

Blokový vystřihovací nástroj pro dílec brzdy

Block cutting tool for brake component

Marcel Sívek



Vložit oficiální zadání bakalářské práce

Prohlašuji, že jsem na celé diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

Ve Zlíně, 01. 06. 2005

.....

jméno diplomanta

ABSTRAKT

Abstrakt česky

V bakalářské práci je návrh konstrukce optimálního blokového vystřihovacího nástroje pro dílec brzdy. Výlisek nejde vystřihnout najednou a proto se ještě za stříhání řadí operace na postupovém vystřihovacím nástroji, kde je výlisek dokončen a připraven ke svému použití. Tento způsob jsem zvolil z důvodu komplikovanosti výlisku a množství vyráběných kusů.

Abstrakt ve světovém jazyce

In the purposes of bachelor work is to design a construction of an optimal block cutting tool for brake component. It's impossible cut out all stamping for the first time and that's why is followed on a transfer cutting tool. Stamping is finished and prepared for using after these operations.

OBSAH

ÚVOD.....	7
I. TEORETICKÁ ČÁST.....	8
1 TVAŘITELNOST KOVŮ.....	9
1.1 KRYSTALICKÁ STAVBA KOVŮ	9
1.2 PLASTICKÁ DEFORMACE MONOKRYSTALU	11
1.3 PLASTICKÁ DEFORMACE POLYKRYSTALU	12
1.4 ZÁKLADNÍ ZÁKONY TVÁRNÉ DEFORMACE.....	12
2 TECHNOLOGIE STŘÍHÁNÍ.....	13
2.1 STŘÍHÁNÍ.....	13
2.2 DĚLENÍ LISOVACÍCH NÁSTROJŮ	15
2.2.1 Stříhání rovnoběžnými noži	16
2.2.2 Stříhání skloněnými noži	17
2.2.3 Stříhání křivkovými nůžkami	18
2.2.4 Přesné stříhání.....	18
2.3 VOLBA TECHNOLOGIE.....	20
2.3.1 Nástřihové plány.....	22
2.4 STŘIŽNÉ SÍLY.....	24
2.4.1 Kontrola střižníku na vzpěr.....	25
3 SPECIÁLNÍ METODY DĚLENÍ A STŘÍHÁNÍ.....	27
3.1 VYSTŘIHOVÁNÍ A DĚROVÁNÍ IMPULSNÍM MAGNETICKÝM POLEM.....	27
II. PRAKTICKÁ ČÁST.....	29
4 STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....	30
5 VÝSTŘIŽEK BRZDOVÉHO DÍLCE	30
6 KONSTRUKCE VYSTŘIHOVACÍHO NÁSTROJE	31
6.1 CHARAKTERISTIKA VYSTŘIHOVACÍHO STROJE	31
6.2 VŮLE MEZI STŘIŽNICÍ A STŘIŽNÍKEM.....	31
7 SLED VÝROBNÍCH ZAŘÍZENÍ PRO VÝROBU DÍLCE BRZDY	32
8 POSTUP VÝROBY	32
8.1 VYSTŘIŽENÍ ZÁKLADNÍHO PROFILU	32
8.2 DOKONČOVACÍ OPERACE	33
9 STANOVENÍ STŘIŽNÉ SÍLY A STŘIŽNÉ PRÁCE	36

10	EKONOMICKÉ HODNOCENÍ PROJEKTU	37
10.1	VÝPOČET DÉLKY PÁSU.....	38
10.2	VYUŽITÍ MATERIÁLU	39
	ZÁVĚR.....	40
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	41
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	42
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	44
	SEZNAM TABULEK.....	45
	SEZNAM PŘÍLOH.....	46

ÚVOD

Bakalářská práce se týká výrobku jenž vyrábí firma UNITOOLS PRESS, a. s. Zde také docházelo k odborné konzultaci o daném problému.

V roce 1995 byla založena firma UNITOOLS PRESS se zaměřením na výrobu nástrojů pro automobilový a elektrotechnický průmysl. Společnost zvolila strategii poskytování komplexní služby vývoje, konstrukce a výroby lisovacích nástrojů a forem.

Vývoj a konstrukci realizují za pomoci nejmodernějších konstrukčních počítačových CAD technologií. Provádí počítačovou analýzu výlisků simulační metodou FEM.

Technická vybavenost firmy je na úrovni srovnatelné s evropskou konkurencí. Výroba se uskutečňuje na vysoce přesných CNC strojích. Aplikace CAM systému ve výrobě je zárukou efektivity výroby. Softwarové produkty AUTOFORM, CATIA a UNIGRAPHICS pomáhají realizovat rychlou výrobu a dodání nástrojů zákazníkům. Největší podíl produkce (70 %) je určen pro export do zemí SRN, Rakousko, Francie, Švédsko aj.

Trvalé zlepšování systému a aplikace nových technologií jsou aktivity, které řadí firmu Unitools na úroveň dodavatelů nástrojů světové třídy. Proto byla činnost v roce 1999 oceněna koncernem Volkswagen cenou "Nejlepší dodavatel". Přísná kritéria automobilového trhu vedla k certifikaci firmy dle normy VDA 6.4.

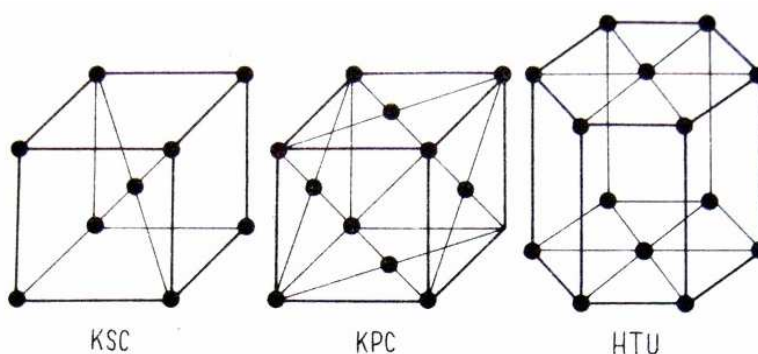
Jedná se o návrh blokového vystřihovacího nástroje pro vystřihování páky brzdy do automobilu Ford Transit. Výrobní výkres výlisku je dodán zákazníkem. Výlisky budou použity v areálu firmy k výrobě brzdového systému. Celkový náklad výlisků je 20000 kusů měsíčně po dobu výroby automobilu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TVAŘITELNOST KOVŮ

1.1 Krystalická stavba kovů

Kovy a jejich slitiny se vyskytují v přírodě v krystalické formě. Většina technicky důležitých kovů krystalizuje v kubické soustavě plošně centrované (KPC) nebo kubické soustavě prostorově centrované (KSC) a v šesterečné soustavě těsně uspořádané (HTU) (Obr. 1).

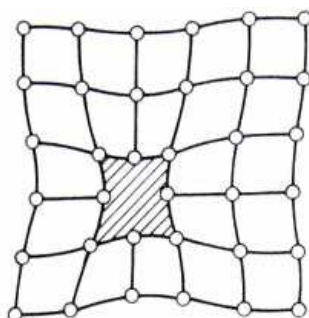


Obr. 1. Krystalické soustavy

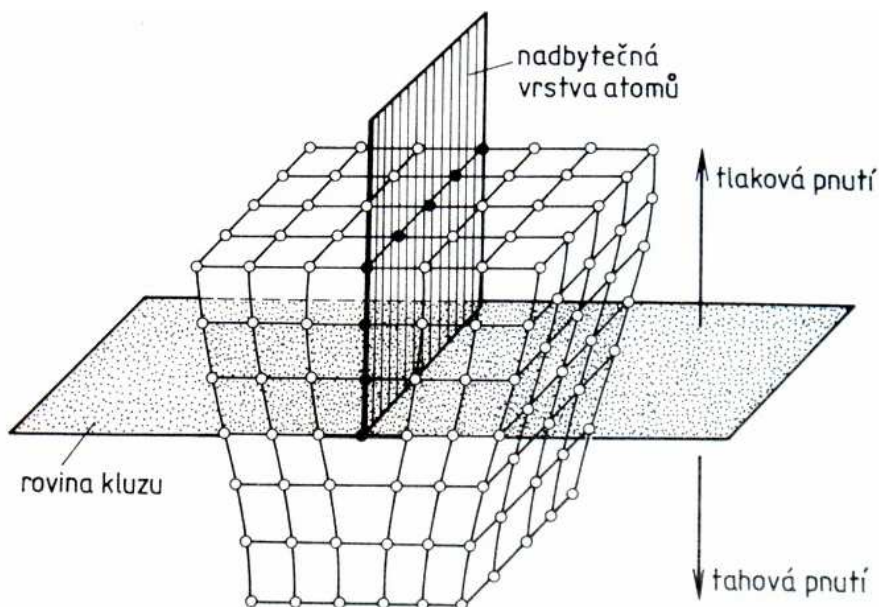
Plastická deformace se uskutečňuje na nejhustěji obsazených rovinách (skluzových rovinách) ve směru, který určuje nejhustěji uložené atomy.

Uložení atomů v mřížce není zcela ideální, existují v ní poruchy. Rozeznáváme poruchy bodové (vakance) (Obr. 2), čárové (dislokace) (Obr. 3) a plošné (vrstevné chyby). K uskutečnění plastické deformace v ideální krystalické mřížce bez poruch by bylo zapotřebí deformačního napětí $\tau = G/20$. Jestliže se plastická deformace uskutečňuje pohybem poruch, je deformační napětí podstatně nižší. Působením vnějšího napětí se ve skluzových rovinách pohybují dislokace, a to hranová a šroubová dislokace. Kromě těchto základních pohybů mohou vykonávat hranové dislokace další pohyb šplháním a šroubové dislokace příčným skluzem. Při plastické deformaci je velmi důležité vzájemné působení dislokací. Paralelní dislokace stejného znaménka se odpuzují. Pokud jsou uloženy v několika rovnoběžných rovinách, mohou se řadit nad sebou a vytvářet hranice subzrn. Paralelní dislokace s opačnými znaménky, pohybující se v téže rovině, se mohou anihilovat, při uložení ve dvou rovinách mohou vytvořit dipól s vakancí. Jestliže se ve skluzové rovině protnou dvě dislokace, vznikne na dislokaci stupeň, jehož vektor odpovídá vektoru druhé dislokace. Tím

se mohou vytvořit nepohyblivé nebo velmi obtížně pohyblivé úseky, které ztěžují plastickou deformaci. K překonání těchto překážek je zapotřebí tepelné aktivace.



Obr. 2. Bodová porucha
mřížky (vakance)



Obr. 3. Schéma čárových poruch krystalové mřížky (dislokace)

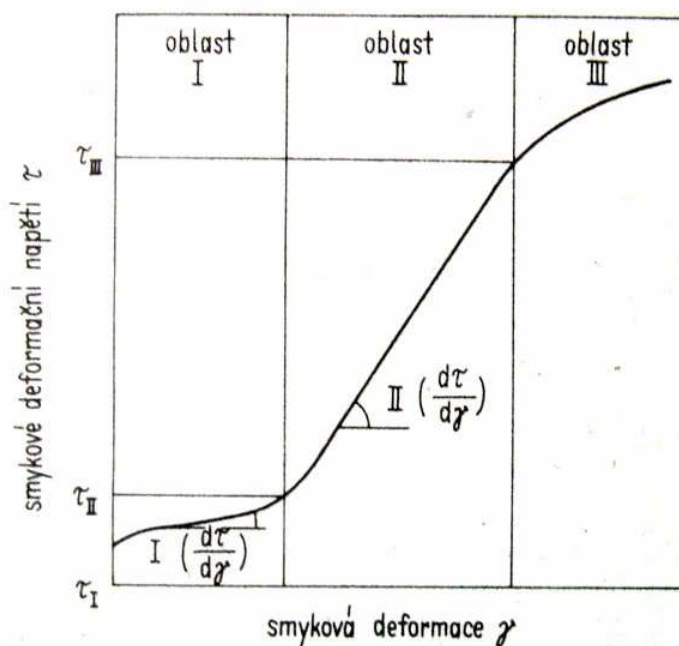
Další významnou poruchou pro plastickou deformaci jsou vrstevné chyby. V KPC mřížce vzniká snadno rozštěpená dislokace, která je tvořena dvěma neúplnými dislokacemi a je pohyblivá. Mezi oběma úseky vzniká vrstevná chyba, která je tím větší, čím menší je energie vrstevné chyby. Při přechodu vrstevné chyby do jiné roviny příčným skluzem se musí rozštěpená dislokace zaškrtnit a vytvořit úplnou dislokaci.

Jelikož značná část dislokací se během plastické deformace stane nepohyblivou, je pro další rozvoj plastické deformace důležitá tvorba nových pohyblivých dislokací.

1.2 Plastická deformace monokrystalu

Na kovovou součást působí síly které ji deformují a při dostatečné velikosti porušují. Při tváření se působením vnějších sil mění tvar, aniž se poruší celistvost materiálu, tzn., že se částice materiálu pouze trvale přemisťují. Říkáme, že takový materiál je plastický.

Při plastické deformaci monokrystalu KPC mřížky (Fe γ , Cu, Al, Ag, Au, Ni, Pb) rozeznáváme tři oblasti závislosti deformačního napětí τ na deformaci γ (Obr. 4).



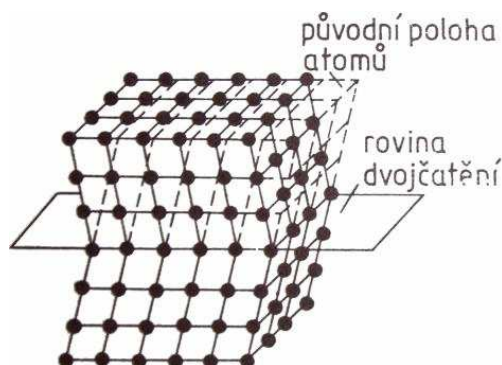
Obr. 4. Průběh deformačního napětí v monokrystalu

Oblast snadného skluzu I : Dislokace se při svém pohybu neprotínají, proto počet dislokací nevzrůstá a deformační napětí $\tau_I \cong konst.$

Oblast obtížného skluzu II : Během deformace dochází k postupnému zvyšování hustoty dislokací, volná dráha dislokací se zkracuje, dochází k protínání dislokací. Kov se zpevňuje lineárně. Během zpevňování se ve struktuře vytvářejí nepohyblivé sítě dislokací a pro další deformaci se uplatní jen část vnějšího napětí τ_{II} .

Oblast snadného skluzu III : Tato oblast se vyznačuje snížením intenzity zpevňování následkem uplatnění příčného skluzu, který umožňuje šroubové dislokaci obejít překážku přechodem do jiné skluzové roviny. Napětí pro uplatnění příčného skluzu τ_{III} s rostoucí teplotou klesá, ale s poklesem energie vrstevné chyby vzrůstá, protože před uskutečněním příčného skluzu musí dojít k zaškrcení rozštěpené dislokace.

Plastická deformace může nastat nejen posuvem (skluzem), ale také dvojčatěním (tvořením dvojčat). Projevuje se přeskupením mřížek některé části krystalu tak, že se nejprve celá mřížka natočí z polohy pro skluz nepříznivé do polohy příznivé (Obr. 5) a pak se část natočeného krystalu skluzem deformuje.[6]



Obr. 5. Schéma dvojčatění

1.3 Plastická deformace polykrystalu

Podmínky pro plastickou deformaci, které platí pro monokrystaly, lze vztáhnout i na polykrystalickou strukturu technických kovů a slitin. Nesetkáváme se však s oblastí snadného skluzu I, protože dráha dislokací je následkem přítomnosti hranic zrn krátká, dochází velmi rychle k protínání dislokací a zpevňování. Zvlášť výrazný je rozdíl mezi deformací monokrystalů a polykrystalů s hexagonální mřížkou. V oblasti teploty $T = 0,5T_m$ se začnou v kovu výrazně uplatňovat tepelně aktivované procesy a ovlivní jeho chování při plastické deformaci. Mezi tepelně aktivované procesy patří kromě příčného skluzu, uplatňujícího se již za nižších teplot, procesy založené na difúzi, jako jsou šplhání hranových dislokací, pohyb skoků šroubových dislokací a rekrytalizace. Uplatnění těchto procesů má značný vliv na deformační napětí a hlavně na mezní plasticitu.

1.4 Základní zákony tvárné deformace

1. Zákon stálosti objemu

Objem tělesa před deformací V je stejný jako objem tělesa po deformaci V_d ($V = V_d$). Tvářený objekt sice změní své rozměry, ale nezmění svůj objem.

2. Zákon nejmenšího odporu

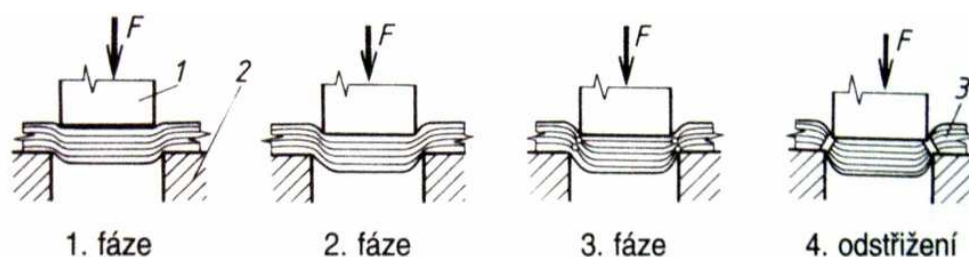
Přemisťují-li se body deformovaného tělesa v různých směrech, přemisťuje se každý bod ve směru nejmenšího odporu.

2 TECHNOLOGIE STŘÍHÁNÍ

2.1 Stříhání

Dělení materiálů stříháním je jedna z nejrozšířenějších operací ve výrobě. Využívá se např. k dělení tabulí plechu na pásy, dělení svitků na pásy, nebo pro různé pomocné operace, dělení profilových polotovarů, vystřihují se tvary, prostřihuje se materiál, ostříhuje.

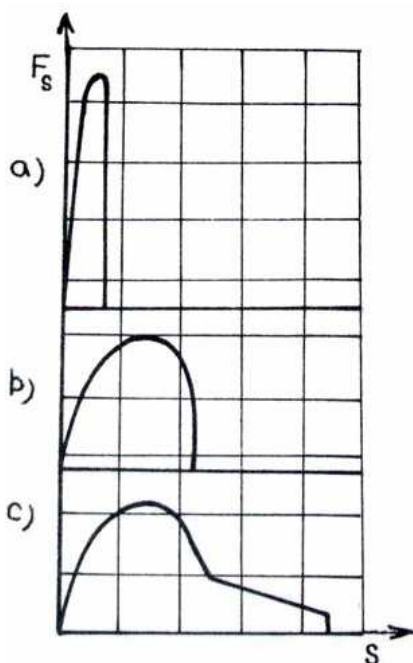
Stříhací nože vnikají do materiálu (Obr. 6) vyvolávají v něm napětí přesahující mez kluzu, jež postupně vzrůstá až dosáhne mez pevnosti materiálu ve smyku. Vzhledem k mechanismu stříhání k oddělení materiálu dochází dříve než se dotknou stříhací nože. Po ustřižení není řezná plocha dokonalá. V první části je napěchovaný materiál, pak následuje střížná plocha a řez je dokončen lomem ve tvaru písmena S. Proto je plocha řezu méně kvalitní. [6]



Obr. 6. Princip stříhání

Proces stříhání probíhá v plastické oblasti definované mezerou mezi střížníkem a střížnicí – střížnou vůlí $v/2$. Stříhaný materiál, ležící mezi střížníkem a střížnicí, je oddělován působením střížné síly, která má vzrůstající tendenci a dosahuje maxima v okamžiku začínajícího oddělování materiálu, což bývá v okamžiku, kdy střížník vnikne do stříhaného materiálu, přibližně do $1/3$ tloušťky. Poté klesá střížná síla rychle k nule, přičemž rychlost poklesu je závislá na stříhaném materiálu, konstrukci střížných hran a odporech působících proti zasunutí výstřižku do střížnice.

Průběh střížné síly v závislosti na tažnosti materiálu a geometrii nástroje ukazuje (Obr. 7). Správná velikost vůle v je taková, při níž se za optimálních podmínek stříhání získá co nejčistší plocha. Bývá asi 5 až 12 % tloušťky materiálu (u oceli (0,05 až 0,07) t). Tvorba střížné plochy v závislosti na vůli mezi střížníkem a střížnicí (Obr. 8).[2]

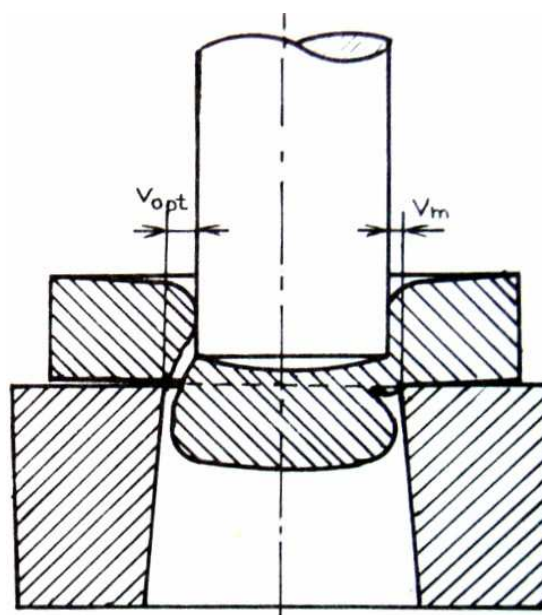


Obr. 7. Průběh střížné síly

a) platí pro materiály s malou tažností

b) s velkou tažností a velkou vůlí v nástroji

c) pro materiály s velkou tažností a malou vůlí

Obr. 8. Tvorba střížné plochy – vlevo při optimální vůli v_{opt} , vpravo při malé vůli v_m

Většina materiálů dělených stříháním se stříhají za studena (oceli do pevnosti 400 MPa). Ohřev se používá v případech kdy potřebujeme snížit střížnou sílu nebo trhliny které při stříhání vznikají a při stříhání tyčí a profilů větších průřezů.

Střížná síla se snižuje ohřevem jen tehdy, pokud jde o menší počet kusů a stříhací zařízení nemá dostatečný výkon, protože se při stříhání za tepla zdeformuje střížná plocha. Dalším důvodem pro použití stříhání za tepla u ocelí s vyšším obsahem uhlíku nebo legujících prvků je požadavek snížit vznik velkých trhlín na střížné ploše. Počet a velikost střížných trhlín roste u těchto materiálů s průřezem. Chybám lze předejít ohřevem na teplotu 450 až 600°C.

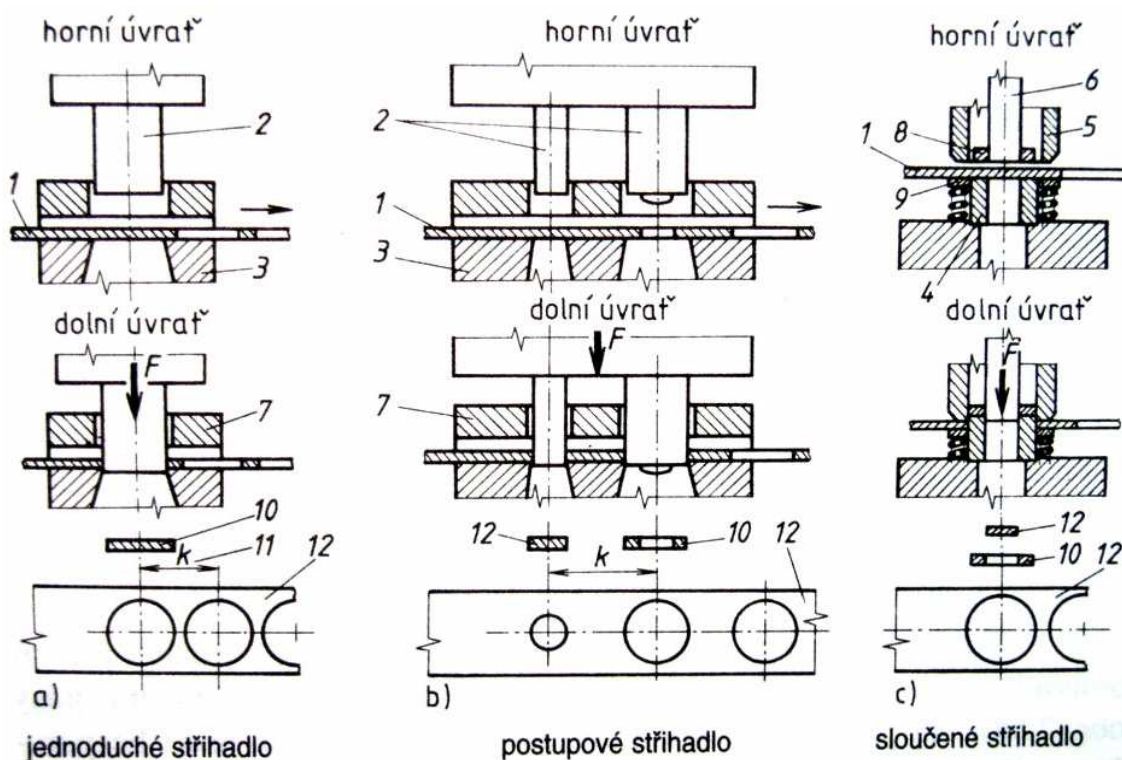
I přes některé výhody stříhání za tepla se musíme snažit stříhat materiál za studena, protože ohřev zvyšuje náklady na stříhání.

2.2 Dělení lisovacích nástrojů

Při výrobě lisovaných součástí se konají různé pracovní úkony, např. děrování, vystřihování, ohýbání, tažení, protlačování aj. V kusové a malosériové výrobě se pro tyto práce používají ruční nebo strojní univerzální lisovací nástroje. V sériové a hromadné výrobě se používají speciální lisovací nástroje, tj. nástroje pro určitý druh výrobku nebo práce. Podle počtu pracovních úkonů při jednom zdvihu dělíme lisovací nástroje (Obr. 9) na:

- jednoduché – pro jeden pracovní úkon, např. děrování
- postupové – pro dva nebo více pracovních úkonů stejného druhu vykonaných stejným nástrojem za sebou, např. děrování a stříhání
- sloučené – pro zhotovení výlisku najednou, sloučením několika pracovních úkonů stejného druhu v jednom nástroji, např. současné děrování a stříhání
- sdržené – nástroje postupové nebo sloučené pro provádění pracovních úkonů různého druhu, např. vystřihování a tažení, děrování, stříhání a ohýbání apod.

[4]

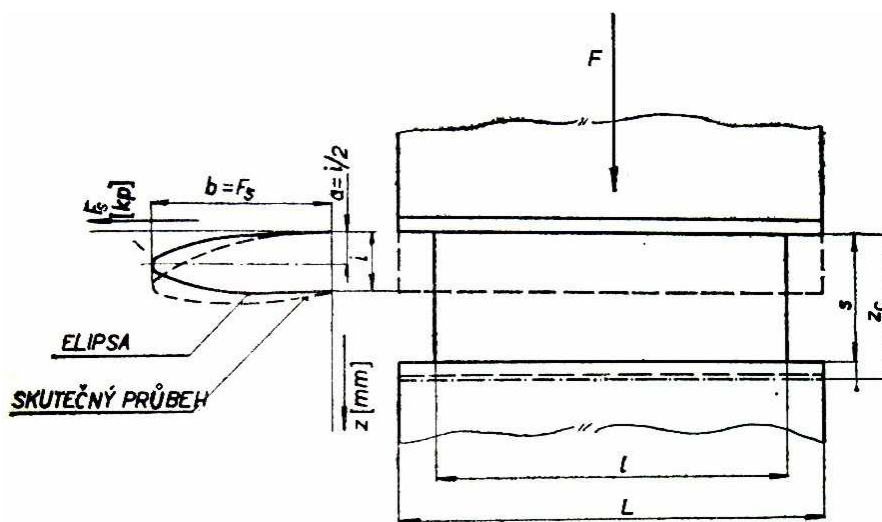


Obr. 9. Lisovací nástroje

1 – materiál, 2 – střížník, 3 – střížnice, 4 – střížník pro obrys a střížnice pro díru, 5 – střížnice pro obrys, 6 – střížník pro díru, 7 – vodítko (stírač), 8 – vyhazovač, 9 – stírač, 10 – výstřižek, 11 – krok, 12 – odpad

2.2.1 Stříhání rovnoběžnými noži

Ostří nožů je rovnoběžné, síla narůstá velmi rychle, z čehož vznikají rázy. Nože jsou však relativně krátké. Průběh střížné síly u kterékoliv ze stříhacích operací odpovídá třem charakteristickým stupňům střížného procesu. Tedy přechází z pružného stavu do plastického až dojde k porušení materiálu. To znamená, že střížná síla roste až do okamžiku vzniku prvních střížných trhlinek, potom velmi rychle klesá a po přetrhnutí vláken je takměř nulová (Obr. 10). [5]



Obr. 10. Stříhání s rovnoběžnými noži

Hloubka vniknutí nože i , při které vznikají první střížné trhlinky, je dána vztahem

$$i = \chi \cdot s \quad (1)$$

kde χ je koeficient závislý od tvárnosti materiálu (pro nízkouhlíkové oceli je 0,2 až 0,4, pro hliník 0,5 a pro stříhání za tepla 0,8 až 0,9).

Vzorec pro výpočet střížné síly se odvodí z definice pevnosti ve stříhu, která je dána jako její poměr k původnímu průřezu stříhaného materiálu.

$$\tau_{ps} = 0,8R_m \quad (2)$$

z čeho velikost střížné síly pro stříhání s rovnoběžnými noži

$$F_s = (1,15 \div 1,3)s \cdot l \cdot \tau_{ps} \quad (3)$$

kde $s \cdot l$ je střížná plocha S , τ_{ps} - pevnost materiálu ve stříhu.

Práci stříhání s rovnoběžnými noži můžeme určit nahrazením pracovního diagramu

poloelipsou s poloosami $\frac{i}{2}$, F_s . Práce je potom totožná s plochou poloelipsy a po dosazení

za i a po úpravě dostaneme vztah

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot \chi \cdot s^2 \cdot l \cdot \tau_{ps} \quad \text{nebo} \quad A = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{F_s \cdot s}{2} \quad (4)$$

2.2.2 Stříhání skloněnými noži

Průběh střížné síly při stříhání se skloněnými noži má na začátku střížného procesu podobný průběh jako při stříhání s rovnoběžnými noži. Tento průběh na začátku stříhání po dosažení hloubky vniknutí horního nože do materiálu o i v důsledku sklonu nože neklesá na nulu (protože nůž nestříhá po celé délce), ale se ustálí na přibližné konstantní hodnotě.

$$F_s' = S' \cdot \tau_{ps} \quad (5)$$

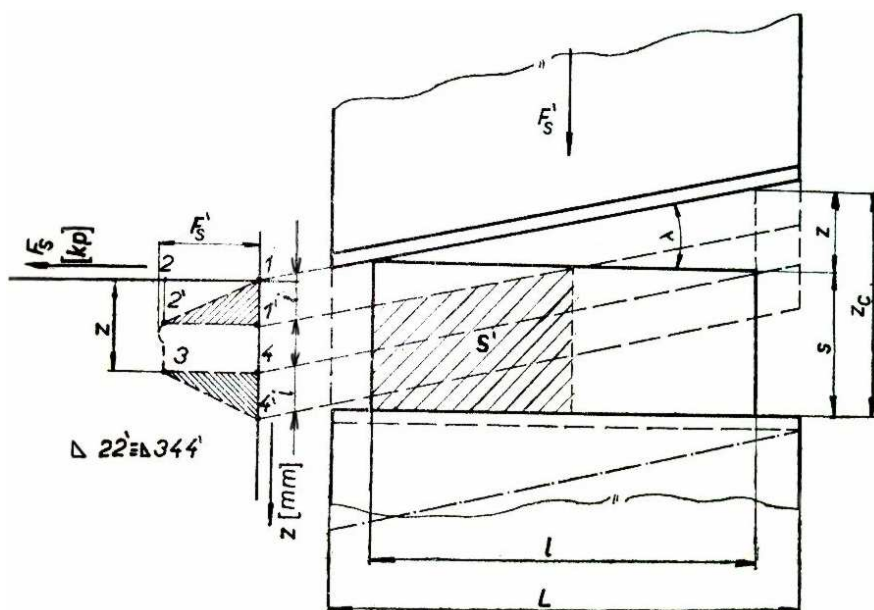
kde S' je okamžitá plocha pro daný materiál a velikost úhlu λ , F_s' - střížná síla při stříhání se skloněnými noži.

Střížná síla pro stříhání se skloněnými noži začne klesat až na konci zdvihu horního nože z (Obr. 11). Z průběhu střížné síly vyplývá, že práci při stříhání se skloněnými noži můžeme vypočítat z plochy obdélníku 1, 2, 3, 4, t. j.

$$A' = F_s' \cdot z \quad (6)$$

Předpokládáme-li rovnost práce při stříhání s rovnoběžnými noži a skloněnými (což není celkem pravda, protože práce se skloněnými noži je větší o deformaci odstřížku), můžeme napsat:

$$A \cong A' \quad \text{a celkový zdvih} \quad z \cong l \cdot \tan \lambda \quad (7)$$



Obr. 11. Stříhání se skloněnými noži

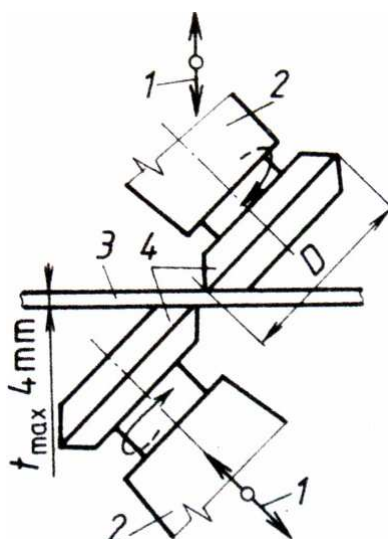
Střížná síla pro stříhání se skloněnými noži po dosazení za A a z , po úpravě bude:

$$F_s' = \frac{\pi}{4} \cdot \chi \cdot s^2 \cdot \cot g\lambda \cdot \tau_{ps} \quad (8)$$

Tento vzorec platí jen pro experimentálně odvozenou podmínku mezi střížnou délkou l , hloubkou materiálu s a úhlem nožů λ . [5]

2.2.3 Stříhání křivkovými nůžkami

Je to plynulé stříhání plechů bez rázů. Kotoučové nože (Obr. 12) se stýkají s materiálem jen v krátké délce (téměř bodově), což umožňuje vystřihování různých tvarů z plechu i ostřihování obvodů velkých výtažků, např. v automobilovém průmyslu – ostřihování blatníků, dveří, střech apod. [6]



Obr. 12. Křivkové nůžky

2.2.4 Přesné stříhání

Když provedeme analýzu střížného procesu u stříhadel a děrovadel zjistíme, že přesnost vystřihnuté nebo děrované součásti závisí na mnoha faktorech. Když si odmyslíme provozní poruchy můžeme konstatovat, že:

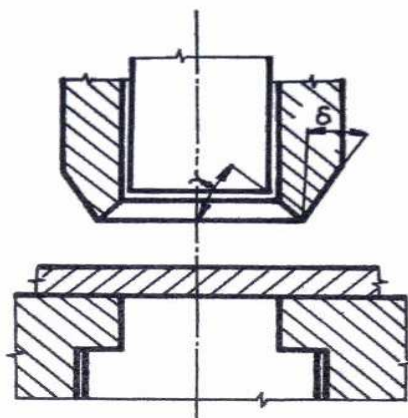
Běžná jakost povrchu střížných ploch bývá pro materiály do tloušťky 1 mm 10μm, do 3mm 20μm a nad 3mm 63μm. Např. vibračním stříháním lze dosáhnout jakosti povrchu až 1/10 uvedených hodnot.

Při výrobě střížných nástrojů je z hlediska kvality výstřížku důležitá vůle mezi střížníkem a střížnicí. Při jejím stanovení musíme vycházet z předepsané tolerance výstřížku.

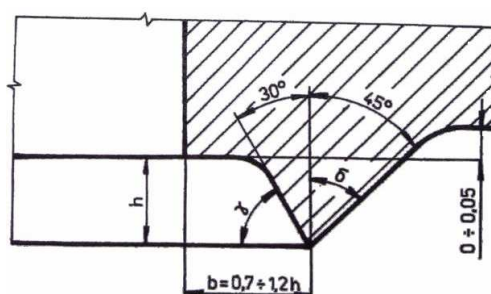
Dále je pro kvalitu rozhodující co nejvíce eliminovat při stříhání tahové složky napětí ohybového namáhání, které způsobuje vůle mezi střížníkem a střížnicí a tak se přiblížit co nejvíce čistému smyku. Docílí se to hlavně různou úpravou konstrukce střížného stroje nebo speciálním způsobem stříhání.

1. Přesné výstřižky v jedné operaci můžeme vyrobít těmito způsoby:

- a) stříhání přidržovačem s obvodovou hranou (Obr. 13). Na obr. 14. je detail geometrie obvodové hrany.



Obr. 13. Stříhání pomocí
přidržovače s obvodovou hranou



Obr. 14. Geometrie obvodové hrany

- b) stříhání se zápornou vůlí. V tomto případě nemůže střížník proniknout do střížnice. Průměr střížníku je většinou o 0,1 až 0,2 s větší než průměr střížnice. Při tomto způsobu musí zůstat střížník v dolní úvrati o 0,2 až 0,5mm nad rovinou střížnice.
- c) reverzní stříhání

- d) stříhání na lisech ESSA. Tento klikový lis má na beranu ještě jeden excentrický mechanismus, který umožňuje dát střížníku mimo normálního zdvihu ještě další malé zdvihy, takže střížná hrana se pohybuje kmitavě dopředu, a proto projde to samé místo několikrát a tím ho vyleští.

2. Výroba výstřížků dvěma operacemi přistřihováním probíhá tak, že se součástka v první operaci vystříhne normálním nástrojem v rozměru větším než je požadovaný čistý rozměr hotové součástky. Ve druhé operaci se tento přídavek na přistřihování odstraní.

Aby proces přistřihování probíhal správně, je nevyhnutelné, aby se tříska odebírala ze správné strany součástky a to tak, aby se v průběhu střížného procesu její průřez zmenšoval. V opačném případě by se ke konci přistřihování materiál vytrhl z výstřížku a nevznikla by bezchybná střížná plocha. Z toho vyplývá pravidlo, že se otvory přistřihují ve stejném směru jako se děrují. Při přistřihování vnějších ploch se součást přistřihuje v obrácené poloze jako se vystřihovala, čímž se výstřížek vyrovná.

2.3 Volba technologie

Určit všeobecně platné pravidlo posouzení technologičnosti výlisků, je velmi obtížné, protože existuje hodně faktorů ovlivňujících podmínky výroby. Technologičnost všeobecně je taková kombinace činností v oborech normalizace, konstrukce, technologie a ekonomie, kterou se zabezpečí nejjednodušší a nejhospodárnější výroba.

Technologické problémy lze shrnout do řady hledisek:

- a) tvar součásti
- b) počet a sled operací střížných a ostatních
- c) polotovar
- d) sériovost
- e) požadovaná pracnost
- f) kvalita střížné plochy

Z těchto hledisek je možné považovat některé za více či méně důležité a podle toho řešit i technologii.

ad a) Součásti, vyráběné pouze stříháním, se v případě drobných součástí stříhají v postupových nástrojích v jedné nebo více řadách. Pak se jako polotovar používá přístřih nebo svitek, umožňující buď ruční nebo automatické podávání, bez ohledu na to, jedná-li se o podávání výlisků nebo odpadu. U rozměrnějších součástí – ať se stříhají z přístřihu nebo

při využití zpracovatelného odpadu, se součásti stříhají v jednooperačních, popř. sloučených střížných nástrojích, s různým stupněm mechanizace zakládání a vyjímání.

ad b) U součástí, které se vyrábějí na více operací, z nichž některé jsou ohýbací nebo tažné, se jako první operace zařazuje operace střížná, sloužící nejen k vystřížení otvorů funkčních či technologických, ale i pro uvolnění zpracovávaného polotovaru z pásu nebo ze svitku. Střížné operace se umísťují v tomto případě rovněž jako poslední. Jejich účelem je oddělení součásti od odpadu, popř. vystřížení otvorů, které z hlediska technologického nemohly být stříhány dříve, např. vystřížení otvorů do stěn výtažku.

ad c) Jako polotovar je možné použít buď volný přístřih stříhaný z tabule, nebo pás, popř. svitek u menších součástí. Mimoto lze jako polotovar použít zpracovatelný odpad. Pro volný přístřih a zpracovaný odpad se volí technologie výroby v jednotlivých střížných, ohýbacích a tažných nástrojích s možností zpracování i na postupových lisech, transferových tvářecích linkách apod. V případě použití pásu nebo svitku se volí technologie výroby v postupových nebo sloučených nástrojích v jedné nebo více řadách vedle sebe.

ad d) sériovost značně ovlivňuje použitou technologii. Pro malé série jsou vhodné nástroje jednoduché, jednooperační, bez mechanizace. V případě více operací se mohou jednooperační nástroje spojovat univerzálními dopravními systémy. Tam, kde se jedná o malosériovou výrobu součástí technologicky i velikostně shodných, pak je možné použít nástrojů víceoperačních s tím, že činné části mohou být vyměnitelné. U velkých sérií je zvykem používat nástroje postupové, popř. postupové sdružené, u nichž velikost dávky se většinou rovná životnosti nástroje mezi dvěma ostřeními. Podle kvality stříhaného materiálu, použitého materiálu střížníku a střížnice a typu mechanizačního zařízení se dávky pohybují od 35 tis. až 3 mil. kusů.

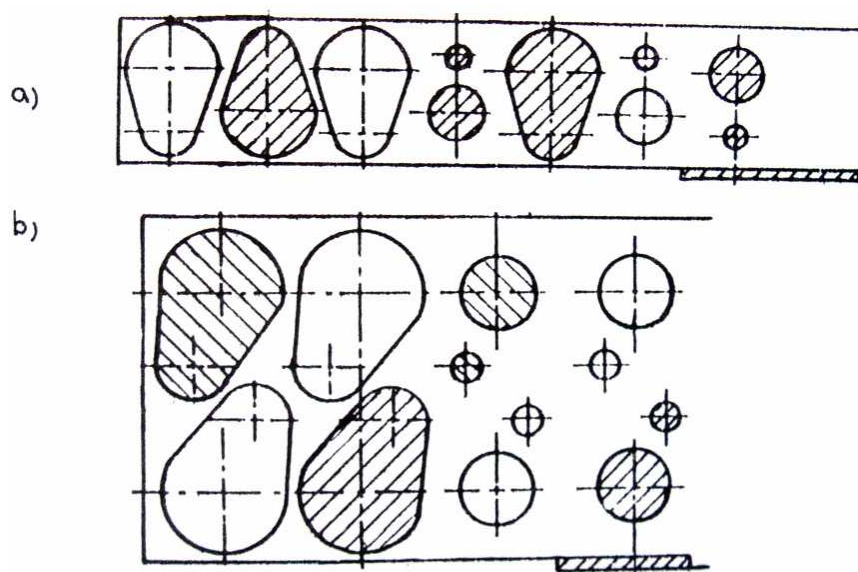
ad e) pokud se jako kritérium volby technologie volí pracnost, pak cesta k jejímu snížení je ve využití postupových a postupových sdružených nástrojů s mechanickým podáváním, popř. řady jednooperačních nástrojů, spojených transferovou linkou, kde stačí k obsluze menší počet pracovníků. Další možností jsou děrovací centra, doplněná tabulovými nůžkami, nebo použití univerzálních střížných nástrojů, doplněných mechanizací zakládání a vyjímání součástí. Řada technologií vedoucích ke snížení pracnosti nesleduje tento efekt pouze v lisovně samé, nýbrž i v předchozích operacích (dělení materiálu) a zvláště v operacích návazných, jako je tepelné zpracování, svařování, povrchové úpravy apod. Zde úspory pracnosti bývají značné a rovněž kvalita výrobku je značně vyšší a vyrovnaná.

ad f) kvalitu střížné plochy a rozměrovou přesnost lze dosáhnout za předpokladu dosažení změny napěťových a deformačních stavů v plastické oblasti (přesné stříhání) nebo dvoufázovým tvářením, kdy po stříhu následuje třískové obrábění (přistříhování). Třetí možností je jedno nebo dvoufázové tvářením, kde při stříhu přímo, nebo v další operaci, probíhá na střížném obvodu plastická deformace (stříhání se zápornou vůlí, stříhání se zaoblenou střížnou hranou střížníku nebo střížnice). [5]

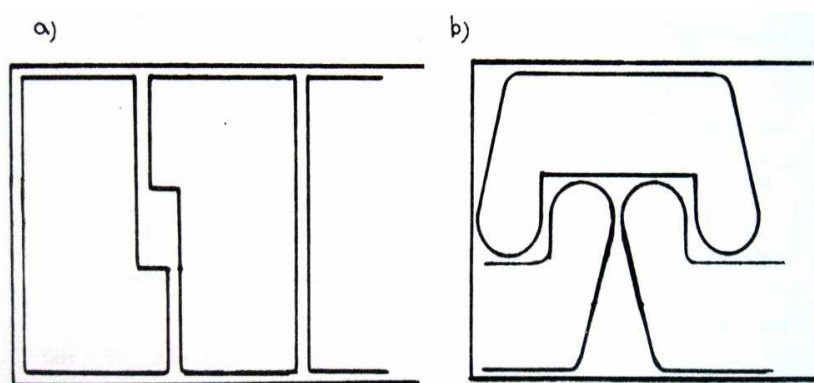
2.3.1 Nástřihové plány

Nejrozšířenějším hlediskem pro volbu nástřihových plánů je úspora materiálu. Toto hledisko vede k využívání víceřadých nástřihových plánů, k nástřihům šikmým, jednořadým vystřídáním apod. Různé typy nástřihových plánů jsou znázorněny na obr. 15, 16, 17. Na obr. 15 je patrná volba jedno a dvouřadého stříhání z pásu krokováním bočním odstřihovačem. Na obr. 16 a, b je patrné využití tvaru výlisku pro nástřihový plán vystřídáním. Obr. 17 ukazuje případ stříhání jedno a víceřadého pro dosažení úspory materiálu. Při tomto stříhání dosahuje odpad u jednořadého nástřihu v průměru 21 %, u třířadého nástřihu 14 % a u šestiřadého nástřihu 12 %. S vyšším využitím plechu víceřadým nástřihem však vzrůstá cena a údržba nástrojů, tonáž lisu a klesá jednotkový čas. Obdobně i stříhání v jedné nebo dvou řadách s obracením sice spoří 5 až 10 % materiálu, přináší však vyšší náklady na zvláštní úpravy dorazů pro druhou řadu v nástroji a mimoto zvyšuje pracnost při manipulaci s materiálem. Hospodárnost nástřihového plánu charakterizuje součinitel využití materiálu η , což je poměr plochy součástek S_o k ploše polotovaru S_p , z kterého se součástka vystřihuje. [2]

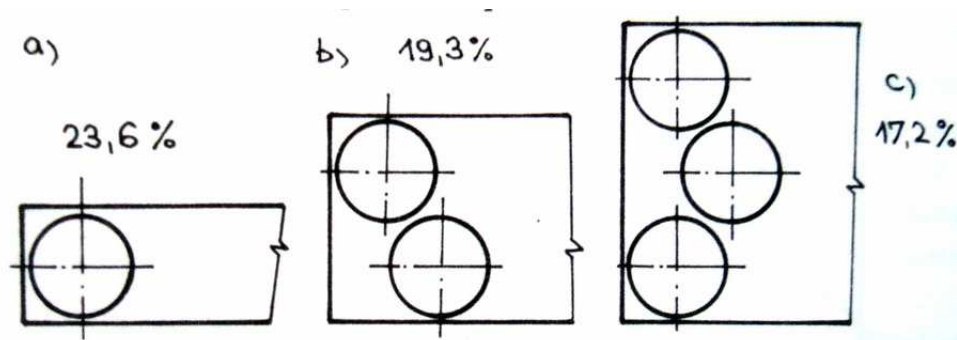
$$\eta = \frac{S_o}{S_p} \cdot 100 \quad (9)$$



Obr. 15. Jedno a dvouřadý nástřihový plán s odstřihovačem



Obr. 16. Nástřihový plán vystřídáný



Obr. 17. Nástřihový plán jedno a víceřadý a příslušné podíly odpadu

Velký význam pro zvýšené využití materiálu má stříhání bez bočních můstků, při zachování přírodních hran pásů a svitků. U řady součástí se při návrhu šířky pásu vychází z volné míry, ke které se přidávají ještě dvě šířky můstku. Udávání volných měr součástí

umožňuje stříhat součásti z pásů bez postranních můstků, v případě užších šířkových tolerancí součástí v kombinaci s bočním odstřihovačem, který určuje jednak velikost kroku, tak i upravuje šířku pásu.

2.4 Střížné síly

Výpočet střížné síly je založen na hodnocení materiálových vlastností, kvalitě střížné hrany a chování výstřižků po oddělení.

Všeobecná rovnice pro výpočet střížné síly

$$F_s = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot S \cdot k_s \quad (10)$$

kde k_1 = koeficient charakterizující kvalitu střížné hrany (stupeň otupení) (1,1 až 1,2)

k_2 = koeficient charakterizující tření mezi střížníkem a materiálem a střížnicí (1,07 až 1,14)

k_3 = koeficient charakterizující průběh stříhu (rovný stříh, šikmý stříh)

pro úkos $h = s$ $k_3 = (0,4 \text{ až } 0,7)$

pro úkos $h = 2s$ $k_3 = (0,2 \text{ až } 0,4)$

k_s = střížný odpor

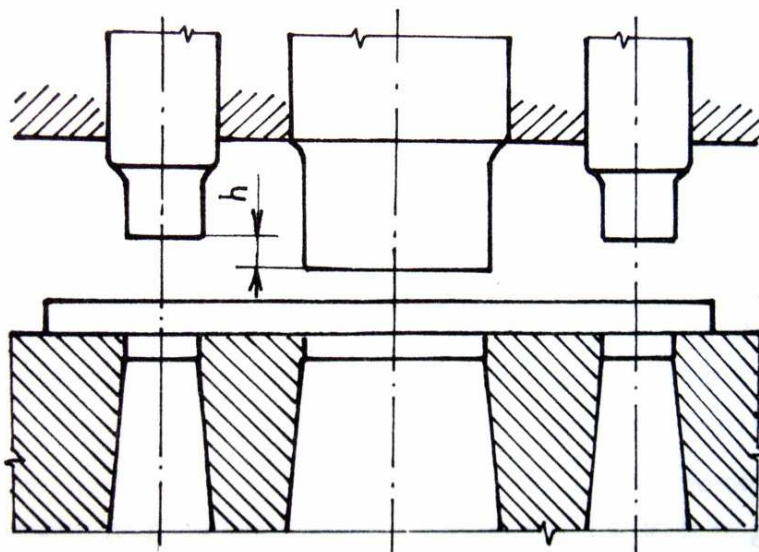
h = výška sešikmení střížníku

Střížná práce pro stříhání rovnými střížnými hranami se stanoví ze vzorce

$$A = k \cdot F_s \cdot s \quad (10)$$

kde k = koeficient (0,4 až 0,7), závisející na typu a tloušťce materiálu, pro případ šikmého stříhu $s = h$.

Velikost střížné síly lze ovlivnit nejen šikmým stříhem, nýbrž také rozdělením střížných obvodů a postupným stříháním (Obr. 18), přičemž je pravidlem, že nejdříve stříhají větší střížníky a po poklesu střížné síly začínají stříhat střížníky tenčí. V opačném případě vlivem radiálního napětí dochází při stříhání větším střížníkem k bočnímu namáhání menších střížníků a jejich lámání. [2]



Obr. 18. Střihání odstupňovanými střížníky

2.4.1 Kontrola střížníku na vzpěr

Při kontrole střížníku na vzpěr vypočítáme kritickou sílu, použijeme vzorec

$$F_{kr} = \frac{\pi^2 \cdot EI}{l_o^2} \quad (11)$$

F_{kr} – kritická síla

E – modul pružnosti v tahu

I – kvadratický moment průřezu

l_o – redukovaná délka

Pro výpočet štíhlosti platí vzorec

$$\lambda = \frac{l_o}{\sqrt{\frac{I}{S}}} \quad (12)$$

λ – štíhlost

S – průřez

Pevnostní kontrola

na tlak (pro legovanou ocel je $\lambda < 22$)

$$\sigma_d = \frac{F}{S} \leq \sigma_{Dd} \quad (13)$$

dle Tetmajera – nepružný vzpěr

$$\sigma_d \cdot k \leq \sigma_{kr} \quad (14)$$

$$\sigma_{kr} = 589 - 3,82\lambda$$

dle Eulera – Pružný vzpěr

$$k \cdot F \leq F_{kr} \quad (15)$$

F – zatěžující síla

σ_d – napětí v tahu

σ_{Dd} – dovozené napětí v tahu

σ_{kr} – kritické napětí v tahu

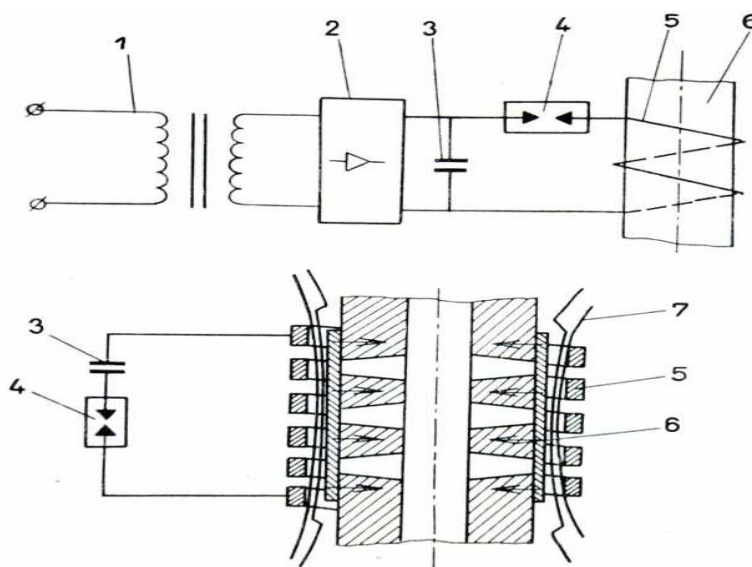
3 SPECIÁLNÍ METODY DĚLENÍ A STŘÍHÁNÍ

3.1 Vystřihování a děrování impulsním magnetickým polem

Princip vystřihování a děrování spočívá v tom, že vybuzené primární magnetické pole v okolí vinutí pracovní cívký (nástroje) indukuje v součástce určené k tváření proud. Indukovaný vířivý proud vybudí sekundární magnetické pole v okolí povrchu vložené součástky a vzájemné působení obou polí se projeví silovým účinkem elektromagnetických sil.

Energie potřebná pro vytvoření magnetického pole se hromadí v kondenzátorových bateriích a vybíjí se elektrickými rázy přes cívku, která je vně či uvnitř součásti nebo nad ní.

Proudový náraz, který při vybití probíhá cívkou, vytváří mezi cívkou a součástkou časově proměnné magnetické pole, indukující v součástce vířivý proud. Rozdělení tlaku po celém povrchu cívký je stejnoměrné. Poněvadž je nutno u cívek dodržet z mechanických důvodů určité rozměry, je třeba u součástí s malými tvářecími oblastmi použít tzv. tvarovacího nástavce magnetického pole, kterým se soustředí magnetické pole do potřebných míst.



Obr.19. Princip elektromagnetického tváření 1 – transformátor, 2 – usměrňovač, 3 – kondenzátorová baterie, 4 – jiskřiště, 5 – cívka, 6 – tvářený předmět, 7 – magnetické siločáry

Princip je znázorněn na obr. 19. Vysokonapětový transformátor 1 se připojí na síť a kondenzátorová baterie 3 se nabíjí vysokonapětovým usměrňovačem 2. Po nabití kondenzátorové baterie na zvolenou hodnotu napětí připojí spínač jiskřiště baterie 4 k zátěži, kterou představuje pracovní cívka 5 s vloženým tvářeným předmětem 6. Kondenzátor se vybije do indukční zátěže, která je charakterizována tlumenými kmity.

Výhody elektromagnetického vystřihování a děrování vystupují do popředí hlavně při výrobě součástí v malých sériích s častými změnami výrobního programu. Při použití univerzálních cívek lze snadno přejít na výrobu jiné součásti pouhou výměnou koncentrátorů nebo výměnou cívek s koncentrátory.

Přednosti elektromagnetického vystřihování a děrování

Přetvárný tlak se přivádí na součást přímo magnetickým polem a přetvoření se uskutečňuje bez fyzického dotyku. Magnetické pole prochází materiály, které jsou elektricky vodivé, takže lze provést tvářecí operaci přes elektroizolační obal.

Na tvářenou součást působí rovnoměrný přetvárný tlak.

Při dotyku pole s povrchem součástky nenastává tření, takže není třeba používat maziva.

Během jednoho impulsu je možno provádět několik přetvárných operací.

Nedochází ke znečištění povrchu, takže před operací elektromagnetického tváření může být na součástce provedena povrchová úprava.

Nevýhody elektromagnetického vystřihování a děrování

Ocelové součásti lze tvářet při frekvenci vybíjecího obvodu nad 15 kHz.

U expanzních cívek lze tvářet pouze součásti o průměru 30 mm a větším.

Je obtížné vyvodit rovnoměrný tlak na takovou součást, která má před tvářením otvory, zářezy a drážky v místech, která se budou tvářet.

Nedostatečných výsledků se dosahuje s kovy, jejichž elektrická vodivost je menší než 10% vodivosti mědi. [1]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

Materiál výstřižku je ocel s firemním označením DD –13 s pevností v tahu $R_m = 500 \text{ MPa}$.

6 KONSTRUKCE VYSTŘIHOVACÍHO NÁSTROJE

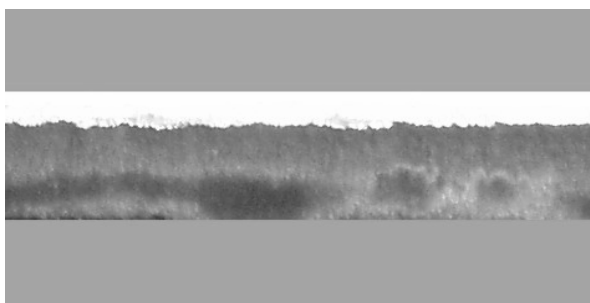
Vystřihovací nástroj je konstrukčně řešen tak, aby samotná výroba nástroje byla co možná nejjednodušší a tím i ekonomická. Přitom ale musí splňovat všechny provozní i bezpečnostní podmínky dle daných norem. Nástroj je sestaven tak aby byla jeho demontáž z lisu rychlá, protože musíme po určitém počtu výlisků střižník i střižnici nechat přebrousit. Při konstrukci byl požadavek, aby byl blokový nástroj sestaven co možná z největšího počtu normalizovaných součástí. Nenormalizované součásti se kreslili v Autocadu a jejich část je součástí přílohy (PI-PXV). Nástroj musí vystřihovat na jeden zdvih dva kusy – 1 levý a 1 pravý, přičemž krok pásu plechu je zajištěný podávacím zařízením. Správné zadání kroku je velice důležité, protože kdyby nástroj stříhl z části do plného materiálu a z části naprázdno mohlo by dojít k ohnutí střižníku.

6.1 Charakteristika vystřihovacího stroje

Stroj na kterém se bude vystřihovat má označení ARISA T 400 a je schopen vyvinout tlak 300 tun. Zdvih je 144mm, krok podavače je 84,5mm, rychlost podavače 35%. Mazání je zajištěno pomocí oleje Coupe K4429 s nastavením 2zdvihy/2sek. Součástí stroje je střešací zařízení které vystřihnuté kusy dopravuje do přepravního boxu.

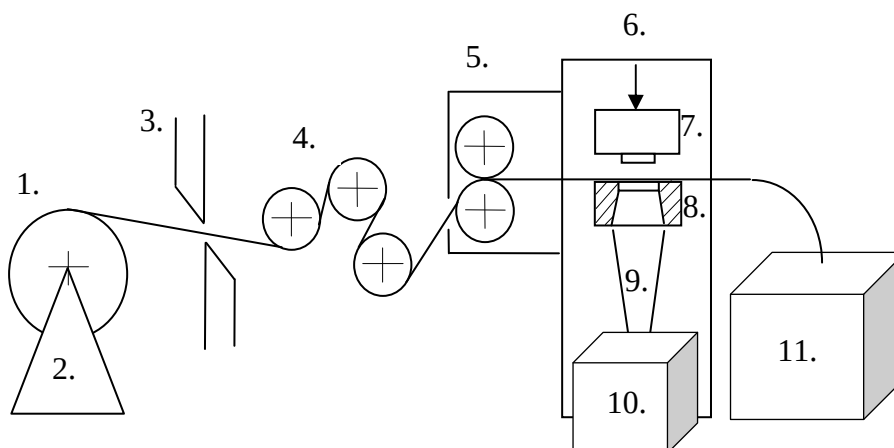
6.2 Vůle mezi střižnicí a střižníkem

Pro materiál oceli DD – 13 o síle 4 mm byla zjištěna vůle mezi střižníkem a střižnicí 0,3 mm po celém obvodu . Při této vůli se materiál nastříhne do přibližně hloubky 1 mm a zbytek se odtrhne (Obr. 21). Nedochozí tak k vzniku ostřin a vystřižené kusy se nemusí dále obrušovat.



Obr. 21. Detail stříhu

7 SLED VÝROBNÍCH ZAŘÍZENÍ PRO VÝROBU DÍLCE BRZDY



Obr. 22. Schéma výrobní linky 1 - svitek, 2 - odvíjecí zařízení, 3 – stříhání konců, 4 – rovnací válce, 5 – podávací zařízení, 6 – lis, 7 – střížník, 8 – střížnice, 9 – střešovací zařízení, 10 – zásobník na výstřižky, 11 – zásobník na odpad

Svitek se umístí na odvíjecí zařízení a zajistí se přítlačnou pneumatickou kladkou. Odstraní se krycí plechy, stahovací pásky a případný poškozený nebo pokřivený konec svitku se odstříhne. Plech pak prochází přes rovnací válce do podávacího zařízení, které zajišťuje krok materiálu do lisu. Beran lisu pak stříhá jednotlivé výstřižky, které se pomocí střešovacího zařízení střepávají do zásobníku. Odpad prochází dál lisem a nakonec padá do boxu.

8 POSTUP VÝROBY

8.1 Vystřižení základního profilu

Tato operace se provádí na stroji s označením T400 nástrojem č. 419 416 (Obr. 28). Lisuje se rozvinutý tvar páky a odvod odpadu po rozstříhu je zajištěný skluzem.



Obr. 23. Základní profil

8.2 Dokončovací operace

Další operace se provádí na stroji s označením DC 16 (Obr. 31) nástrojem č. 419 417. Ustaví se nástroj a seřídí podávání. Do zásobníku se založí 100 kusů základního výstřižku (Obr. 23) a pomocí suportu (Obr. 30) se jednotlivé kusy dopravují do lisu. Lisuje se po jednotlivých krocích tvar páky.

V prvním kroku se lisuje prolis, razí označení “ 280 “ a děruje otvor $\varnothing 10,075 \pm 0,025$.



Obr. 24. První krok

V druhém kroku se ohýbá část páky pod úhlem 90°



Obr. 25. Druhý krok

V třetím kroku se nastříhuje zarážka a pokračuje se v ohýbání konce páky na úhel 135°



Obr. 26. Třetí krok

V posledním čtvrtém kroku se zhotoví prolis a konec páky se dokončí ohybem na 180°



Obr. 27. Čtvrtý krok

Takto zhotovené výlisky se pokovují, aby se zvýšila odolnost proti korozi a montují do brzdového systému. Materiál výlisku je ocel DD – 13.



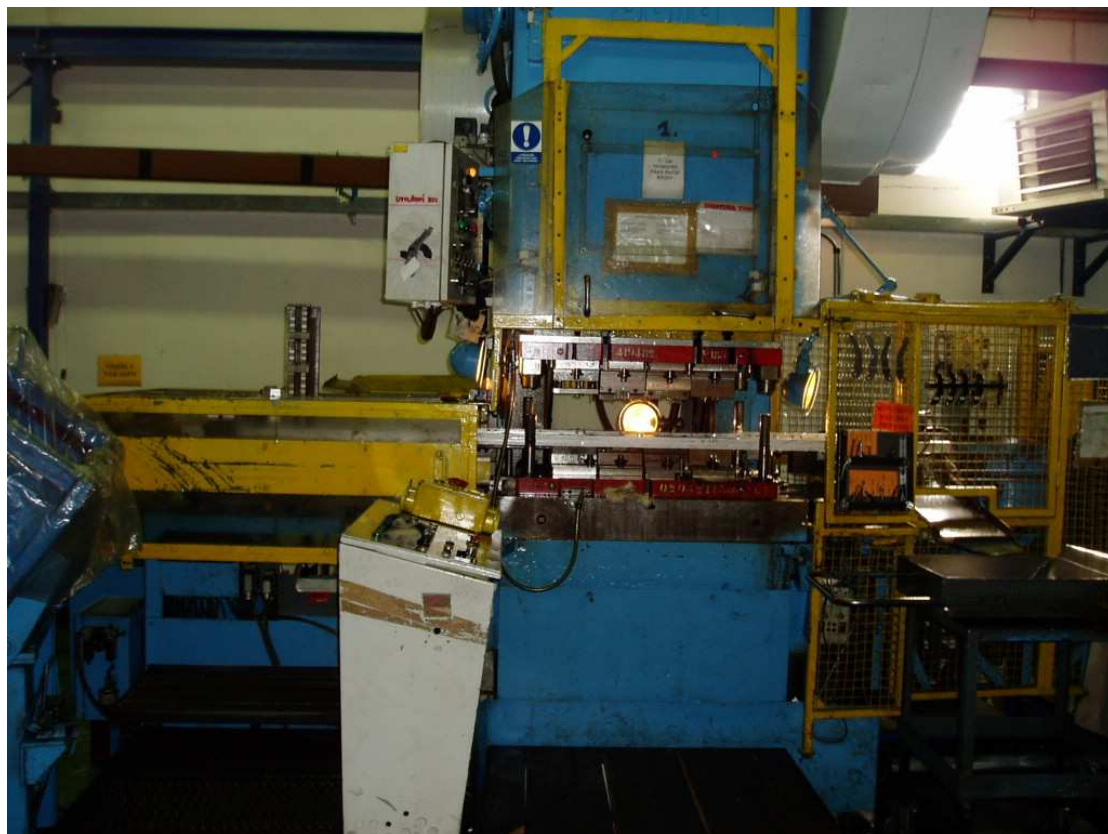
Obr. 28. Stříhání základního profilu



Obr. 29. Zásobník



Obr. 30. Suport



Obr. 31. Lis DC 16 s nástrojem č. 419 417 pro dokončovací operace

9 STANOVENÍ STŘIŽNÉ SÍLY A STŘIŽNÉ PRÁCE

Opravný koeficient volím 1,2, R_m je pro materiál oceli DD – 13 v rozmezí 400 až 500 MPa. Pro zjištění maximální střížné síly volím $R_m = 500$ MPa. $O = 477,138$ mm

$$F_s = (1,15 \div 1,3) \cdot S \cdot \tau_{ps} \quad (3)$$

$$F_s = (1,15 \div 1,3) \cdot O \cdot s \cdot \tau_{ps}$$

$$\tau_{ps} = 0,8 R_m \quad (2)$$

Střížná síla pro vystříhnutí základního tvaru levé a pravé součásti

$$F_s = 1,2 \cdot 477 \cdot 4 \cdot 0,8 \cdot 500 \cdot 2$$

$$\underline{\underline{F_s = 1831,68 \text{ kN}}}$$

Pro výpočet celkové střížné práce použijeme vzorec

$$A = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{F_s \cdot s}{2} \quad (4)$$

s - tloušťka materiálu

$$A = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1831680 \cdot 0,5}{2}$$

$$\underline{\underline{A = 719299J = 719,3kJ}}$$

10 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ PROJEKTU

Mým úkolem je navrhnout a realizovat vhodný postup výroby pro výlisek páky brzdy s ohledem na technické a ekonomické možnosti. Je požadován náklad výroby 10000 kusů levých a 10000 kusů pravých po dobu výroby automobilu. Vzhledem ke složitosti vyráběné součásti a její funkci bych zvolil technologii stříhání na blokovém vystřihovacím nástroji kde se vystřihne základní tvar součásti. Stroj na kterém se operace provádí je schopen vyvinout tlak 300 tun. Nastavený tlak potřebný k vystřižení levého i pravého dílu je 180 tun. Zatížení stroje je tedy 60%. Stroj je schopen při nepřetržitém provozu vyrobit 20 000 kusů za 4,76 hodiny (Tab. 1).

Tab. 1. Výkonnost stroje T 400

STROJ T 400 (35 zdvihů/min)	
Počet kusů (levé, pravé)	Čas potřebný k výrobě
35L + 35P	1min
2100L + 2100P	1h
16 800L + 16 800P	8h
10 000L + 10 000P	4,76h

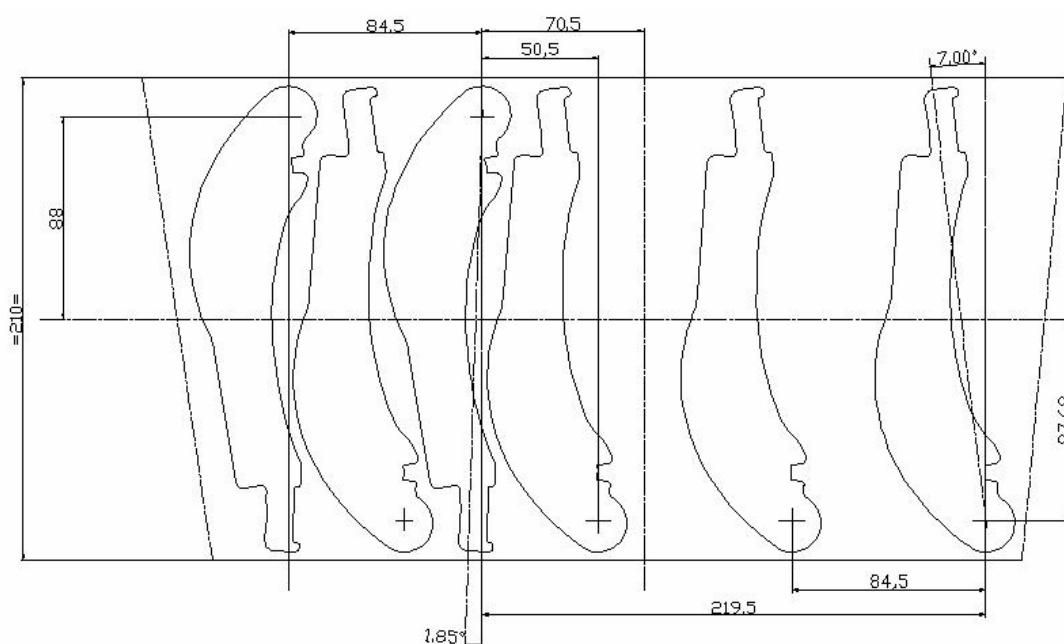
Cena materiálu na výrobu blokového nástroje je přibližně 150 000 Kč a cena celého nástroje se pohybuje okolo 500 000 Kč. Životnost je přibližně 2,5-3 miliony zdvihů, přičemž cena jednoho výlisku je 10 Kč. Rychlost lisu T 400 je 35 zdvihů/min. Vystřihuje se ze svitku o šířce 210 mm, vnitřním průměru 500 mm, vnějším průměru 1300 mm a síle 4 mm, svitek váží 1 tunu. Vystřihovací nástroj vystřihuje 2 kusy na jeden zdvih – 1 levý a 1 pravý.

Pro složitý tvar vyráběných kusů se dále výlisek dokončuje na postupovém nástroji, proto se umístí do zásobníku. Výlisek je posouván a jsou na něm prováděny jednotlivé operace. Po dokončení těchto operací vypadává výlisek do přepravního boxu. Stroj je schopen při nepřetržitém provozu vyrobit požadovaný počet 10000 kusů levých a 10000 kusů pravých za 13,34 hodiny (Tab. 2). Výroba jednoho kusu prováděná na postupovém vystřihovacím nástroji trvá zhruba 10 s.

Tab. 2. Výkonnost stroje DC 16

STROJ DC 16 (25 zdvihů/min)	
Počet kusů (levé, pravé)	Čas potřebný k výrobě
25	1min
1500	1h
12 000	8h
10 000L + 10 000P	13,34h

10.1 Výpočet délky pásu



Obr. 32. Uspořádání výstřižků na pásu

Při navrženém uspořádání výstřižků na pásu se na jeden krok se vystříhnou 2kusy, přičemž velikost kroku je 84,5mm (Obr. 32). Délka plechu L_p potřebná pro výrobu 20 000 kusů se počítá podle vzorce 5. Nepočítá se s výměnou svitku a technologickými přídávky.

$$L_p = \frac{n_c}{n} \cdot K \quad (5)$$

$$L_p = \frac{20000}{2} \cdot 84,5$$

$$\underline{\underline{L_p = 845m}}$$

n_c celkový počet kusů

L_p délka pásu pro vystřížení 20000 kusů

n počet kusů na jeden krok

K krok

10.2 Využití materiálu

Plocha výstřižku S_v je $5905,29\text{mm}^2$. Šířka pásu $B = 210\text{mm}$ a délka potřebná pro vystřižení 20000 kusů $L_p = 845\text{m}$.

$$k_m = \frac{n_c \cdot S_v}{B \cdot L_p} \cdot 100 \quad (6)$$

$$k_m = \frac{20000 \cdot 0,00590529}{0,21 \cdot 845} \cdot 100$$

$$\underline{\underline{k_m = 66,6\%}}$$

Pro vyrobení 20000 kusů výstřižků při daném uspořádání na pásu (Obr. 32) je využití materiálu k_m 66,6% a odpad činí 33,4%.

ZÁVĚR

Mým úkolem bylo navrhnout vhodnou technologii pro vyrobení zadané součásti, která se montuje do brzdového systému. Vzhledem ke složitosti vyráběné součásti a její funkci jsem zvolil technologii stříhání a to konkrétně na blokovém vystřihovacím nástroji s dokončením na postupovém nástroji. Tuto metodu jsem zvolil vzhledem k počtu vyráběných kusů a složitosti součásti. Pokud bychom chtěly celou součást vyrobit pouze postupovým nástrojem byly by náklady na výrobu příliš vysoké a celá výroba by byla příliš zdoluhavá. Dále jsem zjišťoval maximální střižnou sílu pro vystřížení základního profilu a z toho jsem navrhl použití blokového vystřihovacího nástroje na lisu, který je schopen vyvinout tlak 300 tun. Navrhnul jsem výrobní linku která zajišťuje stříhání základního profilu. Určil jsem střižnou práci a zjistil vůli mezi střižníkem a střižnicí. V příloze jsou k dispozici výrobní výkresy sestavy blokového vystřihovacího nástroje, střižníků, střižnic, stírací desky, upínacích desek střižnic a střižníků, dorazu, vodících čepů, držáku, vedení, pouzdra a výrobní výkres páky. Při konstrukci nástroje bylo důležité brát ohled na technické vybavení a požadovaný počet 20000 kusů výstřižků. Z hodnocení celého projektu vyplývá, že navržený postup výroby pro výlisek páky brzdy se jeví jako velice ekonomický. Kompletní konstrukční návrh postupového nástroje bude tématem pro pokračování v diplomové práci.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] NOVOTNÝ, J., LANGER, Z.: *Stříhání a další způsoby dělení kovových materiálů*. Praha : SNTL, 1980.
- [2] KOTOUČ, J., MÁDLE, L.: *Tvářecí Nástroje*. Praha : ČVUT, 1993.
- [3] BLAŠTÍK, F. aj.: *Technologia tvárenia*. Bratislava : Alfa, 1988
- [4] LUKOVICS, I.: *Konstrukční materiály a technologie*. Brno : VUT Brno, 1992. ISBN 80-214-0399-3
- [5] POLÁK, K.: *Strihanie*. Bratislava : Pravda, 1967
- [6] HLUCHÝ, M., KOLOUCH, J., PAŇÁK, R.: *Strojírenská technologie 2 – 1.díl. Polotovary a jejich technologičnost*. Praha : Scientia, 1998. ISBN 80-7183-117-4
- [7] LEINVEBER, J., VÁVRA, P.: *Strojnické tabulky*. Praha : Scientia, 1996. ISBN 80-7183-008-9

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

τ	smykové deformační napětí	[MPa]
η	součinitel využití materiálu	[1]
τ_{ps}	pevnost materiálu ve stříhu	[MPa]
A	střížná práce	[J]
B	šířka pásu	[mm]
D	průměr kotoučového nože	[mm]
E	modul pružnosti v tahu	[Pa]
F	síla	[N]
F	zatěžující síla	[N]
F_{kr}	kritická síla	[N]
F_S	střížná síla	[N]
i	hloubka vniknutí nože	[mm]
I	kvadratický moment průřezu	[mm ⁴]
k	koeficient bezpečnosti	[1]
K	krok	[mm]
$k_{1,2,3}$	koeficienty charakterizující stříh	[1]
k_m	využití materiálu	[%]
k_s	střížný odpor	[MPa]
l_0	redukovaná délka	[mm]
L_p	délka pásu pro vystřížení 20000 kusů	[m]
n	počet kusů na jeden krok	[1]
n_c	celkový počet kusů	[1]
O	obvod	[mm]
S	střížná plocha	[mm ²]

s	tloušťka stříhaného materiálu	[mm]
S	průřez	[mm ²]
S_o	plocha součástek	[mm ²]
S_p	plocha polotovaru	[mm ²]
S_v	plocha výstřižku	[mm ²]
T	teplota	[°C]
t	tloušťka materiálu	[mm]
T_m	teplota tání	[°C]
V	objem tělesa před deformací	[m ³]
v	střížná vůle	[mm]
V_d	objem tělesa po deformaci	[m ³]
V_d	objem tělesa po deformaci	[m ³]
v_{min}	minimální střížná vůle	[mm]
v_{opt}	optimální střížná vůle	[mm]
z	celkový zdvih	[mm]
γ	smyková deformace	[1]
λ	štíhlost	[1]
σ_d	napětí v tahu	[Pa]
σ_{Dd}	dovolené napětí v tahu	[Pa]
σ_{kr}	kritické napětí v tahu	[Pa]
χ	koeficient tvárnosti materiálu	[1]

SEZNAM OBRÁZKŮ

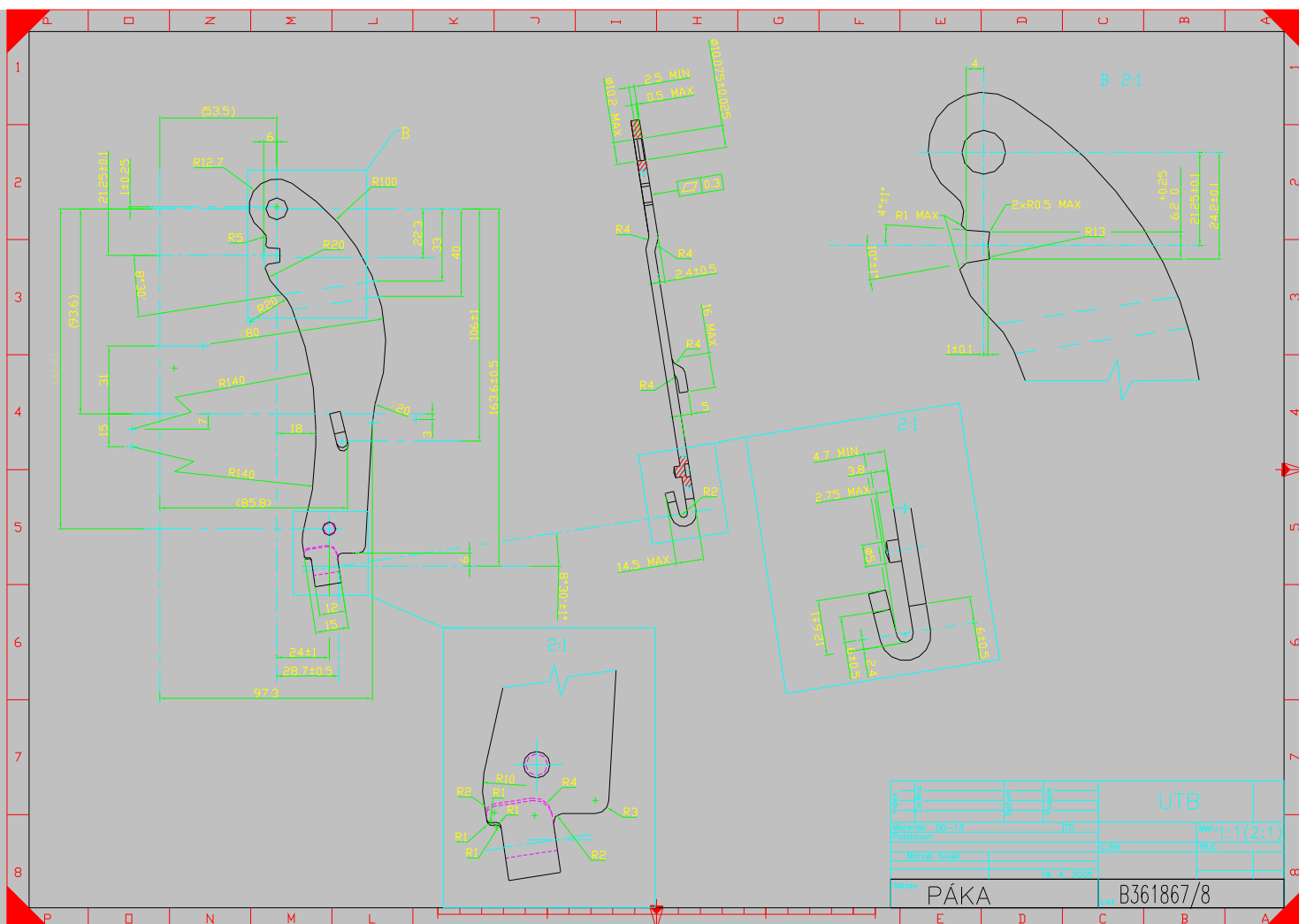
Obr. 1 Krystalické soustavy	9
Obr. 2 Bodová porucha mřížky (vakance).....	10
Obr. 3 Schéma čárových poruch krystalové mřížky (dislokace).....	10
Obr. 4 Průběh deformačního napětí v monokrystalu	11
Obr. 5 Schéma dvojčatění	12
Obr. 6 Princip stříhání	13
Obr. 7 Průběh střížné síly	14
Obr. 8 Tvorba střížné plochy	14
Obr. 9 Lisovací nástroje.....	15
Obr. 10 Stříhání s rovnoběžnými noži	16
Obr. 11 Stříhání se skloněnými noži	17
Obr. 12 Křivkové nůžky.....	18
Obr. 13 Stříhání pomocí přidržovače s obvodovou hranou.....	19
Obr. 14 Geometrie obvodové hrany	19
Obr. 15 Jedno a dvouřadý nástřihový plán s odstřihovačem	23
Obr. 16 Nástřihový plán vystřídáný	23
Obr. 17 Nástřihový plán jedno a víceřadý a příslušné podíly odpadu	23
Obr. 18 Stříhání odstupňovanými střížníky	25
Obr. 19 Princip elektromagnetického tváření	27
Obr. 20. Výstřížek základního profilu.....	30
Obr. 21 Detail stříhu.....	31
Obr. 22 Schéma výrobní linky	32
Obr. 23 Základní profil.....	32
Obr. 24 První krok	33
Obr. 25 Druhý krok.....	33
Obr. 26 Třetí krok.....	33
Obr. 27 Čtvrtý krok	34
Obr. 28 Stříhání základního profilu.....	34
Obr. 29 Zásobník.....	35
Obr. 30 Suport.....	35
Obr. 31 Lis DC 16 s nástrojem č. 419 417 pro dokončovací operace.....	36
Obr. 32 Uspořádání výstřížků na pásu	38

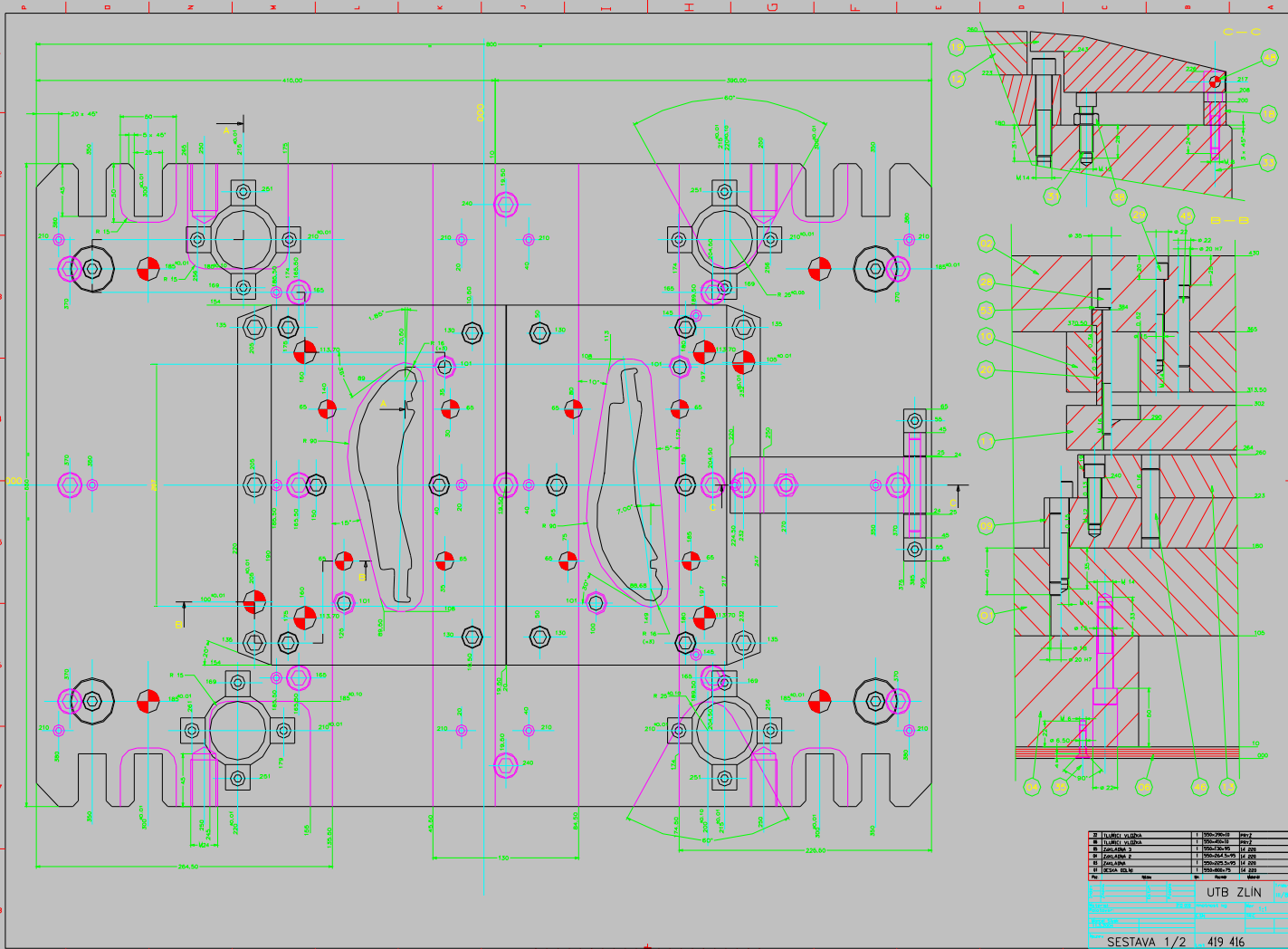
SEZNAM TABULEK

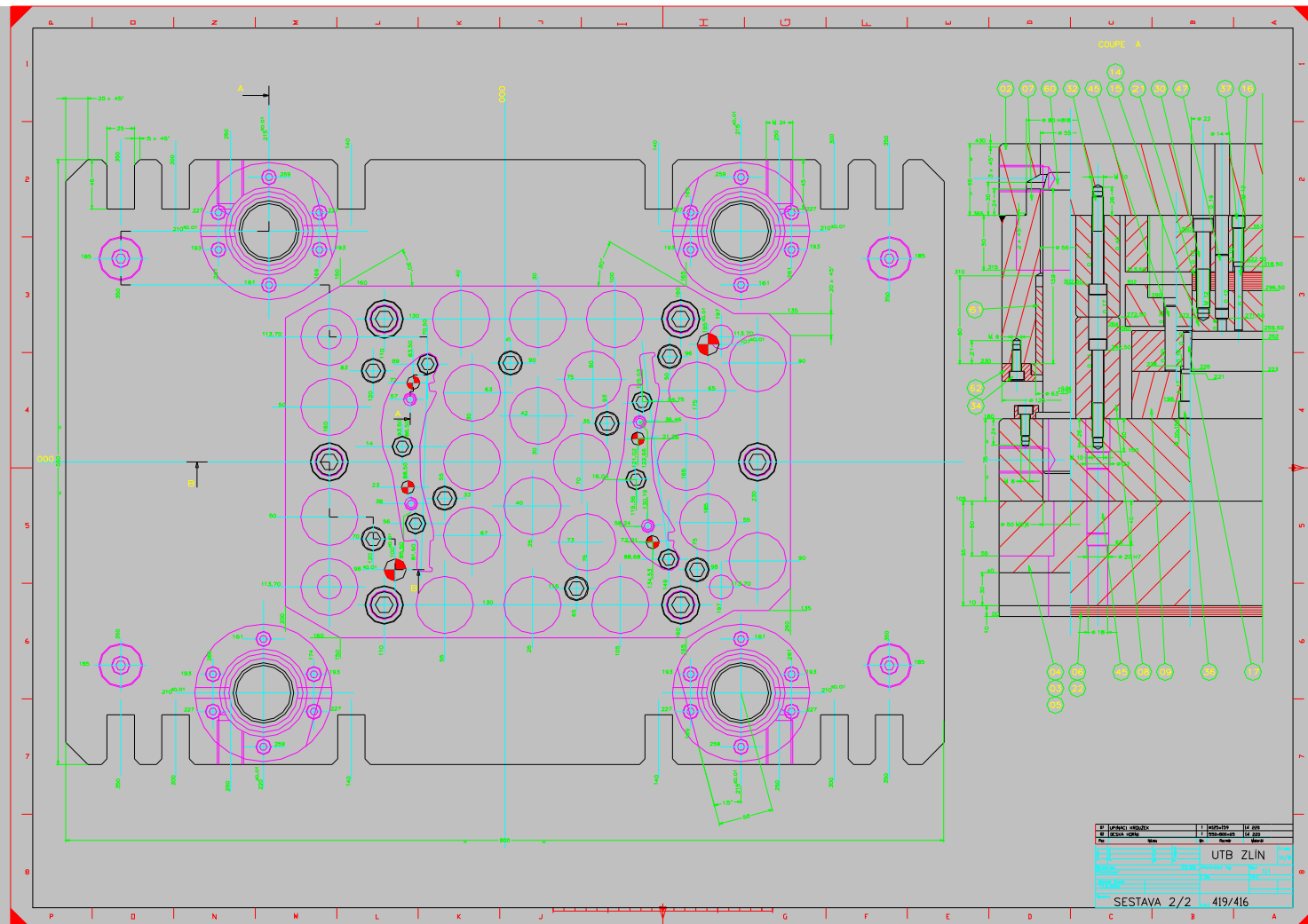
Tab. 1. Výkonnost stroje T 400.....	34
Tab. 2. Výkonnost stroje DC 16.....	35

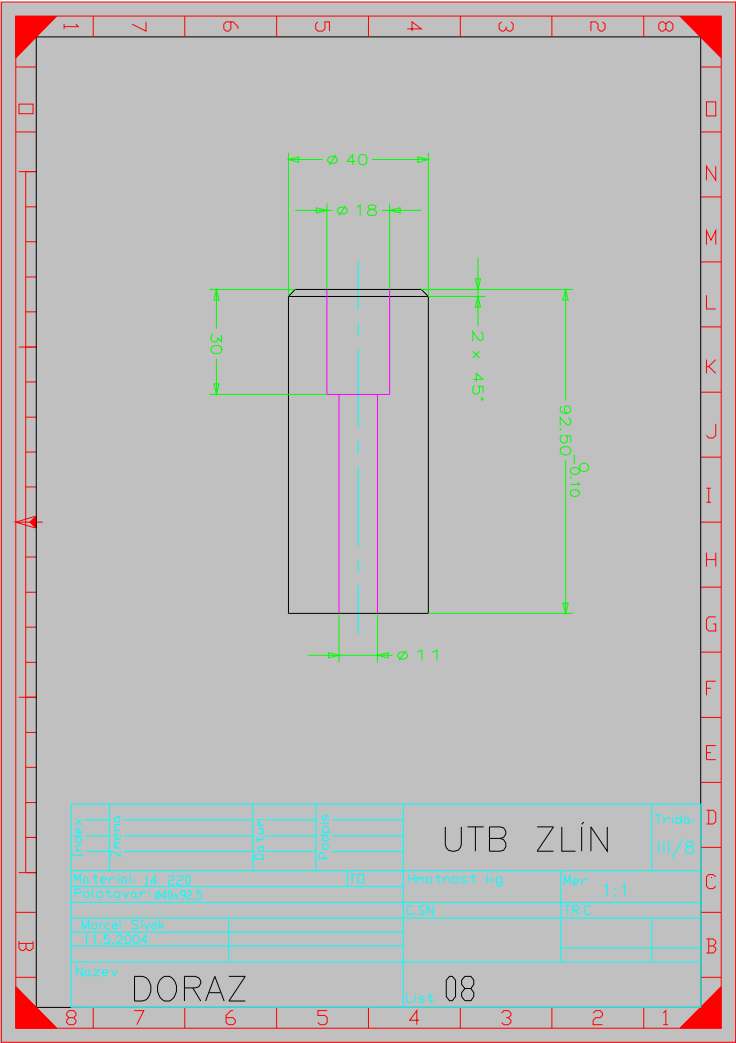
SEZNAM PŘÍLOH

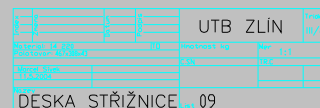
- P I Výrobní výkres páky B361867/8
- P II Výrobní výkres sestavy 1/2 419 416
- P III Výrobní výkres sestavy 2/2 419 416
- P IV Výrobní výkres dorazu 08
- P V Výrobní výkres desky střižnice 09
- P VI Výrobní výkres desky střižníku 10
- P VII Výrobní výkres vodící desky 11
- P VIII Výrobní výkres střižnice 12
- P IX Výrobní výkres střižnice 13
- P X Výrobní výkres střižníku 14
- P XI Výrobní výkres vodícího čepu 16
- P XII Výrobní výkres vodícího čepu 17
- P XIII Výrobní výkres držáku 18
- P XIV Výrobní výkres vedení 19
- P XV Výrobní výkres pouzdra 20
- P XVI Kusovník 1/2 419 416
- P XVII Kusovník 2/2 419 416

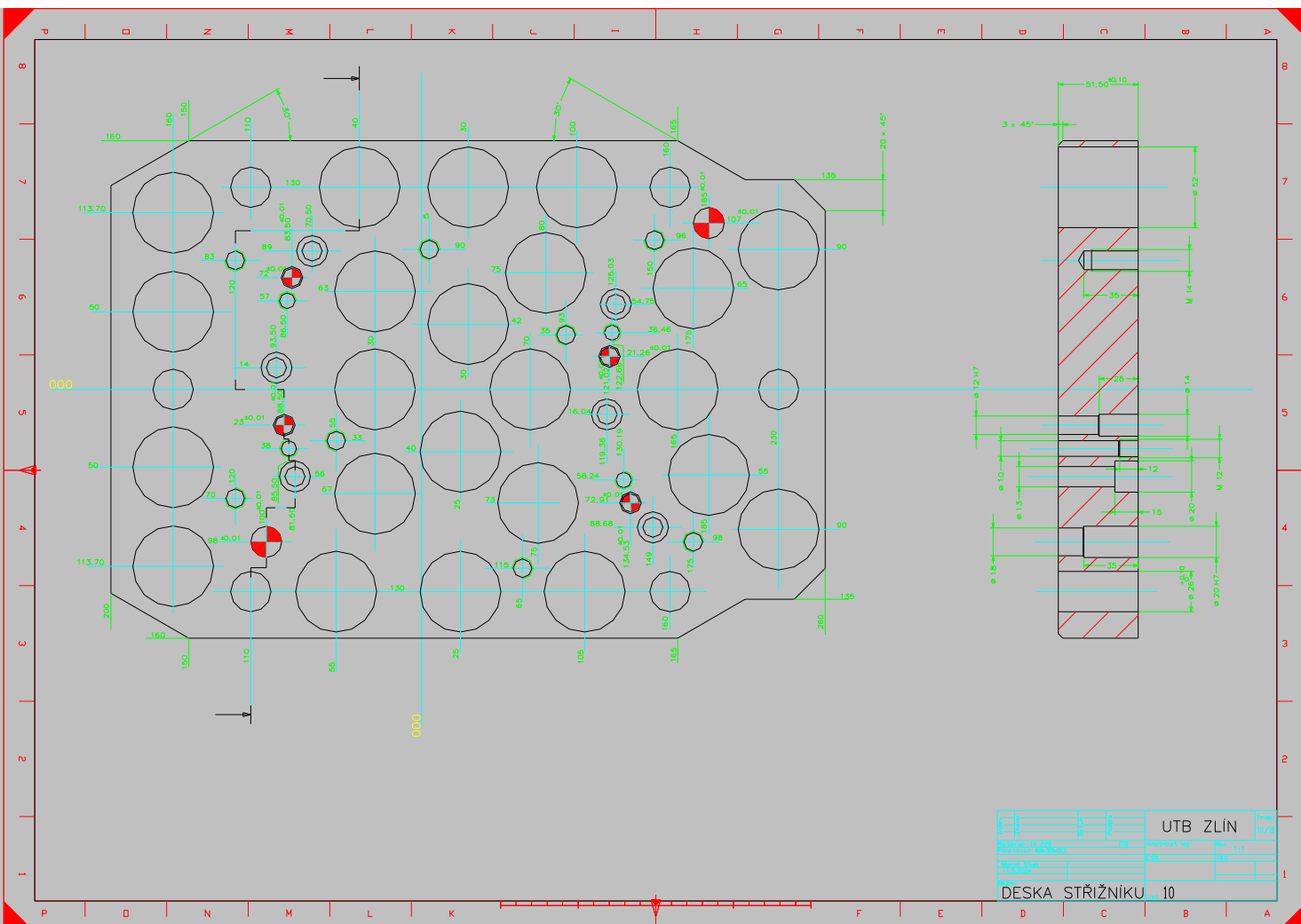


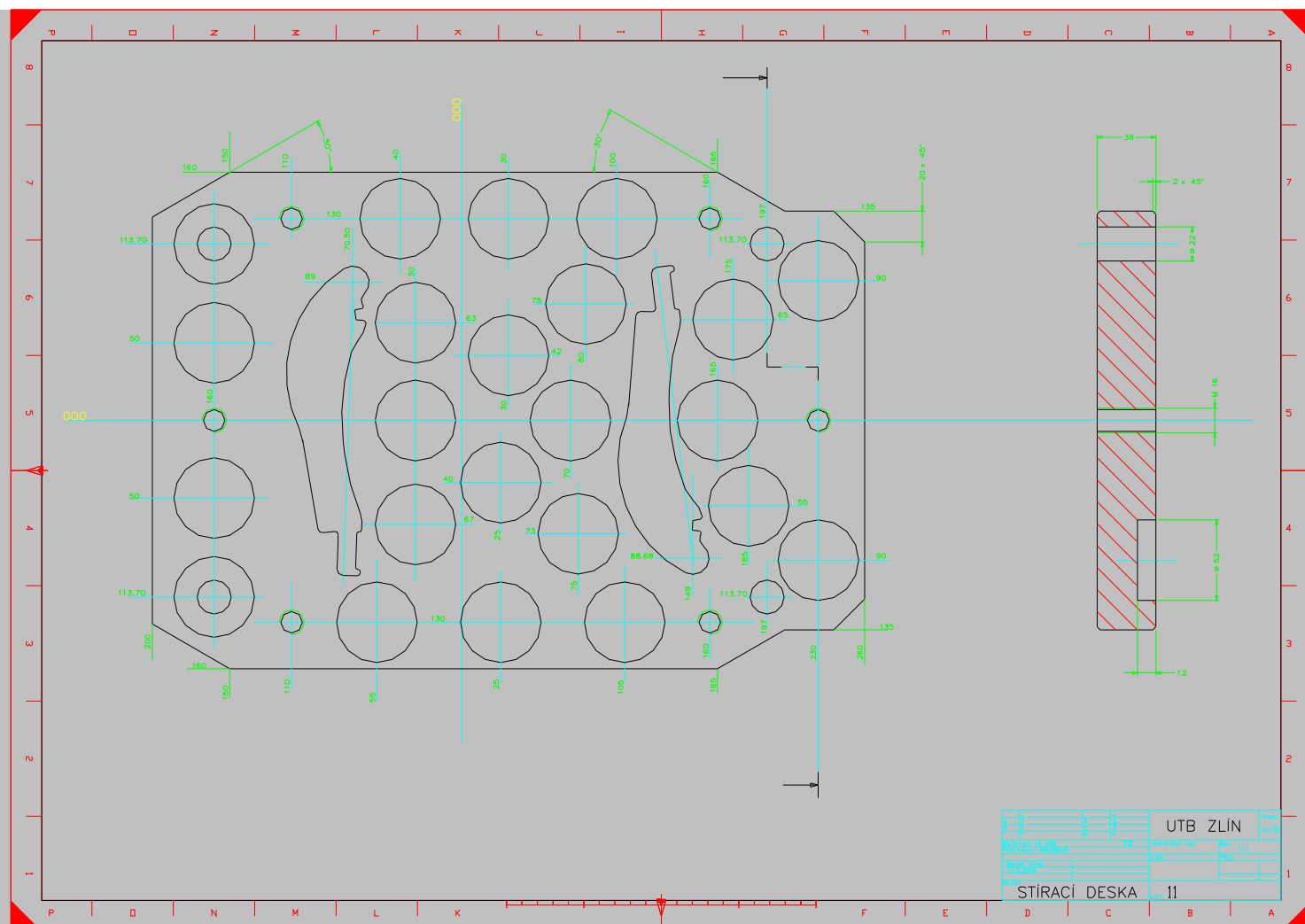


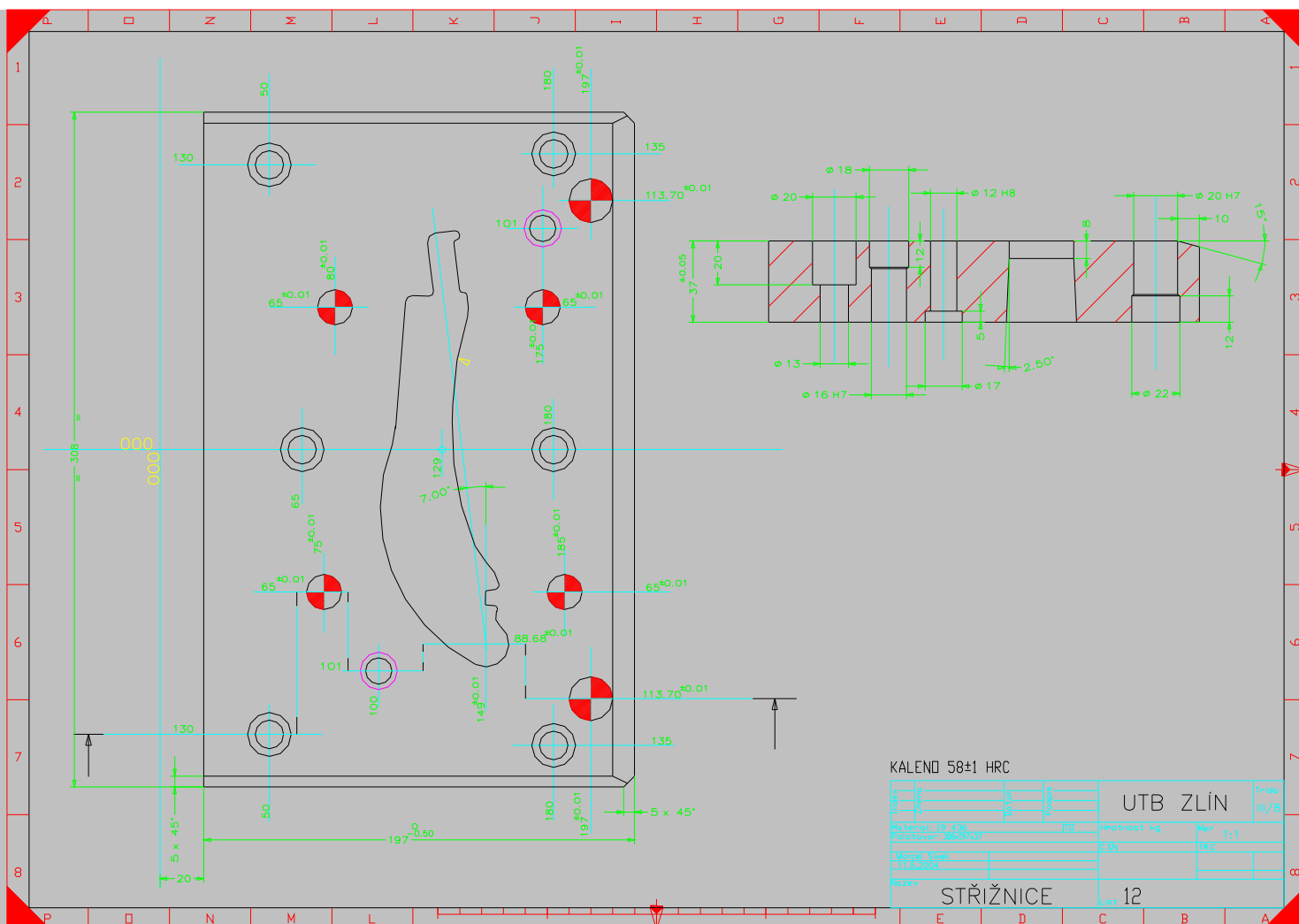


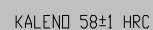




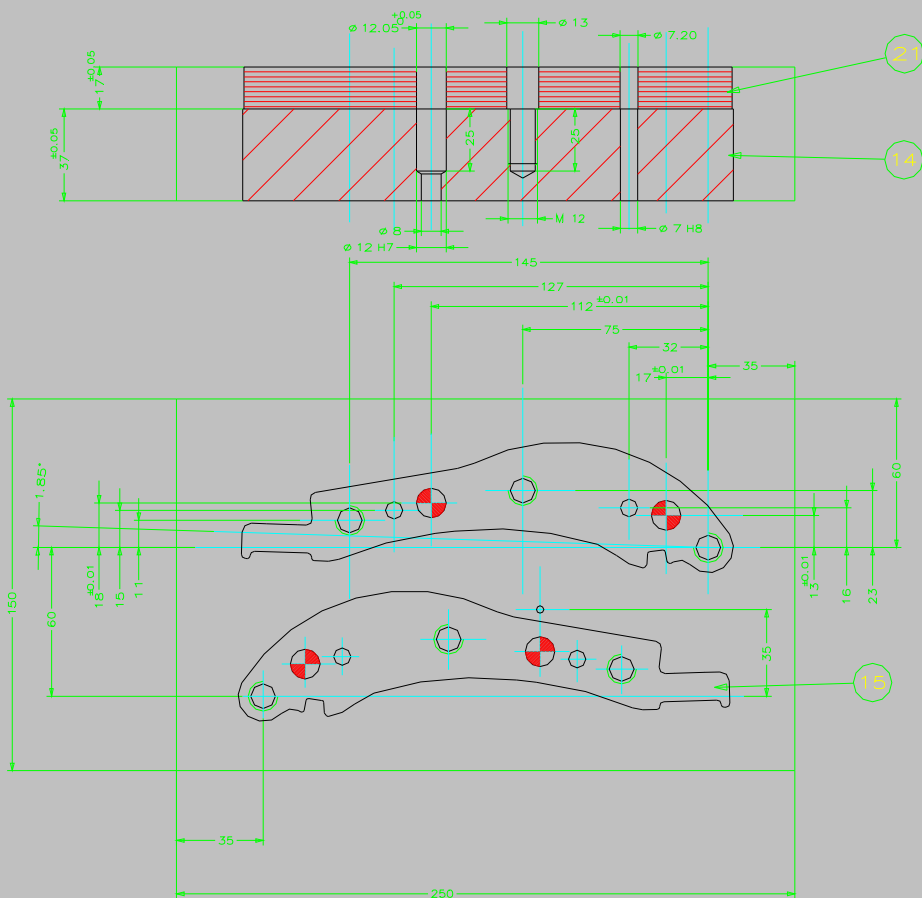






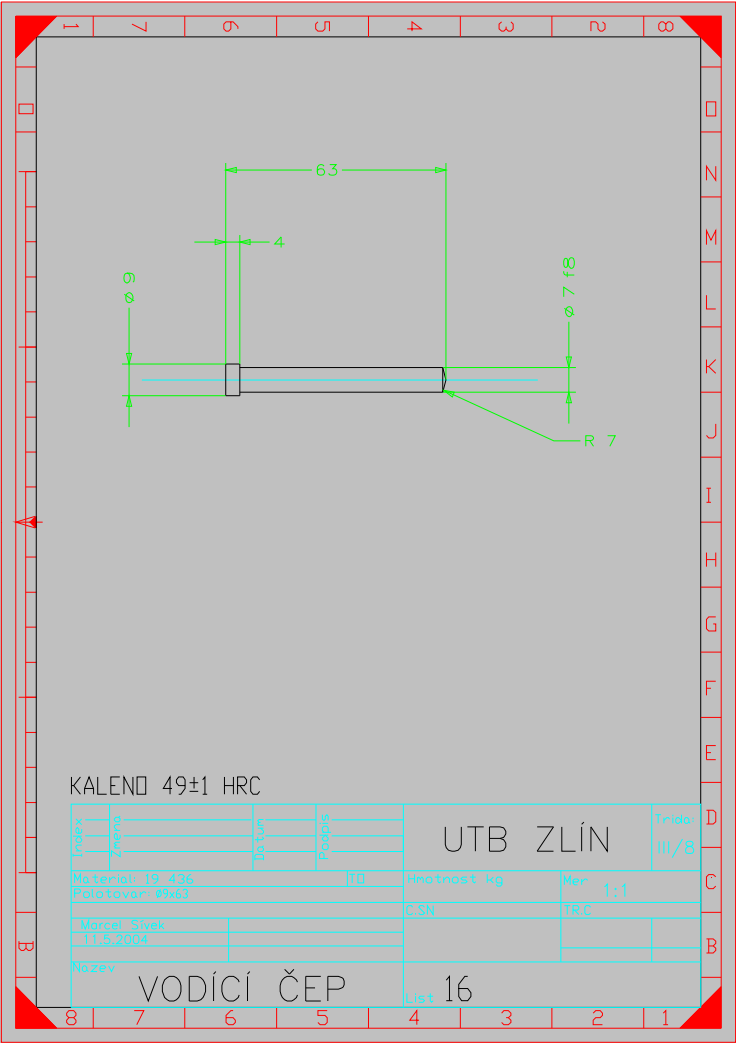


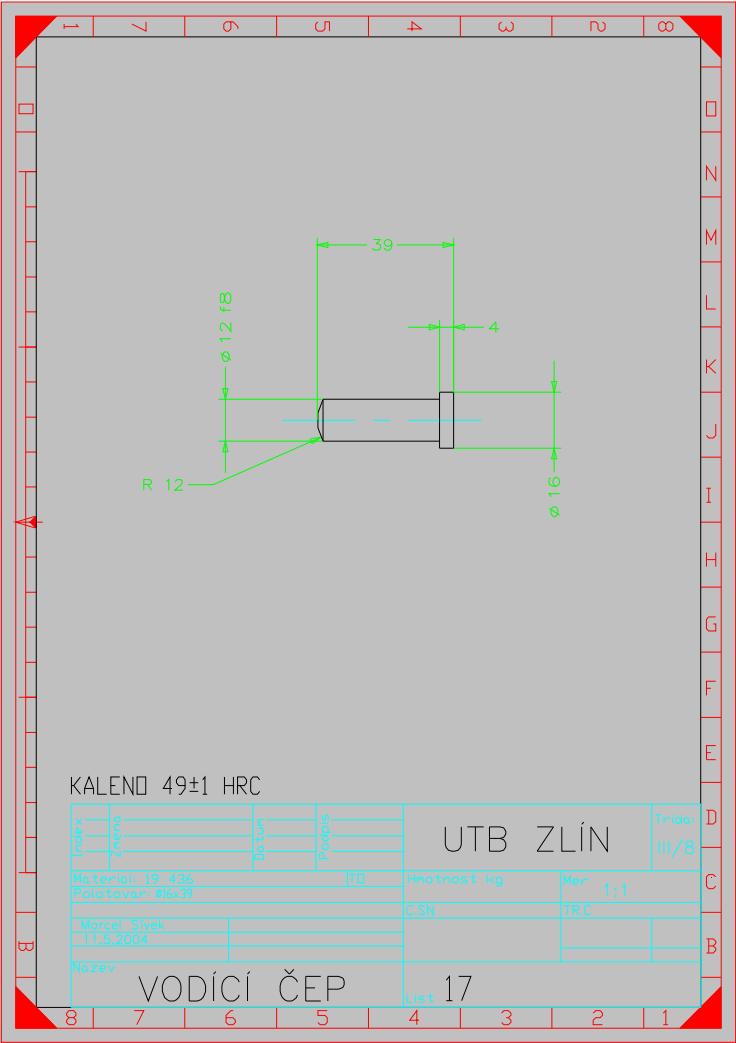
Ime:	Prezime:	Šifra:	Prezime:	UTB ZLÍN		Tržba II/7
Habitat 19.336 Polovina: 88-00-527			110	Minutnost kg	Mar	1:1
Marcel 3.004 11.5.2004				c 35	TRC	
Kaziv						
STŘIŽNICE				vst 13		

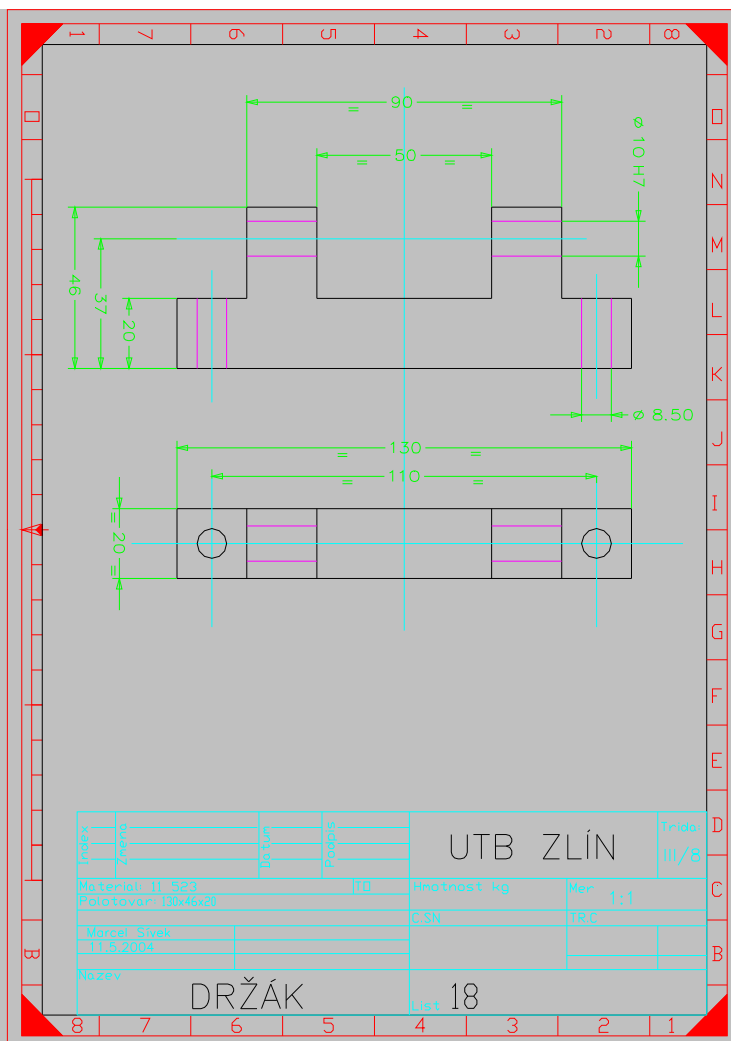


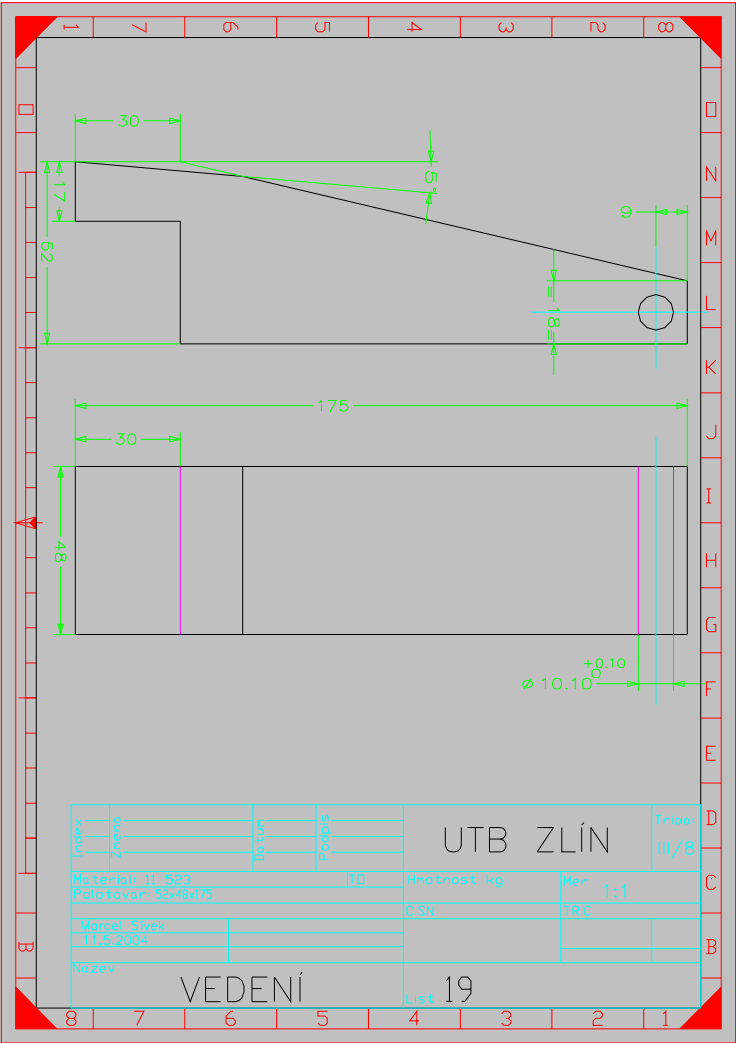
KALEND 58±1 HRC

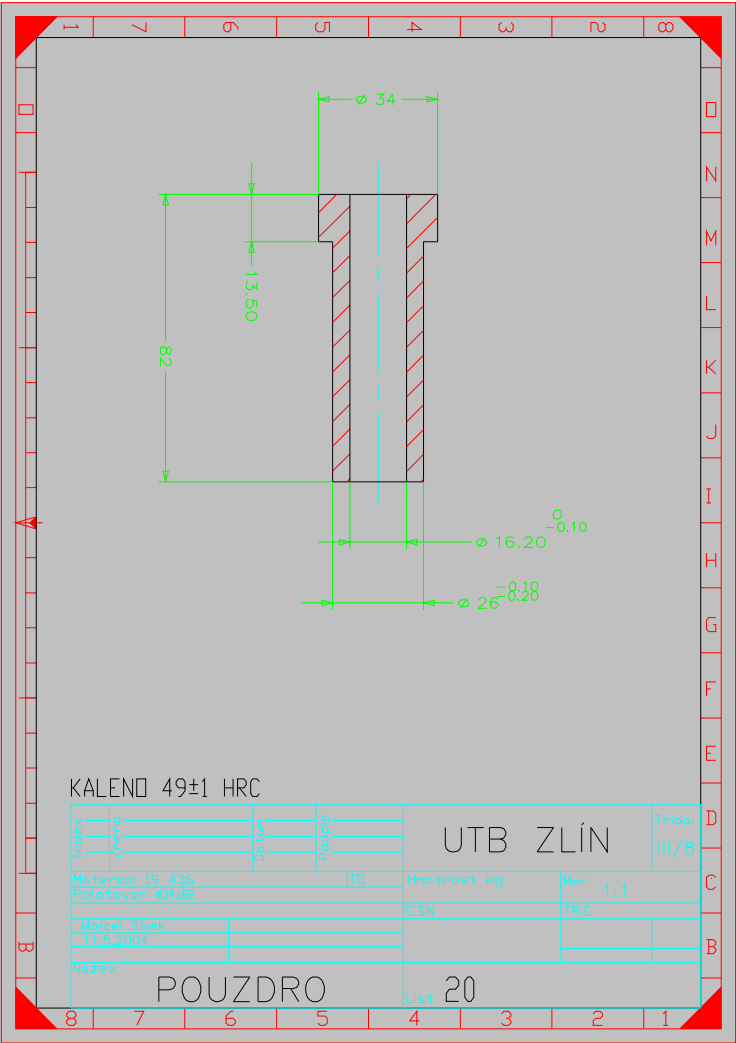
021 TLUMICI VLOŽKA		1	250x150x17	PRYŽ
015 STRÍŽNÍK		1	250x150x37	19 436
Poz.	Název - Rozměr	Mn.	Rozměr	Materiál
1	TLUMICI VLOŽKA	1	250x150x17	PRYŽ
2	STRÍŽNÍK	1	250x150x37	19 436
Material: 15436		Hmotnost: kg		Mer: 1:1
Kontrola: 15436		Materiál: 19 436		1:1
Materiál: 15436		Materiál: 19 436		1:1
00200		STRÍŽNÍK		14











Poz.	Název - Rozměr	Mn.	Norma	Materiál
22	TLUMICI VLOŽKA 550x390x10	1	22	PRYŽ
21	TLUMICI VLOŽKA 250x150x17	2	21	14 220
20	POUZDRO Ø34x82	6	20	19 436
19	VEDENÍ 52x48x175	1	19	11 523
18	DRŽÁK 130x46x20	1	18	11 523
17	VODÍČÍ ČEP Ø16x39	4	17	19 436
16	VODÍČÍ ČEP Ø9x63	4	16	19 436
15	STRÍŽNÍK 250x150x37	1	15	19 436
14	STRÍŽNÍK 250x150x37	1	14	19 436
13	STRÍŽNICE 308x209x37	1	13	19 436
12	STRÍŽNICE 308x197x37	1	12	19 436
11	STÍRACÍ DESKA 460x320x38	1	11	14 220
10	DESKA STRÍŽNÍKU 460x320x51,5	1	10	14 220
09	DESKA STRÍŽNICE 467x308x43	1	09	14 220
08	DDRAZ Ø40x92,5	8	08	14 220
07	UPINACÍ KROUŽEK Ø125x159	4	07	14 220
06	TLUMICI VLOŽKA 550x410x10	1	06	PRYŽ
05	ZÁKLADNA 3 550x130x95	1	05	14 220
04	ZÁKLADNA 2 550x264,5x95	1	04	14 220
03	ZÁKLADNA 550x225,5x95	1	03	14 220
02	DESKA HORNÍ 550x800x65	1	02	14 220
01	DESKA DOLNÍ 550x800x75	1	01	14 220

Index	Změna	Ústředí	Popis	UTB ZLÍN		Trida
						III/8
Material: 10				Hmotnost kg	Mer	
Polotovary				C.S.N	T.R.C	
Margol Stavek 11.9.2004						
Název				KUSOVNÍK 1/2		
				list 419416		

62	DRŽÁK POUZDRA	8		
61	VODÍČÍ POUZDRO	4		
60	VODÍČÍ ČEP	4		
53	PODLAŽKA 16	6	ČSN 02 1470	
48	KOLÍK 10x80	1	ČSN ISO 2333	
47	KOLÍK 12x50	4	ČSN ISO 2333	
46	KOLÍK 16x50	8	ČSN ISO 2333	
45	KOLÍK 20x60	12	ČSN ISO 2333	
38	MATICE M12	1	ISO 4032	
37	ŠROUB M12x12	4	ČSN EN 24766	
36	ŠROUB M20x60	4	ČSN EN 24766	
35	ŠROUB M6x20	18	ø40x92,5	
34	ŠROUB M8x20	40	ø125x159	
33	ŠROUB M8x40	2	550x410x10	
32	ŠROUB M10x80	8	550x130x95	
31	ŠROUB M12x40	13	550x264,5x95	
30	ŠROUB M12x70	6	550x225,5x95	
29	ŠROUB M14x70	30	550x800x65	
28	ŠROUB M16x110	6	ČSN 02 1143	

Poz.	Název - Rozměr	Mn.	Norma	Materiál
Index	Změna	Ust. un.	Připis	Trida
Material:		Hmotnost kg		Mer
Položka:		C.S.N.		TRC
Materiál: Stavek				
11.9.2004				
Název		List		

UTB ZLÍN

KUSOVNÍK 2/2

419416