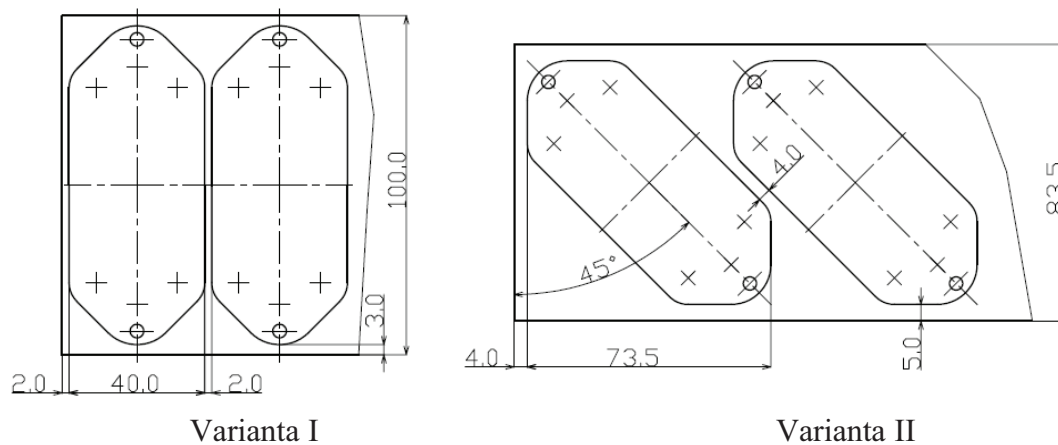
o_1 – obvod vnitřního otvoru [mm]
 o_2 – obvod vnějšího tvaru výstřižku [mm]
 o – celkový obvod výstřižku [mm]



Obr. 34. Pomocný náčrtek pro výpočet obvodu

4.1.2 Nástřihový plán

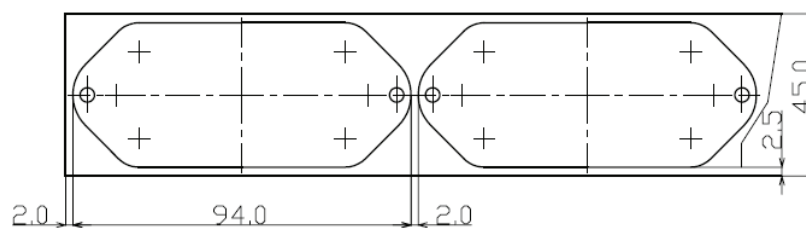
Umístění výstřižků na pásu plechu



Varianta I

Varianta II

Obr. 35. Rozmístění výstřižků I a II



Varianta III

Obr. 36. Rozmístění výstřižků III

Stanovení přepážky a okrajů

Přepážka a okraje se stanoví podle tloušťky plechu, délky a šířky výstřižku. Přepážka a okraj byl určen z tabulek viz. Příloha 2. a je vidět na obr.35.,36.

Tab. 3. Hodnoty přepážky a můstku

Varianta	E [mm]	F [mm]	K [mm]	Typ grafu pro stanovení E	Typ grafu pro stanovení F
I	$E_2 = 2$	$F_3 = 6$	42		
II	$E_3 = 4$	$F_3 = 10$	62,2		
III	$E_3 = 2$	$F_2 = 5$	96		

Počet vyrobených kusů ze svitku

$$P_{vys} = \frac{(l_{pl} - E_i)}{K} \quad (4.1)$$

P_{vys} – počet výstřižků [ks]

l_{pl} – délka svitku [mm]

E_i – velikost přepážky [mm]

K – krok [mm]

Varianta I:

$$P_{vys} = \frac{(100000 - 2)}{42} = 2380,90 \rightarrow \underline{2380 \text{ ks}}$$

Varianta II:

$$P_{vys} = \frac{(100000 - 4)}{62,2} = 1607,7 \rightarrow \underline{1607 \text{ ks}}$$

Varianta III:

$$P_{vys} = \frac{(100000 - 2)}{96} = 1041,65 \rightarrow \underline{1041 \text{ ks}}$$

4.1.3 Výpočet využití plechu (dle vztahu (2.10))

$$\mu = \frac{S_c}{S_p} \cdot 100$$

$$\mu = \frac{(P_{vys} \cdot S_{cv})}{l_{pl} \cdot \check{s}} \cdot 100$$

\check{s} – šířka pásu svitku [mm]

Varianta I

$$\mu = \frac{(2380 \cdot 3245,3)}{100000 \cdot 100} \cdot 100 = \underline{77,2 \%}$$

Varianta II

$$\mu = \frac{(1607 \cdot 3245,3)}{100000 \cdot 83,5} \cdot 100 = \underline{62,5 \%}$$

Varianta III

$$\mu = \frac{(1041 \cdot 3245,3)}{100000 \cdot 45} \cdot 100 = \underline{75,1 \%}$$

4.1.4 Volba vhodné varianty

Tab. 4. Počet výstřížků a využití plechu

Varianta	počet výstř. z 100 m pásu [ks]	využití [%]
I	2380	77,2
II	1607	62,5
III	1041	75,1

Nejekonomičtější řešení z hlediska využití pásu plechu je varianta I, proto byla tato varianta zvolena. Jedná se o nejekonomičtější variantu jednořadého stříhání. Víceřadé stříhání by bylo o něco efektivnější, ale vyžadovalo by dražší a přirozeně širší střížný nástroj. Větší silové a rozměrové požadavky by byly kladeny i na lis. Pás svitku byl zvolen 100 m s ohledem na denní spotřebu materiálu (přibližně 1191ks) a skladování, které je řešeno dále. Skladovací prostor bude minimální a bude se vyrábět, jakmile vznikne potřeba odběratele. Předpoklad výrobní série je: 300 000 ks za rok.

Počet svitků:

$$P_{sv} = \frac{P_{ser}}{P_{vys}} \quad (4.2)$$

$$P_{sv} = \frac{300000}{2380} = 126,05 \rightarrow \underline{127 ks}$$

P_{sv} – počet svitků [ks]

P_{ser} – roční výrobní série [ks]

4.1.5 Střížná síla, práce

Střížná síla dle vztahu (2.1)

$$F_s = n \cdot S \cdot \tau_s = n \cdot o \cdot s \cdot 0,8 \cdot R_m$$

$$F_s = 1,4 \cdot 254,7 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 300 = \underline{85579,2 N}$$

Protlačovací síla dle vztahu (2.2)

$$F_{Pr} = C_2 \cdot F_s$$

$$F_{Pr} = 0,03 \cdot 85579,2 = \underline{2567,4 N}$$

Stírací síla dle vztahu (2.3)

$$F_{St} = C_1 \cdot F_s$$

$$F_{St} = 0,09 \cdot 85579,2 = \underline{7702,1 N}$$

Celková střížná síla dle vztahu (2.4)

$$F_c = F_s + F_{Pr} + F_{St}$$

$$F_c = 85,6 + 2,6 + 7,7 = \underline{95,9 kN}$$

Celková střižná síla (navýšená o bezpečnost) dle vztahu (2.5)

$$F_{CB} = F_C \cdot C_3$$

$$F_{CB} = 95,9 \cdot 1,25 = \underline{119,9 \text{ kN}}$$

Celková střižná síla se navyšuje o koeficient bezpečnosti. Ten se volí v rozmezí 1,2 až 1,25. U materiálu, ze kterého bude vyroben výstrižek je udávána pevnost v tahu až $R_m=300 \text{ MPa}$, ale většina dodavatelů uvádí hodnotu nižší cca 250 MPa . Při návrhu nástroje je počítáno s větší pevností materiálu. Toto opatření zabezpečí vyrobitelnost štítku, bez ohledu na dodavatele materiálu.

Střižná práce dle vztahu (2.9)

$$A = \frac{\lambda \cdot F_C \cdot s}{1000}$$

$$A = \frac{0,75 \cdot 95900 \cdot 1}{1000} = \underline{71,9 \text{ J}}$$

Koeficient plnosti λ je ovlivněn typem a tloušťkou materiálu. Pro hliník tloušťky 1 mm se obvykle volí 0,7 -0,75.

4.1.6 Střižná vůle (dle vztahu (2.7))

Pro plechy do 3 mm:

$$v = 2 \cdot c \cdot s \cdot 0,32 \cdot \sqrt{\tau_s}$$

$$v = 2 \cdot 0,010 \cdot 1 \cdot 0,32 \cdot \sqrt{240} = \underline{0,1 \text{ mm}}$$

Nižší hodnoty koeficientu c se volí, pokud chceme lepší střižnou plochu, při vyšších hodnotách lze dosáhnout minimální střižné síly. Hodnota koeficientu se volí od 0,005 do 0,035.

Výpočet těžiště střižných sil

Jako nulový bod (materiálu) byl zvolen dolní pravý roh pásu plechu, což je schématicky znázorněno na obr. 37. Poloha uložení stopky je jasně daná tímto bodem. Vzájemná poloha stopky a střižníků se již nezmění, ale změní se poloha stopky a střižníků vzhledem k nulovému bodu (referenčnímu) střižného nástroje.

Těžiště v ose x dle vztahu (2.11)

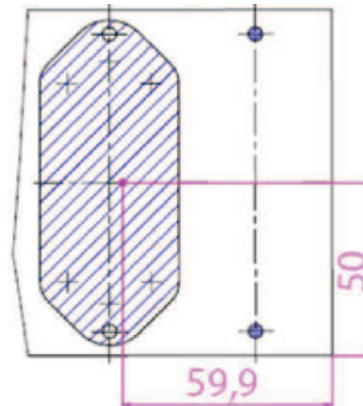
$$x_T = \frac{\sum o_i \cdot l_{xi}}{\sum o_i}$$

$$x_T = \frac{25,1 \cdot 22 + 229,6 \cdot 64}{254,7} = \underline{59,9 \text{ mm}}$$

Těžiště v ose y dle vztahu (2.12)

$$y_T = \frac{\sum o_i \cdot l_{yi}}{\sum o_i}$$

$$y_T = \frac{\pi \cdot 4 \cdot 7 + \pi \cdot 4 \cdot 93 + 229,6 \cdot 50}{254,7} = \underline{50 \text{ mm}}$$



Obr. 37. Zobrazení těžiště

4.2 Rozměry funkčních částí střížného nástroje [26]

Tolerance netolerovaných rozměrů jsou dány normou ČSN ISO 2768 m-K a byly stanoveny dle [19].

4.2.1 Vystřihování

$$JR = 94 \text{ mm}$$

$$TS = \pm 0,3 \text{ mm}$$

$$P = 0,230 \text{ mm}$$

$$TA = 0,057 \text{ mm}$$

$$TE = 0,089 \text{ mm}$$

$$v = 0,1 \text{ mm}$$

JR- jmenovitý rozměr součásti [mm]

TS- tolerance jmenovitého rozměru [mm]

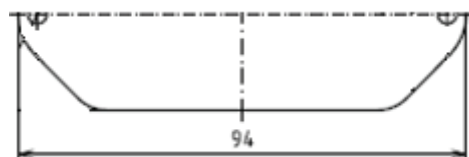
P- přípustná míra opotřebení [mm]

TA- výrobní tolerance střížníku [mm]

TE- výrobní tolerance střížnice [mm]

v- střížná vůle [mm]

Vypočtené hodnoty střížníku a střížnice tvoří na výstřižku krajní body rádiusů R12. Jedná se tedy o rozměr výšky výstřižku, dle náčrtku na obr. 38.



Obr. 38. Náčrtek-výška výstřižku

Střížnice

$$REV = \left(JR - \frac{P}{2} \right) + TE \quad (4.3)$$

$$REV = \left(94 - \frac{0,23}{2} \right) + 0,089 = 93,885^{+0,089} \rightarrow 93,89^{+0,08} \text{ mm}$$

REV- rozměr střížnice při vystřihování [mm]

Střížník

$$RAV = \left(JR - \frac{P}{2} - v + TA \right) - TA \quad (4.4)$$

$$RAV = \left(94 - \frac{0,23}{2} - 0,1 + 0,057 \right) - 0,057 = 93,842_{-0,057} \rightarrow 93,84_{-0,05} \text{ mm}$$

RAV- rozměr střížníku při vystřihování [mm]

$$JR = 40 \text{ mm}$$

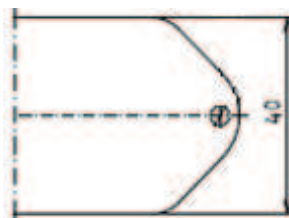
$$TS = \pm 0,3 \text{ mm}$$

$$P = 0,230 \text{ mm}$$

$$TA = 0,057 \text{ mm}$$

$$TE = 0,089 \text{ mm}$$

$$v = 0,1 \text{ mm}$$



Obr. 39. Náčrtek-šířka výstřižku

Níže uvedeným výpočtem určíme rozměry střížnice a střížníku pro šířku výstřižku, který je uveden na obr. 39.

Střížnice dle vztahu (4.3)

$$REV = \left(JR - \frac{P}{2} \right) + TE$$

$$REV = \left(40 - \frac{0,23}{2} \right) + 0,089 = 39,885^{+0,089} \rightarrow 39,89^{+0,08} \text{ mm}$$

Střížník dle vztahu (4.4)

$$RAV = \left(JR - \frac{P}{2} - v + TA \right) - TA$$

$$RAV = \left(40 - \frac{0,23}{2} - 0,1 + 0,057 \right) - 0,057 = 39,842_{-0,057} \rightarrow 39,84_{-0,05} \text{ mm}$$

4.2.2 Děrování

$$JR = \varnothing 4 \text{ mm}$$

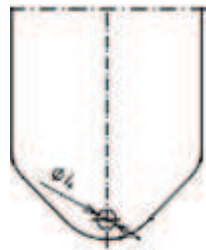
$$TS = \pm 0,1 \text{ mm}$$

$$P = 0,090 \text{ mm}$$

$$TA = 0,023 \text{ mm}$$

$$TE = 0,032 \text{ mm}$$

$$v = 0,1 \text{ mm}$$



Obr. 40. Náčrtek-otvor výstřížku

Střížnici a střížník navrhujeme pro dva otvory o $\varnothing 4$ mm. Otvory jsou na horní a dolní straně výstřížku. Otvory slouží pro přišroubování výstřížku k nádrži motocyklu.

Střížnice

$$RED = \left(JR + \frac{P}{2} + v \right) + TE \quad (4.5)$$

$$RED = \left(4 + \frac{0,09}{2} + 0,1 \right) + 0,032 = 4,145^{+0,032} \rightarrow 4,15^{+0,03} \text{ mm}$$

RED- rozměr střížnice při děrování [mm]

Střížník

$$RAD = \left(JR + \frac{P}{2} \right) - TA \quad (4.6)$$

$$RAD = \left(4 + \frac{0,09}{2} \right) - 0,023 = 4,045_{-0,023} \rightarrow 4,04_{-0,02} \text{ mm}$$

RAD- rozměr střížníku při děrování [mm]

4.3 Kontrolní výpočty [11]

4.3.1 Kontrola střížníku na otláčení

$$\sigma = \frac{F_{S1}}{S} = \frac{F_{S1}}{\frac{\pi \cdot D_o^2}{4}} \quad (4.7)$$

$$\sigma = \frac{\pi \cdot 4 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 300}{\frac{\pi \cdot 16^2}{4}} = \underline{\underline{15 \text{ MPa}}}$$

F_{s1} - střižná síla pro vystřihnutí otvoru [N]

D_o - nejmenší průměr osazení střižníku v kotevní desce [mm]

σ - normálové napětí [MPa]

Pokud by napětí překročilo dovolené napětí 180 MPa, bylo by nutné použít mezi střižník a upínací desku kalenou opěrnou desku. Ačkoliv by to v tomto případě nebylo bezpodmínečně nutné použijeme ji i tak.

4.3.2 Kontrola střižníku na vzpěr

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64} \quad (4.8)$$

$$I = \frac{\pi \cdot 4^4}{64} = \underline{4\pi \text{ mm}^4}$$

I-moment setrvačnosti [mm^4]

d- nejmenší průměr střižníku [mm]

$$l_k = \sqrt{\frac{4 \times \pi^2 \times E \times I}{\pi \times d \times s \times 0,8 \times Rm \times C_3}} \quad (4.9)$$

$$l_k = \sqrt{\frac{4 \times \pi^2 \times 2,1 \times 10^5 \times 4 \times \pi}{\pi \times 4 \times 1 \times 0,8 \times 300 \times 1,25}} = \underline{166,24 \text{ mm}}$$

E-modul pružnosti oceli [MPa]

C_3 - koeficient bezpečnosti [-]

l_k -maximální délka střižníku [mm]

Střižník pro otvory o $\varnothing 4$ mm by mohl být dlouhý maximálně 166,24 mm, kdyby měl po celé délce $\varnothing 4$ mm. Byl však zvolen osazený střižník se zesílením na $\varnothing 10$ mm a pouze koncová část má $\varnothing 4$ mm. Touto úpravou se zvyšuje odolnost střižníku na vzpěr. Celková výška střižníku je 105 mm.

4.3.3 Minimální tloušťka střižnice

$$H = \sqrt[3]{0,1 \cdot F_s} \quad (4.10)$$

$$H = \sqrt[3]{0,1 \cdot 85579,2} = \underline{20,5 \text{ mm}}$$

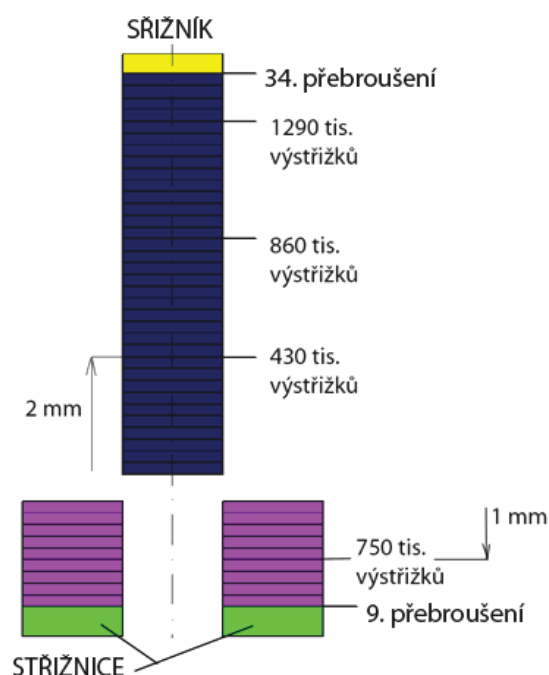
H- minimální tloušťka střižnice [mm]

Ze vztahu 4.10 byla vypočtena minimální tloušťka střižnice $H = 20,5$ mm. Skutečná tloušťka střižnice byla zvolena 27 mm, což umožňuje využít 3 mm pro přebroušení nástroje.

4.3.4 Opotřebení nástroje [28], [29]

Předpokládané maximální opotřebení pro střižník je 43 000 ks výstřížků a pro střižnici 150 000 ks výstřížků na jedno přebroušení o hloubce záběru 0,2 mm. Za celou životnost nástroje bude vyrobeno 1 500 000 ks štítků. U střižnice bude 9 krát odbroušena opotřebovaná vrstva, což sníží tloušťku střižnice H na 25,2 mm. U střižníků bude odbroušena opotřebovaná vrstva 34 krát, což zmenší délku střižníků

z 105 mm na 98,2 mm. Poslední vrstvu (10-tou) u střížnice a (35-tou) u střížníku není nutno již odbroušovat, pokud nebude překročen celkový počet vyrobených kusů.



Obr. 41. Opotřebení střížníku a střížnice

Počet, velikost odbroušení opotřebované plochy

$$P_{od} = \frac{P_{ser} \cdot P_r}{T_n} - 1 \quad (4.11)$$

P_{od} - počet odbroušení opotřebované vrstvy [ks]

P_r - počet roků výroby [rok]

T_n - trvanlivost střížné plochy [ks]

Střížník

$$P_{od} = \frac{300000 \cdot 5}{43000} - 1 = 33,88 \rightarrow \underline{34 \text{ přebroušení}}$$

$$R_z = h_z \cdot P_{od} \quad (4.12)$$

R_z - tloušťka odbroušené plochy [mm]

h_z - hloubka odbroušení [mm]

$$R_z = 0,2 \cdot 34 = \underline{6,8 \text{ mm}}$$

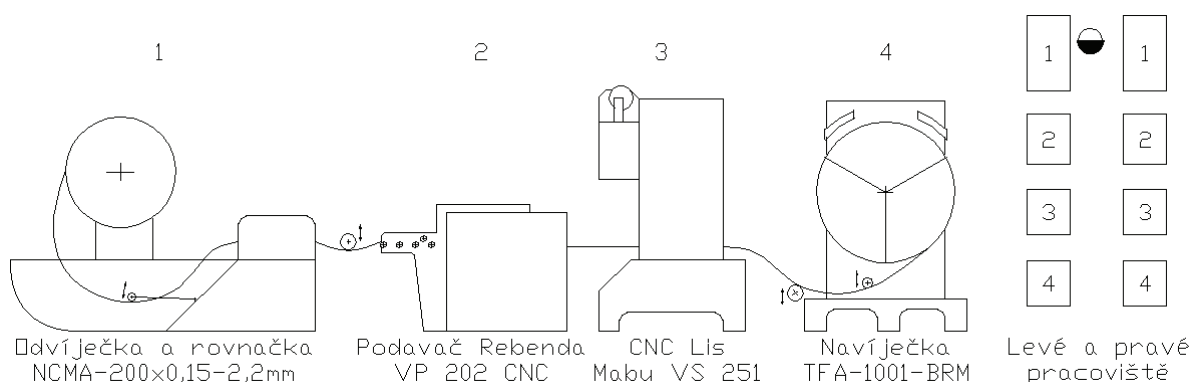
Střížnice

$$P_{od} = \frac{300000 \cdot 5}{150000} - 1 = \underline{9 \text{ přebroušení}}$$

$$R_z = 0,2 \cdot 9 = \underline{1,8 \text{ mm}}$$

5 STŘÍHACÍ LINKA [31], [32]

Obsluha má na starosti dvě strany pracoviště. Zadaný výstřížek se bude vyrábět na pravé straně linky. Posun materiálu proto postupuje zleva doprava o předem stanovený krok, který zajišťuje automatický podavač. Z větší části se jedná o NC, CNC stroje, což nám usnadňuje zrychlit přetypování výroby. Údaje o nastavení stroje jsou posílány po síti přímo do stroje a na místě probíhá pouze korekce těchto údajů, pokud je třeba. Touto úpravou zkrátíme čas, kdy linka nevyrábí. Velkou výhodou je možnost sledování parametrů výroby na PC, třeba vytíženost stroje a stav dokončení zakázek.



Obr. 42. Schéma linky a rozmístění pracoviště

5.1 Popis stříhací linky

NC odvíječka a rovnačka (1):

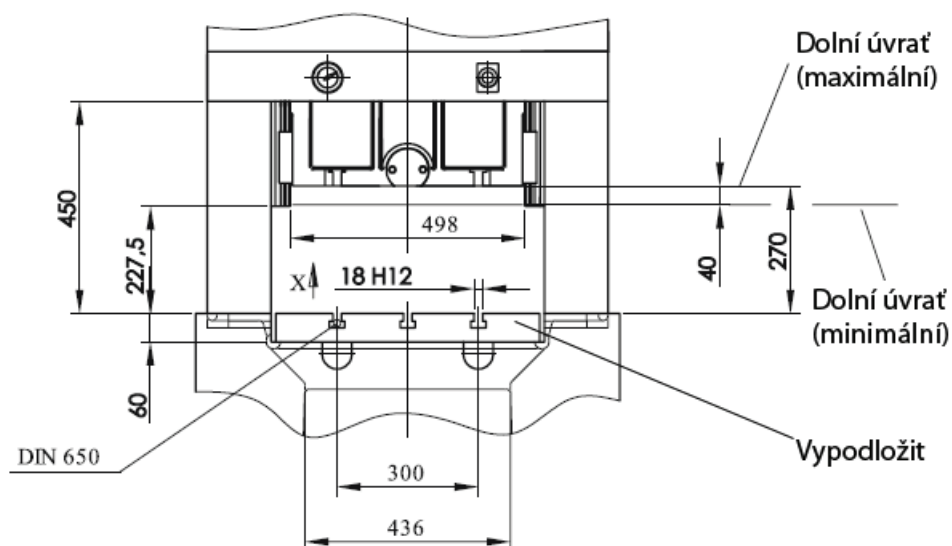
Odvíječka odmotává postupně 100 m svitku. Jedná se hliníkový plech o šířce 100 mm. Odvíječka je limitována šířkou svitku 10-200 mm a tloušťkou materiálu od 0,15 do 2,2 mm a nostností 1000 kg, což s velkou rezervou splňujeme. Když je páková kladička v horní úvratí, sepne čidlo a začne se odvíjet požadovaný materiál, dokud se nedostane kladička do spodní polohy. Protože je odvinutý pás zohýbaný, putuje do rovnačky, kde je 7-mi válci (4/3; horní/spodní válce) pozvolna narovnávan. Za rovnačkou nalezneme posuvně uchycený napínák, který nám vytváří dostatečnou zásobu pásu na rychlé posunutí materiálu do podavače. Zde se musí dát pozor, aby kladička nemohla ohnout plech na maximální poloměr ohybu. Kdyby se tak stalo, došlo by k plastické deformaci (ohybu).

Automatický CNC podavač (2):

Automatický podavač je vysoce výkonný, dosahuje maximální podávací rychlosti až $120 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$. Stroj je vybaven odměřovacím zařízením, které detekuje případný prokluz materiálu.

CNC Lis (3):

Lis lze nastavit na 80-600 zdvihů za minutu, ale v našem případě nevyužijeme plně tohoto výkonu. Jsme omezeni odvíječkou a rovnačkou, která se otáčí rychlostí maximálně $20 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$. Při maximální rychlosti rovnačky lis dosáhne cca. 450 zdvihů za minutu. Při přechodu do dolní úvratí lisu dochází k stříhu materiálu. Počáteční dolní úvrat' volím na samé dolní hranici stroje 230 mm. Střížník je při této poloze nástroje 1 mm pod rovinou střížnice. Po několika přebroušení střížníků a střížnice bude nutné nástroj vypodložit. Vypodložení bude 8 mm, aby nedošlo ke kolizi vodících sloupků s beranem lisu (mezera mezi beranem lisu a vodícími sloupky bude 2 mm). Stroj má jmenovitou sílu 240 kN (na zadaný výstřížek by stačil i slabší se 120 kN, ale tento lis má i menší pracovní prostor pro upnutí nástroje, který byl nevyhovující). Horní část střížného nástroje se upíná za stopku o $\text{Ø}40\text{H}7\times 90$. Vystřížený štítek propadá otvorem ve stolici lisu do boxu a je transportován k popisu laserem. Část odpadního materiálu (materiál z otvorů na štítku) propadá také stolicí lisu. K selekci odpadu od štítků je použito gravitačního skluzu s řadou děr pro vytřídění. Štítky a odpad pak nikdo nemusí přetřídovat.



Obr. 43. Detailní pohled na dolní úvrat' lisu [32]

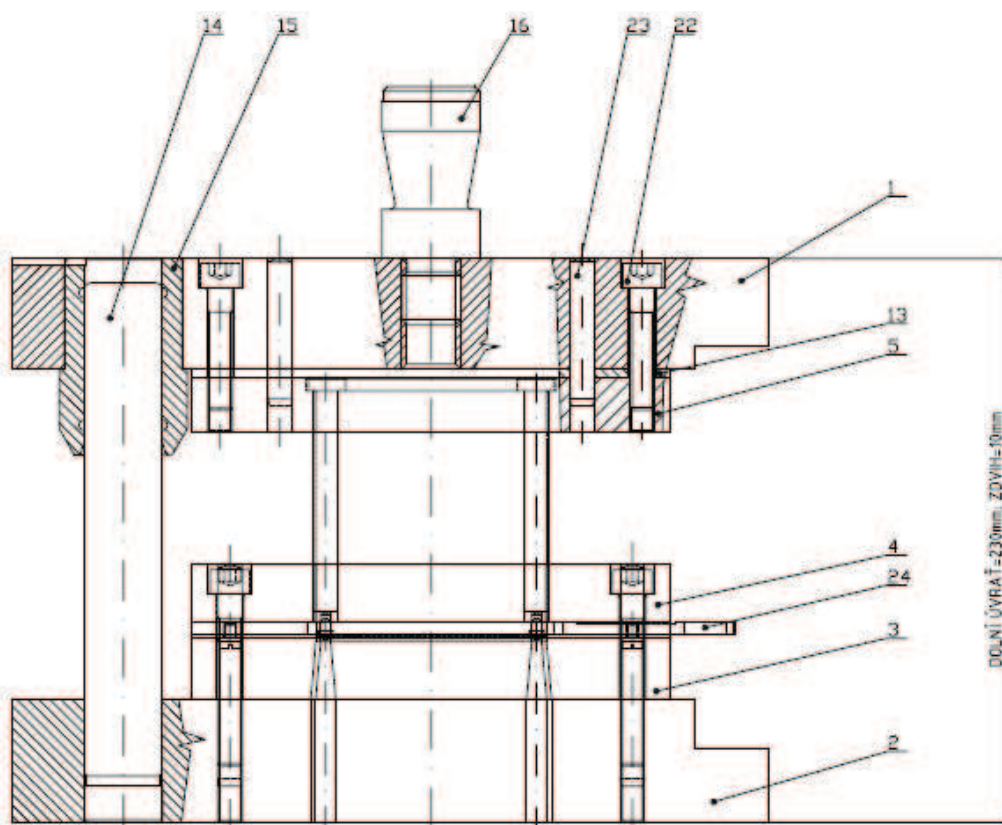
Navíječka (4):

Má za úkol namotat odpadní materiál opět do svitku. Pokud by jsme chtěli ušetřit více skladovacího prostoru, tak by jsme materiál stříhali na tabule plechu. Toto řešení by mohlo být řešeno externě mimo nebo přímo v střížném nástroji. Navíjení je uskutečněno opět kladičkami. Pouze tento stroj výrobní linky není řízen počítačem.

5.2 Popis střížného nástroje

Základová deska (2) byla zvolena ocelová. V horní části upínací desky (2) je zašroubovaná stopka. Stopka (16) je uchycena v beranu lisu a drží celý horní díl

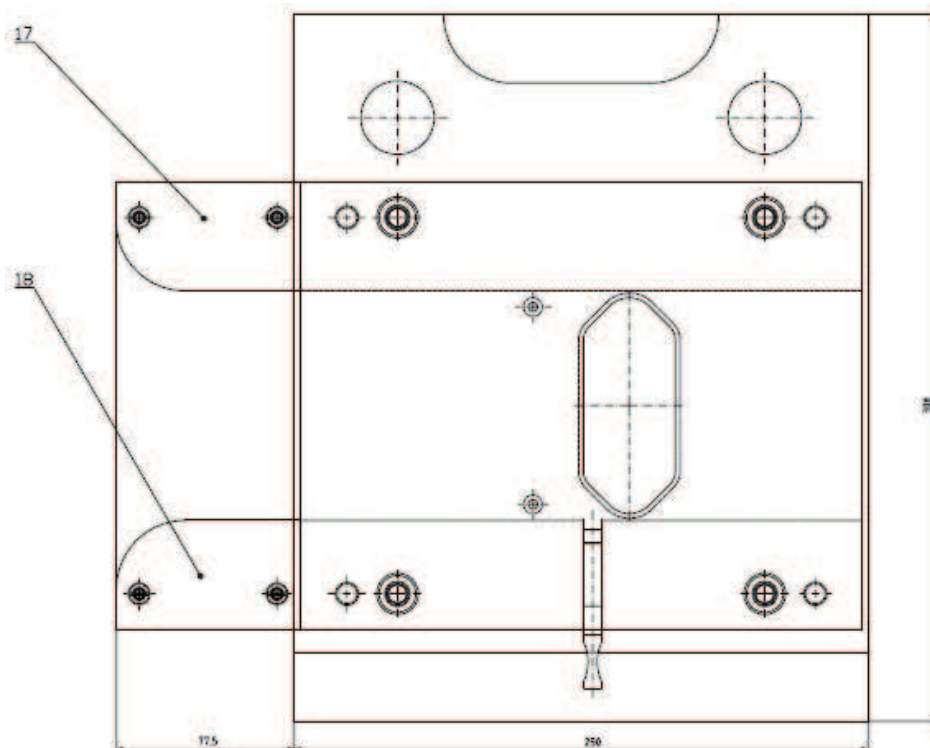
nástroje. Její umístění je v těžišti střížných sil, aby nedocházelo ke klopným momentům. Aby nedocházelo k horizontálnímu posunutí horní nebo dolní části nástroje slouží vodící sloupky (14) a vodící deska (4). Vodící sloupek se kluzně pohybuje ve vodícím pouzdru (15). Střížníky (6) a (7) prochází kotevní deskou (5) a jsou zapřeny o opěrnou desku (13). V tvarovém střížníku (6) je zalisován hledáček (8) pro zahledání otvoru výstřižku. Vodící lišty (17) a (18) vymezují šířku plechu a podpěrný plech podpírá plech, než se posune na střížnici. Střížnice (3) má tloušťku 27 mm a 3 mm jsou určeny k odbroušení opotřebované střížné plochy. V dolní části základové desky je otvor, aby mohla vystřižená součástka propadnout.



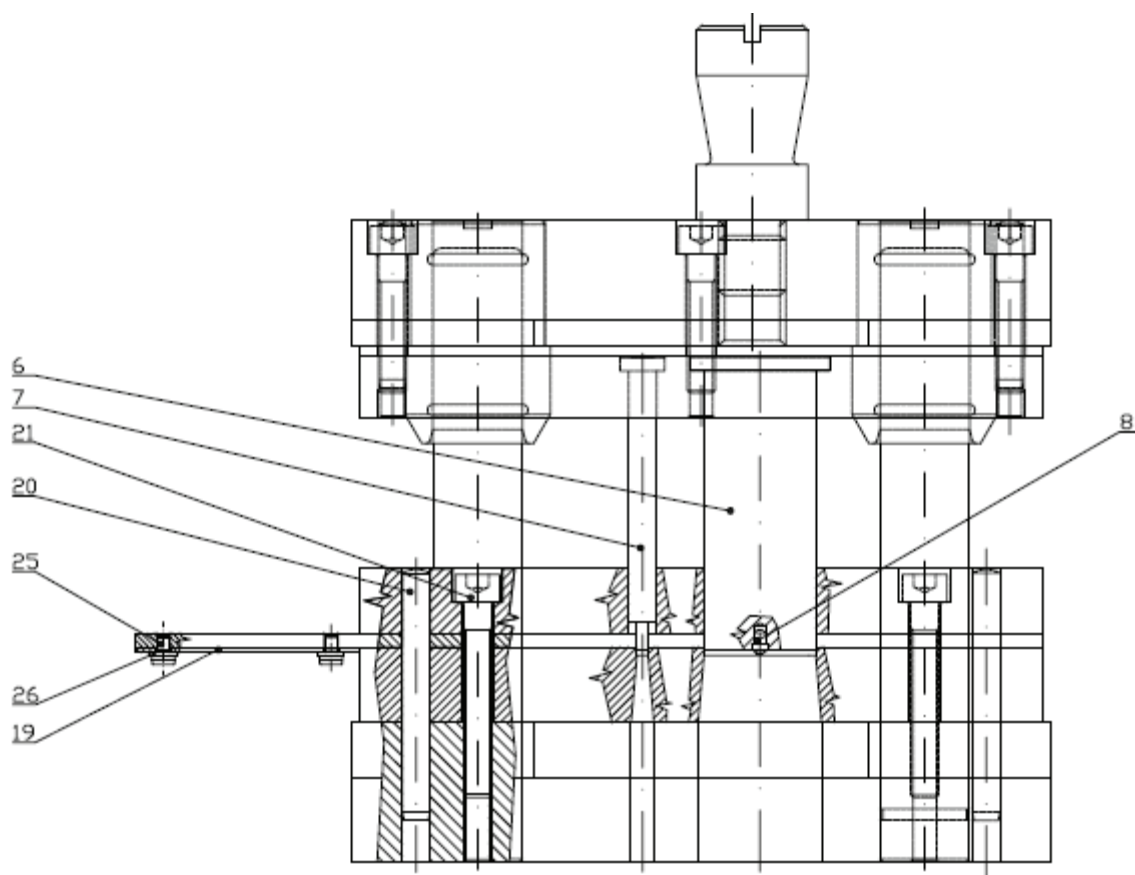
Obr. 44. Detailní pohled na sevřený nástroj

5.3 Provoz střížného nástroje

Při výrobě prvního kusu leží pás plechu na podpěrném plechu (19) a je usměrňován vodícími lištami (17) a (18) až k zasunutému ručnímu dorazu (24). O tento doraz se plech zastaví a nastaví se nulový bod podavače. Ruční doraz můžeme vysunout buď před prvním zdvihem (až po nastavení nulového bodu) nebo až po prvním zdvihu. Vystříhnutí dvou otvorů o $\varnothing 4$ mm vykonávají osazené, kruhové střížníky (7). Po návratu střížníku do horní úvratě podavač posune materiál o naprogramovaný krok. Ve tvarovém střížníku (6) je zalisován hledáček (8), který pás plechu vystředí do přesné polohy za otvor vystřižený v předchozím kroku. Potom střížník vystřihne požadovaný obrys výstřižku. Výstřižek i odpad z vystřihnutých otvorů propadne střížnicí a dolní základovou deskou až na gravitační skluz. Gravitační skluz s otvory separuje výstřižky štítků od výstřižků otvorů. Výroba zbývajících štítků probíhá již automaticky.



Obr. 45. Střížný nástroj, pohled zhora



Obr. 46. Střížný nástroj, pohled zepředu

6 TECHNICKO - EKONOMICKÉ HODNOCENÍ

Předpokládaná doba výroby motocyklu a tudíž i výrobního štítku je 5 let. Životnost nástroje by měla být zajištěna po celou dobu výroby.

6.1 Ekonomické hodnocení [27]

6.1.1 Zpracovatelská režie

Vstupní hodnoty a náklady na materiál byly získány z podniku, který si nepřeje být uveden.

Tab. 5. Vstupní podnikové hodnoty

Název	Označení	
Minimální životnost nástroje	P_r	5 let
Roční výrobní dávka	T_n	300000 ks
Dílenské režie		
jednicové mzdy	JM	100 %
výrobní režie	VR	400 %
správní režie	SR	125 %
ostatní přímé náklady	OPN	25 %
Tarifní třída pro výrobu nářadí	TTK	130 Kč·hod ⁻¹

Zpracovatelská režie

$$ZR = JM + VR + SR + OPN \quad (6.1)$$

$$ZR = 100 + 400 + 125 + 25 = \underline{650 \%}$$

ZR- zpracovatelská režie [%]

JM- jednicové mzdy [%]

VR- výrobní režie [%]

SR- správní režie [%]

OPN- ostatní přímé náklady [%]

6.1.2 Náklady na materiál

Hmotnost spotřebovaného materiálu za 1 rok

$$m_p = p_{sv} \cdot S_p \cdot \rho \cdot s \quad (6.2)$$

$$m_p = 127 \cdot 10^3 \cdot 2,68 \cdot 0,01 = \underline{3403,6 \text{ kg}}$$

m_p - hmotnost spotřebovaného materiálu za 1 rok [kg]

ρ - měrná hmotnost [kg·dm⁻³]

Tab. 6. Vstupní hodnoty pro výpočet nákladů na materiál

Název	Označení	
Smluvní cena 1 kg materiálu	p_s	110 Kč
Výkupní cena 1 kg odpadu	p_o	28 Kč
Počet svitků	P_{sv}	127 ks
Plocha svitku	S_p	10000000 [mm ²]
Celková plocha výstřížku	S_{cv}	3245,3 [mm ²]
Roční výrobní dávka	T_n	300000 ks
Měrná hmotnost zpracovávaného materiálu	ρ	2,68 kg·dm ⁻³

Náklady za spotřebovaný materiál za 1 rok

$$p_{pr} = m_p \cdot p_s \quad (6.3)$$

$$p_{pr} = 3403,6 \cdot 110 = \underline{\underline{374396 \text{ Kč}}}$$

p_{pr} - náklady za spotřebovaný materiál za 1 rok [Kč]

p_s - smluvní cena 1 kg materiálu [Kč]

Hmotnost odpadu za 1 rok

$$m_o = m_p - T_n \cdot S_{cv} \cdot s \cdot \rho \quad (6.4)$$

$$m_o = 3403,6 - 300000 \cdot 3245,3 \cdot 1 \cdot 2,68 \cdot 10^{-6} = \underline{\underline{794,4 \text{ kg}}}$$

m_o - hmotnost odpadu za 1 rok [kg]

Výnos získaný z výkupu odpadu za 1 rok

$$p_{ov} = m_o \cdot p_o \quad (6.5)$$

$$p_{ov} = 794,4 \cdot 28 = \underline{\underline{22243 \text{ Kč}}}$$

p_{ov} - výnos získaný z výkupu odpadu za 1 rok [Kč]

Náklady za materiál výstřížků za 1 rok

$$N_m = p_{pr} - p_{ov} \quad (6.6)$$

$$N_m = 374396 - 22243 = \underline{\underline{352153 \text{ Kč}}}$$

N_m - náklady za materiál za 1 rok [Kč]

6.1.3 Celkové roční náklady na mzdy a režii

Náklady na přímé mzdy jsou převzaty od zavedené firmy, která si nepřeje být uvvedena. $N_p = 0,25 \text{ Kč} \cdot \text{ks}^{-1}$

Celkové roční náklady na mzdy a režii

$$N_{mr} = N_p \cdot T_n \cdot (VR + SR) \quad (6.7)$$

$$N_{mr} = 0,25 \cdot 300000 \cdot (4 + 1,25) = \underline{393750 \text{ Kč}}$$

N_{mr} - celkové roční náklady na mzdy a režii [Kč]

N_p - náklady na přímé mzdy [$\text{Kč} \cdot \text{ks}^{-1}$]

6.1.4 Náklady na materiál 1 ks výstřižku

$$N_{m1} = \frac{N_m}{T_n} \quad (6.8)$$

$$N_{m1} = \frac{352153}{300000} = \underline{1,17 \text{ Kč} \cdot \text{ks}^{-1}}$$

N_{m1} - náklady na materiál [$\text{Kč} \cdot \text{ks}^{-1}$]

6.1.5 Náklady na nástroj

Čas na výrobu nástroje $t_n = 150$ hod byl odhadnut s přihlédnutím k obdobným nástrojům.

Jednicová mzda na výrobu nástroje

$$J_n = t_n \cdot TTK \quad (6.9)$$

$$J_n = 150 \cdot 130 = \underline{19500 \text{ Kč}}$$

J_n - jednicová mzda na výrobu nástroje [Kč]

t_n - čas výroby nástroje [hod]

TTK- tarifní třída pro výrobu nářadí [$\text{Kč} \cdot \text{hod}^{-1}$]

Zpracovatelské náklady

$$ZN = J_n \cdot ZR \quad (6.10)$$

$$ZN = 19500 \cdot 6,5 = \underline{126750 \text{ Kč}}$$

ZN- zpracovatelské náklady [Kč]

Náklady na nástroj

$$N_n = ZN + C_{mat} \quad (6.11)$$

$$N_n = 126750 + 3385,5 = \underline{130135,5 \text{ Kč}}$$

N_n - Náklady na nástroj [Kč]

C_{mat} - celkové náklady na materiál nástroje [Kč]

Tab. 7. Celkové náklady na materiál nástroje

Materiál (třída)	Hmotnost [kg]	Cena [Kč·kg ⁻¹]	Celková cena [Kč]
11	74,5	28	2086
12	1,5	33	49,5
14	4,2	37	155,4
16	0,3	42	12,6
19	12,4	55	682
spojovací materiál			400
celkem			3385,5

Výrobní cena výstřižku

$$N_{ks} = \frac{P_r \cdot N_{mr} + N_n}{T_n \cdot P_r} + N_{m1} \quad (6.12)$$

$$N_{ks} = \frac{5 \cdot 393750 + 130135,5}{300000 \cdot 5} + 1,17 = \underline{2,57 \text{ Kč}}$$

N_{ks} - výrobní cena výstřižku [Kč]

Koncová cena výstřižku

$$p_v = M \cdot N_{ks} \quad (6.13)$$

$$p_v = 1,55 \cdot 2,57 = \underline{3,98 \text{ Kč}}$$

p_v - koncová cena výstřižku [Kč]

M- marže [%]

Marže je zvolena 55% z výrobní ceny výstřižku, neboli 1,55.

Fixní náklady

$$FN = P_r \cdot N_{mr} + N_n \quad (6.14)$$

$$FN = 5 \cdot 393750 + 130135,5 = \underline{2098885,5 \text{ Kč}}$$

FN- fixní náklady [Kč]

Variabilní náklady

$$VN = N_{m1} + N_p \quad (6.15)$$

$$VN = 1,17 + 0,25 = \underline{1,42 \text{ Kč}}$$

VN- variabilní náklady [Kč]

Bod zvratu

$$q_{BZ} = \frac{FN}{p_v - VN} \quad (6.16)$$

$$q_{BZ} = \frac{2098885,5}{3,98 - 1,42} = \underline{819878 \text{ ks}}$$

q_{BZ} - bod zvratu [ks]

Celkové náklady

$$CN = FN + VN \cdot T_n \cdot P_r \quad (6.17)$$

$$CN = 2098885,5 + 1,42 \cdot 300000 \cdot 5 = \underline{4228885,5 \text{ Kč}}$$

CN- celkové náklady [Kč]

Celkové tržby

$$CT = p_v \cdot T_n \cdot P_r \quad (6.18)$$

$$CT = 3,98 \cdot 300000 \cdot 5 = \underline{5970000 \text{ Kč}}$$

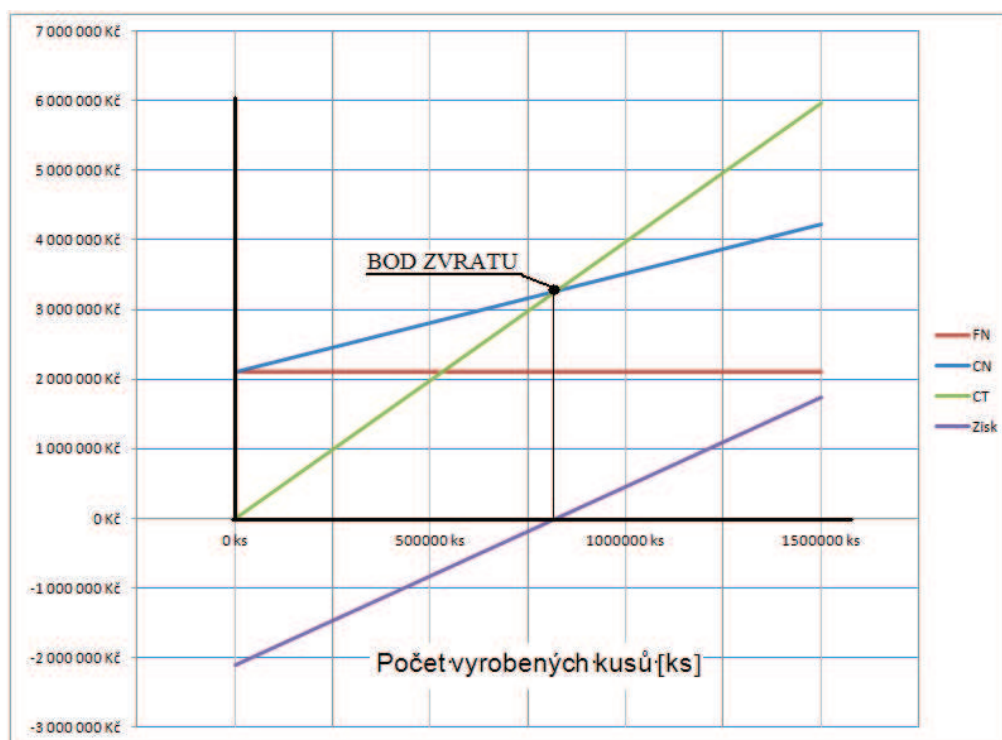
CT- celkové tržby [Kč]

Celkový zisk

$$Z = CT - CN \quad (6.19)$$

$$Z = 5970000 - 4228885,5 = \underline{1741114,5 \text{ Kč}}$$

Z- celkový zisk [Kč]



Obr. 47. Grafické zobrazení ekonomické návratnosti

Čas výroby roční produkce výstřížků

$$t_{vyr} = \frac{T_n}{Z_{vih}} \cdot k_q \quad (6.20)$$

$$t_{\text{vyr}} = \frac{300000}{450} \cdot 2 = 1334 \text{ min} = \underline{\underline{22 \text{ hod } 14 \text{ min}}}$$

t_{vyr} - čas pro výrobu a přetypování výroby [min]

Z_{dvih} - kadence lisu [zdvihů·min⁻¹]

k_q - koeficient zohledňující čas nastavení [-]

Celou roční zakázku lze zhotovit za necelých 23 hod. Koeficient zohledňující čas nastavení byl zvolen zdánlivě velký ($k_q = 2$), protože výstřižky se budou vyrábět po menších dávkách. Čas na přetypování výroby trvá za optimálních podmínek jen něco málo přes 5 minut a výroba bude trvat stejnou dobu. Celá zakázka za 5 let vygeneruje zisk asi 1,74 milionu korun. Většího zisku by jsme mohli docílit úsporou materiálu na současném nástroji nebo novým návrhem dvouřadého nástroje, který by měl větší efektivitu využití pásu plechu. Marže u takto jednoduchého výstřižku je 55% a v současném stavu bych ji nezvyšoval z důvodu konkurenceschopnosti. Zvýšením marže by se dosáhlo zvýšení zisku a posunutí bodu zvratu na menší hodnotu (konečná cena se může nebo nemusí zvýšit, dle úspor na nákladech). Tento důležitý bod je zobrazen na obr. 47. Bod zvratu ukazuje, kolik musíme minimálně vyrobit výstřižků, aby výroba nebyla prodělečná.

6.2 Ekonomické srovnání výrobních technologií [8], [25]

V tab. 8. jsou uvedeny ceny technologií, kterými lze vyrobit štítek. V ceně technologií není započítána cena materiálu (výstřižku). Cena technologie postupovým stříháním byla vypočtena ze vztahů 6.21 a 6.22. Ceny ostatních technologií poskytly firmy Fiut s.r.o. a IKOV TRADE a.s. Již na první pohled je zřejmé, že byla zvolena vhodná technologie výroby (s ohledem na počet vyrobených kusů). Ostatní technologie jsou vhodné pro menší série, kdy se nevyplatí vyrábět střížný nástroj. U kusové výroby je nutno počítat, že značnou část nákladů může tvořit tvorba "pálícího programu".

Tab. 8. Ekonomické hodnocení vybraných technologií

Způsob výroby	Řezání laserem	Řezání vodním paprskem	Řezání plazmou	Postupové stříhání
Cena [Kč·m ⁻¹]	28	35	28	---
Cena [Kč·ks ⁻¹]	7,13	8,91	7,13	2,17

Cena technologie

$$T_c = \frac{P_r \cdot N_{mr} + N_n}{T_n \cdot P_r} \quad (6.21)$$

$$T_c = \frac{5 \times 393750 + 130135,5}{300000 \times 5} = \underline{\underline{1,4 \text{ Kč}}}$$

T_c - cena technologie [Kč]

Koncová cena technologie

$$T_{ck} = M \cdot T_c \quad (6.22)$$

$$p_v = 1,55 \cdot 1,4 = \underline{2,17 \text{ Kč}}$$

T_{ck} - koncová cena technologie [Kč]

6.3 Skladování [30]

Výroba štítků je závislá na stavu skladů a nevyrabí se zbytečně velké zásoby, kde jsou “umrtveny” finance. Náš zákazník spotřebuje za 1 hodinu asi 50 štítků. Za 24 hodin průměrně spotřebuje 1191 štítků a výroba probíhá jen v pracovní dny. Rok 2012 má 252 pracovních dnů (bez svátků), což odpovídá roční spotřebě 300 000 ks výstřižků. Ze 100 m pásu se vyrobí 2380 štítků, což odpovídá téměř dvoudenní spotřebě zákazníka. Z důvodu minimalizace skladových zásob a vhodného počtu vyrobených štítků ze 100 m pásu, byla zvolena tato délka pásu svitku.

V počítači máme zobrazen sklad zákazníka, u kterého můžeme online sledovat počet štítků na skladu. Plná kapacita skladu zákazníka je 800 štítků, což zabezpečuje bezproblémový chod pro 1 směnu. Při poklesu štítků na 500 ks, dochází k automatické objednávce štítků. Systém spočítá přesný počet požadovaných štítků, dle předpokládaného času doručení (zásobování probíhá 3x denně). Štítky by měly být doručeny, než nastane krizová situace. Pro tento výjimečný stav a pro řešení závažného problému je určena rezerva 100 ks štítků.

O započítání výroby rozhoduje stav skladových zásob ve výrobním skladu. Skladové zásoby jsou ve výrobě větší, než u zákazníka. Kapacita výrobního skladu je 3500 štítků. Při poklesu štítků pod 1120 ks je potřeba počítat se zařazením výroby štítků. Při poklesu štítků pod 500 ks je nutno zahájit výrobu štítků prioritně! Teoretického maxima 3500 štítků by se dosáhlo, kdyby se na hranici 1120 štítků vyrobily štítky nové (z pásu plechu). Toto však ve skutečnosti není možné, proto bude sklad vždy mírně pod tímto maximem.

Stavy, které lze sledovat v PC jsou schématicky znázorněny v tab. 9. Dlouhodobým cílem bude snižovat skladové zásoby na minimum. Moderní, světové podniky nemusí mít žádné zásoby předem vyrobených výrobků. Vyrábí, jakmile vznikne požadavek na přesný počet kusů.

Tab. 9. Vizualizace skladovacích kapacit

Sklad zákazník	Stav
max. štítků 800 ks	OK
min. štítků (objednávka a doplnění skladu): 500 ks	!
rezerva 100 ks	!!!

Sklad výroba	Stav
max. štítků 3500 ks	OK
příprava na přetypování výroby: 1120 ks	!
minimum štítků 500 ks	!!!

7 ZÁVĚRY

Cílem práce bylo vybrat optimální technologii pro výrobu motocyklového štítku. Prvním důležitým úkolem byla vhodná volba materiálu štítku. Byl zvolen hliník 42 4412, který je odolný proti mořské vodě a lze ho značit laserem. Z předložených tří nástřihových plánů pro jednořadý stříh byla zvolena nejvýhodnější varianta s využitím plechu 77,2 %. Střížný nástroj byl navržen pro roční produkci 300 000 ks za rok s životností nástroje minimálně na 5 let. Výroba probíhá na moderní výrobní lince, řízené většinou NC nebo CNC stroji. Maximální produkce linky je 450 štítků za minutu. Takto skvělé produkce dosáhneme díky vysokorychlostnímu lisu. Koncová cena výstřižku je 3,98 Kč a zisk za pět let výroby je 1,74 mil. Kč. Ekonomické srovnání s ostatními technologiemi prokázalo (pro takto velkou sérii) správnou volbu technologie postupového stříhání. Při ekonomickém srovnání vyšla technologie stříhání minimálně 3x výhodněji, než srovnávané výrobní technologie. Výroba štítků probíhá, dle požadavků zákazníka s minimálními skladovacími zásobami a pravidelnou dodávkou požadovaných kusů.

Už při posuzování nástřihových plánů je nutno brát na zřetel i produktivitu linky. Tím mám na mysli, že lis má kadenci až 600 zdvihů za minutu, ale jsme omezeni odvíječkou, respektive spíše rovnačkou. Ta má rovnací rychlost jen $20 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$. Z hlediska produktivity (vytížení linky) je nejvhodnější zvolit orientaci výstřižků, aby bylo plně využito rychlosti linky. Nicméně si musíme také uvědomit, že náklady na materiál tvoří až 75 % celkových nákladů! Pokud vyjde nejlepší využití pásu plechu, kdy nevyužijeme plnou rychlost linky, zvýšíme produktivitu jiným způsobem. Pokud to dovolují parametry linky, můžeme navrhnout víceřadý stříh. V této práci se podařilo navrhnout řešení, které má nejvyšší využití pásu plechu a také vykazuje maximální produktivitu pro jednořadý stříh.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. FOREJT, Milan. *Teorie obrábění, tváření a nástroje*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 225 s. ISBN 80-214-2374-9.
2. LENFELD, Petr. *Katedra tváření kovů a plastů - Skripta: Technologie II* [online]. Liberec, [2008] [cit. 2012-05-09]. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/index.htm.
3. GAJDOŠ, František. *Technologie výroby I.: tváření*. Brno, [2005]. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/opory_soubory/technologie_vyroby_I_tvareni_gajdos.pdf.
4. FOREJT, Milan. *Teorie tváření: Návod do cvičení*. Brno, [2004]. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/opory_soubory/teorie_tvareni_navody_do_cviceni_forejt.pdf.
5. PETRUŽELKA, Jiří a Richard BŘEZINA. *Úvod do tváření II: Úvod do tváření II plošné tváření*. Ostrava, [2001]. Dostupné z: www.345.vsb.cz/jiripetruselka/Texty/Uvod_TV2.pdf.
6. FINDA, Luděk a Roman HALTUF. Akademie tváření: Strihání: MM Průmyslové spektrum. *Akademie tváření: Strihání* [online]. 17.5.2010, 2010/6 [cit. 2012-03-18]. Dostupné z: www.mmspektrum.com/clanek/akademie-tvareni-strihani.html.
7. KRÍŽ, Rudolf. *Strojírenská příručka 8. svazek: V-Tváření, W- Výrobky se slinovaných prášků, X- Výrobky z plastů, Z- Svařování součástí, Z- Protikorozní ochrana materiálu*. 1. vyd. Praha: Scientia, 1998, 255 s. ISBN 80-718-3054-2.
8. FIUT *Dělení materiálu vodním paprskem* [online]. Hořice, [2010] [cit. 2011-04-17]. Dostupné z: www.fiutsro.eu.
9. PROAL: Hliník AlMg₂ - ČSN 424412. *Hliníkové profily, hliníkové plechy, hliníkové systémy* [online]. Ostrava, [2009] [cit. 2012-03-12]. Dostupné z: <http://www.proal.cz/info/424412.htm>.
10. DVOŘÁK, Milan. *Technologie*. Brno: CERM, 2001, 238 s. ISBN 80-214-2032-4.
11. NOVOTNÝ, Karel. *Tvářecí nástroje*. 1. vyd. Brno: VUT Brno, 1992, 186 s. ISBN 80-214-0401-9.
12. ŘASA, Jaroslav a Zuzana KEREČANINOVÁ. Nekonvenční metody obrábění - 5. díl: Popisování laserem. *MM Průmyslové spektrum* [online]. 12.5.2008 [cit. 2012-03-18]. Dostupné z: [://www.mmspektrum.com/clanek/nekonvencni-metody-obrabeni-5-dil.html](http://www.mmspektrum.com/clanek/nekonvencni-metody-obrabeni-5-dil.html).

13. Baterie, dřezy: Jak správně vybrat nerezový dřez?. TEKA. *ČESKÉSTAVBY.cz: portál o stavbě, zahradě a bydlení* [online]. 13.5.2009 [cit. 2012-03-18]. Dostupné z: <http://www.ceskestavby.cz/clanky/drezy-kuchynske-nerezove-granitove-teka-drez-5732.html>.
14. *Páté dveře na Š. Felicia: Výroba dveří* [online]. [2010] [cit. 2012-03-18]. Dostupné z: <http://felicia-pate-dvere.cz>.
15. SAVEKEY. *Prívěšek na klíče: Popis klíčenky* [online]. Plzeň, [2010] [cit. 2012-03-11]. Dostupné z: <http://www.savekey.cz/cs/default.aspx>.
16. Polotovar klíče: Příslušenství k šatním skříním. ŠKOLIČKY. *Školní nábytek* [online]. [2007] [cit. 2012-03-11]. Dostupné z: <http://skolni.cz/nabytek/satni-skrine/satni-skrin-polotovar-klice>.
17. MERCEL. *Strojní a průmyslové nože: Nože na plech* [online]. [2007] [cit. 2012-03-12]. Dostupné z: <http://www.mercel.cz/>.
18. ČSN 22 6015. *Stříhadla a střížné vřle*. Praha 10 - Hostivař: ÚNM, [1977].
19. LEINVEBER, Jan. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 1. vyd. Úvaly: ALBRA, 2003, 865 s. ISBN 80-864-9074-2.
20. BAREŠ, Karel, et al. *Lisování*. TISK n.p. Brno. 1. vyd. Praha: SNTL, [1971]. 544 s.
21. Hliníkový plech: Převodní tabulky. PLECH SERVER. *Národní internetový server zaměřený komplexně na obor plech v ČR* [online]. [2011] [cit. 2012-03-12]. Dostupné z: <http://www.i-plech.cz/hlinikovy-plech-main.html>.
22. DVOŘÁK, Milan. *Technologie tváření: návody do cvičení*. 2. vyd. Brno: CERM, 2005, 103 s. ISBN 80-214-2881-3.
23. CNET Australia: Digital Cameras. *Canon IXUS 105 IS* [online]. Austrálie, 17.6.2010 [cit. 2012-03-12]. Dostupné z: <http://www.cnet.com.au/canon-ixus-105-is-339300903.htm>.
24. Cedule, nápisy, orientační systémy, gravírování a rytí, Parker, Zippo - Orientační systémy - InterSign: Laserové značení. *Výrobní štítky* [online]. [2012] [cit. 2012-03-18]. Dostupné z: <http://intersign.cz/laserove-znaceni-vyrobni-stitky>.
25. IKOV TRADE. *Pálení plechů, výpalky z plechů, řezání plechů nástrojárna, obrábění kovů* [online]. [2012] [cit. 2012-04-19]. Dostupné z: www.ikovtrade.cz/index.php.
26. ČSN 22 6015. *Stříhadla a střížné vřle: Směrnice pro výpočet a konstrukci*. Praha: ÚNM, [1977].
27. SYNEK, Miloslav. *Podniková ekonomika*. 4. přeprac. a dopl. vyd. Praha: C. H. Beck, 2006, 475 s. ISBN 80-717-9892-4.

28. NOVOTNÝ, Josef. *Stříhání a další způsoby dělení kovových materiálů*. Praha: SNTL, 1983, 213 s.
29. BOBČÍK, Ladislav. *Střížné nástroje pro malosériovou výrobu*. vyd. 1. Praha: SNTL, 1983, 213 s.
30. API. *API-Akademie produktivity a inovací: Štíhlá výroba, štíhlá logistika a materiálový tok* [online]. Želečnice, © 2005-2012 [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: <http://e-api.cz/>.
31. REBENDA. *Odvijáky, rovnačky, podavače, lisy, tvářecí linky, speciální nástroje, konstrukce a výroba jednoúčelových strojů* [online]. © 2001-2008 [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: <http://rebenda.cz/>.
32. MABU PRESSEN. *CNC Pressen: Technische Dokumentation* [online]. [2012] [cit. 2012-04-19]. Dostupné z: <http://mabu.de/>.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ









Zkratka	Jednotka	Popis
A	[J]	střížná práce
CN	[Kč]	celkové náklady
CT	[Kč]	celkové tržby
C_{mat}	[Kč]	celkové náklady na materiál nástroje
C_1	[-]	součinitel stírání
C_2	[-]	součinitel protlačování
C_3	[-]	koeficient bezpečnosti
c	[-]	koeficient ovlivňující kvalitu střížné plochy
D_o	[mm]	nejmenší \varnothing osazení střížníku v kotevní desce
d	[mm]	nejmenší průměr střížníku
E	[MPa]	modul pružnosti oceli
E_i	[mm]	velikost přepážky
FN	[Kč]	fixní náklady
F_C	[N]	celková střížná síla
F_{CB}	[N]	celková střížná síla-navýšená o bezpečnost
F_{Pr}	[N]	protlačovací síla
F_{St}	[N]	stírací síla
F_{s1}	[N]	střížná síla pro vystřihnutí otvoru
H	[mm]	minimální tloušťka střížnice
h_z	[mm]	hloubka odbroušení
I	[mm ⁴]	moment setrvačnosti
JM	[%]	jednicové mzdy
JR	[mm]	jmenovitý rozměr součásti
J_n	[Kč]	jednicová mzda na výrobu nástroje
K	[mm]	krok
k_q	[-]	koeficient zohledňující čas nastavení
l_k	[mm]	maximální délka střížníku
l_{pl}	[mm]	délka svitku
l_{xi}	[mm]	vzdálenost od osy x
l_{yi}	[mm]	vzdálenost od osy y
M	[%]	marže
m_o	[kg]	hmotnost odpadu za 1 rok
m_p	[kg]	hmotnost spotřebovaného materiálu za 1 rok
N_{ks}	[Kč]	výrobní cena výstřiku
N_m	[Kč]	náklady za materiál za 1 rok
N_{mr}	[Kč]	celkové roční náklady na mzdy a režii
N_{m1}	[Kč·ks ⁻¹]	náklady na materiál
N_n	[Kč]	náklady na nástroj
OPN	[%]	ostatní přímé náklady
o	[mm]	celkový obvod výstřížku
o_1	[mm]	obvod vnitřního otvoru
o_2	[mm]	obvod vnějšího tvaru výstřížku
o_i	[mm]	obvod stříhaného prvku
P	[mm]	přípustná míra opotřebení

P_{od}	[ks]	počet odbroušení opotřebované vrstvy
P_r	[rok]	počet roků výroby
P_{ser}	[ks]	roční výrobní série
P_{sv}	[ks]	počet svitků
P_{vys}	[ks]	počet výstřížků
p_{ov}	[Kč]	výnos získaný z výkupu odpadu za 1 rok
p_{pr}	[Kč]	náklady za spotřebovaný materiál za 1 rok
p_s	[Kč]	smluvní cena 1 kg materiálu
p_v	[Kč]	koncová cena výstřížku
q_{BZ}	[ks]	bod zvratu
RAD	[mm]	rozměr střížníku při děrování
RAV	[mm]	rozměr střížníku při vystřihování
RED	[mm]	rozměr střížnice při děrování
REV	[mm]	rozměr střížnice při vystřihování
R_m	[MPa]	mez pevnosti v tahu
R_z	[mm]	tloušťka odbroušené plochy
S	[mm ²]	plocha stříhu
SR	[%]	správní režie
S_c	[mm ²]	celková plocha výstřížků
S_{cv}	[mm ²]	celková plocha výstřížku
S_p	[mm ²]	plocha svitku
$S_{1,2,3,4}$	[mm ²]	dílní obsahy výstřížku
s	[mm]	tloušťka stříhaného materiálu
\dot{S}	[mm]	šířka pásu svitku
TA	[mm]	výrobní tolerance střížníku
TE	[mm]	výrobní tolerance střížnice
TS	[mm]	tolerance jmenovitého rozměru
TTK	[Kč·hod ⁻¹]	tarifní třída pro výrobu náradí
T_c	[Kč]	cena technologie
T_{ck}	[Kč]	koncová cena technologie
T_n	[ks]	trvanlivost střížné plochy
t_n	[hod]	čas výroby nástroje
t_{vyr}	[min]	čas pro výrobu a přetypování výroby
VN	[Kč]	variabilní náklady
VR	[%]	výrobní režie
v	[mm]	střížná vůle
x_T	[mm]	těžiště na ose x
y_T	[mm]	těžiště na ose y
ZN	[Kč]	zpracovatelské náklady
ZR	[%]	zpracovatelská režie
Z	[Kč]	celkový zisk
Z_{dvih}	[zdvihů·min ⁻¹]	kadence lisu
z	[mm]	střížná mezera
λ	[-]	součinitel plnosti
μ	[%]	ukazatel využití svitku
ρ	[kg·dm ⁻³]	měrná hmotnost
σ	[MPa]	normálové napětí
τ_s	[MPa]	pevnost materiálu ve stříhu

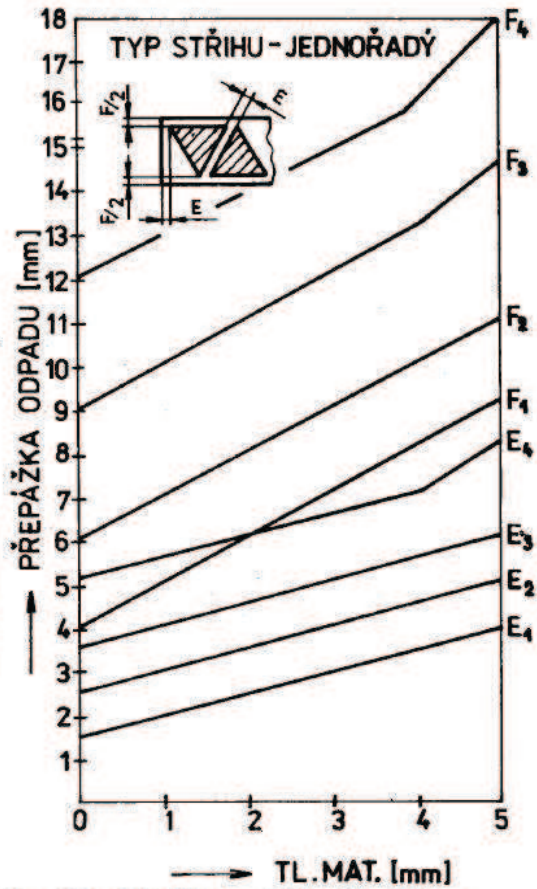
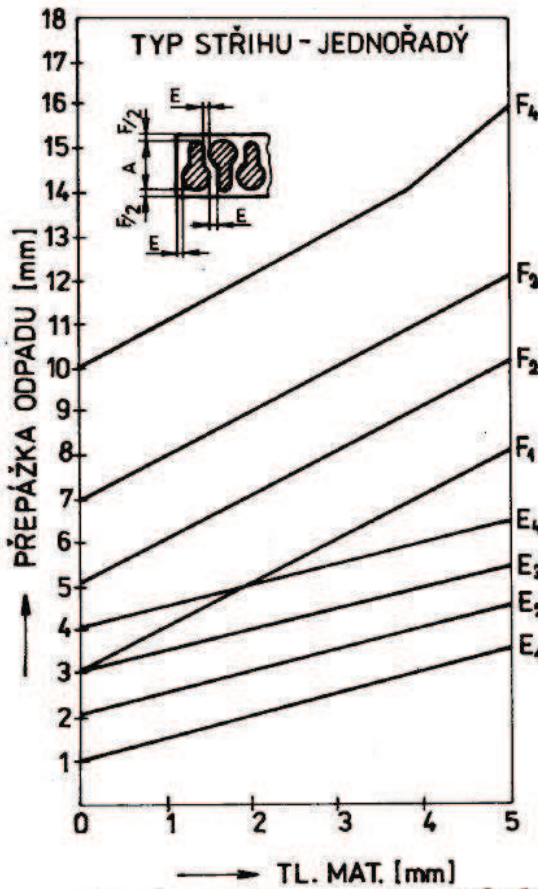
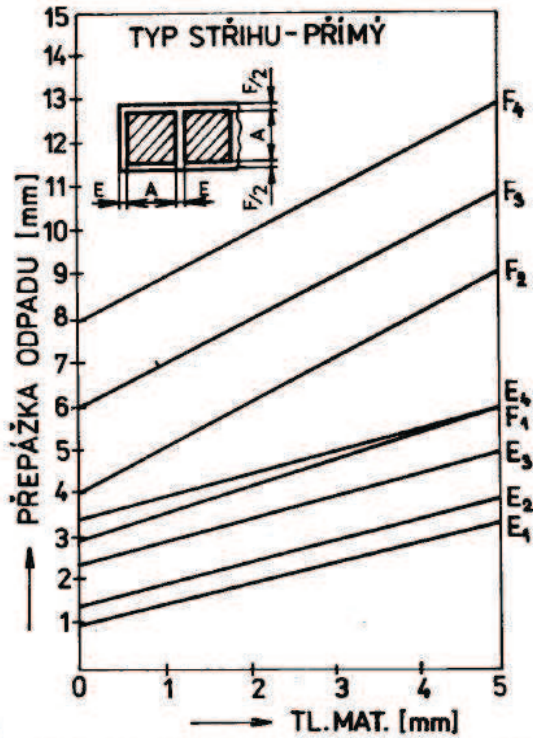
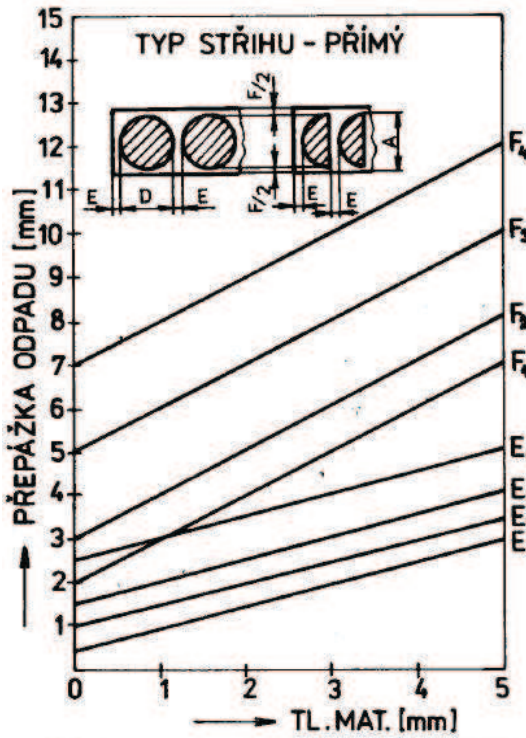
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	rozdělení stříhání dle normy ČSN 22 6001
Příloha 2	graf pro stanovení přepážek a okrajů
Příloha 3	podavače zn. Rebenda
Příloha 4	lis mabu VS 251
Příloha 5	mezinárodní označení zvoleného materiálu - hliník výkresová dokumentace

Příloha 1

Skupina	Název práce	Charakteristika operace	Vyobrazení	Název nástroje	Název výrobku	
Podst. tváření - oddělování materiálu	Stříhání	Prosté stříhání		Nůžky, stříhadlo	Výstřížek	
		Děrování		Děrovaadlo	Výstřížek	
		Výstříhování	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, protažků, výstřížků, výkovků apod.		Stříhadlo	Výstřížek
		Přistříhování	Dosažení přesných tvarů, rozměrů nebo hladkých ploch		Stříhadlo	Výstřížek
		Nastříhování	Částečné nastříhnutí materiálu v okraji tak, že není úplně oddělen		Stříhadlo	Výstřížek
Podst. tváření - oddělování materiálu	Stříhání	Prostříhování		Stříhadlo	Výstřížek	
		Protrhávání	Protržení materiálu pro vytváření hrotů, děr, výstupků		Protrhávaadlo	Výstřížek

Příloha 2



PRO DÉLKU HRANY A NEBO PRŮMĚR D : $E_4, F_4 = DO 15mm$ $E_3, F_3 = 50 \div 100mm$
 $E_2, F_2 = 15 \div 50mm$ $E_1, F_1 = PŘES 100mm$



NUMERICKY ŘÍZENÉ VÁLEČKOVÉ PODAVAČE

Použití

Válečkové podavače jsou určeny k podávání pásů materiálu do pracovních prostorů tvářecích strojů. Uplatní se při běžných tvářecích operacích jako jsou stříhání, děrování, ohýbání a pod., při dosahování vysoké přesnosti podání. Podavače je možné bez větších nároků připojit na běžné tvářecí stroje samostatně pracující, či zapojené ve tvářecích linkách.

Konstrukční provedení

Ve skříní podavače jsou uloženy podávací elementy, převody, pohon, pneumatické prvky, mechanismy k nastavení podavače na požadovanou tloušťku a šířku pásu. Veškeré rotační díly jsou uloženy valivě a nevyžadují mazání. Podavač je řízen programem. V každém programovém kroku lze nastavit délku a rychlost podání, případně spouštění a kadenci lisu. Komunikace s obsluhou (editace programu, chybová hlášení, počítadlo denní a celkové) je přes operační panel.

Zvláštní příslušenství

Na přání zákazníka je dodáváno:

- zvýšená přesnost podání až $\pm 0,01$ mm
- nezávislé odměřování (při nebezpečí prokluzu materiálu)
- připojovací mezideska ke snadnému připojení podavače k lisu
- samostatný stojan v případě, že není možno připojit podavač přímo k tvářecímu stroji
- zvláštní softwarové a hardwarové vybavení (řízení podavače přímo z PC)
- hlídání smyčky (optické reflexní snímače s polarizačním filtrem)

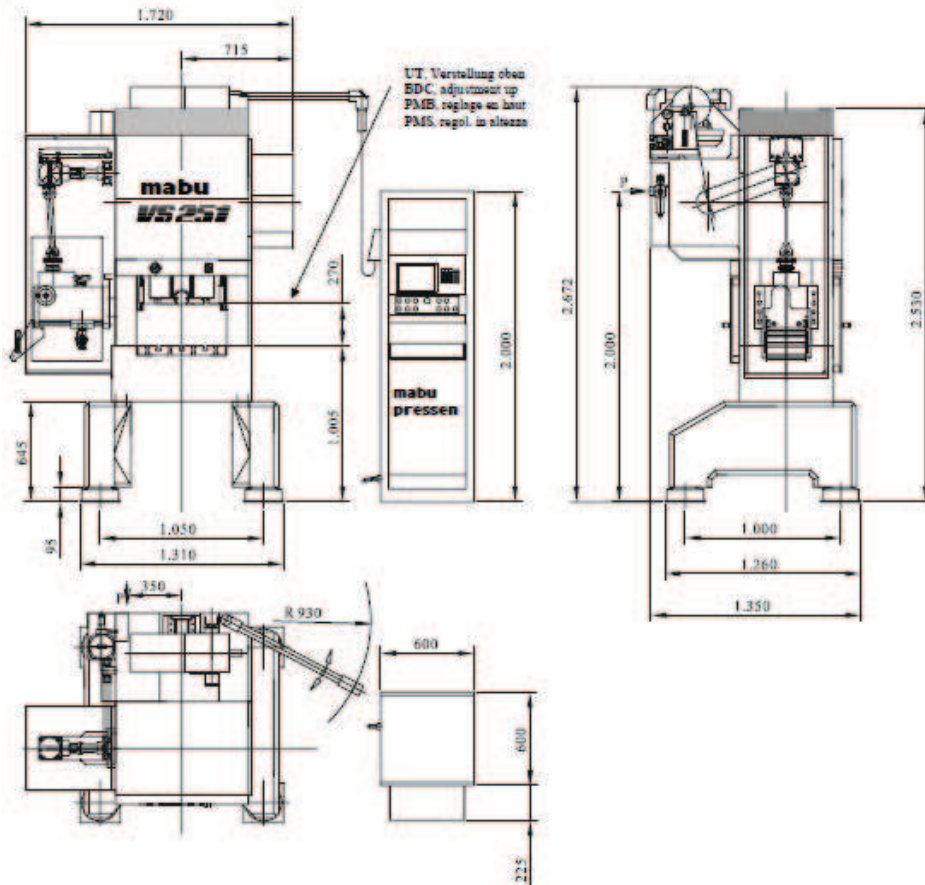
Technické parametry

<i>tloušťka 2 mm; šířka 200-250 mm</i>	VP 202 SM	VP 252 SM	VP 202 CNC	VP 252 CNC	
Maximální šířka podávaného materiálu	200	250	200	250	mm
Maximální tloušťka podávaného materiálu	2	2	2	2	mm
Maximální průřez podávaného materiálu	200	250	200	250	mm ²
Maximální podávací rychlost	40	40	120	120	m/min
Přesnost podání	$\pm 0,04$	$\pm 0,04$	$\pm 0,02$	$\pm 0,02$	mm
Celkové rozměry- šířka x hloubka x výška	430x610x340	480x610x340	430x610x340	430x610x340	mm
Rozsah jednotlivých délek podání	0,1+999,9	0,1+999,9	0,01+9999,99	0,01+9999,99	mm
Nastavení rychlosti podání	není možné	není možné	3+100	3+100	%
Hmotnost	100	110	100	110	kg
Připojovací napětí	230	230	3x400	3x400	V
Příkon	1,1	1,1	2,8	2,8	kW
Tlak vzduchu	0,6	0,6	0,6	0,6	MPa

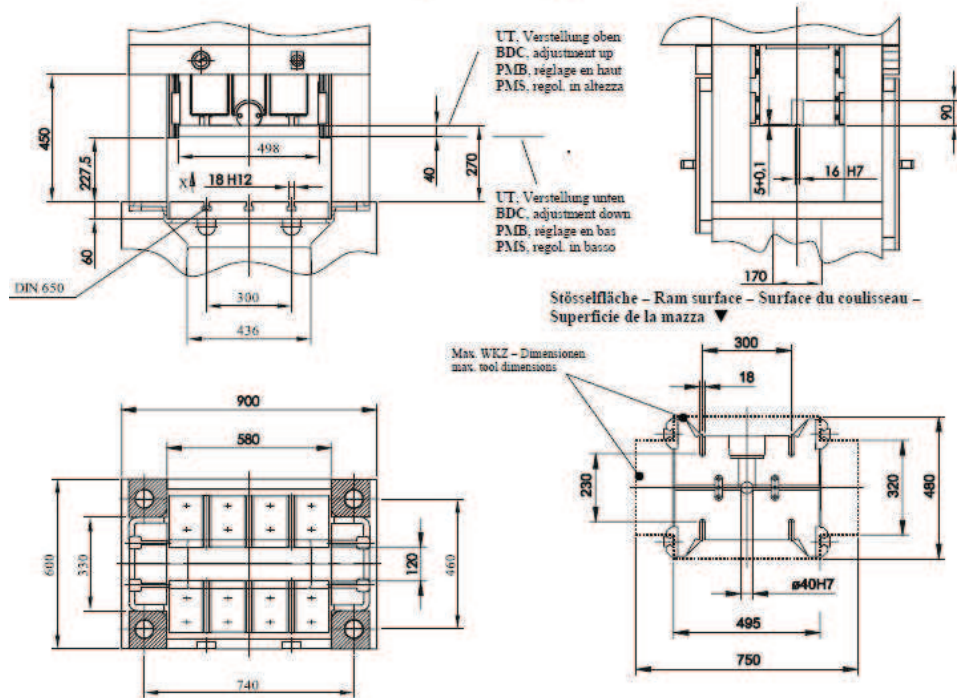


mabu - pressen AG
 Gablonzer Strasse 17
 D - 61440 Oberursel
 Telefon: +49 (0)6171 - 6204-0
 Fax: +49 (0)6171 - 6204-50
 Internet: www.mabu.de

WKZ-Einbauraum - Tool area - Espace d'outillage - Posto incorporamento utensile



WKZ-Einbauraum – Tool area – Espace d'outillage – Posto incorporamento utensile




Druckkraft, 30° vor UT		
Pressure, 30° before BDC / Puissance à 30° du PMB / Forza di chiusura, 30° prima del PMI	KN	250
Hubzahl, stufenlos regelbar	min ⁻¹	80 – 600
Speed infinitely variable / Fréquence de coups, variable / Colpi, regolabili in continuo	rpm	100 – 1000
Arbeitsvermögen im Dauerlauf		
Energy, continuous stroke / Capacità a la volée / Capacità di lavoro	Nm	Diagramm
Hubverstellung, stufenlos regelbar		
Stroke adjustment, infinitely variable / Réglage de la course du coulisseau en continu / Corsa regolabili in continuo	mm	10 – 50
Einbauhöhe, bei jeder Hubeinstellung im unteren Totpunkt (UT)		min. 230
Shut height for all stroke setting in BDC / Distance table-coulisseau au PMB	mm	
Luce della pressa in tutte le regolazione della corsa PMI		max. 270
Werkzeugaufnahme / Hole in ram / Alésage du coulisseau / Foro presa utensile	mm	40 O H7 x 90
Stößelverstellung / Ram adjustment / Réglage coulisseau / Regolazione slitta	mm	40
Durchfalloch i.d. Aufspanplatte		
Hole in bolster / Alésage dans la table mobile / Dimensioni foro nella piastra	mm	580 x 120
Durchfalloch im Pressentisch		
Hole in table / Ouverture table bati / Dimensioni foro nel piano macchina	mm	580 x 170
Durchgang zwischen den Ständern, vorn / Durchgang zwischen der Schlittenführung, vorn		
Distance between columns left to right / ... between ram guides • Distance entre colonnes de face / ... entre guidage du coulisseau • Passaggio libero fra le colonne anteriore / ... fra le guide della mazza	mm	580 / 498
Durchgang zwischen den Ständern, seitlich		
Distance between columns front to back • Distance entre colonnes de côté	mm	330
Passaggio libero fra le colonne laterale		
Leistungsaufnahme Hauptantrieb 80 - 600 min ⁻¹ / 100 - 1000 min ⁻¹		
Power required main motor / Puissance du moteur / Potenza motore principale installata	KW	7,5 / 11,0
Installierte Leistung Hydraulikaggregat		
Power required hydr. motor / Puissance moteur hydraulique / Potenza installata gruppo motore idraulico	KW	1,0
Betriebsdruck / Air pressure required / Pression d'utilisation / Pressione di servizio	bar	5,5
Gewicht, Maschine inklusive Vorschub + Steuerung		
Net weight machine incl. feeder + control / Poids de la machine avec avance-bande + commande	kg	5.000 + 200
Peso netto della macchina incl. avanzatore + comando		


Příloha 5

Dle EN	Hutní ozn.	ČSN	DIN	ASTM
EN AW 5251	AlMg2Mn0,3	42 4412	3.3525	5052

Čísl. pol.	Název-označení	Polotovary	Hmot.	Množ.
	Výkres-norma	Materiál		
1	UPÍNAČÍ DESKA	P50x250x200	29,7	1
	ČSN 22 6235	11 500.3		
2	ZÁKLADOVÁ DESKA	P50x250x200	27,7	1
	ČSN 22 6235	11 500.3		
3	STŘIŽNICE	250x200x30	9,1	1
	12/0005/03	19 436.4		
4	VODÍČÍ DESKA	P23x195x245	8	1
	ČSN 22 6272	11 500.3		
5	KOTEVNÍ DESKA	P22x195x245	7	1
	ČSN 22 6285	11 500.3		
6	STŘIŽNÍK TVAROVÝ	110x60x110	3,3	1
	12/0005/04.1	19 436.4		
7	STŘIŽNÍK KRUHOVÝ	∅10x110	0,7	2
	12/0005/05	19 436.4		
8	HLEDÁČEK-LISOVANÝ	∅6x10	0,001	2
	12/0005/04.2	19 312.4		
9				
10				
11				
12				
13	OPĚRNÁ DESKA	P4x195x245	1,5	1
	ČSN 22 6285	12 050.4		
14	VODÍČÍ SLOUPEK	32x220x52	1,4	2
	ČSN 22 6260.2	14 220.4		

Struktura povrchu:	Hrany:	Měřítko	Přesnost
			Tolerování
			Promítání 

Materiál	Polotovary	Hmotnost kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016
----------	------------	-------------	--------------------------

	Druh dokumentu	Seznam položek	Název
	Kreslil	JANDÍK_RADIM	STRIHADLO_VYR._STITK.
	Schválil		Číslo dokumentu
	Datum vydání	21.12.2011	12/0005/02.1

Čísl. pol.	Název-označení	Polotovár	Hmot.	Množ.
	Výkres-norma	Materiál		
15	VODÍČÍ POUZDRO	32x80	0,7	2
	ČSN 22 6275	14 220.3		
16	STOPKA	40x24x27	0,7	1
	ČSN 22 6264.3	11 600.0		
17	VODÍČÍ LIŠTA LEVÁ	P5x47,5x325	0,6	1
	ČSN 22 6272	11 600.0		
18	VODÍČÍ LIŠTA PRAVÁ	P5x47,5x325	0,6	1
	ČSN 22 6272	11 600.0		
19	PODPĚRNÝ PLECH P2x80x195		0,25	1
	ČSN 22 6272	11 373.0		
20	KOLÍK 10x90 B ISO 8734-St		0,06	4
	ČSN 02 2152	16 520.9		
21	ŠROUB M10x70 ISO 4762-12.9		0,05	4
	ČSN 02 1143			
22	ŠROUB M10x50 ISO 5762-12.9		0,04	6
	ČSN 021143			
23	KOLÍK 10x60 B ISO 8734-St		0,04	2
	ČSN 02 2152	16 520.9		
24	DORAZ 8x5x40		0,01	1
	ČSN 22 6060.10	12 050.7		
25	ŠROUB M5x8		0,003	4
	ISO 8676-8.8			
26	PODLOŽKA 5,3		0,001	4
	ČSN 02 1703.11	11 423		

Struktura povrchu:

Hrany:

Měřítka

Přesnost

Tolerování

Promítání



Materiál

Polotovár

Hmotnost

kg

CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016



Druh dokumentu Seznam položek

Kreslil JANDÍK_RADIM

Schválil

Datum vydání 21.12.2011

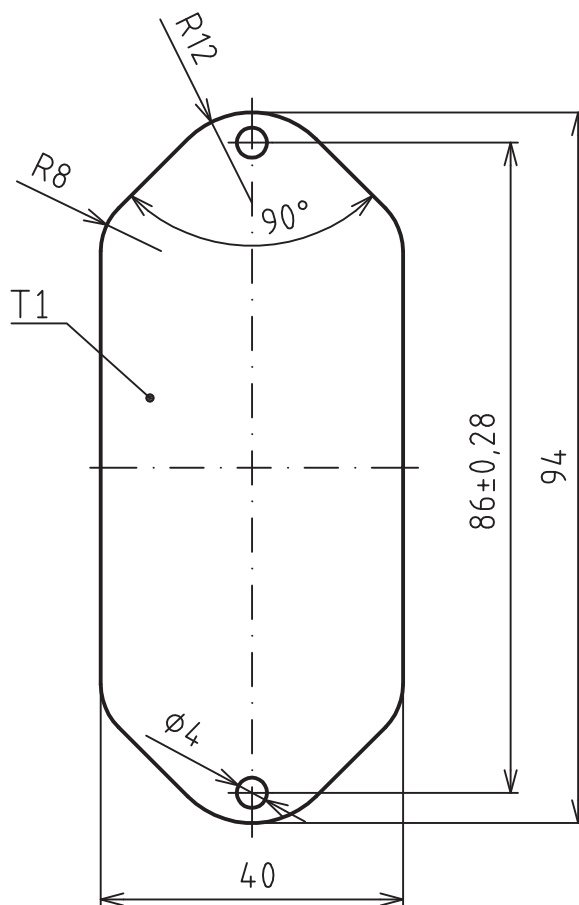
Název

STRIHADLO_VYR._STITK.

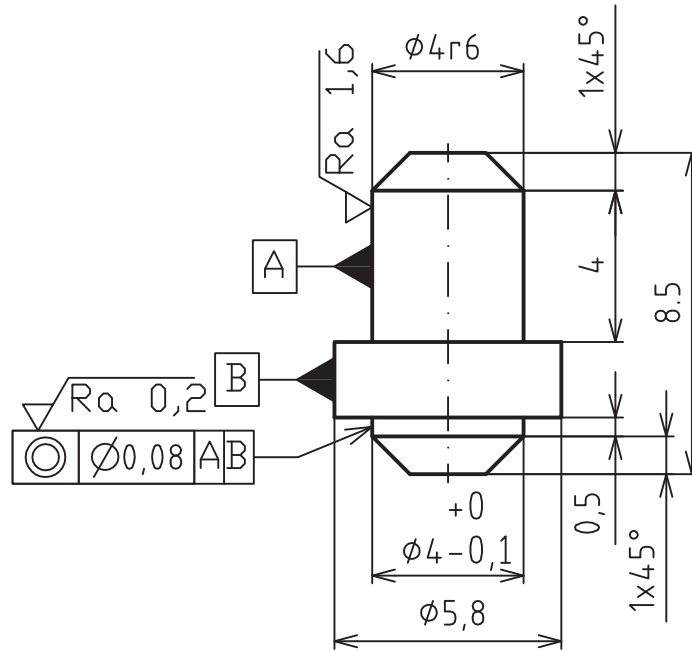
Číslo dokumentu

12/0005/02.2

List 2/2



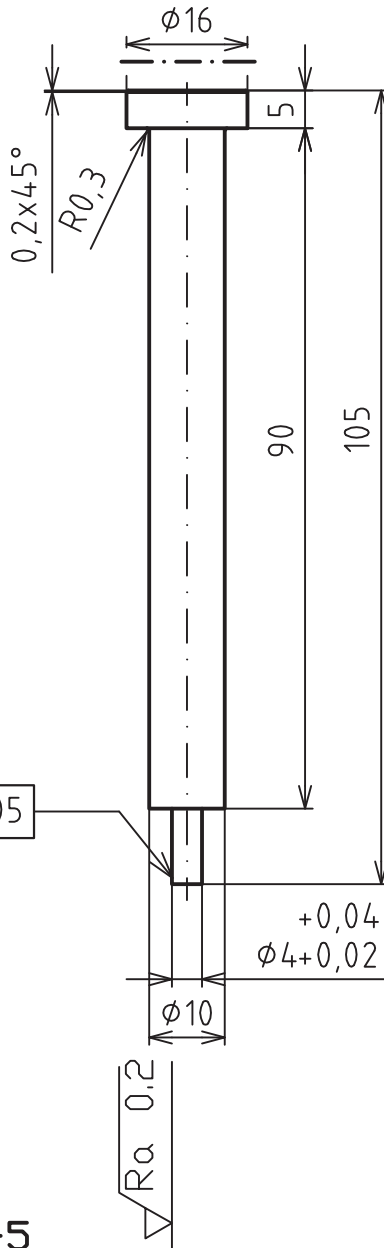
Struktura povrchu: $\sqrt{Ra} \ 6,3$	Hrany: 	Měřítko 1:1	Přesnost ISO 2768-mK
			Tolerování ISO 8015
			Promítání
Materiál 42 4412	Hmotnost 0,008 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016	
	Druh dokumentu VÝKRES SOUČÁSTI	Název VÝSTŘIŽEK	
	Kreslil JANDÍK_RADIM		
	Schválil	Číslo dokumentu	
	Datum vydání 21.12.2011	12/0005/00	
		List 1/1	



+4

KALENO A POPUŠTENO NA (580) HRC

Struktura povrchu: $\sqrt{Ra\ 6,3}$ ($\sqrt{Ra\ 1,6}$ $\sqrt{Ra\ 0,2}$)		Hrany: $L=0,3$ $L\pm 0,3$		Měřítko 5:1	Přesnost ISO 2768-mK
					Tolerování ISO 8015
					Promítání
Materiál 19 312.4	Polotovár $\phi 6 \times 10$	Hmotnost 0,001 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016		
	Druh dokumentu	VÝKRES SOUČÁSTI		Název	
	Kreslil	JANDÍK_RADIM		HLEDÁČEK-LISOVANÝ	
	Schválil			Číslo dokumentu	
	Datum vydání	21.12.2011		12/0005/04.2	
					List 1/1



+5
 --- POPUŠTĚNO NA (45 0) HRC
 +2
 KALENO A POPUŠTĚNO NA (61 0) HRC

Struktura povrchu: $\sqrt{Ra\ 6,3}$ ($\sqrt{Ra\ 0,2}$)		Hrany: $L=0,3$ $L\pm 0,3$		Měřítko 1:1	Přesnost ISO 2768-mK Tolerování ISO 8015 Promítání
Materiál 19 436.4	Polotovár $\phi 18 \times 110$	Hmotnost 0,7 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016		
	Druh dokumentu VÝKRES SOUČÁSTI	Název STŘIŽNÍK_KRUHOVÝ			
	Kreslil JANDÍK_RADIM	Číslo dokumentu 12/0005/05			
	Schválil	List 1/1			
	Datum vydání 21.12.2011				