

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA**  
**V NITRE**  
**TECHNICKÁ FAKULTA**

**2123376**

**DIPLOMOVÁ PRÁCA**

**2011**

**Bc. Anna BUBLOVÁ**

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA  
UNIVERZITA**

**V NITRE**

**TECHNICKÁ FAKULTA**

**VPLYV PARAMETROV LISOVANIA NA  
ROZMEROVÚ PRESNOŠŤ A ČISTOTU  
LISOVANÝCH ODLIATKOV**

**Diplomová práca**

Študijný program: Spôľahlivosť a bezpečnosť technických systémov

Študijný odbor: 23 86 800 Kvalita produkcie

Školiace pracovisko: Katedra kvality a strojárskych technológií

Školiteľ: Ing. Ján Žitňanský, PhD.

**NITRA 2011**

**Bc. Anna Bublová**

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE**

**Technická fakulta  
Katedra kvality a strojárskych technológií**

Akademický rok: 2009/2010

**ZADÁVACÍ PROTOKOL DIPLOMOVEJ PRÁCE**

Študent: **Bc. Bublová Anna**  
Študijný odbor: **Kvalita Produkcie**  
Študijný program: **Spôľahlivosť a bezpečnosť technických systémov**

V zmysle 3. časti, čl. 21 Študijného poriadku SPU v Nitre z roku 2005 Vám zadávam tému diplomovej práce:

**Vplyv parametrov lisovania na rozmerovú presnosť a čistotu lisovaných odliatkov**

**Cieľ práce:**

Spracovať technické, výrobné a bezpečnostné parametre pri technológii lisovania vo výrobnom podniku formou kompilačnej práce a navrhnúť možnosti zvýšenia kvality produkcie.

**Rámcová metodika práce:**

1. Štúdium literatúry a zhodnotenie súčasného stavu riešenia.
2. Aplikácia najvhodnejšej metodiky na konkrétnu technológiu.
3. Laboratórne, technické a technologické zhodnotenie navrhutej technológie.
4. Spôsob vyhodnotenia : tabuľkovo a graficky.

Rozsah grafických prác: Podľa potreby a určenia vedúceho diplomovej práce

Rozsah textovej časti: 60 strán

Literatúra:

1. Mádl.J. – Kvasnička,I.: Optimalizace obráběcího procesu, ČVUT, Praha 1998
2. Buda.J. – Souček,J. – Vasilko,K.: Teória obrábania. Bratislava: Alfa, 1983
3. Zborníky z vedeckých konferencií.
4. Odborné časopisy
5. Príručky bezpečnosti práce

Vedúci diplomovej práce: **Ing. Ján Žitňanský, PhD.**

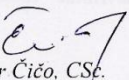
Konzultant diplomovej práce:

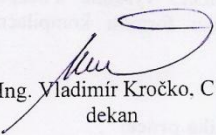
Dátum zadania diplomovej práce: **október 2009**

Harmonogram postupu prác:

1. Štúdium problému a spracovanie prehľadu literatúry – december 2009
2. Vypracovanie metodiky práce – január 2010
3. Vlastná práca – marec 2011
4. Vyhodnotenie a spracovanie získaných výsledkov – apríl 2011

Dátum odovzdania diplomovej práce: **apríl 2011**

  
doc. Ing. Peter Čičo, CSc.  
vedúci katedry

  
Prof. Ing. Vladimír Kročko, CSc.  
dekan

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODARSKÁ  
UNIVERZITA V NITRE  
TECHNICKÁ FAKULTA  
DEKANÁT  
Trieda Andreja Hlinku 2, 944 76, NITRA

## **Čestné vyhlásenie**

Podpísaná Bc. Anna Bublová vyhlasujem, že som diplomovú prácu na tému: „Vplyv parametrov lisovania na rozmerovú presnosť a čistotu lisovaných odliatkov“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 28. apríla 2011

.....

**Bc. Anna Bublová**

## **Pod'akovanie**

Dovoľujem si touto cestou vysloviť svoje úprimné pod'akovanie vedúcemu diplomovej práce, pánovi Ing. Jánovi Žitňanskému, PhD., za trpezlivosť, neoceniteľné rady, usmernenia a pomoc ktoré mi venoval pri spracovávaní diplomovej práce.

Pod'akovanie patrí aj majiteľovi firmy ARES, pánovi Jozefovi Mongelovi, ktorý mi umožnil vykonať praktické merania vo svojej firme. Pánovi Mariánovi Dechet'ovi ďakujem za poskytnutie dlhoročných praktických skúseností a podrobných informácií potrebných k spracovaniu diplomovej práce.

Zároveň chcem pod'akovať aj svojej rodine za pochopenie a podporu, ktorú mi preukazovali počas písania diplomovej práce.

V Nitre 28. apríla 2011

.....

**Bc. Anna Bublová**

## ABSTRAKT

BUBLOVÁ ANNA : [haniella@centrum.sk](mailto:haniella@centrum.sk), 2011. Vplyv parametrov lisovania na rozmerovú presnosť a čistotu lisovaných odliatkov. (Diplomová práca) Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. Technická fakulta, Katedra kvality a strojárskych technológií (KKST). Vedúci diplomovej práce : Ing. Žitňanský Ján, PhD.

Lisovanie tvorí veľké percento z celkového objemu priemyselnej výroby na tvárniacich strojoch. Má nezastupiteľné postavenie v mnohých odvetviach strojárskoho, potravinárskeho a keramického priemyslu, ale využíva sa aj v skúšobniach a laboratóriách.

V dôsledku zvyšovania požiadaviek na tvárniace stroje bol vývoj zameraný hlavne na ich zdokonalenie a zmodernizovanie. S nástupom automatizácie sa dosiahla vyššia hospodárnosť, zvýšili sa technické parametre, spoľahlivosť, presnosť a bezpečnosť. Len zabezpečením poznania všetkých aspektov tvárniacich strojov, ako sú výkonnosť, podmienky vzniku plastických deformácií, tvárniaca sila, deformačná účinnosť, tvárniaci výkon, deformačný odpor a pomerná rýchlosť tvárnenia dosiahneme požadované parametre. Vysoké nároky sú kladené aj na presnosť. Presné poznanie týchto parametrov a ich vplyv na tvárnené materiály sú kľúčom k efektívnemu využitiu tvárniacich strojov.

Táto diplomová práca je zameraná na vplyv parametrov lisovania na rozmerovú presnosť a čistotu lisovaných odliatkov. Hlavná časť našej práce je venovaná realizácii experimentu, meraniu a váženiu vylisovaných odliatkov pri zachovaní konštantnej teploty a rýchlosti lisovania. Práca slúži pre vyhodnotenie presnosti a čistoty lisovania a poukazuje na vhodnosť použitých materiálov na výrobu razníkov a matric.

Na základe výsledkov z uskutočneného experimentu môžeme tvrdiť, že rozmerová presnosť a čistota výliskov závisí od materiálu použitého na zhotovenie odliatkov a zároveň aj od materiálu, z ktorého sú zhotovené vymeniteľné nástroje lisu.

Kľúčové slová: lisovanie, tvárniace stroje, výkonnosť, presnosť, plastická deformácia, tvárnené materiály, odliatok, razníky, matrica,

## ABSTRACT

BUBLOVÁ ANNA: [haniella@centrum.sk](mailto:haniella@centrum.sk), 2011. Der Einfluss der Parameter des Stanzens auf die Maßgenauigkeit und Sauberkeit der gestanzten Gussstücke. (Diplomarbeit) Slowakische Landwirtschaftliche Universität in Nitra. Technische Fakultät, Lehrstuhl der Qualität und Maschinenbautechnologien (KKST). Betreuer der Diplomarbeit: Ing. Žitňanský Ján, PhD.

Das Stanzen bildet einen großen Teil des Gesamtumfangs der industriellen Produktion an den Bearbeitungsmaschinen. Es hat eine unvertretbare Stellung in vielen Zweigen des Maschinenbaus, Lebensmittel- und der Tonindustrie, aber wird auch in Prüfungsstellen und Laboratorien genutzt.

Aus dem Grund der Erhöhung der Anforderungen auf Bearbeitungsmaschinen wurde die Entwicklung hauptsächlich auf ihre Vervollkommnung und Modernisierung gerichtet. Mit dem Einstieg der Automatisierung wurde eine höhere Wirtschaftlichkeit erreicht, die technischen Parameter, Zuverlässigkeit, Genauigkeit und die Sicherheit wurden erhöht. Die geforderten Parameter erreichen wir nur durch Sicherstellung der Kenntnis aller Aspekte der Bearbeitungsmaschinen, wie das Nutzeffekt, die Bedingungen des Aufkommens plastischer Formänderungen, formgebende Kraft, der Formänderungswirkungsgrad, formgebende Leistung, der Formänderungswiderstand und die relative Geschwindigkeit der Formbildung sind. Hohe Ansprüche sind auch auf die Genauigkeit gelegt. Eine genaue Kenntnis dieser Parameter und ihr Einfluss auf das umgeformte Material sind ein Schlüssel für die effektive Nutzung von Bearbeitungsmaschinen.

Diese Diplomarbeit orientiert sich auf den Einfluss der Parameter des Stanzens auf die Maßgenauigkeit und Sauberkeit der gestanzten Gussstücke. Der Hauptteil unserer Arbeit ist der Realisierung eines Experimentes, dem Messen und Wiegen der gestanzten Gussstücke bei einer konstanten Temperatur und Geschwindigkeit des Stanzens gewidmet. Die Arbeit dient der Auswertung der Genauigkeit und der Sauberkeit des Stanzens und weist auf die Eignung verwendeter Materialien für die Herstellung von Prägestempeln und Matrizen hin.

Schlüsselworte: Stanzen, Bearbeitungsmaschinen, Leistung, Genauigkeit, plastische Formänderung, umgeformtes Material, Gussstück, Prägestempel, Matrize.



# OBSAH

<b>OBSAH.....</b>	<b>7</b>
<b>ZOZNAM SKRATIEK A ZNAČIEK.....</b>	<b>9</b>
<b>ÚVOD.....</b>	<b>11</b>
<b>1 SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY.....</b>	<b>12</b>
1.1 Vývoj tvárniacich strojov.....	12
1.2 Smery vo vývoji tvárniacich strojov.....	13
1.3 Význam tvárniacich strojov.....	14
1.3.1 Požiadavky kladené na tvárniace stroje.....	14
1.3.1.1 Výkonnosť.....	14
1.3.1.2 Kvalita práce.....	15
1.4 Základné pojmy, definície a rozdelenie.....	16
1.4.1 Základné pojmy.....	16
1.4.2 Základné definície.....	17
1.4.3 Rozdelenie tvárniacich strojov.....	17
1.4.3.1 Mechanické lisy.....	18
1.4.3.2 Hydraulické lisy a stroje na tvárnenie kovov.....	19
1.4.3.3 Hydraulické lisy a stroje na tvárnenie plastov.....	20
1.4.3.4 Buchary a ostatné stroje pracujúce úderom.....	21
1.4.3.5 Tvárniace automaty a linky.....	22
1.4.3.6 Tvárniace stroje z rotačným pohybom.....	24
1.4.3.7 Nožnice okrem automatických a ručných.....	25
1.4.3.8 Ručné tvárniace stroje.....	26
1.4.3.9 Mechanizačné a doplnkové zariadenia tvárniacich strojov.....	27
1.4.3.10 Tlakové liace stroje.....	28
1.5 Základné charakteristiky tvárniacich procesov.....	29
1.5.1 Podmienky vzniku plastických deformácií.....	29
1.5.2 Tvárniaca sila.....	30
1.5.3 Tvárniaca práca, deformačná účinnosť.....	30
1.5.4 Tvárniaci výkon.....	31
1.5.5 Deformačný odpor.....	31
1.5.6 Pomerná rýchlosť tvárnenia.....	32
1.6 Bezpečnostná výbava tvárniacich strojov.....	33

<b>2 CIEĽ PRÁCE.....</b>	<b>35</b>
<b>3 MATERIÁL A METÓDY.....</b>	<b>36</b>
3.1 Príprava a realizácia experimentu.....	37
3.1.1 Výber vzoriek pre experiment.....	37
3.1.2 Výber lisovacieho zariadenia.....	37
3.1.3 Charakteristika lisovaných materiálov.....	39
3.1.4 Charakteristika použitých vymeniteľných razníkov, matric a hlavice.....	40
3.1.5 Výber digitálneho posuvného meradla.....	41
3.1.6 Výber digitálnej kalibračnej váhy.....	43
<b>4 VÝSLEDKY PRÁCE.....</b>	<b>44</b>
4.1 Postup merania.....	44
4.2 Namerané hodnoty dĺžky vzoriek.....	45
4.3 Grafické znázornenie nameranej dĺžky vzoriek.....	46
4.4 Namerané hodnoty priemeru vzoriek.....	48
4.5 Grafické znázornenie nameraného priemeru vzoriek.....	49
4.6 Namerané hodnoty hmotnosti vzoriek.....	51
4.7 Grafické znázornenie nameranej hmotnosti vzoriek.....	52
<b>5 ZHODNOTENIE NAMERANÝCH VÝSLEDKOV – DISKUSIA.....</b>	<b>54</b>
<b>6 ZÁVER.....</b>	<b>57</b>
<b>7 ZOZNAM POUŽTEJ LITERATÚRY.....</b>	<b>58</b>
<b>PRÍLOHY.....</b>	<b>60</b>
Príloha A – fotodokumentácia.....	61
Príloha B – Technické výkresy.....	65

## ZOZNAM SKRATIEK A ZNAČIEK

$t_c$	- celkový čas výkonnosti	(s)
$t_s$	- strojový čas	(s)
$t_v$	- vedľajší čas	(s)
$p$	- počet zdvihov	(kW)
$A_v$	- užitočná práca	(J)
$\delta_z$	- pretváracia pevnosť	(Pa)
$\tau$	- šmykové napätie	(Pa)
$\delta_1$	- hlavné napätie 1	(Pa)
$\delta_3$	- hlavné napätie 3	(Pa)
$\alpha$	- uhol skosenia	(°)
$\tau_{max}$	- maximálne šmykové napätie	(Pa)
$F_0$	- tvárniaca sila	(N)
$F$	- aktívna sila	(N)
$\delta_{te}$	- technologický pretvárací odpor	(Pa)
$S$	- priemet dotykovej plochy nástroja	(m <sup>2</sup> )
$A_u$	- tvárniaca práca	(J)
$s$	- tvárniaca dráha	(mm)
$P_0$	- tvárniaci výkon	(W)
$v$	- rýchlosť nástroja	(m.s <sup>-1</sup> )
$h$	- výška tvárneného materiálu	(mm)
$Pb$	- olovo	
$Sb$	- antimón	
$Sn$	- cín	
$Bi$	- bizmut	
$Ni$	- nikel	
$Zn$	- zinok	

Fe - železo

Ag - striebro

Cu - med'

## ÚVOD

Tvárnenie patrí medzi progresívne výrobné technológie. Progresívnosť tvárnenia spočíva najmä v zníženej spotrebe materiálu na súčiastky, alebo konštrukciu, v zlepšení mechanických vlastností východzieho materiálu v krátkych výrobných časoch, vo vysokej produkčnoscí, v možnosti výroby súčiastok na hotovo a v plnej automatizácii pomocných operácií a úkonov. Podiel tvárnenia v štruktúre strojárskych technológií v 80. rokoch bol na Slovensku 8–10%, kým v Japonsku, USA a v západnej Európe to bolo až 33%. Uplatnenie a rozšírenie tvárnenia predpokladá vedomosti a znalosti z technológie tvárnenia, aby už pri zrode nových výrobkov bola akceptovaná ich technologičnosť konštrukcie.

Zvláštnosťou tvárnenia je to, že každý výrobný postup je realizovaný jedinečným tvárniacim nástrojom upnutým vo vhodnom tvárniacom stroji. Práve potreba, nutnosť tvárniaceho nástroja a stroja podmieňujú ekonomickosť uplatnenia technológie tvárnenia. Ale aj tieto podstatné momenty sú v poslednej dobe eliminované vývojom flexibilných nástrojových systémov, ktoré umožňujú vyrábať i menšie série strojných súčiastok tvárnením. Princíp tvárnenia materiálov sa zo strojárskej výroby presúva aj do ostatných odvetví priemyselnej výroby. Tvárniace stroje v značnej miere využívame v potravinárskom, keramickom, papierenskom priemysle, ale aj pri spracovaní plastických materiálov. Práve v oblasti spracovania plastických materiálov vzniká tvorivý priestor pre rozvoj nových technológií v konštrukcii tvárniacich strojov.

V súčasnosti je snaha výrazne zvýšiť produktivitu tvárnenia uplatnením nových technologických princípov a konštrukciou výkonných tvárniacich strojov. Vytvára sa tak priestor pre nové technológie na báze poznania ich podstaty.

Ďalšou významnou snahou je konštrukcia bezpečných tvárniacich strojov s novými bezpečnostnými opatreniami, ktoré odstraňujú ručnú manipuláciu, znižujú riziko ťažkých pracovných úrazov a maximálne prispievajú k pracovnej pohode obsluhujúceho personálu.

Vývoj nových poznatkov o tvárnení vedie k potrebe stále zdokonaľovať technológie podľa skúsenosti z praktickej výroby a teoretických prác v odbore .

# 1 SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

## 1.1 VÝVOJ TVÁRNIACICH STROJOV

Základom života každej spoločnosti je materiálna výroba. Pritom výroba materiálnych statkov predpokladá ľudskú prácu, pracovný predmet a pracovné prostriedky. Z pracovných prostriedkov majú najväčší význam výrobné nástroje. Patria k nim najrôznejšie nástroje, ktoré používa človek pri svojej pracovnej činnosti, počnúc hrubými kamennými nástrojmi praľudí, končiac modernými strojmi súčasnosti. Úroveň vývoja výrobných nástrojov je meradlom toho, ako spoločnosť ovláda prírodu a ako dokáže rozvíjať výrobu.

Jedným z najdôležitejších pracovných prostriedkov v priemyselnej výrobe je obrábací a tvarovací výrobný stroj. Keď ľudstvo spoznalo spôsob výroby kovov, začali si ľudia postupne osvojovať hutnú technológiu – t. j. kovanie a zlievanie, aby dokázali vyrobiť kovový nástroj.

Vývoj tvárniacich strojov závisel od stupňa vyspelosti hutníckych postupov a technológií. Vyvíjal sa od najjednoduchších metód ručného kovania, až po moderné tvárniace stroje. Prvé zmienky o spracovaní železa ručným kovaním pochádzajú už z čias Homéra. V staroveku a stredoveku bolo známe len ručné kovanie železa. Vývoj výroby tvárneho železa umožnil jeho opracovávanie na požadované tvary. Ručné kovanie však vyžadovalo veľké vynaloženie fyzických síl. Preto ďalší vývoj smeruje k mechanizácii kovania.

Začiatkom 16. storočia sa objavujú prvé buchary na vodný pohon. S požiadavkami výroby ťažkých výrobkov /kotvy pre lode/ rastie aj veľkosť a hmotnosť vodných bucharov. S parným pohonom sa objavujú prvé konštrukcie parných bucharov (patentoval ich James Watt – 28.4.1784). Zdokonalenie dosiahol parný buchar vynájdением riadiaceho ústroja (Wilson – 1843).

Neskôr v 18. storočí bola pre pohon tvárniacich strojov využitá hydraulika. Známy je anglický patent č. 2405 – hydraulického lisu od Brahma, ktorý bol uznaný v roku 1795. Ide o hydraulický lis vybavený ručným čerpadlom. S použitím elektromotorov sa potom objavili i mechanické lisy – kľukové, výstredníkové, skrutkové.

S rozmachom strojárskej výroby po roku 1945 úzko súvisí aj rozvoj a výroba tvárniacich strojov. V období od roku 1949 sa rozšírila výroba čo do objemu, ale aj do sortimentu tvárniacich strojov. Začalo sa s výrobou nielen väčších výstredníkových a kľukových lisov, mohutných kolenových lisov, zvislých a vodorovných kovacích lisov, ale aj prvých automatov na výrobu skrutiek a jednoúčelových tvárniacich strojov.

Po roku 1950 sa začali konštruovať veľmi ťažké stroje na tvárnenie plechu do hrúbky 40mm o pracovnej dĺžke 800mm. Tieto stroje mali hmotnosť až 180 tisíc kg.

Od roku 1955 bol vývoj zameraný na zdokonalenie a zmodernizovanie výstredníkových lisov s pozdĺžne uloženým hriadeľom.

## **1.2 SMERY VO VÝVOJI TVÁRNIACICH STROJOV**

Za posledných 50 rokov prešlo tvárnenie búrlivým vývojom, čo sa odrazilo najmä na rozvoji výroby tvárniacich strojov. Zdokonalili sa výstredníkové lisy, dvojbodové kľukové lisy, tabuľové nožnice, zakružovačky, ohýbačky plechu, rôzne druhy pretlačovacích, dierovacích a vytlačovacích lisov na železné aj neželezné materiály, na lisovanie práškových hmôt, termoplastov, lisy pre potravinársky a keramický priemysel, taktiež lisy pre skúšobne a laboratória.

Používa sa systém automatického nastavovania jednotlivých súčastí tvárniacich strojov. Využitie automatizácie v tvárniacich strojoch podnietila hlavne potreba vyššej hospodárnosti, zvyšovanie technických parametrov, spoľahlivosti a presnosti. Veľký dôraz je kladený aj na bezpečnosť prevádzky tvárniacich strojov.

## 1.3 VÝZNAM TVÁRNIACICH STROJOV

### 1.3.1 Požiadavky kladené na tvárniace stroje

Hlavné požiadavky kladené na tvárniace stroje sú predovšetkým vysoká výkonnosť a dokonalá akosť práce. Ostatné požiadavky, či už je to prevádzková spoľahlivosť, trvanlivosť, ľahká ovládateľnosť, manipulácia a spoľahlivá účinnosť, úzko súvisia s hlavnými požiadavkami.

#### 1.3.1.1 Výkonnosť

Je ovplyvnená technickou úrovňou výrobného zariadenia. Zvyšovanie výkonnosti je závislé na skracovaní výrobných časov. Zjednodušene to môžeme vyjadriť zo vzťahu:

$$t_c = t_s + t_v \quad (\text{S}) \quad (1)$$

Zvyšovanie výkonnosti vyžaduje znižovanie celkového času  $t_c$ , buď skracovaním strojného času  $t_s$ , alebo vedľajších časov  $t_v$ . Skracovanie času je závislé na technických parametroch tvárniaceho stroja. Znamená to hlavne zvyšovanie počtu zdvihov barana za minútu. Počet zdvihov zistíme zo vzťahu:

$$p = A_v / t_c \quad (\text{kW}) \quad (2)$$

$A_v$  = užitočná práca (J)

$t_c$  = celkový čas (s)

Veľkosť vedľajších časov  $t_v$  je závislá na tom, či ide o pracovný cyklus opakujúci sa v čase trvale, alebo prerušovane. Skracovanie vedľajších časov sa dosahuje zvyšovaním stupňa mechanizácie a automatizácie tvárniacich strojov.



### 1.3.1.2 Kvalita práce

Je podmienená presnosťou dodržiavania tvaru a rozmeru výrobkov i akosťou tvárnených plôch v porovnaní s údajmi na danom výkrese. Kvalita práce závisí aj od tuhosti tvárniaceho stroja, dynamickosti použitého materiálu, schopnosti prispôsobenia sa tvárniaceho stroja pracovným podmienkam. Na presnosť tvárniaceho stroja majú vplyv tieto činitele:

- geometrická presnosť tých častí tvárniaceho stroja, na ktorých závisí presnosť tvaru
- čiastková tuhosť častí tvárniaceho stroja a relatívna tuhosť výstupných členov
- vôľa vo vedení výstupných členov spôsobuje zmeny relatívnej polohy nástroja pri stredovom zaťažení
- tepelná dilatácia, presnosť rozmeru a tvaru nástroja, presnosť nastavenia nástrojov v pracovnom priestore, tuhosť nástroja
- odchýlky rozmerov východzieho polotovaru, druh materiálu, teplota ohrevu, deformácia polotovarov alebo nástrojov

## 1.4 ZÁKLADNÉ POJMY, DEFINÍCIE A ROZDELENIE

### 1.4.1 Základné pojmy

**Menovitá sila = (N):** je najväčšia dovolená sila, ktorou smie byť lis zaťažený.

**Pracovná dráha: (mm alebo °)** je vzdialenosť barana pred dolnou úvratňou, rozmedzí ktorej môže byť dosiahnutá menovitá sila.

**Počet zdvihov barana :** je počet priebehov dráhy barana medzi jeho úvratňami za minútu pri neprerušenom chode naprázdno.

**Počet využiteľných zdvihov barana:** je najväčší počet dovolených, jednotlivo opakovaných zdvihov barana za minútu.

**Vyloženie A (mm):** je kolmá vzdialenosť osi barana od čelnej plochy stojana v pracovnom priestore.

**Priechod B(mm):** je najmenšia vzdialenosť vnútorných plôch stojana pod vedením barana.

**Priechod B1(mm):** je vzdialenosť vnútorných plôch vedenia barana.

**Rozmery lisu ( z miesta obsluhy): S(mm) = dĺžka lisu**

**L(mm) = šírka lisu**

**V(mm) = výška lisu nad podlahou**

**V1(mm) = výška lisu pod úrovňou podlahy**

**Zdvih Z(mm):** je dráha barana medzi jeho úvratňami.

**Zovretie H(mm):** je vzdialenosť medzi upínacími plochami stola a barana v jeho dolnej úvratni.

**Prestaviteľnosť barana E(mm):** je vzdialenosť, o ktorú sa môže zmenšiť zovretie H.

**Prestaviteľnosť stola E1(mm):** je vzdialenosť, o ktorú sa môže zmenšiť zovretie H

**Upínacia (pracovná) plocha barana L x b(mm):** je určená k upnutiu hornej časti nástroja.

**Upínacia dutina barana Ø d/k(mm):** je určená k upínaniu, alebo vystredeniu hornej časti nástroja, jej os je totožná s osou barana.

**Upínacia(pracovná) plocha stola L1 x b1(mm):** je určená k upnutiu spodnej časti nástroja alebo upínacej dosky.

**Prepad  $\emptyset d1 / \emptyset d \times h1$  alebo  $\emptyset d1 / o \times p(mm)$ :** je priechodný otvor v strede upínacej plochy stola pre odvod odpadu výliskov, alebo na použitie pridržovača.

**Upínacia doska stola:** je určená k podloženiu spodnej časti nástroja. Má upínacie drážky a prepádový otvor.

**Pracovná výška H1(mm):** je vzdialenosť upínacej plochy stola lisu od podlahy. U výstredníkových lisov z nastaviteľným stolom je pracovná výška daná strednou polohou stola.

**Lisovanie:** je technologický proces, pri ktorom meníme tvar odliatkov.

**Výlisok:** je to predmet vyrobený lisovaním.

**Strihanie:** je oddeľovanie materiálu v celom priereze. (Rudolf B.- Kopecký M., 1982)

## 1.4.2 Základné definície

**Lisovanie:** pod pojmom lisovanie si musíme predstaviť trvalú zmenu tvaru materiálu pôsobením mechanickej sily bez odberu triesok. Nepatrí sem strihanie materiálu, ktoré tvorí prechod medzi obrábaním a tvarovaním. (Rudolf B.- Kopecký M., 1982)

**Tvárnici stroj:** je umelo vytvorená dynamická sústava, ktorá slúži k realizácii tvarovacích úkonov tvárniaceho procesu, vedúceho k trvalému pretvoreniu materiálu. (Rudolf B. – Kopecký M, 1982)

## 1.4.3 Rozdelenie tvárniacich strojov

Podľa druhu relatívneho pohybu nástroja delíme tvárniace nástroje na dve základné skupiny:

1. Tvárniace stroje s priamočiarym relatívnym pohybom nástroja
2. Tvárniace stroje s rotačným lebo obyčajným relatívnym pohybom nástroja

### 1.4.3.1 MECHANICKÉ LISY

Mechanické lisy sa využívajú v priemyselnej výrobe na strihanie, ohýbanie, plytké ťahanie, pretlačovanie a razenie.

Delíme ich na: mechanické lisy s vyložením – výstredníkové

- dierovacie

- ohraňovacie

mechanické lisy uzatvorené - kľukové jednobodové

- kľukové dvojbodové

- kľukové kovacie

- kolenové

**Konštrukčné usporiadanie** – zvislé, jednočinné, s horným pohonom, jednoduchá stavebnicová zostava, u kľukových lisov je zdvih barana nemenný, u výstredníkových lisov je zdvih barana nastaviteľný ručným otáčaním výstredníkového puzdra so stupnicou. Dierovacie lisy majú poloautomaticky nastavované nástrojové revolverové hlavy. Revolverové hlavy sú uložené vo valivých ložiskách, do pracovnej polohy sa natáčajú samostatným elektromotorom. Ohraňovacie lisy majú dva stupne otáčok - rýchle a pomalé. Zdvih pneumatically vyvažovaného barana je nemenný. Kovacie lisy majú baran z liatej ocele skriňového tvaru s vodiacimi plochami, predĺžený nad výstredníkový hriadeľ. Výškovo sa prestavuje výstredným čapom v barane ktorý umožňuje tiež uvoľnenie barana pri zaseknutí. Prestavovanie aj uvoľňovanie sa robí hydraulickým zariadením zo samostatným elektromotorom. Plynulý chod zaisťuje pneumatically vyvažovač.

**Usporiadanie pohonu** – elektromotor, klinové remene, zotrvačnik so vstavanou spojkou – brzdou, ozubená predloha, kľukový mechanizmus – baran. Spojka býva trecia, lamelová, ovládaná stlačeným vzduchom. Brzda je tiež trecia, lamelová – mechanicky spriahnutá s činnosťou spojky. Ovládanie mechanických lisov je elektropneumatické, dvojručnými tlačidlami, alebo nožným pedálom elektrického spúšťača. Chod barana sa dá nastaviť na jednotlivé zdvihy, alebo na trvalý chod.

**Mazanie** je olejové, ústredné, samočinné tlakovým mazacím prístrojom s pohybom závislým od stroja.

**Poistným zariadením** je strižná poistka v barane a tlakový spínač.

### 1.4.3.2 HYDRAULICKÉ LISY A STROJE NA TVÁRNIENIE KOVOV

Hydraulické lisy sa využívajú na voľné kovanie výkovkov menších rozmerov, pre kovanie a dierovanie ingotov a kovanie dutých telies, prstencov a krúžkov na tŕni. Riešenie lisov umožňuje výkon práce s výstredným zaťažením.

Delíme ich na: - kovanie

- ťažné
- pretlačovacie a vytlačovacie
- rovnacie, ohýbanie a lámacie
- dielenské
- na spracovanie kovového odpadu
- akumulátorové stanice

**Konštrukčne** sú hydraulické kovanie lisy zostavené zvisle, s dvojstĺpovým alebo štvorstĺpovým rámom a spodným olejohydraulickým pohonom. Pracovný zdvih pohyblivého rámu zabezpečujú lisovacie valce plunžrového typu. Vo valci je uložený tlačný tŕň. Valce sú uchytené v stredovej traverzi. Spätný zdvih zaisťujú dva spätné valce piestovej konštrukcie, ktoré sú uchytené na pohyblivom ráme cez kĺbové ložiská. Pretlačovacie a vytlačovacie lisy sú zvislé, s dolným tlakom, s odliatym kotveným rámovým stojanom v ktorom sa pohybuje v nastaviteľnom valivom vedení preťahovací baran v tvare žľabu. Pohybuje sa prostredníctvom dvoch hydraulických valcov, uložených v stojane.

**Jednotkový olejohydraulický pohon** zaisťuje všetky pohyby lisov a je umiestnený v samostatne uzatvorenej čerpadlovej stanici blízko lisu. Chladiaci a filtračný okruh zaisťuje spoľahlivú prevádzku.

**Spúšťanie a ovládanie** – ovládacími páčkami, tlačidlami a prepínačmi na ovládacom paneli. Riadené môžu byť ručne, poloautomaticky, alebo automaticky.

**Mazanie** – je olejové – obehové pre vodiace lišty pohyblivého rámu a tukové – impulzné pre klzné lišty posuvného stola.

### 1.4.3.3 HYDRAULICKÉ LISY A STROJE NA TVÁRZENIE PLASTOV

Tieto lisy sa využívajú k výrobe výrobkov z termoplastov, napríklad polystyrénu, polyamidu, acetátu celulózy, polyetylénu, polypropylénu, stabilizovaného tvrdého PVC, polykarbonátu, polyformaldehydu a ďalších hmôt a to vstrekaním taveniny do uzavretej formy.

**Konštrukčne** je zostavený vodorovne, je jednoplochový so vstrekaním v osi, stavebnicovej konštrukcie, dvojstĺpový s hydromechanickým uzáverom. Vstrekovacia jednotka je vybavená účinným plastikačným valcom, vyhrievaným ohrievacími pásmi s regulovanou teplotou. Vymeniteľný plastikovací slimák má tri výmenné špice podľa druhu a viskozity spracovávaného materiálu. Vstrekovacia jednotka pracuje buď s trvalým pritlačovaním vstrekovacej jednotky k forme, alebo samočinným prisúvaním a odsúvaním od formy.

**Pohon** – pracovnou kvapalinou je tlakový olej, dodávaný hnacím agregátom. Rozvod je usporiadaný panelovo. Pohon slimáka je zabezpečený elektromotorom s reguláciou otáčok cez spojku a prevodovku.

**Ovládanie** je elektrohydraulické, pomocou tlačidiel na skrini s elektrickou výbavou, kde sa dá nastaviť sila a časové odstupy vzhľadom k použitému materiálu.

Programovacie zariadenie umožňuje poloautomatické aj automatické ovládanie stroja.



Obr. 1: VSTREKOVACÍ LIS ENGEL 25

#### 1.4.3.4 BUCHARY A OSTATNÉ STROJE PRACUJÚCE ÚDEROM

Využívajú sa pre presné zápustkové kovanie a kalibrovanie malých a stredne veľkých výkovkov.

**Konštrukčne** sú zostavené zvisle, nízkozdvížné, pohyb barana je urýchľovaný stlačeným vzduchom a zdvíhaný hydraulicky. Priemery hydraulických valcov sú volené tak, aby hybnosť proti sebe pohybujúcich sa hmôt boli rovnaké, čím sa tlmí účinok úderu na základ. Energia odrazu stojana po údere zachytí kvapalina v hydraulickom rozvode a premení ju na energiu tlakovú ktorá sa využije pri nasledujúcom zdvihu.

**Pohon** je samostatný, hydraulickým hnacím agregátom, ktorý sa skladá z nádrže, na nej je umiestnený elektromotor s čerpadlom hydraulického rozvádzača a chladiča oleja. Agregát býva umiestnený blízko stroja.

**Ovládanie** je elektrohydraulické na tlačidlá , alebo nožným spínačom.

**Mazanie** – olejom alebo vazelínou ručným mazacím náradím.

**Poistné zariadenia** – poistné prvky v hydraulickom rozvode.



Obr. 2: BUCAR MODEL C41- 15

### 1.4.3.5 TVÁRNIACE AUTOMATY A LINKY

Sú to tvárniace automaty na výrobu klincov, skrutiek, nitov, skrutiek so šesťhrannou hlavou, matic, spracovanie tenkých plechov, strihanie plechov. Vystrihovacie automaty zo zvitkov plechu vystrihujú a lisujú drobné súčasti v sériovej výrobe. Uvedené automaty pracujú za studena.

Delíme ich na: - tvárniace automaty a linky: na klinge

na svorníky a nity

na hotové skrutky

na strojné súčasti

na matice

na ťahanie z plechu

vystrihovacie na plechové súčasti

ohýbacie (viacbaranové)

ostrihávacie, deliace, redukovacie

na spracovanie pásov plechu

- doplnkové stroje

**Konštrukčne** sa líšia podľa výrobného určenia a typu spracovávaného materiálu. Automaty na objemové tvárnenie z drôtov a tyčí sú najčastejšie jednorázové, vodorovné, rýchlobežné automaty s malým pôdorysom, hlučnosťou a chvením. Stojan sa skladá z rámu a podstavca. K rámu je pripevnená rovnačka a podávačka drôtu. Automaty na strojné súčasti môžu byť troj až päť postupové s lisovnicami usporiadanými vedľa seba. Majú kladkovú vyrovnávačku drôtu, podávacie kladky s pneumatickou pritlačovačkou, indikátor krátkeho odstrihávania a strihacie zariadenie. Elektrická výzbroj je umiestnená v samostatnej skrini mimo stroj. Automaty na výrobu výliskov z pruhov plechu bývajú zvislé dvojbodové s horným pohonom. Stojan sa skladá zo šiestich zvarovaných dielov stiahnutých navzájom kotvami. V priečniku je umiestnený mechanizmus pohonu, vrátane vyvažovacích valcov barana. Obsahujú poistku proti preťaženiu.

**Pohon** je zabezpečený elektromotorom, klinovými remeňmi, zotrvačníkom, vyvážený kľukovým mechanizmom – baranom. Pohon ostatných mechanizmov je odvodený od vačkových hriadel'ov, prostredníctvom kuželového súkolia



z kľukového hriadeľa. Spojka je trecia lamelová, ovládaná stlačeným vzduchom. Brzda - trecia, lamelová, mechanicky spriahnutá s činnosťou spojky.

**Mazanie** – olejové, ústredné, tlakové s dvoma mazacími okruhmi. Tvárniace, hrotiace a valcovacie nástroje sú chladené kvapalinou dodávanou samostatným hydraulickým agregátom.

**Poistné zariadenia** – strižné poistky, tlakové spínače v rozvode vzduchu, elektrické koncové spínače pre vypnutie stroja pri poruche poistky.



Obr. 3: **TVÁRNIACI AUTOMAT NA SPRACOVANIE ZVITKOV PLECHU**

### 1.4.3.6 TVÁRNIACE STROJE S ROTAČNÝM POHYBOM

Využívajú sa na ohýbanie plechu, zakružovanie plechu, výrobu dutých sudov, kotlov, zakružovanie tyčového materiálu, rovnanie tabulí a pásov plechu za studena a valcovanie plechov.

Delíme ich na: ohýbačka plechov

ohýbačky trubiek

zakružovačky plechov

zakružovačky profilov

rovnačky plechov

rovnačky profilov

valcovačky na objemové tvárnenie

**Konštrukčne** sú ohýbačky zostavené s mechanicky pevnou dolnou časťou. Horná a predná časť sú výškovo prestaviteľné samostatnými pohonmi umiestnenými v stojanoch. Uhol ohybu sa nastavuje na číselníku. Elektrická výbava je na stojane ohýbačiek. Zakružovačky môžu byť trojvalcové, s nesymetrickým usporiadaním. Skladajú sa z dvoch skríň, spojených dištančnými tyčami a pracovnými valcami. V ľavej skrini je uložený pohon valcov. Zovretie valcov sa nastavuje podľa hrúbky plechu zdvíhaním ložiska dolného valca ručnou pákou s výstredníkom. Rovnačky sú konštruované ako sedem valčekové s obojstranným behom. Stojan rovnačky sa skladá z lôžka a dvoch rámov, ktoré sú spojené štyrmi kotvami. Valce sa dajú ručne prestavovať. Horné valce sa prestavujú samostatným elektromotorom. Valcovačky sú automatické dvojkotúčové s nemenným rozpätím vretien. Majú zváraný stojan, na ktorom sú usporiadané valcovacie a podávacie zariadenia so zásobníkom, pohon, chladenie a elektrická výzbroj. Valcovacie zariadenia majú dva prestaviteľné superty.

**Pohon** je usporiadaný z elektromotoru, trecej lamelovej spojky, prevodovky, rozvodovky a rýchlostnej skrine.

**Spúšťanie a ovládanie** je elektrické – tlačidlami na paneli.

**Mazanie** je olejové, buď obehovým čerpadlom, alebo samočinné. Ostatné časti sú mazané ručne, alebo rozstrekovaním chladiaceho oleja.

### 1.4.3.7 NOŽNICE OKREM AUTOMATICKÝCH A RUČNÝCH

Používajú sa na strihanie tabulí a pásov plechu, pristrihovanie tabulí do pravouhlých, alebo nepravidelných tvarov.

Delíme ich na: tabuľové nožnice

nožnice na plech s kruhovými nožmi

nožnice na profily

**Konštrukčné** prevedenie je mechanické s vyloženým horným a dolným pohonom. Stojan aj strihacia traverza sú zvarané. Nože sú symetrické, dajú sa využívať všetky štyri ostria. Stôl s nožmi je k stojanu priskrutkovaný. Ložná plocha stola je plná a má bočné vodiace pravitko. pri strihaní používame pridržovač. Elektrická výzbroj je v samostatnej skrini.

**Usporiadanie pohonu** – elektromotor s klinovými remeňmi, zotrvačník, elektromagnetická trecia spojka a brzda, slimáková prevodovka, výstredníkový hriadeľ.

**Ovládanie** je elektrické nožnou pákou, elektropneumatické dvojručné tlačidlá na prenosných stojanoch, alebo elektrické tlačidlá na ovládacom paneli.

**Mazanie** – prevodovky, ozubené prevody v olejovom kúpeli, ostatné časti ručne.

**Poistné zariadenia** spočívajú v tlakovom spínači rozvodu vzduchu, tlaková poistka v mazacom systéme, prepúšťací ventil, elektrická poistka proti preťaženiu so signalizáciou na ovládacom paneli a s vypínaním ovládania



Technické parametre:

- dĺžka strihu : 2500mm
- max. hrúbka plechu : 4mm

Obr. 4: CNC HYDRAULICKÉ TABUĽOVÉ NOŽNICE SAFAN

### 1.4.3.8 RUČNÉ TVÁRNIACE STROJE

Používajú sa prevažne pre montážne a pomocné práce tam, kde dávame prednosť kľudnému pôsobeniu sily, napr.: zalisovanie sústružníckych a brusičských tŕňov, valivých ložísk, puzdier, čapov, kolíkov. Sú vhodné v klampiarskych zámočníckych dielňach.

Delia sa na: ručné lisy

ručné ohýbačky

ručné zakružovačky

ručné nožnice

ručné dierovačky

**Konštrukčne** sú ručné lisy usporiadané na ručný pohon s vyloženým stojanom. Zvyčajne sú to stolné stroje, bez podstavca. Stôl sa posúva ručným otáčaním kľuky, nastavená poloha sa zaist'uje skrutkami. Baran – je to hrebeňová tyč, ktorú posúvame pastorkom ručnej páky. Ručné ohýbačky sú zostrojené tak, že základnou časťou je spodná čeľusť, v nej je vytvorené vedenie prítlačnej čeľuste a ložisko pre čeľusť ohýbaciú. Prítlačná čeľusť s pravítkom sa zdvíha alebo spúšťa zdvíhacími skrutkami, kuželovým prevodom a ručným kolesom, alebo kľukou. Ohýbacia čeľusť je zavesená pomocou skrutiek na čapoch a je vyvážená proti závažím.

**Ovláda** sa ručnými pákami. Môžu byť stolné alebo stojanové. Zakružovačky sú trojvalcové, s nesymetrickým usporiadaním valcov. Tvorené sú dvomi bočnicami spojenými dištančnými tyčami, prevodovým hriadeľom a pracovnými valcami.

**Poháňa** sa ručne kľukou s ozubeným prevodom. Ručné nožnice sú pákové, stolné, strihacia čeľusť má samostatný ručný pohon pákou, ktorá je uložená v čape strihacej čeľuste. Ručné dierovačky – nástroje sú upevnené v otočnej revolverovej hlave, ktorej jednotlivé polohy sú zaistené západkou. Strižník je ovládaný ručne pákou. Upevňuje sa na stôl.

### 1.4.3.9 MECHANIZAČNÉ A DOPLNKOVÉ ZARIADENIA TVÁRNIACICH STROJOV

Do tejto skupiny zaraďujeme rôzne odvíjacie a navíjacie zariadenia, rovnačky pásov plechu zo zvitkov, obojstranné valčekové podávače, pneumatiké kliešťové podávače, hydraulické kliešťové podávače, šrotovacie deliace zariadenia na odpadové pásy plechu, pneumatiké revolverové podávače, mechanická ruka – vyberač, zakladač, priemyslové roboty, koľajové manipulátory. Ako prídavné technologické zariadenia sem zahrňujeme pružinové pridržovače, vzduchové, zariadenia na mazanie plechu, zásobníkové podávače, elektromagnetické vibračné zásobníky, zdvíhače tyčí a iné.



Obr. 5: PNEUMATICKÝ KLIESTINOVÝ PODÁVAČ

Technické parametre:

- šírka pásu max. 820mm
- hrúbka pásu max. 2mm
- presnosť kroku  $\pm 0,1$ mm
- počet podaní max. 25/min

### 1.4.3.10 TLAKOVÉ LIACE STROJE

Používajú sa na presné tlakové liatie drobných odliatkov zo zliatin hliníka, horčíka, zinku, medi do hmotnosti 0,2 až 0,6kg. Umožňujú odlievanie odliatkov z mosadze v kašovitom stave do deliacej roviny formy. Uplatňujú sa v sériovej a hromadnej výrobe v mnohých priemyselných odvetviach.

Patria sem tlakové liace stroje: s vertikálnou studenou komorou

s horizontálnou studenou komorou

s olejohydraulickým pohonom

s teplou komorou

automatické dávkovače

formy pre tlakové liace stroje

**Konštrukčné** usporiadanie tlakových liacich strojov s vertikálnou studenou komorou, s hydraulickým uzáverom a s hydraulickým pohonom vodnej emulzie. Skladá sa z lisovacej a uzatváracej časti spojených rámom. V prednej časti rámu je namontované buď zariadenie pre centrálny vtok so zvislou plniacou komorou, alebo zariadenie pre lisovanie do deliacej roviny formy.

**Pohon** je usporiadaný tak, že tlakovú kvapalinu dodáva stroj cez hydraulicko-pneumatický akumulátor, rýchlobežné horizontálne piestové čerpadlo, ktoré tvorí s nádržou a akumulátorom samostatnú jednotku.

**Je zabezpečené** automatickým vypínaním a zapínaním, ktoré je závislé od kolísania tlaku v akumulátore.

**Spúšťanie a ovládanie** – hydraulickým servozariadením, ovládaným ručným rozvádzačom. Pracovný cyklus môže byť – poloautomatický postup jednotlivých operácií stroja, ktoré sú navzájom elektricky istené, je možné dopredu zvoliť a časovo najvhodnejšie nastaviť. Stroj môže pracovať s tzv. dotlakom, ktorého veľkosť možno plynulo regulovať.

## 1.5 ZÁKLADNÉ CHARAKTERISTIKY TVÁRNIACICH PROCESOV

Základom tvárniacich procesov sú plastické deformácie, t.j. deformácie, pri ktorých sa mení tvar a súčasne aj rozmery tvárneného materiálu. Podľa teploty, pri ktorej prebieha tvárniaci proces, rozlišujeme tvárnenie za studena a za tepla .

Pri tvárnení za studena dochádza k zmene mechanických vlastností tvárneného kovu. Rozrušená štruktúra je usmerňovaná v smere tvárnenia, plastické vlastnosti sa zhoršujú a pri veľkom stupni tvarovania sa zhoršia natoľko, že ďalšie tvárnenie je nemožné.

Pri tvárnení za tepla súčasne s narušovaním kryštalickej mriežky nastáva aj jej uzdravenie. (Rudolf B. – Kopecký M, 1982)

### 1.5.1 Podmienky vzniku plastických deformácií

Podľa Mohrovej teórie je pre vznik trvalej deformácie pri každom stave napätosti rozhodujúce maximálne šmykové napätie.

$$\tau = \frac{\delta_1 - \delta_3}{2 \cdot \sin.2\alpha} \quad (3)$$

ak  $\alpha = 45^\circ \Rightarrow$

$$\tau_{MAX} = \frac{\delta_1 - \delta_3}{2} \quad (4)$$

-podmienka vzniku trvalej deformácie:

$$\delta_1 - \delta_3 = 2 \tau_{\max} = \delta z \quad (5)$$

kde  $\delta z$  je tzv. pretváracia pevnosť totožná s medzou sklzu materiálu.

### 1.5.2 Tvárniaca sila

Tvárniaca sila  $F_0$  je odporová sila pôsobiaca na nástroj v smere pohybu nástroja. V pokoji alebo pri rovnomernom pohybe nástroja je tvárniaca sila v rovnováhe s aktívnou silou  $F$ , ktorou pôsobí nástroj na tvárnené teleso.

Tvárniacu silu vyjadrujeme ako súčin technologického pretváracieho odporu  $\delta_{te}$  a priemetu dotykovej plochy nástroja  $S$ , kolmej k hlavnej osi tvárnenia.

$$F_0 = \delta_{te} \cdot S \quad (6)$$

Pretvárací odpor s priemetom dotykovej plochy sa mení v závislosti na dráhe nástroja.

### 1.5.3 Tvárniaca práca, deformačná účinnosť

Tvárniaca práca ( pretváracia práca výrobku)  $A_U$  je určená tvárniacou charakteristikou, t.j. krivkovým integrálom závislosti tvárniacej sily  $F_0$  na tvárniacej dráhe  $s$ .

$$A_U = \int_0^s F_0 ds = \int_0^s \delta_{te} \cdot s ds \quad (7)$$



#### 1.5.4 Tvárniaci výkon

Tvárniaci výkon  $P_0$  je daný súčinom tvárniacej sily  $F_0$  a rýchlosti nástroja  $v$ .

$$P_0 = F_0 \cdot v \quad (8)$$

#### 1.5.5 Deformačný odpor

K dosiahnutiu plastickej deformácie musí v materiáli vzniknúť napätie

$$\delta_1 - \delta_3 \geq \delta_z \quad (9)$$

Plastická deformácia postupuje tak, že tvárnený materiál je zapažovaný dostatočne veľkou vonkajšou silou  $F$  prostredníctvom nástroja. Táto sila vyvolá v materiáloch napätie  $\delta_1$ . Materiál ustupuje zaťažujúcej sile, ale jeho tečenie je znemožnené. Trenie na povrchových plochách nástroja vyvoláva v materiáloch ďalšie dve hlavné napätie. V smere najmenšieho odporu vzniká hlavné napätie  $\delta_3$  a ak je v tomto smere  $\delta_1 - \delta_3 \geq \delta_z$ , vznikne tečenie materiálu. Sila  $F$  ktorá pôsobí v smere pohybu nástroja na jednotke povrchovej plochy nástroja sa rovná hlavnému napätiu  $\delta_1$ . Pretože táto sila pôsobí proti sile, ktorá vyvoláva deformáciu nazýva sa technologickým deformačným odporom.

$$\delta_{te} = \delta_1 = \delta_z + \delta_3 \quad (10)$$

t.j. pretvárací odpor je súčtom pretváracej pevnosti a tretieho hlavného napätia. Pretvárací odpor závisí od teploty, deformačnej rýchlosti, stavu napätosti stupňa deformácie a na rozmeroch a tvaru tvárneného materiálu.

### 1.5.6 Pomerná rýchlosť tvárnenia

Rýchlosť deformácie tvárneného materiálu nie je totožná s rýchlosťou nástroja. Pomerná rýchlosť tvárnenia závisí na výške **h** a pri rovnakej rýchlosti nástroja je tým väčšia, čím je menšia výška tvárneného materiálu. Pri tvárnení za tepla sa zväčšuje s rastúcou pomernou rýchlosťou tvárnenia medza sklzu a tým aj rastie pretváracia pevnosť.

$$v_d = \frac{v}{h} \quad (11)$$

**v** – je rýchlosť nástroja (m.s<sup>-1</sup>)

**h** – výška tvárneného materiálu (m)

## 1.6 BEZPEČNOSTNÁ VÝBAVA TVÁRNIACICH STROJOV

Tvárníacie stroje a pracoviská s tvárníacimi strojmi patria medzi najrizikovejšie pracoviská v našom priemysle a tvárníacie stroje aj podľa EN sú tvárníacie stroje zaradené do skupiny nebezpečných výrobných strojov.

Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci na tvárníacich strojoch má svoje špecifiká podľa skupiny tvárníacich strojov. (BOZP na tvárníacie stroje na kov – Úrad bezpečnosti práce SR 1999). Keďže pri tvárníacich strojoch nedodržaním bezpečnostných predpisov je možný bezprostredný styk ruky s pohybujúcim sa nástrojom, majú úrazy zvyčajne charakter ťažkých pracovných úrazov, najmä rúk – hlavne prstov. Súvisí to s nebezpečným pracovným priestorom tvárníacieho stroja a tvárníacieho nástroja, ktorý je vykonávateľom zadanej tvárníacej operácie, alebo technologického postupu. Medzi najpoužívannejšie tvárníacie stroje patria mechanické lisy a práve na týchto pracoviskách je najvyšší výskyt úrazov.

Nebezpečné miesta lisu sú všetky tlačné a strižné miesta na lise, nástroji a pod., zvlášť v ich pracovnom priestore, ktoré môžu byť príčinou úrazu v prípade, ak nie sú zabezpečené ochranné opatrenia. Takýmto miestom môže byť tiež oblasť manipulácie s materiálom a mimo nej, pokiaľ môže byť obsluha ohrozená napríklad vymrštením odštipnutej časti materiálu, alebo nástroja.

Pri práci na tvárníacich strojoch musia byť dodržiavané normou stanovené bezpečnostné predpisy. Tu zohráva dôležitú úlohu pracovný priestor lisu a samotná konštrukcia tvárníacieho nástroja. Bezpečnostné predpisy pre návrh a konštrukcie tvárníacich nástrojov uvádza technická norma STN 22 6002 – Bezpečnostné zariadenia na lisovacích nástrojoch. Jednou z alternatív pre zabránenie bezprostredného styku ruky s pohybujúcim sa nástrojom je použitie bezpečnostnej optickej clony. Viacúčelová bezpečnostná optická clona je bezdotykové bezpečnostné zariadenie, ktoré je koncipované tak, aby slúžilo na ochranu pracovníkov obsluhy v prevádzkových podmienkach, pričom vniknutie do ochranného poľa prerušením čo len jediného infračerveného lúča je spoľahlivo registrované. Každé prerušenie, alebo chybové hlásenie spôsobuje vyvolanie alarmu a prerušenie prevádzky stroja. Vysoká spoľahlivosť bezpečnostného zariadenia je výsledkom permanentného

samomonitorovania elektronického spínacieho obvodu. Neviditeľné infračervené lúče majú vysokú intenzitu a dosah až 24m. Vysielač je so snímačom opticky zosynchronizovaný, pričom je z vysielača prenášaný špeciálny lúč na prijímač. Medzi vysielačom a prijímačom nie je potrebné žiadne káblové spojenie. Pre použitie optických bezpečnostných clon na tvárniacich strojoch pre spracovanie kovov platia európske normy. Ide o špecifické EN – normy kategórie C = EN 692 pre mechanické lisy, EN 693 pre hydraulické lisy, ohýbacie stroje, pneumatiké lisy, lisovacie a tvárniacie stroje pre spracovanie kovov. Tieto normy upravujú vzťahy na výpočet minimálnej vzdialenosti medzi svetelnou clonou a nebezpečným priestorom stroja. Z uvedeného vyplýva, že z hľadiska bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci na tvárniacich strojoch majú veľký význam prostriedky mimoriadnej automatizačnej výbavy tvárniacich strojov, ktoré likvidujú úrazové riziko obsluhy v nebezpečnom pracovnom priestore tvárniacich strojov, alebo ich nástrojov. (prof. Ing. Ladislav Pollák, CSc – Sjf TV Košice, Ing. Erich Antl, KVENZ-SK s.r.o)

Okrem optických bezpečnostných clon môžeme zaistiť pracovný priestor tvárniacich strojov nasledovne:

- náhradou ručnej práce na lisoch automatizáciou a mechanizáciou
- obmedzením ručnej práce na minimum, ak sa dá mimo pracovný priestor
- vhodným konštrukčným riešením lisovacích nástrojov a prípravkov

Medzi konštrukčné riešenie môžeme zaradiť napríklad nastavení malého zdvihu barana. Ak to dovoľia rozmery výliskov a druh pracovnej operácie, nastaví sa zdvih barana tak, aby v hornej úvrati barana bola mezera medzi spodnou a hornou hranou nástroja menšia ako je hrúbka prstov t.j. 6 - 8mm. Ďalšou možnosťou je použitie pohyblivých ochranných krytov. Trvale zamedzujú vsunutie prstov, alebo ruky do pracovného priestoru lisu. Tieto kryty sa používajú len vtedy, ak nie sú na lise použité iné ochranné prostriedky.

Najpoužívanejší spôsob ochrany je dvojručné ovládanie lisu tlačidlami. Pri dvojručnom spúšťaní sa zapne spojka súčasným rovnomerným vyklonením dvoch ručných pák. Vzápätí, ako sa uvoľní jedna páka, baran sa ihneď zastaví, ak nie je vzdialený od dolnej úvrati menej ako 6 až 8mm. Na tento účel sú najvhodnejšie trecie spojky. Páky môžu byť nahradené dvoma tlačidlami. (Rudolf B. – Kopecký M, SNTL Praha 1982)

## 2 CIEĽ PRÁCE

V modernej strojárskej výrobe má lisovanie a tvárnenie nezastupiteľné miesto. Vzhľadom k tomu, že k tejto technológii je venovaná nižšia pozornosť, ako technológii trieskového obrábania je potrebné sa viac zaoberať danou problematikou. Z tohto dôvodu je cieľom mojej diplomovej práce zhodnotenie vplyvu parametrov lisovania na rozmerovú presnosť a čistotu lisovaných odliatkov z hľadiska použitej techniky a popisom konkrétneho využitia výstredníkového lisu LEN 40 pri spracovaní odliatkov v zbrojárskej výrobe. Jedná sa konkrétne o strely slug rôznych kalibrov určené na poľovné účely.

Pozornosť zameriame na popis materiálu použitého na zhotovenie odliatkov, ako aj kvalitu materiálov použitých na výrobu vymeniteľných razníkov, matríc a hlavice. Následne urobíme analýzu a vyhodnotíme vplyv opotrebovania razníkov na kvalitu výliskov.

Pri procese lisovania budú hlavnými ukazovateľmi dosiahnutá rozmerová presnosť výliskov a ich čistota. Dosiahnuté výsledky z jednotlivých meraní budú prehľadne graficky znázornené a vyhodnotené v grafoch, tabuľkách a priloženej fotodokumentácii.

Rozmerovú presnosť výliskov budeme merať digitálnym posuvným meradlom značky SOMET. Dosiahnutá váha výliskov bude sledovaná na digitálnej kalibračnej váhe HP Digital Scale & RCBS Pan, výrobcu DILLON (USA) a následne porovnávaná s tabuľkami platnými pre daný kaliber lisovanej strely. Zistené hodnoty vyhodnotíme v grafoch.

Medzi čiastkové ciele môžeme zaradiť vypracovanie odporúčaní pre prax, využiteľné priamo vo výrobnom procese v zbrojárskej výrobe.

### 3 MATERIÁL A METÓDY

Experimentálnu časť predkladanej diplomovej práce sme vykonali vo firme ARES Topoľčany, priamo vo výrobnom procese. Experiment bol zameraný na sledovanie rozmerovej presnosti a čistoty lisovaných slugov .

Na odliatky bola použitá zliatina olova. Vymeniteľné razníky na lise boli zhotovené z kvalitnej ocele 19 436. Matrica bola zhotovená z nástrojovej uhlíkovej ocele 19 312. Hlavica bola vyrobená z ocele triedy 19 642 podľa technického výkresu. Merania sme vykonávali na 5 vzorkách v časovom intervale 30 minút po dobu pracovnej smeny 12 hodín. Na meranie sme použili digitálne posuvné meradlo zn. SOMET a na sledovanie váhy slugov bola použitá digitálna kalibračná váha HP Digital Scale & RCBS Pan, výrobcu DILLON (USA). Na konečné porovnávanie a vyhodnotenie nameraných a navážených hodnôt boli použité platné tabuľky pre daný kaliber slugu.

1. Postupnosť krokov k dosiahnutiu stanoveného cieľa:

- výber vzoriek pre experiment,
- výber lisovacieho zariadenia,
- charakteristika lisovaných materiálov,
- charakteristika použitých vymeniteľných razníkov,
- výber digitálneho posuvného meradla,
- výber digitálnej kalibračnej váhy,
- postup merania,
- postup váženia,
- porovnávanie hodnôt s tabuľkami,

2. Grafické zobrazenie nameraných výsledkov,

- zhodnotenie nameraných výsledkov,

3. Využitie nameraných výsledkov pre prax,

- diskusia,
- záver.

## 3.1 Príprava a realizácia experimentu

### 3.1.1 Výber vzoriek pre experiment

Meranie sme vykonali na vzorkách z materiálu olovenej zliatiny v počte 5 kusov v 30 minútových intervaloch po dobu 12 hodinovej pracovnej smeny pre objektívne zhodnotenie sledovaných parametrov.

### 3.1.2 Výber lisovacieho zariadenia

Na zhotovenie vzoriek sme použili výstredníkový lis LEN 40. Naklonenie lisu umožňuje samočinné vypadávanie výliskov. Má veľmi široké využitie v priemyselnej výrobe. Je ľahko prestaviteľný, a umožňuje výrobu rozmanitých výliskov. V zbrojárskom priemysle je použitý na lisovanie odliatkov z olova.

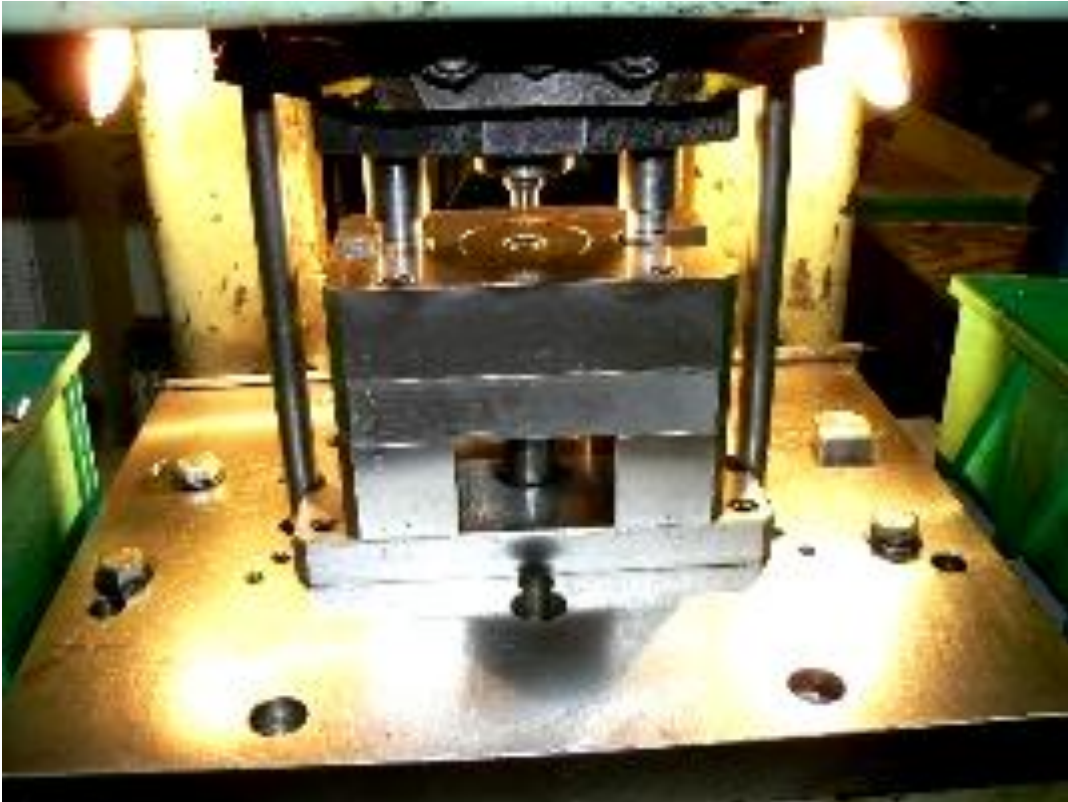
**Konštrukčne** je zostavený zvisle, s vyložením, jednobodový, jednočinný s nastaviteľným zdvihom barana, s prechodom stavebnicovo riešenej konštrukcie. Stojan je odliatok zo šedej zliatiny, podstavec dvojdielny, tiež zo šedej zliatiny. Baran sa nastavuje ručným natáčaním výstredníkového puzdra so stupnicou. Vzdialenosť barana od upínacej dosky stola sa nastavuje otáčaním guľatej skrutky v ojnici. Plynulý chod barana, ktorý sa pohybuje v kĺzavom vedení zaisťuje pneumtický vyvažovač. Kľukový mechanizmus výstredníkového hriadeľa je uložený na valivých ložiskách. Tuhosť pracovného priestoru zaisťujú kotvy. Matrica je osadená v základnej doske. Ravníky sa upínajú do vrchnej kotvovej dosky. Dva teleskopy zaručujú presný pohyb ravníka do matrice. Oporná doska zabezpečuje, aby ravník neprešiel mimo lis.

**Usporiadanie pohonu** – osempólový elektromotor, klinové remene, hlavný zotrvačník, predloha s prídavným zotrvačníkom, kľukový mechanizmus – baran. Spojka je trecia, jednolamelová, ovládaná stlačeným vzduchom. Brzda je trecia, viaclamelová, mechanicky spriahnutá s činnosťou spojky.

**Spúšťanie a ovládanie** – elektropneumatické, dvojručnými tlačidlami, alebo nožnou pákou elektrického spúšťáča. Chod barana možno nastaviť na jednotlivé zdvihy, alebo na trvalý chod.

**Mazanie** – olejové, alebo vazelínou s použitím ručného mazacieho náradia.

**Poistné zariadenie** – strižná poistka v barane s elektrickým zaistením ovládania lisu, tlakový spínač, poistný tlakový ventil, zariadenie pre kontrolu zastavenia barana v hornej úvrati s vypnutím pohonu lisu, uzamykacie ovládacie zariadenie v elektrickom rozvádzači.



Obr. 6: BARAN VÝSTREDNÍKOVÉHO LISU



### 3.1.3 Charakteristika lisovaných materiálov

V zbrojárskom priemysle sa používa ako základný materiál na lisovanie odliatkov rôzne druhy zliatin olova. Pomer jednotlivých prvkov je určený druhom strely.

Čisté olovo (Pb) je kov, ktorý nie je možné získať pre malovýrobcov v súkromnom sektore. Je pre nich finančne veľmi náročný a preto využívajú hlavne odpadový materiál. Môžu to byť napríklad kolesové závažia, obalový materiál z podzemných telekomunikačných vedení, alebo vodovodných potrubí, ktoré sa v súčasnej dobe nahrádzajú plastovými materiálmi. Pretože ide o rôznorodý materiál, s rôznym obsahom prímiesí iných kovov a nečistôt, je veľmi dôležitá regenerácia materiálu. Regeneráciou dosiahneme roztopenie materiálu a vyčistenie olova od prebytočnej trosky, ktorú musíme odstrániť.

Kvalita výliskov závisí od správneho pomeru zliatiny. Základom je vyčisté olovo (Pb). Pre dosiahnutie požadovanej tuhosti a tvrdosti sa pridáva presne stanovené množstvo antimónu (Sb). Aby mala zliatina správnu ležateľnosť primiešava sa cín (Sn). Tavenie jednotlivých súčastí zliatiny sa musí previesť v správnom poradí a v požadovanej teplote, ktorá je stanovená podľa bodu tavenia jednotlivých súčastí zmesi.

Olovo však okrem týchto hlavných zložiek obsahuje aj bizmut (Bi), nikel (Ni), zinok (Zn), železo (Fe), striebro (Ag) alebo meď (Cu), ktoré sa považujú za nežiaduce a preto sa zo zmesi vylučujú pretavovaním a následnou fluxáciou (zriedňovaním), odstredňovaním a rafináciou. Na fluxáciu sa môže použiť zakúpený prípravok. Vtedy sa tavenina nechá postáť a následne sa troska s nežiaducimi kovovými prvkami odstráni. Bežne v praxi malovýrobcov sa však osvedčili ako spoľahlivý fluxátor obyčajné drevené piliny. Rozdiel je len v tom, že tavenina sa musí s pilinami dôkladne premiešať, aby sa nečistoty a nežiaduce kovové prímiesy dobre naviazali na piliny. Vytvorí sa troska, ktorá sa odstráni až kým nezostane povrch taveniny zrkadlovo čistý. Všetky tieto úkony je potrebné správne načasovať v procese tavenia podľa teploty potrebnej k jednotlivým úkonom.

Správne pomery zliatiny, teplotné hodnoty a spôsoby prevedenia jednotlivých operácií sú úzkostlivo stráženými výrobnými tajomstvami firmy.

### **3.1.4 Charakteristika použitých vymeniteľných razníkov, matric a hlavice**

Pri experimente sme použili razníky, matrice a hlavice, ktoré zodpovedali kalibru lisovaných odliatkov – slugov. Vyrábajú sa tri kalibre slugov 12, 16, 20. Na každý kaliber musia byť razníky, matrice a hlavice vyrobené v požadovaných rozmerových parametroch podľa technického výkresu.

Razníky sú vyrobené z nástrojovej ocele triedy 19 436 sústružením s prídavkom na brúsenie. Kalia sa pri teplote 920 až 950°C v oleji. Pnutie materiálu sa odstraňuje popúšťaním 10 až 15 minút pri teplote 150 až 250°C. Konečná úprava sa prevádza na brúske brúsením na guľato.

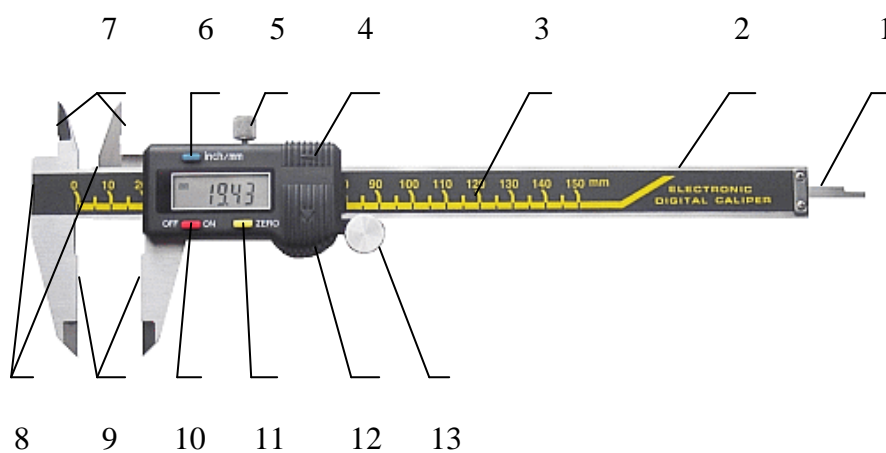
Na matrice bola použitá nástrojová uhlíková oceľ triedy 19 312. Vyrobiti sa sústružením s prídavkom na brúsenie. Kalenie v oleji prebieha pri teplote 740 až 780°C. Pnutie materiálu sa odstráni popúšťaním pri teplote 150 až 250°C po dobu 10 minút. Matrica sa upraví na brúske na guľato s toleranciou 0,00 – 0,02mm.

Na matrici sa vybrúsi otvor, do ktorého je vsunutá vyiskrovacia hlavica. Vyiskrovacia hlavica vyiskrí presný vonkajší tvar slugu podľa zvoleného kalibru.

Hlavica bola vyrobená z ocele triedy 19 642 podľa technického výkresu. Kalí sa v oleji pri teplote 790 - 820°C. Pnutie materiálu sa odstránilo popúšťaním pri teplote 280 -300°C po dobu 10 – 15 minút.

### 3.1.5 Výber digitálneho posuvného meradla

Na meranie všetkých sledovaných rozmerov slugov sme vybrali digitálne posuvné meradlo značky SOMET. Je to meradlo, ktorým sa merajú vnútorné rozmery, hĺbka, meranie od referenčnej základne a môžeme ním merať pomocou stupňovitých plôch.



Obr. 7: Digitálne posuvné meradlo SOMET

Legenda:

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| 1. hĺbkomer                             | 2. meander                      |
| 3. krycí pásik meandru                  | 4. dátový výstup                |
| 5. aretačná skrutka                     | 6. prepínanie mm/palce          |
| 7. meracie ramená pre vnútorné meranie  | 8. plochy pre meranie odsadenia |
| 9. meracie ramená pre vonkajšie meranie | 10. tlačidlo vypnúť/zapnúť      |
| 11. tlačidlo NULA/ABS                   | 12. batéria                     |
| 13. koliesko pre jemné nastavovanie     |                                 |

## Technické parametre

Merací rozsah	0 ÷ 150 mm
Rozlíšenie	0,01mm/0,001“
Maximálna chyba	± 0,03mm
Opakovateľnosť	0,01mm/0,001“
Max. rýchlosť posuvu	1,5m/s
Merací systém	lineárny kapacitný systém
Pracovná teplota	5 ÷ 40°C
Skladovacia teplota	- 20 ÷ 60°C
Maximálna vlhkosť	80%
Displej	LCD päťmiestny
Materiál	kalená nerezová oceľ, INOX

Displej zobrazuje 5 čísiel a znamienko „-“

pri meraní v palcoch zobrazí skratku „in“

nuluje v každej pozícii,

tlačidlo mm/inch pre voľbu, alebo prepočet jednotiek,

dátový výstup k pripojeniu procesoru DW01,

alebo interface DW02 k prenosu dát do PC.

### 3.1.6 Výber digitálnej kalibračnej váhy

Na váženie sledovaných vzoriek sme použili digitálnu kalibračnú váhu značky HP Digital Scale & RCBS Pan, výrobcu DILLON (USA). Je to vysokovýkonná digitálna kalibračná váha s kapacitou do 200 gramov. Váži s presnosťou 0,01 gramu. Podsvietený LCD displej 7/8" x 2,5" umožňuje jednoduché odčítanie hmotnosti.. Kryt je vyrobený z nerezovej ocele pre ľahkú údržbu. Má nastaviteľné automatické zapnutie/vypnutie. Do výbavy patrí kalibračné závažie, ktorým sa presne nastaví váha. AC adaptér umožňuje zapojenie váhy do elektrickej siete. Alternatívnym zdrojom energie môžu byť AA batérie. Kapacitu batérií sleduje indikátor slabej batérie. Váha má aj funkciu počítania kusov. Vážiť môžeme v gramoch, grainoch, oz, trojských unciach, karátoch, pennyweightoch, alebo zrnách. V našom prípade využijeme funkciu váženia v gramoch, čo zodpovedá sledovaniu váhy slugov v jednotlivých kalibroch.



Obr. 8: Digitálna kalibračná váha HP Digital Scale & RCBS Pan

Technické údaje a rozmery:

Šírka x hĺbka = 6,75" x 9" → 17,145cm x 22,86cm

Zásobník = 3,75" x 3,75" → 9,525cm x 9,525cm

Hmotnosť = 29oz → 822,15gr

Nosnosť = 200 gramov

## 4 VÝSLEDKY PRÁCE

### 4.1 Postup merania

Pred vykonaním experimentálneho merania sme si našťudovali potrebnú odbornú literatúru a metodiku práce.

Výstredníkový lis LEN 40 nastavíme na výrobu slugu kaliber 12. Do vrchnej kotvovej dosky upneme stopku razníka do srdca barana dvoma skrútkami, ktoré zaručia pri zvislom pohybe chod nástroja. Do základnej dosky osadíme matricu a vyiskrovaciú hlavicu. Vo výstredníkovom puzdre so stupnicou nastavíme výšku zdvihú barana. Zostavenie lisu meníme podobným spôsobom aj pri výrobe slugu kaliber 16 a 20. Tlak a rýchlosť zostávajú konštantné.

Vzorky, na ktorých budeme robiť merania, odoberáme počas 12 hodinového výrobného procesu, vždy po 5 kusov v 30 minútových intervaloch.

Digitálne posuvné meradlo SOMMET sme umiestnili do miestnosti zo stálou teplotou prostredia 20°C. Zapneme tlačidlo ON/OFF. Na displeji nastavíme funkciu merania v mm a počkáme predpísaných 10 minút, ktoré odporúča výrobca, kým sa meradlo zohreje na teplotu prostredia. .

Digitálnu kalibračnú váhu HP Digital Scale & RCBS Pan, výrobcu DILLON (USA) zapojíme do elektrickej siete. Zapneme tlačidlo ON/OFF. Nastavíme váženie v gramoch a vyrovnáme prípadnú odchýlku vyvažovacím kalibračným závažím.

Na vzorkách meriame váhu, dĺžku a priemer. Namerané hodnoty prehľadne zapíšeme do tabuľky a následne porovnáme v grafoch s hornou a dolnou tolerančnou medzou (HTM, DTM), ktoré sú stanovené pre výrobu slugu ráže 12 typ R- 12/28 SPORT. Zistené odchýlky štatisticky vyhodnotíme

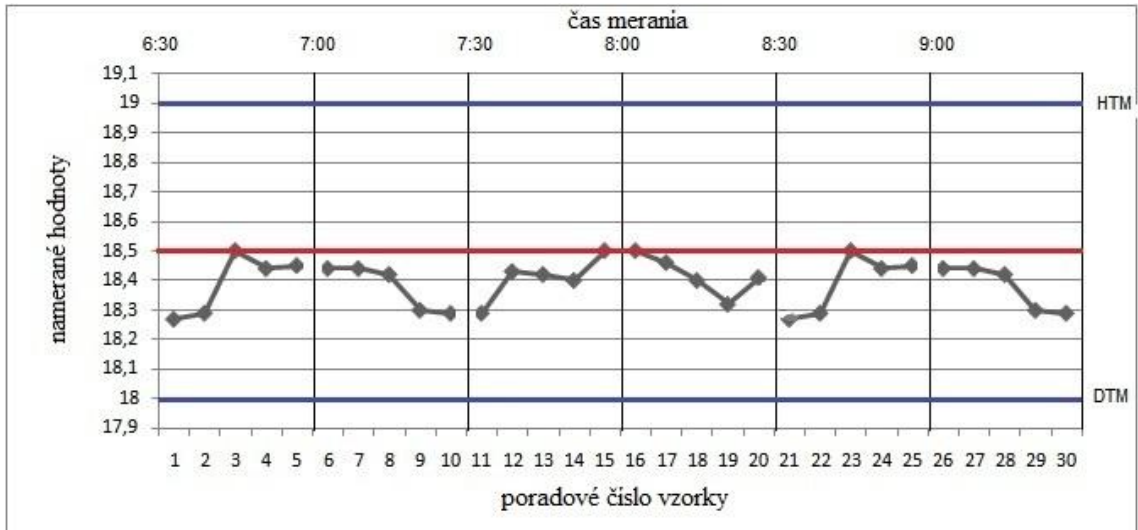
## 4.2 Namerané hodnoty dĺžky vzoriek

Tabuľka 1: Kontrolný list slug ráže 12 typ R- 12/28 SPORT

Číslo vzorky	Čas merania	Dĺžka	Číslo vzorky	Čas merania	Dĺžka	Číslo vzorky	Čas merania	Dĺžka	Číslo vzorky	Čas merania	Dĺžka
1	6:30	18,27	31	9:30	18,29	61	12:30	18,41	91	15:30	18,49
2		18,29	32		18,43	62		18,41	92		18,43
3		18,5	33		18,42	63		18,49	93		18,47
4		18,44	34		18,4	64		18,47	94		18,4
5		18,45	35		18,5	65		18,35	95		18,35
6	7:00	18,44	36	10:00	18,5	66	13:00	18,41	96	16:00	18,42
7		18,44	37		18,46	67		18,38	97		18,29
8		18,42	38		18,4	68		18,45	98		18,43
9		18,3	39		18,32	69		18,5	99		18,4
10		18,29	40		18,41	70		18,44	100		18,5
11	7:30	18,29	41	10:30	18,27	71	13:30	18,44	101	16:30	18,4
12		18,43	42		18,29	72		18,45	102		18,32
13		18,42	43		18,5	73		18,44	103		18,41
14		18,4	44		18,44	74		18,44	104		18,47
15		18,5	45		18,45	75		18,42	105		18,41
16	8:00	18,5	46	11:00	18,44	76	14:00	18,42	106	17:00	18,44
17		18,46	47		18,44	77		18,4	107		18,45
18		18,4	48		18,42	78		18,5	108		18,41
19		18,32	49		18,3	79		18,5	109		18,47
20		18,41	50		18,29	80		18,46	110		18,41
21	8:30	18,27	51	11:30	18,29	81	14:30	18,29	111	17:30	18,32
22		18,29	52		18,43	82		18,29	112		18,46
23		18,5	53		18,42	83		18,43	113		18,5
24		18,44	54		18,4	84		18,42	114		18,42
25		18,45	55		18,5	85		18,4	115		18,29
26	9:00	18,44	56	12:00	18,5	86	15:00	18,44	116	18:00	18,3
27		18,44	57		18,46	87		18,32	117		18,44
28		18,42	58		18,4	88		18,42	118		18,45
29		18,3	59		18,32	89		18,41	119		18,5
30		18,29	60		18,41	90		18,29	120		18,27

### 4.3 Grafické znázornenie nameranej dĺžky vzoriek

Meranie dĺžky slugu ráže 12 typ R- 12/28 SPORT



Graf 1: Grafické zobrazenie nameraných hodnôt dĺžky slugu na 5 vzorkách v 30 minútových intervaloch umiestnených do HTM a DTM

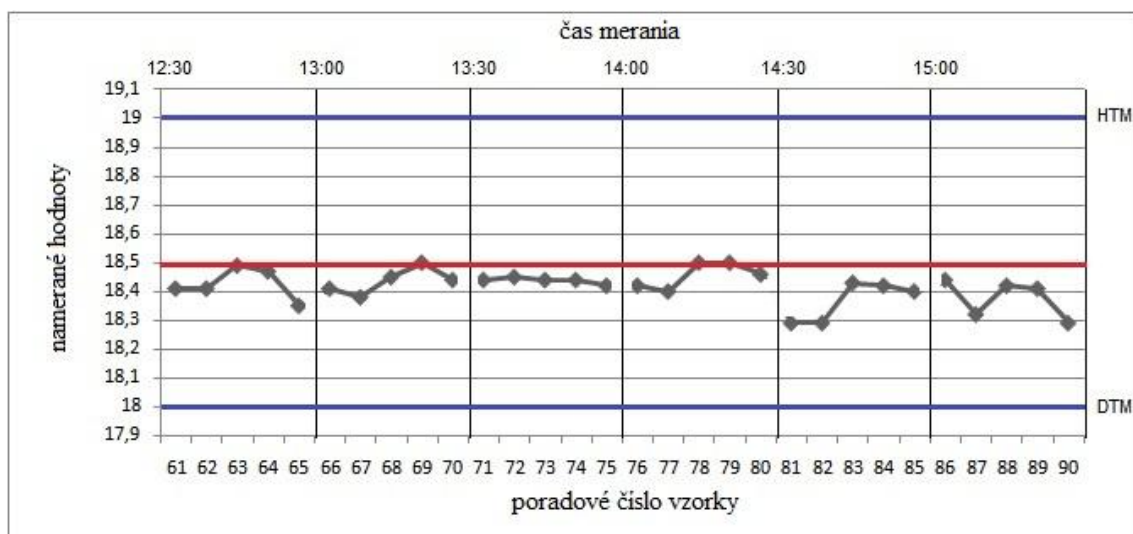
Meranie dĺžky slugu ráže 12 typ R- 12/28 SPORT



Graf 2: Grafické zobrazenie nameraných hodnôt dĺžky slugu na 5 vzorkách v 30 minútových intervaloch umiestnených do HTM a DTM

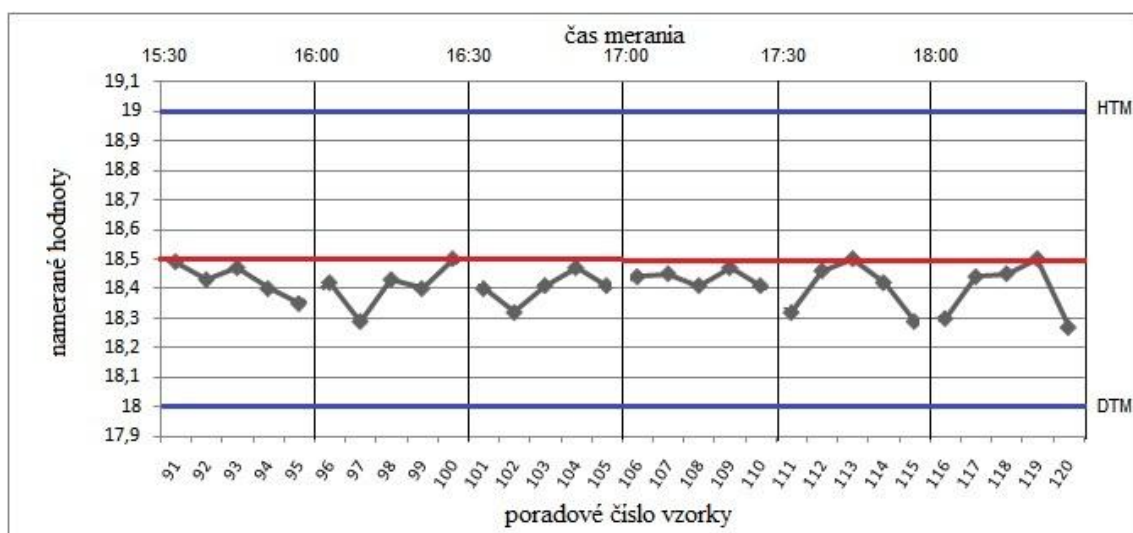


Meranie dĺžky slugu ráže 12 typ R- 12/28 SPORT



Graf 3: Grafické zobrazenie nameraných hodnôt dĺžky slugu na 5 vzorkách v 30 minútových intervaloch umiestnených do HTM a DTM

Meranie dĺžky slugu ráže 12 typ R- 12/28 SPORT



Graf 4: Grafické zobrazenie nameraných hodnôt dĺžky slugu na 5 vzorkách v 30 minútových intervaloch umiestnených do HTM a DTM

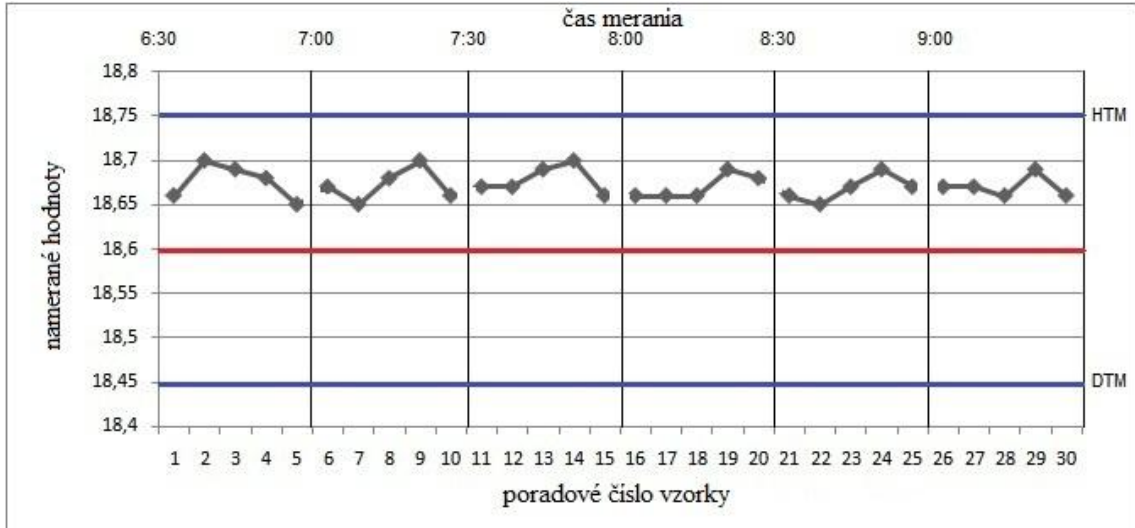
#### 4.4 Namerané hodnoty priemeru vzoriek

Tabuľka 2: Kontrolný list slug ráže 12 typ R- 12/28 SPORT

Číslo vzorky	Čas merania	Priemer	Číslo vzorky	Čas merania	Priemer	Číslo vzorky	Čas merania	Priemer	Číslo vzorky	Čas merania	Priemer
1	6:30	18,66	31	9:30	18,69	61	12:30	18,66	91	15:30	18,69
2		18,7	32		18,7	62		18,69	92		18,68
3		18,69	33		18,66	63		18,66	93		18,65
4		18,68	34		18,65	64		18,67	94		18,66
5		18,65	35		18,68	65		18,68	95		18,68
6	7:00	18,67	36	10:00	18,67	66	13:00	18,67	96	16:00	18,65
7		18,65	37		18,65	67		18,65	97		18,68
8		18,68	38		18,66	68		18,68	98		18,69
9		18,7	39		18,69	69		18,7	99		18,7
10		18,66	40		18,68	70		18,66	100		18,66
11	7:30	18,67	41	10:30	18,65	71	13:30	18,65	101	16:30	18,67
12		18,67	42		18,67	72		18,67	102		18,67
13		18,69	43		18,69	73		18,65	103		18,66
14		18,7	44		18,67	74		18,68	104		18,69
15		18,66	45		18,67	75		18,66	105		18,66
16	8:00	18,66	46	11:00	18,65	76	14:00	18,66	106	17:00	18,66
17		18,66	47		18,68	77		18,65	107		18,65
18		18,66	48		18,69	78		18,66	108		18,66
19		18,69	49		18,7	79		18,69	109		18,66
20		18,68	50		18,66	80		18,68	110		18,68
21	8:30	18,66	51	11:30	18,67	81	14:30	18,77	111	17:30	18,67
22		18,65	52		18,65	82		18,66	112		18,66
23		18,67	53		18,66	83		18,66	113		18,69
24		18,69	54		18,68	84		18,66	114		18,65
25		18,67	55		18,69	85		18,66	115		18,68
26	9:00	18,67	56	12:00	18,7	86	15:00	18,67	116	18:00	18,7
27		18,67	57		18,66	87		18,65	117		18,68
28		18,66	58		18,67	88		18,68	118		18,67
29		18,69	59		18,67	89		18,7	119		18,68
30		18,66	60		18,69	90		18,66	120		18,66

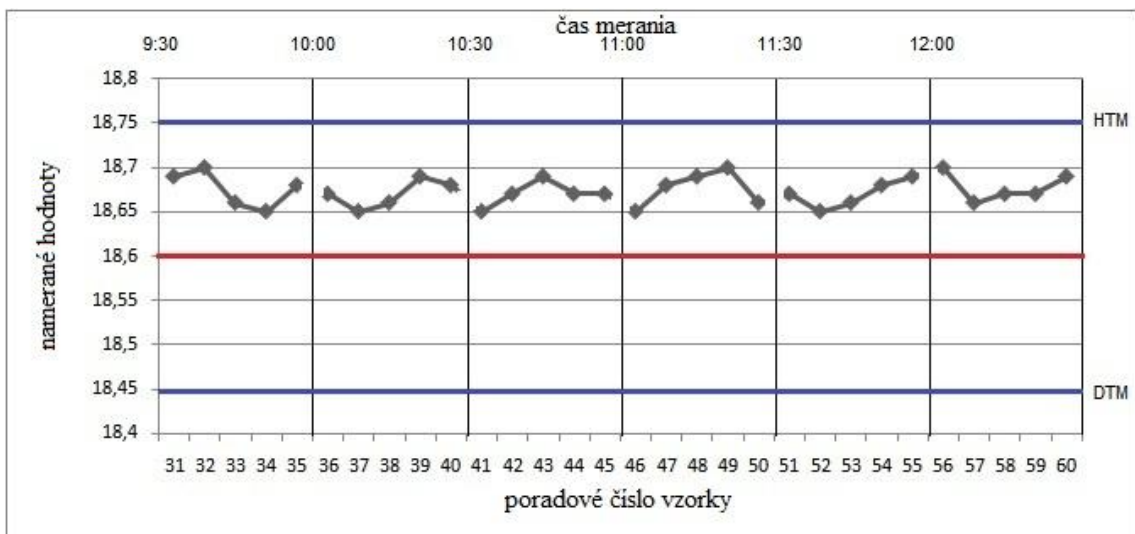
#### 4.5 Grafické znázornenie nameraného priemeru vzoriek

Meranie priemeru slugu ráže 12 typ R- 12/28 SPORT



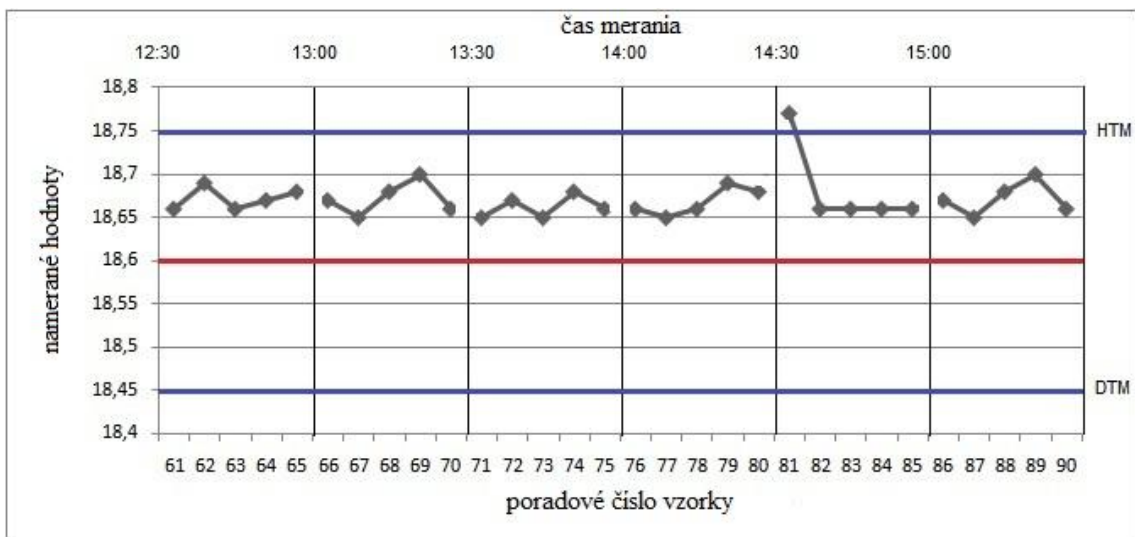
Graf 5: Grafické zobrazenie nameraných hodnôt priemeru slugu na 5 vzorkách v 30 minútových intervaloch umiestnených do HTM a DTM

Meranie priemeru slugu ráže 12 typ R- 12/28 SPORT



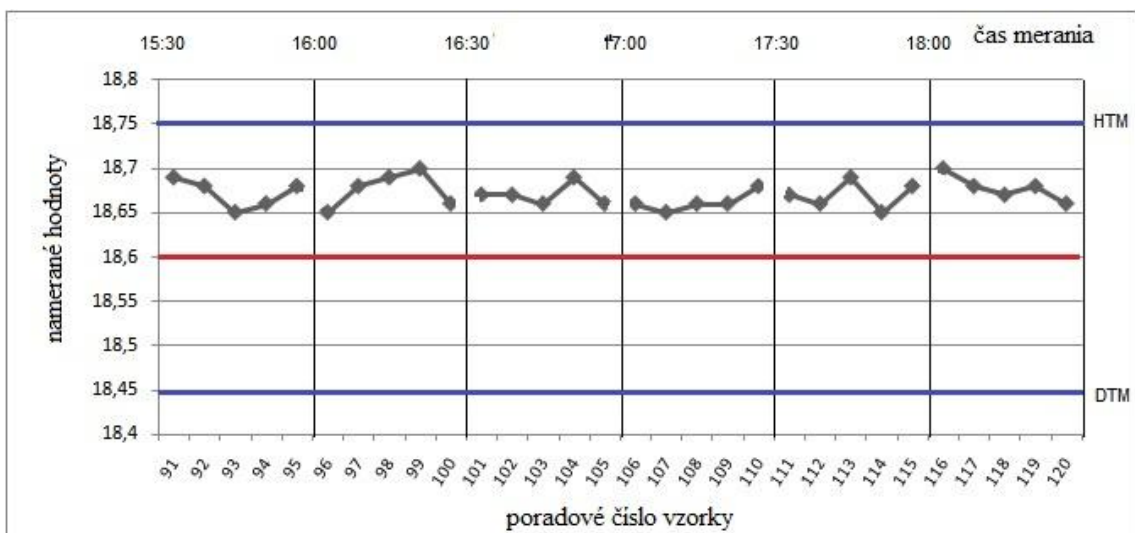
Graf 6: Grafické zobrazenie nameraných hodnôt priemeru slugu na 5 vzorkách v 30 minútových intervaloch umiestnených do HTM a DTM

Meranie priemeru slugu ráže 12 typ R- 12/28 SPORT



Graf 7: Grafické zobrazenie nameraných hodnôt priemeru slugu na 5 vzorkách v 30 minútových intervaloch umiestnených do HTM a DTM

Meranie priemeru slugu ráže 12 typ R- 12/28 SPORT



Graf 8: Grafické zobrazenie nameraných hodnôt priemeru slugu na 5 vzorkách v 30 minútových intervaloch umiestnených do HTM a DTM

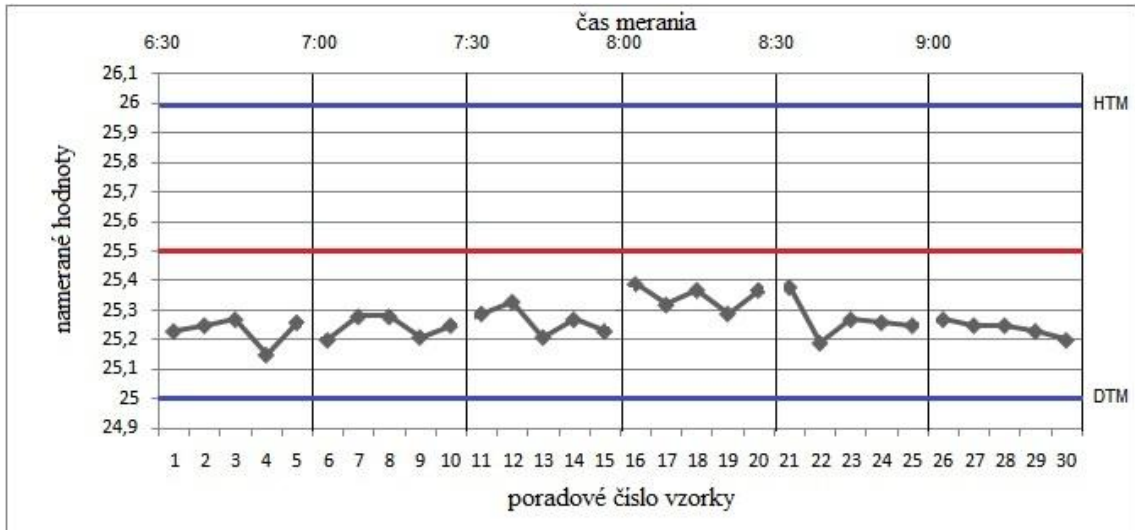
#### 4.6 Namerané hodnoty hmotnosti vzoriek

Tabuľka 3: Kontrolný list slug ráže 12 typ R- 12/28 SPORT

Číslo vzorky	Čas merania	Hmotnosť	Číslo vzorky	Čas merania	Hmotnosť	Číslo vzorky	Čas merania	Hmotnosť	Číslo vzorky	Čas merania	Hmotnosť
1	6:30	25,23	31	9:30	25,27	61	12:30	25,29	91	15:30	25,25
2		25,25	32		25,15	62		25,32	92		25,27
3		25,27	33		25,26	63		25,23	93		25,25
4		25,15	34		25,2	64		25,21	94		25,23
5		25,26	35		25,28	65		25,29	95		25,29
6	7:00	25,2	36	10:00	25,21	66	13:00	25,2	96	16:00	25,23
7		25,28	37		25,25	67		25,26	97		25,15
8		25,28	38		25,19	68		25,28	98		25,26
9		25,21	39		25,27	69		25,23	99		25,28
10		25,25	40		25,26	70		25,25	100		25,32
11	7:30	25,29	41	10:30	25,25	71	13:30	25,25	101	16:30	25,33
12		25,33	42		25,25	72		25,29	102		25,27
13		25,21	43		25,27	73		25,23	103		25,39
14		25,27	44		25,25	74		25,39	104		25,29
15		25,23	45		25,26	75		25,37	105		25,27
16	8:00	25,39	46	11:00	25,27	76	14:00	25,27	106	17:00	25,32
17		25,32	47		25,15	77		25,25	107		25,23
18		25,37	48		25,2	78		25,2	108		25,21
19		25,29	49		25,28	79		25,23	109		25,29
20		25,37	50		25,21	80		25,25	110		25,25
21	8:30	25,38	51	11:30	25,25	81	14:30	25,28	111	17:30	25,15
22		25,19	52		25,33	82		25,27	112		25,26
23		25,27	53		25,27	83		25,25	113		25,28
24		25,26	54		25,39	84		25,29	114		25,27
25		25,25	55		25,37	85		25,33	115		25,23
26	9:00	25,27	56	12:00	25,2	86	15:00	25,2	116	18:00	25,2
27		25,25	57		25,25	87		25,29	117		25,23
28		25,25	58		25,27	88		25,37	118		25,23
29		25,23	59		25,26	89		25,27	119		25,28
30		25,2	60		25,19	90		25,26	120		25,25

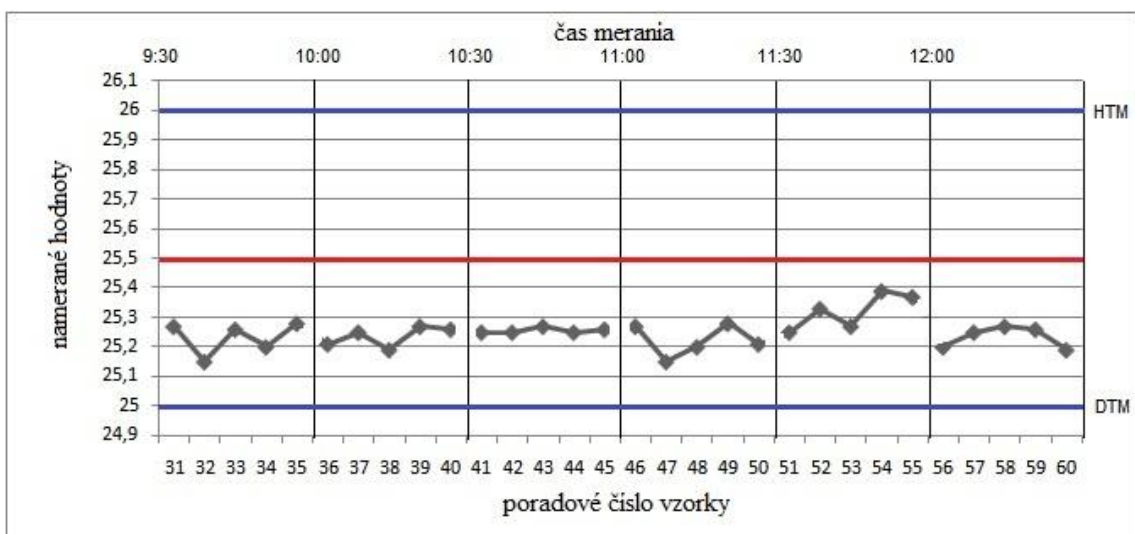
#### 4.7 Grafické znázornenie nameranej hmotnosti vzoriek

Meranie hmotnosti slugu ráže 12 typ R- 12/28 SPORT



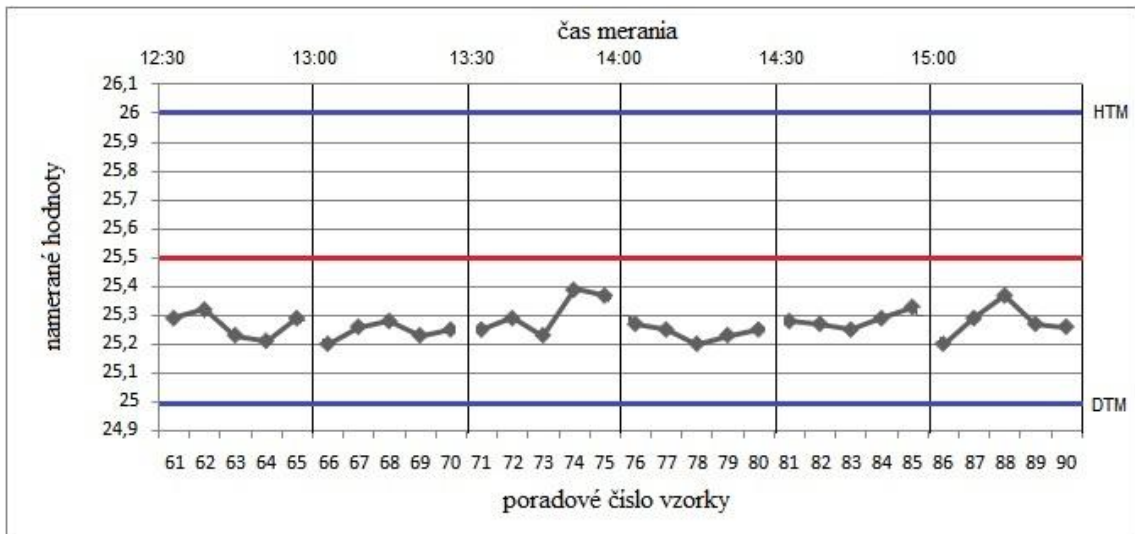
Graf 9: Grafické zobrazenie nameraných hodnôt hmotnosti slugu na 5 vzorkách v 30 minútových intervaloch umiestnených do HTM a DTM

Meranie hmotnosti slugu ráže 12 typ R- 12/28 SPORT



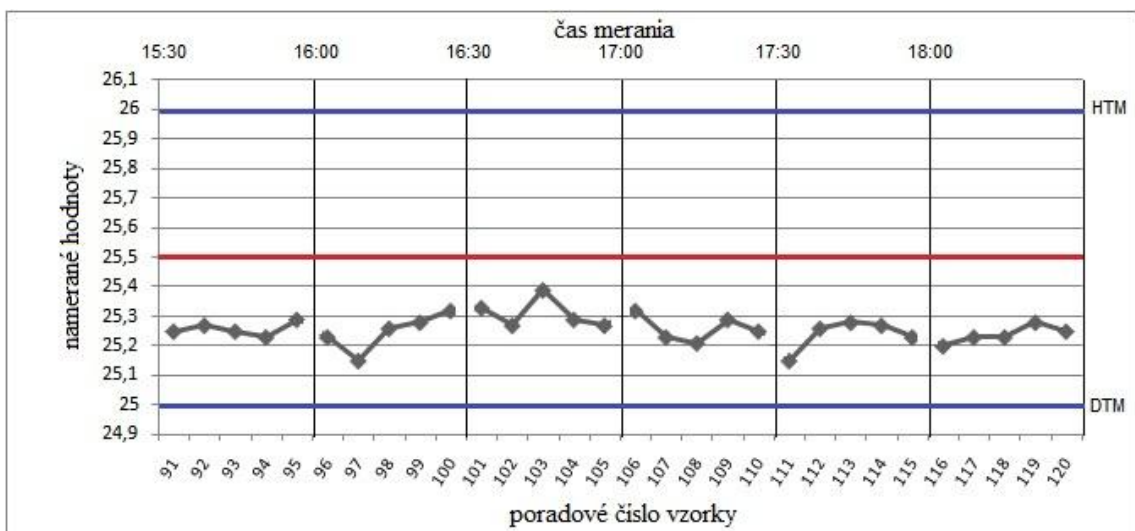
Graf 10: Grafické zobrazenie nameraných hodnôt hmotnosti slugu na 5 vzorkách v 30 minútových intervaloch umiestnených do HTM a DTM

Meranie hmotnosti slugu ráže 12 typ R- 12/28 SPORT



Graf 11: Grafické zobrazenie nameraných hodnôt hmotnosti slugu na 5 vzorkách v 30 minútových intervaloch umiestnených do HTM a DTM

Meranie hmotnosti slugu ráže 12 typ R- 12/28 SPORT



Graf 12: Grafické zobrazenie nameraných hodnôt hmotnosti slugu na 5 vzorkách v 30 minútových intervaloch umiestnených do HTM a DTM

## 5 ZHODNOTENIE NAMERANÝCH VÝSLEDKOV - DISKUSIA

V tejto časti diplomovej práce sú prezentované namerané údaje získané počas experimentálneho merania priemeru, váhy a dĺžky sledovaných lisovaných odliatkov. Analyzujeme zistené údaje, ktoré sme namerali počas sledovaných časových úsekov a zhodnocujeme vplyvy použitého lisovaného materiálu a nástrojov na dosiahnutú rozmerovú presnosť a čistotu výliskov. Výsledky meraní sú prehľadne znázornené v tabuľkách a grafoch v časti „Výsledky práce.“

Hodnoty nameranej dĺžky, váhy a priemeru slugov kaliber 12 typ R- 12/28 SPORT sú zaznamenané v tabuľke 1, 2 a 3. Zliatina olova použitá na odliatky v sledovanom časovom období bola použitá z jednej tavnej šarže, aby bol zabezpečený rovnaký vstupný materiál. Nástroje použité v lisovacom procese (popísané v „Charakteristike použitých vymeniteľných razníkov, matric a hlavice“) sme vymenili za nové, aby sme sa vyhli nežiaducim vplyvom na presnosť lisovania.

Namerané hodnoty dĺžok slugov na všetkých vzorkách zo sledovanej 12 hodinovej smeny sme zapísali do tabuľky číslo 1. Aby sme získali prehľad o pohybe nameraných hodnôt a z grafu jednoduchšie odčítali umiestnenie hodnôt dĺžky slugov v povolenej tolerancii, rozdelili sme ich do grafu po 30 vzoriek. Hornú, dolnú tolerančnú medzu (HTM, DTM) a stred tolerancie na grafe zvýrazníme. Namerané hodnoty 30 vzoriek naniesieme do grafu a zhodnotíme. Z grafu je zrejmé, že hodnoty dĺžok všetkých vzoriek sú umiestnené tesne pod strednou hodnotou tolerancie a ich hodnota je od 18,5 do 18,27mm. Štatisticky môžeme povedať, že všetky vzorky slugov, ktoré sme sledovali v danej smene vyhovujú predpísanej tolerancii dĺžky slugu kaliber 12 typ R-12/28 SPORT.

Do tabuľky číslo 2 sme zapísali namerané hodnoty priemeru všetkých sledovaných vzoriek v 12 hodinovej smene. Rovnako, ako pri meraní dĺžky, aj pri meraní priemeru potrebujeme získať prehľad o pohybe nameraných hodnôt v povolenej tolerančnej medzi. Preto vzorky rozdelíme do 30 kusových sérií a naniesieme ich do grafu s výrazne označenou HTM, DTM a stredom tolerancie. Po zhodnotení grafov sme zistili, že hodnoty všetkých vzoriek meraných od 6,00hod. do 14,30hod. sa nachádzajú v oblasti HTM. Jedna vzorka slugu meraná v intervale od 14,30hod. do 15,00hod však vykazovala hodnotu nad HTM. Ostatné vzorky merané od 15,00hod. až do 18,00hod. znovu spĺňajú povolené hodnoty priemeru slugu kaliber 12 typ R-12/28 SPORT



v hornej tolerančnej medzi. Rozpätie nameraných hodnôt priemeru vzoriek sa pohybovalo od 18,65 do 18,70mm. Vzorka, ktorá nevyhovovala predpísanému priemeru, mala hodnotu 18,77mm.

Keďže ide o zbrojársku výrobu, kde je povolená nulová tolerancia chybnosti výliskov z hľadiska hodnoty priemeru, bola celá produkcia slugov od 14,30hod. do 15,00hod. vyradená z ďalšieho spracovania. Sériá slugov vyrobená od 14,00hod. do 14,30 hod. a od 15,00hod. do 15,30hod. sa musí premerať po jednotlivých kusoch. Z toho je zrejmé, že vzhľadom na dodržanie podmienky bezchybnosti výliskov je zbrojárska výroba náročná aj na manuálnu prácu.

Do tabuľky číslo 3 sme zapísali hodnoty nameraných váh všetkých sledovaných vzoriek. Opäť sme použili rozdelenie vzoriek do grafov po 30 kusov a zhodnotili umiestnenie nameraných hodnôt v tolerančnom poli. V grafoch sme zvýraznili HTM, DTM a strednú hodnotu . Z grafov je zrejmé, že všetky namerané hodnoty váhy sledovaných vzoriek sú v oblasti pod strednou hodnotou tolerančnej medze . Štatisticky môžeme zhodnotiť , že váhy meraných vzoriek vykazovali povolené hodnoty v oblasti DTM.

## 6 ZÁVER

V predloženej diplomovej práci sme sa zamerali na vplyv parametrov lisovania na rozmerovú presnosť a čistotu lisovaných odliatkov. V úvode sme zhrnuli poznatky o tvárnení, využití a ekonomickom uplatnení nových technológií tvárnenia v strojárskom, potravinárskom, keramickom, papierenskom priemysle, ale aj pri spracovávaní plastických materiálov. Zhodnotili sme súčasný stav a vývoj tvárniacich strojov. Urobili sme základné rozdelenie tvárniacich strojov s následným podrobnejším popisom jednotlivých druhov tvárniacich strojov.

Hlavná časť diplomovej práce bola zameraná na vykonanie experimentálneho merania lisovaných odliatkov slugov kaliber 12 typ R-12/28 SPORT priamo vo výrobnom procese firmy ARES v Topoľčanoch. Odliatky sa lisovali na výstredníkovom lise LEN 40. Na meranie dĺžky a priemeru slugov sme použili digitálne posuvné meradlo značky SOMET. Váhu sme zisťovali pomocou digitálnej kalibračnej váhy HP Digital Scale & RCBS Pan.

Získané údaje sme prehľadne zapísali do tabuliek a vyhodnotili sme namerané hodnoty v grafoch. Pre získanie uceleného prehľadu o dosiahnutej presnosti sme do grafov zapracovali hornú, strednú a dolnú tolerančnú medzu (HTM, DTM). HTM a DTM sme stanovili podľa tabuliek predpísaných pre sledovaný kaliber slugu. Pri meraní dĺžky lisovaných odliatkov slugov sme zistili, že hodnoty zapracované do grafu sa pohybujú od strednej tolerančnej medze po DTM. Namerané hodnoty priemeru slugov sa v grafe pohybovali nad strednou tolerančnou medzou až po HTM. Jedna vzorka vykazovala hodnotu nad HTM. Nakoniec sme sledované vzorky odvážili. V grafickom zobrazení nameraných hodnôt váh sme zistili, že sa nachádzajú pod strednou tolerančnou hodnotou po DTM.

Z praxe sme zistili, že dosiahnutá presnosť a čistota pri lisovaní odliatkov slugov závisí predovšetkým od správneho pomeru olovenej zliatiny, nastavenia lisu a vhodne použitého materiálu na výrobu vymeniteľných nástrojov. Nástroje musia mať presný rozmer a tvar. Nesmieme zabudnúť ani na ľudský faktor, pretože pri lisovaní slugov sa využíva krokovanie. Z tohto dôvodu je dôležité, aby pracovník obsluhujúci lis pri lisovaní bol dostatočne zručný a poučený.

Grafické vyhodnotenie nameraných hodnôt jednotlivých vzoriek bolo pozitívne hodnotené priamo vo firme, kde sme vykonali experimentálnu časť predloženej diplomovej práce. V súčasnosti používajú na sledovanie váhy, dĺžky a priemeru iba tabuľkovú formu, ktorá sa archivuje. Keďže disponujú počítačovým vybavením na dostatočnej úrovni a grafická forma poskytuje ucelenejší a názornejší prehľad o pohybe hodnôt jednotlivých vzoriek, uvažujú o jej využití v praxi.

## 7 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

1. B. Rudolf, M. Kopecký: Tvářecí stroje – základy výpočtu a konstrukce,  
SNTL Praha 1982
2. R. Hýsek: Tvářecí stroje, SNTL Praha 1980
3. Doc. Ing. J. Novotný CSc: Technologie tváření a pokyny pro volbu tvářecích  
stroju SNTL Praha 1980
4. Romanovskij V. P.: Spravočnik po choločnoj štampovke, (Príručka pre tvárnenie  
za studena), Moskva Mašgiz 1959
5. prof. Ing. L. Pollák CSc: Technická hodnota a mimoriadna výbava tvárniacich  
strojov, Sjf TU Košice
6. Ing. Erich Antl KENZ – SK, s.r.o.: Technická hodnota a mimoriadna výbava  
tvárniacich strojov
7. Paul B. Moore: Príručka komerčného odlievania
8. Ing. Jozef Bílik: Možnosti využitia výpočtovej techniky v oblasti tvárnenia  
STU Trnava
9. BOZP na tvárniace stroje na kov – Úrad bezpečnosti práce SR 1999
10. EN kategórie C – EN 692 pre mechanické lisy  
EN 693 pre hydraulické lisy, ohýbacie stroje, pneumatické lisy,  
lisovacie a tvárniace stroje pre spracovanie kovov
11. Anna Bublová: Zhodnotenie technických požiadaviek na proces lisovania,  
bakalárska práca
12. Archív firmy ARES

**Internetové zdroje použitéj literatúry:**

[www.TOMA.sk](http://www.TOMA.sk)

[www.AT&Pjournal.sk](http://www.AT&Pjournal.sk)

[www.tomac.tmweb.sk](http://www.tomac.tmweb.sk)

[www.eltech.sk](http://www.eltech.sk)

[www.ztswuke.sk](http://www.ztswuke.sk)

[www.stankoservice.com](http://www.stankoservice.com)

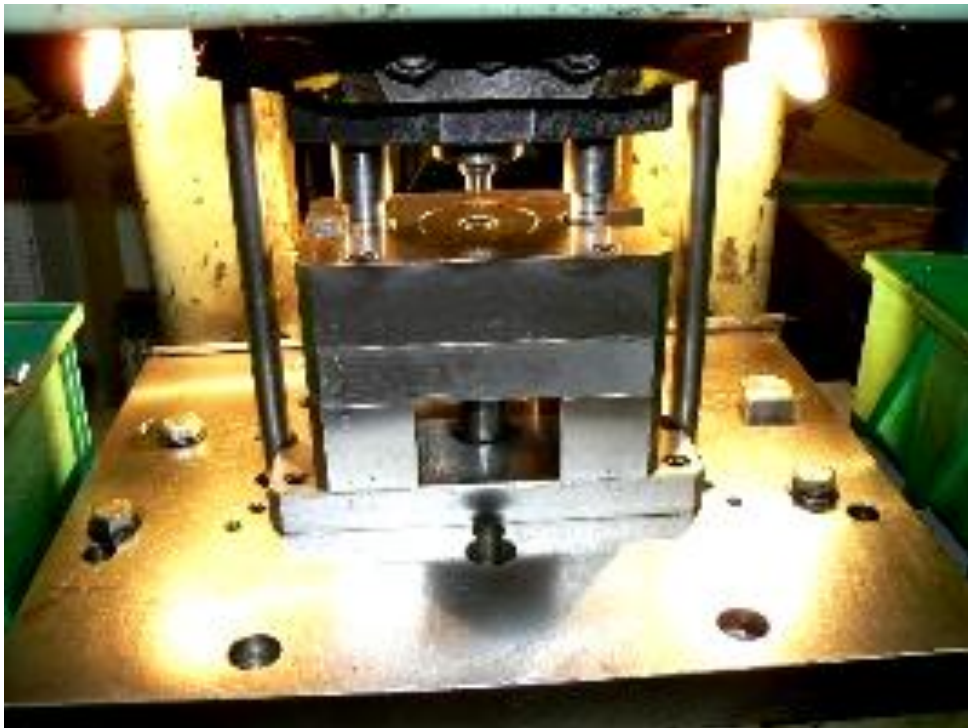
[www.google.sk](http://www.google.sk)

## **PRÍLOHY**

**PRÍLOHA A**  
**FOTODOKUMENTÁCIA VÝSTREDNÍKOVÉHO LISU LEN 40**



Obr.9: Výstředníkové puzdro so stupnicou



Obr.10: Baran výstředníkového lisu



Obr.11: Dvojručné ovládanie lisu



Obr.12: Poistný tlakový ventil



Obr.13: Prívod stlačeného vzduchu





Obr.14: Elektrický rozvádzač lisu



Obr.15: Ovládacie tlačidlá



Obr.16: Spínač na krokovanie, alebo plynulý chod



Obr.17: Vymenitelné razníky



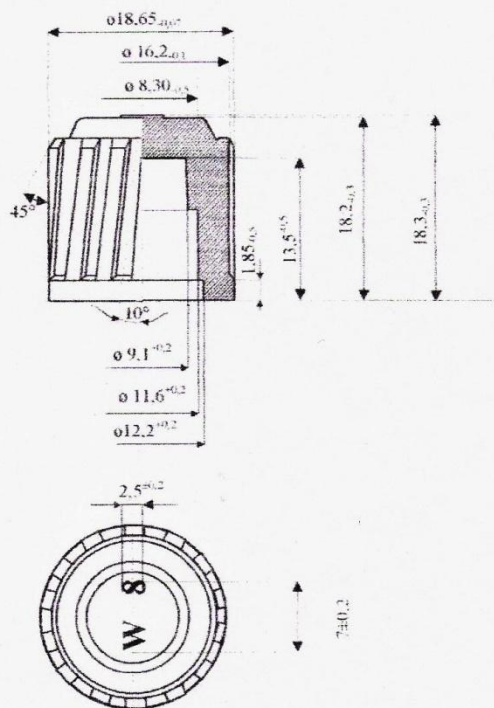
Obr.18: Hotový výlisok – Slug

## **PRÍLOHA B**

### **TECHNICKÉ VÝKRESY SLUGOV:**

1. SLUG kaliber 12 typ „R-12/28 SPORT“
2. SLUG kaliber 16
3. SLUG kaliber 20

# SLUG kaliber 12 typ „R-12/28 SPORT“

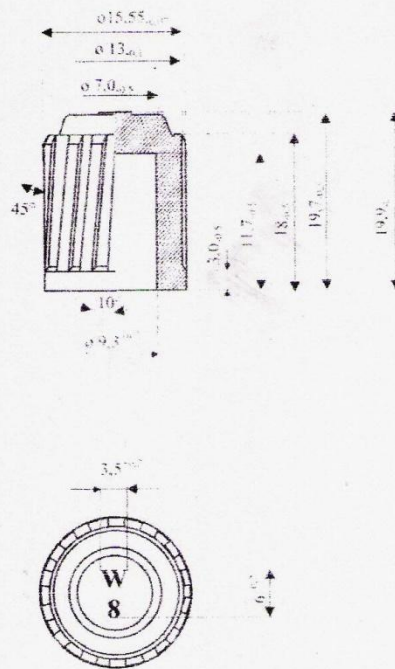


Slug "R-12/28 SPORT" kal. 12	Pomer: 2:1	Materiál: olovo s antimónom	Váha: $25,5 \pm 0,5$
Zdroj: archív Jozefa Mongela "ARES"	Producent: "ARES" (Slovensko)	Č. výkresu: FAM/81/2008	





# SLUG kaliber 20



SLUG kal. 20	Mierka: 2:1	Materiál: olovo s antimónom	Váha: $23 \pm 0,5$ g
Zdroj: archív Jozefa Mongela "ARES"	Producent: "ARES" (Slovensko)	Č. výkresu: FAM/85/2008	