

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA STROJNÍ**

**Ústav strojírenské technologie**

Bakalářská práce

**ANALÝZA RIZIK NÁSTROJE PRO  
VYHRDLOVÁNÍ TRUBKY**

**Autor:** Pavel Krejsa

**Studijní program:** Teoretický základ strojního inženýrství

**Vedoucí práce:** Ing. František Tatíček, Ph.D.

**Praha 2018**



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Krejsa** Jméno: **Pavel** Osobní číslo: **440667**  
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**  
Zadávající katedra/ústav: **Ústav strojírenské technologie**  
Studijní program: **Teoretický základ strojírenského inženýrství**  
Studijní obor: **bez oboru**

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Analýza rizik nástroje pro vyhrdlování trubky**

Název bakalářské práce anglicky:

**Risk analysis of tool for tube flanging**

Pokyny pro vypracování:

- 1) Seznámení s problematikou
- 2) Popis problematiky analýzy rizik
- 3) Popis výrobních technologií pro vyhrdlování trubky
- 4) Analýza rizik řešeného nástroje
- 5) Závěrečné zhodnocení

Seznam doporučené literatury:

dle doporučení vedoucího DP

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:


**Ing. František Tatiček, Ph.D., ústav strojírenské technologie FS**


Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **23.04.2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **10.08.2018**

Platnost zadání bakalářské práce: **10.08.2018**

  
Ing. František Tatiček, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce

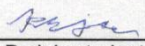
  
doc. Ing. Ladislav Kolářik, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

  
prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.  
podpis děkana(ky)

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

9.5.2018  
Datum převzetí zadání

  
Podpis studenta

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Františka Tatíčka, Ph.D., a že jsem použil podklady uvedené v seznamu literatury. Dále prohlašuji, že nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne

.....

Pavel Krejsa

## **Poděkování**

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu práce Ing. Františku Tatíčkoví, Ph.D., za vedení při vypracování bakalářské práce, poskytnutí cenných rad, odborné literatury a ochotu konzultovat danou problematiku. Dále bych rád poděkoval své rodině za podporu po celou dobu studia.

## Anotace

<b>Vysoká škola:</b>	ČVUT v Praze, Fakulta strojní
<b>Ústav:</b>	Ústav strojírenské technologie
<b>Název bakalářské práce:</b>	Analýza rizik nástroje pro vyhrdlování trubky
<b>Akademický rok:</b>	2017/2018
<b>Autor:</b>	Pavel Krejsa
<b>Vedoucí práce:</b>	Ing. František Tatíček, Ph.D.

### Abstrakt:

Předmětem bakalářské práce „analýza rizik nástroje pro vyhrdlování trubky“ je stanovení rizik a jejich zhodnocení pro nástroje, které vytvářejí vyhrdlení. Teoretická část práce se zabývá vysvětlením základních pojmů, které jsou důležité pro pochopení dané problematiky. V další části jsou vysvětleny technologické operace. Je vysvětlen princip práce s nástroji. Kapitola návod k obsluze je zaměřena na texty, které jsou dodávány s nástroji. Výsledkem práce je vysvětlení metodiky postupu při určování rizika a následně je zpracována tabulka, která obsahuje zhodnocení rizik.

**Klíčová slova:** rizika nástrojů, analýza rizik, tváření, výroba vyhrdlení

### Rozsah práce a příloh:

Počet stran	41
Počet obrázků	20
Počet tabulek	1

---

## Annotation

<b>University:</b>	Czech Technical University in Prague, Faculty of Mechanical Engineering
<b>Department:</b>	Department of Manufacturing Technology
<b>Title of work:</b>	Risk analysis of tool for tube flanging
<b>Academic year:</b>	2017/2018
<b>Author:</b>	Pavel Krejsa
<b>Supervisor:</b>	Ing. František Tatíček, Ph.D.

### Abstract:

The subject of this bachelor thesis „risk analysis of tool for tube flanging“ is a risk assessment and their evacuation for tools, which are creating tube flanging. The inductive part of this thesis deals with an explanation of the basic concepts, that are important for the understanding of given issue. The other part explains technological operation. There are explained the principle of working with tools. Chapter of the operating instruction is focused on text, which are supplied with tools. The result of the bachelor thesis is an explanation methodology of risk analysis and then is created table, that contains risk assessment.

**Key words:** risk of tools, risk analysis, metal forming, production of tube flanging

### Volume of work:

Number of pages	41
Number of pictures	20
Number of tables	1

## Obsah

1	Úvod .....	9
2	Definice základních pojmů .....	10
2.1	Strategie posouzení a snížení rizika .....	11
3	Charakteristika výrobních technologií .....	13
3.1	Cíle tváření a metalurgická tvařitelnost .....	13
3.2	Dělení tváření .....	13
3.2.1	Objemové a plošné tváření .....	13
3.2.2	Teplota tváření .....	14
3.3	Výrobní technologie .....	14
3.3.1	Stříhání .....	14
3.3.2	Ohýbání .....	16
3.3.3	Hluboké tažení .....	17
4	Popis výlisku .....	19
4.1	Problémy spojené s výrobou .....	20
5	Popis tvářecích nástrojů .....	22
5.1	Střížný nástroj .....	22
5.2	Tažný nástroj .....	24
6	Návod k obsluze .....	27
6.1	Bezpečnostní opatření a varování .....	27
6.2	Data nástroje .....	27
6.3	Uvedení do provozu .....	27
6.4	Postup práce s nástrojem .....	28
6.5	Údržba .....	28
6.6	Možné poruchy a jejich odstranění .....	28

---

7	Analýza rizik .....	29
7.1	Shromažďování informací.....	29
7.2	Vymezení mezních hodnot strojího zařízení.....	30
7.3	Identifikování nebezpečí .....	31
7.4	Odhad rizika .....	32
7.5	Zhodnocení rizika.....	32
8	Závěr.....	37
	Seznam použité literatury .....	39
	Seznam obrázků.....	41
	Seznam tabulek .....	41



## 1 Úvod

V dnešní době, ve které dochází ke zlepšování technologických možností, vyvíjejí se nové moderní strojní zařízení a technika, se čím dál víc se řeší ochrana zdraví člověka, proto se neustále zvyšují nároky na bezpečnostní opatření. Tato opatření by měla být zohledněna na samotném prvopočátku, ještě před samotnou výrobou. Tato opatření jsou dnes povinností každého výrobce a řeší se metodou zvanou analýza rizik a následnými opatřeními, které vyplývají z této analýzy

Analýza rizik je důležitou součástí každého stroje popřípadě nástroje. V dnešní době je dokonce povinností zaměstnavatele zabývat se otázkou rizik a aktivně ji řešit. Tato povinnost je i zákonem definována, dovolím si uvést jednu citaci ze zákona č. 262/2006 Sb., zákoník práce, kde se v §102 odstavec 3 píše: *„Zaměstnavatel je povinen soustavně vyhledávat nebezpečné činitele a procesy pracovního prostředí a pracovních podmínek, zjišťovat jejich příčiny a zdroje. Na základě tohoto zjištění vyhledávat a hodnotit rizika a přijímat opatření k jejich odstranění a provádět taková opatření, aby v důsledku příznivějších pracovních podmínek a úrovně rozhodujících faktorů práce dosud zařazené podle zvláštního právního předpisu jako rizikové mohly být zařazeny do kategorie nižší. K tomu je povinen pravidelně kontrolovat úroveň bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, zejména stav výrobních a pracovních prostředků a vybavení pracovišť a úroveň rizikových faktorů pracovních podmínek, a dodržovat metody a způsob zjištění a hodnocení rizikových faktorů podle zvláštního právního předpisu.“* [1] Myslím si, že k analýze rizik by se mělo přistupovat velice zodpovědně, neboť jde o bezpečnost obsluhy strojního zařízení. Je správné, že při těchto věcech vznikají zákony, směrnice a nařízení, které se těmito riziky zabývají. Jde tu především o bezpečnost a zdraví člověka, které je ničím nenahraditelné. Často se při posuzování bezpečnosti strojních zařízení setkáváme s nedostatky, které mohli být řešeny již při výrobě. Vznikají poté situace, kdy tyto nedostatky musí být řešeny složitým způsobem zabezpečení. Jedná se například o bezpečnostní kryty, zabezpečovací zařízení atd. Ušetřilo by se hodně starostí, pokud by tyto aspekty byly řešeny ještě před samotnou výrobou. Dále je důležité, aby každé zařízení obsahovalo návod k obsluze, ve kterém jsou obsaženy údaje o daném zařízení, postup práce s daným zařízením a v neposlední řadě také pokyny pro bezpečnou obsluhu. Rovněž zde můžeme najít vytipovaná základní rizika a možnosti jejich řešení.

## 2 Definice základních pojmů

V této práci než se začnu zabývat jednotlivými druhy rizik a způsoby jejich snižování je důležité uvědomit si několik důležitých pojmů, které jsou v této problematice nezbytné a jsou stanoveny normativními dokumenty. Je důležité si uvědomit, že riziko je kombinací pravděpodobnosti výskytu úrazu a zároveň jeho závažnosti. Úrazem myslíme fyzické zranění nebo poškození zdraví. Naším cílem je snížit riziko do takové míry, která je pro nás přijatelná. Tuto skutečnost označujeme termínem zbytkové riziko, které zůstane i po použití ochranných opatření. K realizaci snížení rizika používáme ochranná opatření, která můžeme dělit do několika kategorií. V první řadě se jedná o opatření navržené konstruktérem. Snižování rizika konstruktérem nám lépe přiblíží obrázek 1. Jedná se o zabudovanou bezpečnostní ochranu, doplňkovou ochranu nebo informace pro používání. Další opatření může provést samotný uživatel a to především bezpečnými pracovními postupy, zaškolením, používáním ochranných pomůcek a pravidelnou kontrolou. I přes všechna opatření se ovšem nedá eliminovat všechny hrozby a je tu vždy riziko, že dojde k nebezpečné události. Nebezpečná událost je taková událost, která může způsobit úraz. K této situaci dochází, pokud je osoba vystavena nebezpečné situaci a tím pádem jí hrozí alespoň jedno nebezpečí. Děje se tak v nebezpečném prostoru, který je uvnitř nebo okolo strojního zařízení, kde může být osoba vystavena nebezpečí. Známe mnoho stavů, při kterých mohou nastat nebezpečné situace. Většinou se jedná o poruchy či závady na pracovních strojích. Poruchou rozumíme stav, při kterém objekt není schopen plnit požadovanou funkci. Nebezpečnou poruchou rozumíme jakékoliv selhání ve strojním zařízení nebo v dodávce energie, které zvyšuje riziko. [2, 3]

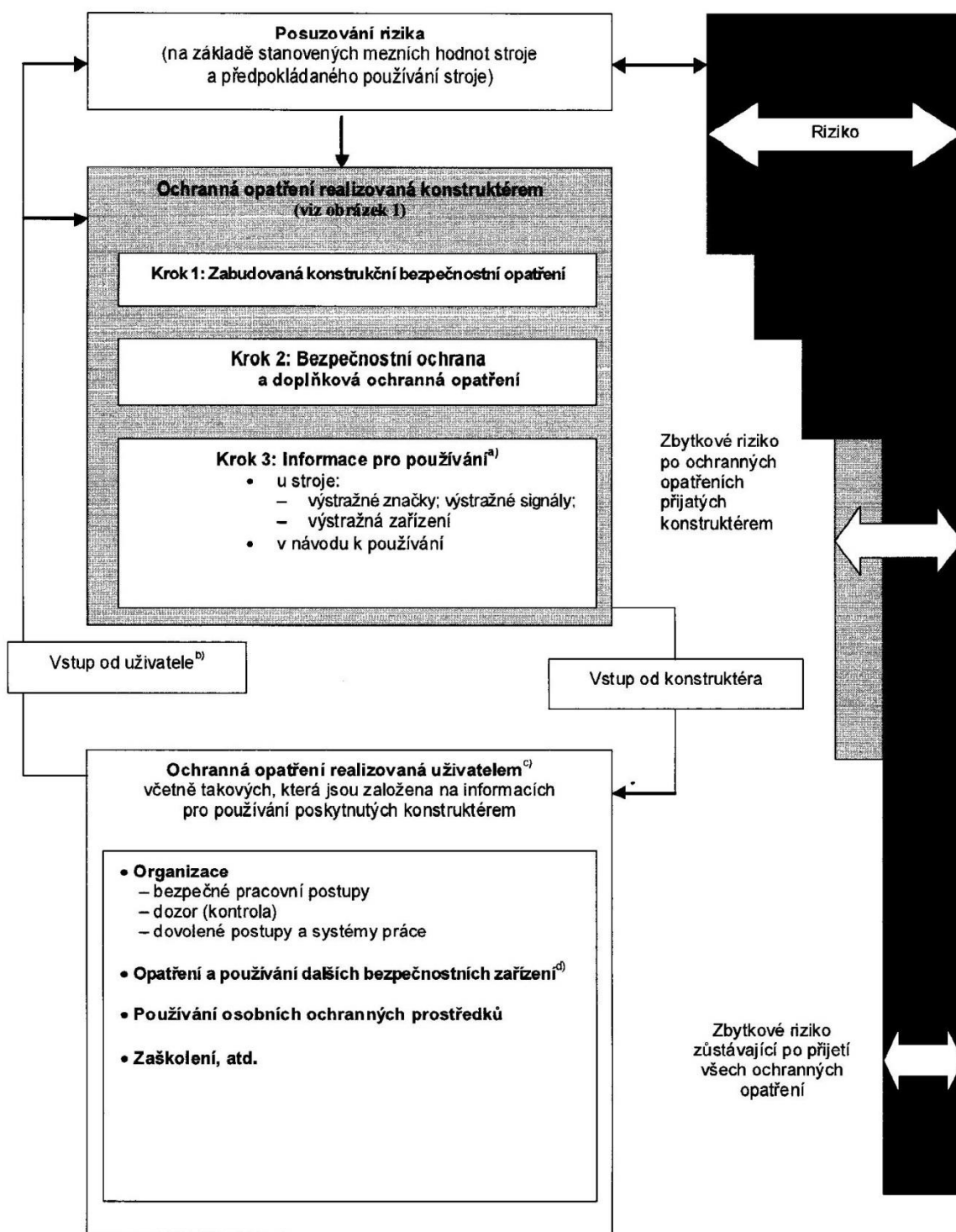
---

## 2.1 Strategie posouzení a snížení rizika

Postup při posuzování rizika: [2]

- 1) určit mezní hodnoty strojního zařízení, které zahrnují předpokládané použití a jakékoliv předvídatelné nesprávné použití
- 2) identifikovat nebezpečí a příslušné nebezpečné situace
- 3) odhadnout riziko pro každé identifikované nebezpečí a nebezpečnou situaci
- 4) zhodnotit riziko a rozhodnout o nutnosti snížení rizika
- 5) vyloučit nebezpečí nebo snížit riziko spojené s nebezpečím ochrannými opatřeními

Pro správnou eliminaci rizik musí konstruktér vzít v úvahu správný postup posouzení rizika. Je to nutné především, proto aby snížení rizik bylo co nejefektivnější a byly uvažovány ty nejproblematictější části. První, co musíme udělat, je posouzení rizika. Budeme postupovat následujícím způsobem. Jako první musíme určit mezní hodnoty stroje. Musíme vzít v úvahu mezní hodnoty používání, předpokládané používání včetně různých provozních režimů stroje, zásahy obsluhy atd. Je důležité také předvídat možné nesprávné použití stroje, ke kterému může dojít vlivem nezkušeného personálu nebo chybou. Nedílnou součástí jsou také mezní hodnoty prostoru a předvídatelná životnost součástí. V druhé fázi musí být identifikováno nebezpečí, které může vzniknout. Odhadnout riziko a toto riziko ohodnotit. Je nutné vzít v úvahu všechny provozní režimy a odhadnout riziko pro každé jednotlivé nebezpečí a na základě kvantifikovaných faktorů rozhodnout, zda je požadováno snížení rizika. Poté už dochází k samotnému snižování rizika pomocí bezpečnostních opatření [2]



Obrázek 1: proces snižování rizika z hlediska konstruktéra [2]

## 3 Charakteristika výrobních technologií

### 3.1 Cíle tváření a metalurgická tvařitelnost

Tváření je z hlediska výroby technologií, která má za cíl udělit příslušnému materiálu trvalou změnu tvaru. Pokud chceme dosáhnout požadované změny tvaru, musíme překonat jisté mezní napětí. Tuto mez nazýváme mezí kluzu a po jejím překročení se dostáváme do stavu plastické deformace. Při plastické deformaci dochází k nevratným změnám tvaru a těleso se formuje do požadovaných rozměrů. Cílem tváření je tedy dát tělesu požadovaný tvar a rozměry. S touto změnou dochází i k dalším vlivům, na které má změna tvaru vliv. Z tohoto důvodu se zabýváme pojmem metalurgická tvařitelnost. [4, 5]

Metalurgická tvařitelnost se zabývá dvěma aspekty tváření. Zprv jde o to, aby při tváření nedošlo k porušení soudržnosti materiálu. Vznik trhlin a lomů je považován za silně negativní vliv a je nutné být obezřetný, pokud tato situace nastane. Druhým aspektem je optimalizace struktury materiálu. Tento proces je doprovodný proces při změně tvaru a dochází zejména ke změně tvaru zrna. Touto změnou můžeme dosáhnout užitečných vlastností výrobku a to například pevnosti nebo vrubové houževnatosti. Tím můžeme dosáhnout zlepšení mechanických vlastností výrobku. [4, 6]

### 3.2 Dělení tváření

#### 3.2.1 Objemové a plošné tváření

Tváření se dá dělit podle několika různých hledisek. Jedním z nejzákladnějších rozdělení je podle toho, zda se body ležící v jednotlivých rovinách vlivem tváření dostanou do jiné roviny nebo zůstanou v těchto rovinách. O tomto rozdělení hovoříme jako o tváření plošném (rovinném) a tváření objemovém (hutnickém). Při plošném tváření se jako polotovary používá nejčastěji pás plechu. Z toho vychází tvářecí pochody pro plošné tváření, kterými jsou stříhání, ohýbání, lisování a tažení plechů. Pro objemové tváření se jako polotovary používají odlitky nebo ingoty. Při tomto tváření se uplatňují metody kování, válcování, protlačování, tažení drátů a další speciální metody. [4]

### 3.2.2 Teplota tváření

Dalším hlediskem, podle kterého můžeme dělit tváření, je teplota. Podle teploty dělíme tváření na tváření za tepla a za studena. Za hranici mezi těmito teplotami považujeme teplotu rekrystalizace. Teplota rekrystalizace je cca 0,4 hodnoty teploty tání kovu. Pokud je teplota tváření vyšší, než teplota rekrystalizace jedná se o tváření za tepla. [5]

Tváření za tepla je proces, kdy je pozitivně zvyšována kvalita ocelí. Dochází k rekrystalizaci, vznikne nová, jemnější a homogennější struktura. Tato nově vzniklá struktura vykazuje lepší mechanické vlastnosti, například tažnost nebo houževnatost. Nevýhodou může být ztráta pevnosti. [5]

Při tváření za studena probíhá tváření pod rekrystalizační teplotou. Deformace při tváření materiálu za studena se projeví na jeho zpevnění. Dojde ke zlepšení mechanických vlastností materiálu a to především ke zvýšení tvrdosti a pevnosti. Zpevnění s sebou nese i negativní vlivy jako snížení vrubové houževnatosti, tvárnosti a další faktory. Při tváření za studena si musíme uvědomit, že kov má omezené plastické vlastnosti. Rychlost vzniku nových krystalických zrn je ovlivněna teplotou, čím je teplota tváření nižší, tím pomaleji nová zrna vznikají a dochází k deformaci zrn stávajících. Dojde tak k vyčerpání jejich elasticity, vznikají krystalické poruchy a dochází ke zpevňování materiálu. Zpevňování je v mnoha případech žádoucí. Pokud je zpevňování nežádoucí jde ho odstranit žíháním.[4, 5]

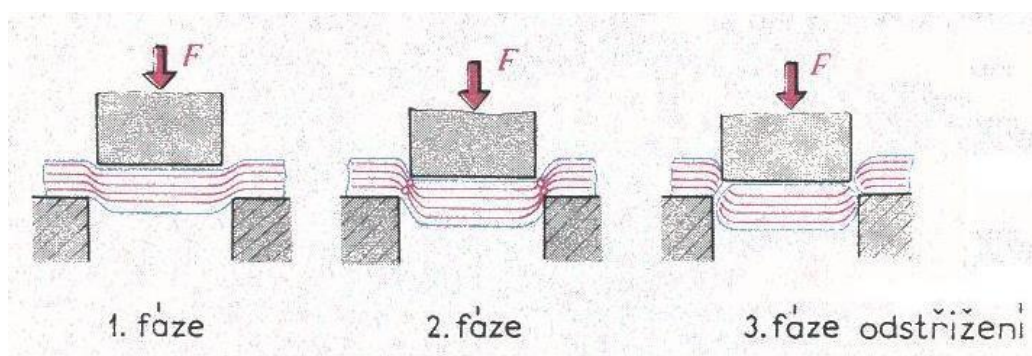
## 3.3 Výrobní technologie

V rámci dalšího textu se budu zabývat jednotlivými výrobními technologiemi. Vybral jsem pouze technologie, které jsou potřeba k výrobě našeho výlisku. První z nich je stříhání, pomocí kterého dosáhneme vytvoření otvoru v trubce. Dalšími jsou tažení a ohyb, jejich kombinací je následně vytvořeno vyhrdlení.

### 3.3.1 Stříhání

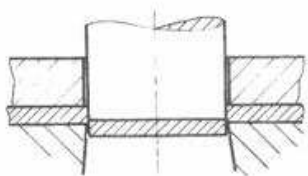
Stříhání je nejrozšířenější metodou tváření. Tato metoda se dělí podle různých kritérií. Základní dělení, stejně jako u samotného tváření je dělení na plošné a objemové tváření. Dále se dělí stříhání za tepla nebo za studena. Stříhání za studena se týká pouze ocelí s nižší hodnotou meze pevnosti (obvykle do 400 MPa) a tenkých materiálů, například plechů.

U ostatních materiálů je doporučeno ohřát materiál na teplotu asi 700°C. Stříhání je realizováno působením protilehlých střížných hran, které způsobí smykové napětí ve střížné rovině, a tím dojde při překročení meze pevnosti k oddělení materiálu. Stříhání probíhá ve třech fázích. V první fázi dochází k elasticko-plastickým deformacím, které ohýbají vlivem střížné vůle materiál a vtlačují ho mezi střížné hrany. Druhá fáze je oblast plastických deformací, střížník je vtlačován do materiálu a napětí na střížných hranách se blíží mezi pevnosti. Ve třetí fázi je materiál namáhán nad mez pevnosti, dochází k iniciaci trhlin a jejich šíření, až do té míry, že dojde k usmýknutí materiálu. [5, 7]

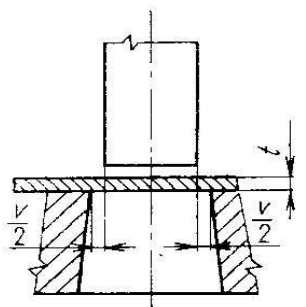


Obrázek 2: fáze stříhání [7]

Pro zaručení klíčových parametrů stříhání, které jsou kvalita povrchu, jakost stříhu a životnost nástroje je vhodné zvolit správnou hodnotu střížné vůle. Střížná vůle je rozdíl rozměrů střížníku a střížnice. Její velikost je dána především tloušťkou a druhem (mezi pevnosti) stříhaného materiálu. Pro další zkvalitnění střížných ploch je možnost použít přidržovače, který nám rovněž zabrání ohýbání okrajů výstřížku. [7]



Obrázek 4: stříhání bez vůle [7]



Obrázek 3: stříhání se střížnou vůlí [8]

Důležitým parametrem pro určení vhodného nástroje a stroje je výpočet střížné síly. Její velikost je dána součinem střížné síly a střížného odporu. Nejčastější tvar pro výpočet:

$$F_{max} = S \cdot R_{ms} \cdot k [N]$$

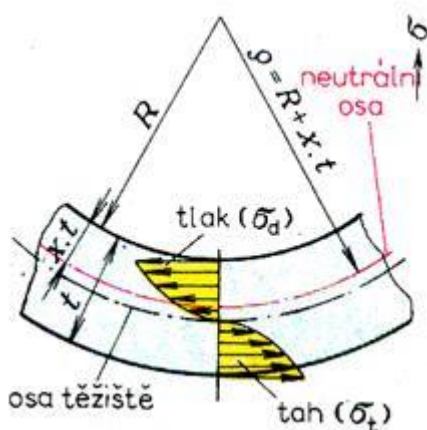
kde:  $S$  – střížná plocha [mm<sup>2</sup>]

$R_{ms}$  – pevnost ve stříhu [MPa]

$k$  – součinitel, zahrnující různé vlivy zvyšující střížnou sílu (otupení řezných hran, vliv seřízení nástroje, zvětšení mezery mezi noži opotřebením, apod.)

### 3.3.2 Ohýbání

Ohýbání je technologický proces, při kterém dochází k plastické deformaci ohybovým napětím, materiál je deformován do určitého tvaru. Při ohýbání dochází k tahovým napětím na vnější straně, kde se vlákna natahují. Na opačné vnitřní straně ale vzniká napětí tlakové, kde se vlákna stlačují. Tento stav je názorně naznačen na obrázku 5. Napětí je definováno základní rovnicí pro ohyb. [10, 11]



Obrázek 5: rozložení a velikost napětí v materiálu [10]

Základní rovnicí pro ohyb je rovnice: [9]

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o}$$

kde:  $\sigma_o$  - napětí v ohybu

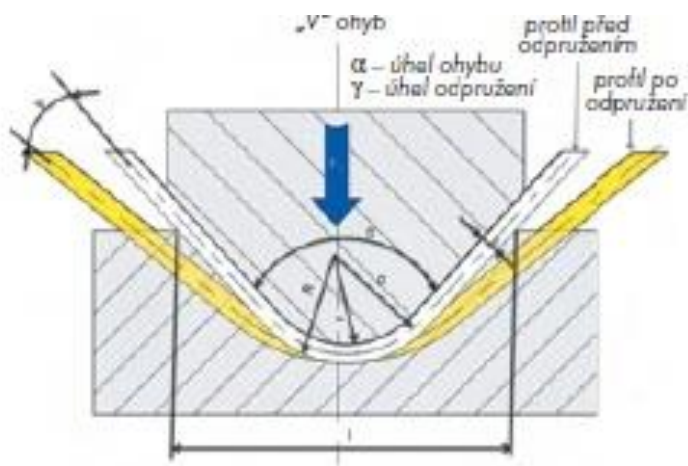
$M_o$  – maximální ohybový moment

$W_o$  – průřezový modul v ohybu

Vrstvu, která zůstává bez deformace a nemění svou délku, nazýváme neutrálním vláknem. Poloha neutrálního vlákna je závislá na poloměru ohybu a tloušťce ohýbaného materiálu, pro malé poloměry ohybu, či větší tloušťky materiálu se posouvá k vnitřnímu poloměru ohybu.



Dalším vlivem, se kterým je nutné počítat je odpružení po ohýbání, po pominutí ohýbacích sil. Je způsobeno vlivem elastické deformace kolem neutrální osy. V praxi to znamená, že výsledný úhel ohybu bude větší právě o odpružení materiálu, je nutné tedy navrhnout kompenzace odpružení při ohýbání tak, abychom docílili požadovaného úhlu ohybu. [11]



Obrázek 6: princip odpružení při ohýbání [11]

### 3.3.3 Hluboké tažení

Tažení je postup, při kterém se určitým počtu tahů vyrobí z plechu duté těleso nerozvinutelného tvaru. Tažník působí na materiál přes hranu tažnice a tím vzniká změna tvaru zpracovávaného materiálu. Při tomto procesu se prakticky nemění tloušťka tvářeného materiálu. Při tažení vyšších nádob je nutno dbát na tvorbu vln, negativně ovlivňují celý proces. Pro zabránění zvlnění je nutné použít přídržovač. Dalším rizikem je utržení dna, tomu lze předejít navržením správného počtu tahů, který je ovlivněn mezním součinitelem tažení pro jednotlivé tahy. Velikost tažné síly je možné určit pro okamžik utržení dna. Celková síla pro nástroj s přídržovačem se zjednodušeně vypočte podle vzorce: [12]

$$F_c = F_t + F_p = L \cdot s \cdot R_m + S_p \cdot p$$

Kde:

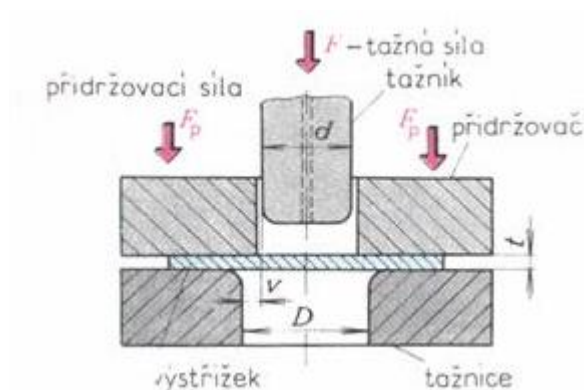
L - délka obvodu polovýrobku [mm],

$R_m$  - mez pevnosti materiálu [MPa],

s - tloušťka plechu [mm],

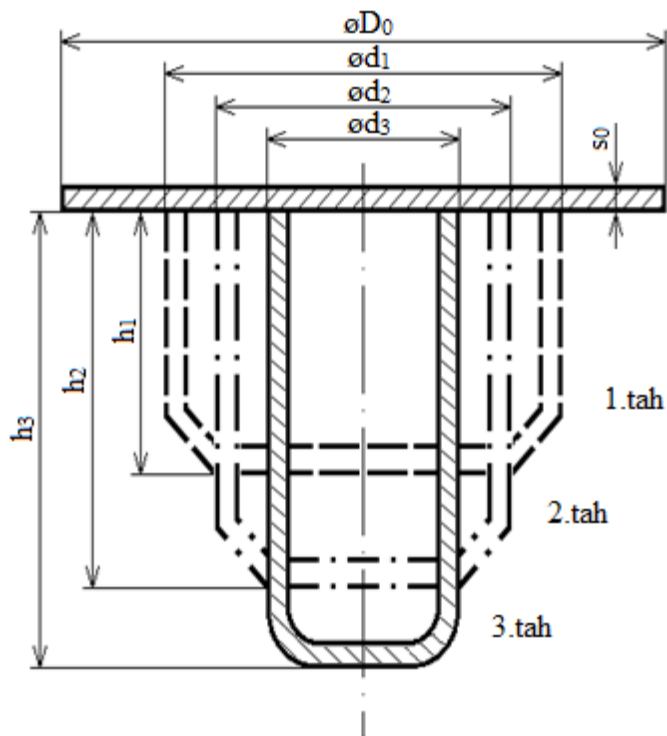
$S_p$  - plocha přídržovače [mm<sup>2</sup>]

p - specifický tlak přídržovače (od 0,8 do 3) [MPa].



Obrázek 7: princip tažení s přidržovačem [12]

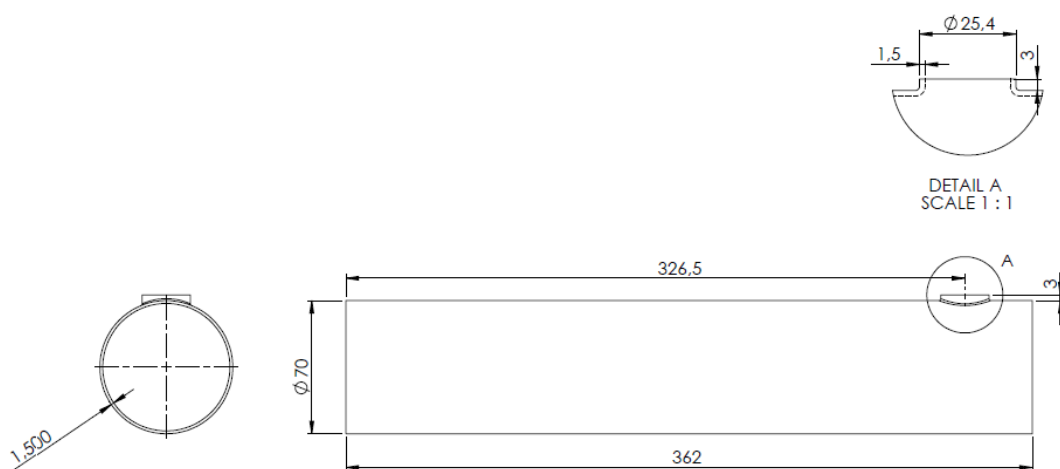
Vlivem velkého přetvoření materiálu obvykle nelze tažení uskutečnit v jedné operaci. Je proto nutné navrhnout počet operací, při kterých dojde k tažení. Počet tahů je průměr přístříhu k průměru výtazku. Nejčastějším ukazatelem tvařitelnosti je součinitel tažení, který je dán vztahem  $m = d/D$ . Používá se pro určení maximální deformace na jeden tah. [11]



Obrázek 8: Tažení na více tažných operacích [13]

## 4 Popis výlisku

Tato kapitola se zabývá nejen finálním tvarem výlisku, ale i postupem výroby a problémy, které jsou s ní spojené. Na počátku celé výroby máme trubku o průměru 70mm a délce 362mm. Lepší přehled o všech rozměrech si můžeme udělat z výkresu na obrázku 9. Trubka je vyrobena z nerezové oceli značené SS316J. Je potřeba udělat vyhrdlení trubky, toho docílíme dvěma operacemi. Nejprve je nutné prostříhnout na trubce otvor, proto první operací bude stříhání. Z takto vystřiženého otvoru je poté zapotřebí vytvořit vyhrdlení. Vyhrdlení je kombinací technologií ohýbání a hlubokého tažení.



Obrázek 9: výkres výlisku



Obrázek 10: pohled na výsledný, správně provedený výlisek

## 4.1 Problémy spojené s výrobou

Společně při návrhu bylo nutno řešit několik otázek konstrukčního provedení výsledného výlisku, aby mohli být příslušně upraveny tvářecí nástroje. Řešila se především vzdálenost vyhrdlení od okraje trubky. Bylo zjištěno, že při nedostatečně zvolené vzdálenosti dojde k vtažení stěny trubky do vyhrdlení. Ze zkoušek bylo stanoveno, že vzdálenost by měla být alespoň 20cm od osy vyhrdlení. Na obrázku 11 můžeme vidět špatný případ vyhrdlení, byla zde zvolena vzdálenost 15cm od osy vyhrdlení, což je nedostatečné.



Obrázek 11: nesprávný případ vyhrdlení

Dalším důležitým bodem při vytváření finálního výlisku byl požadavek na rovnost horní plochy vyhrdlení. Na rovnost plochy má vliv zejména tvar vystříženého otvoru. Optimální tvar byl řešen analytickými metodami pomocí numerických simulací. Tvar prostřihů se volil na základě odhadu vlivu součinitele plastické anizotropie požadovaného objemu materiálu pro dosažení požadovaného tvaru vyhrdlení. Tímto způsobem bylo vybráno několik prostřihů ve tvaru elipsy s různými poloosami. Pro tyto prostřihy bylo následně provedeno vyhrdlení. Jednotlivé výsledky jsme analyzovali a vyhodnocovali se nedostatky. Ze získaných výsledků se jevil jako optimální tvar elipsy s poloosami 8x6 mm. Optimální vyhrdlení zachycuje obrázek 13.



**Obrázek 12: optimální tvar při simulaci vyhrdlení**



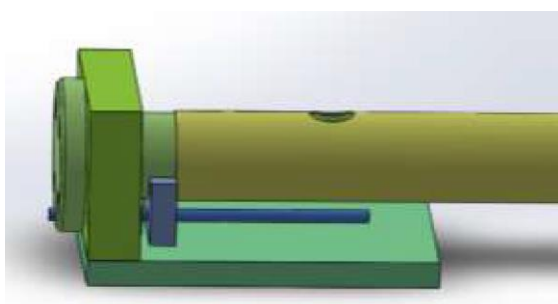
**Obrázek 13: pohled na vyhrdlení optimálního prostříhu s poloosami 8x6mm**

## 5 Popis tvářecích nástrojů

Analýza je prováděna na dvou nástrojích: na střížném nástroji pro výrobu prostříhu a na tažném nástroji pro realizaci vyhrdlení.

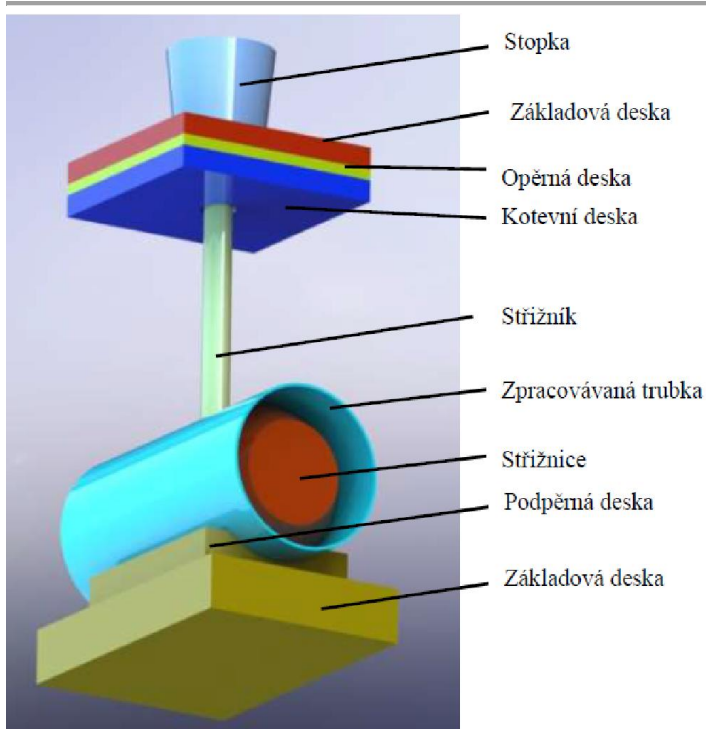
### 5.1 Střížný nástroj

Cílem nástroje je vytvoření otvoru do trubky o požadované vzdálenosti od kraje. Tento problém je řešen pomocí dorazu, který je vetknut v základní desce. Vzdálenost dorazu můžeme korigovat pomocí otáčení pohybového šroubu.



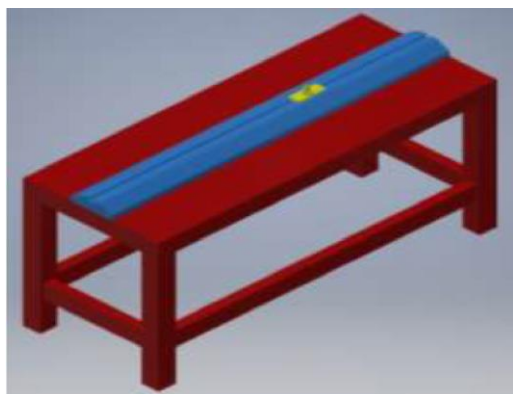
Obrázek 14: pohled na doraz s pohybovým šroubem

Vlastní střížný nástroj je navržen standardně, jako běžné střížné nástroje. Do pohyblivé části stroje je upnuta horní část nástroje pomocí stopky. Součástí nástroje je střížník, který je upevněn v kotevní desce a síla na něj je eliminována pomocí opěrné desky. Spodní část nástroje je tvořena střížníkem, na který je nasunuta trubka. Střížnice je upevněna do rámu. V rámu je také upevněn doraz, který slouží pro vysunutí trubky do příslušné polohy, aby bylo možné zabezpečit vystřížení otvoru v příslušné vzdálenosti od kraje trubky.

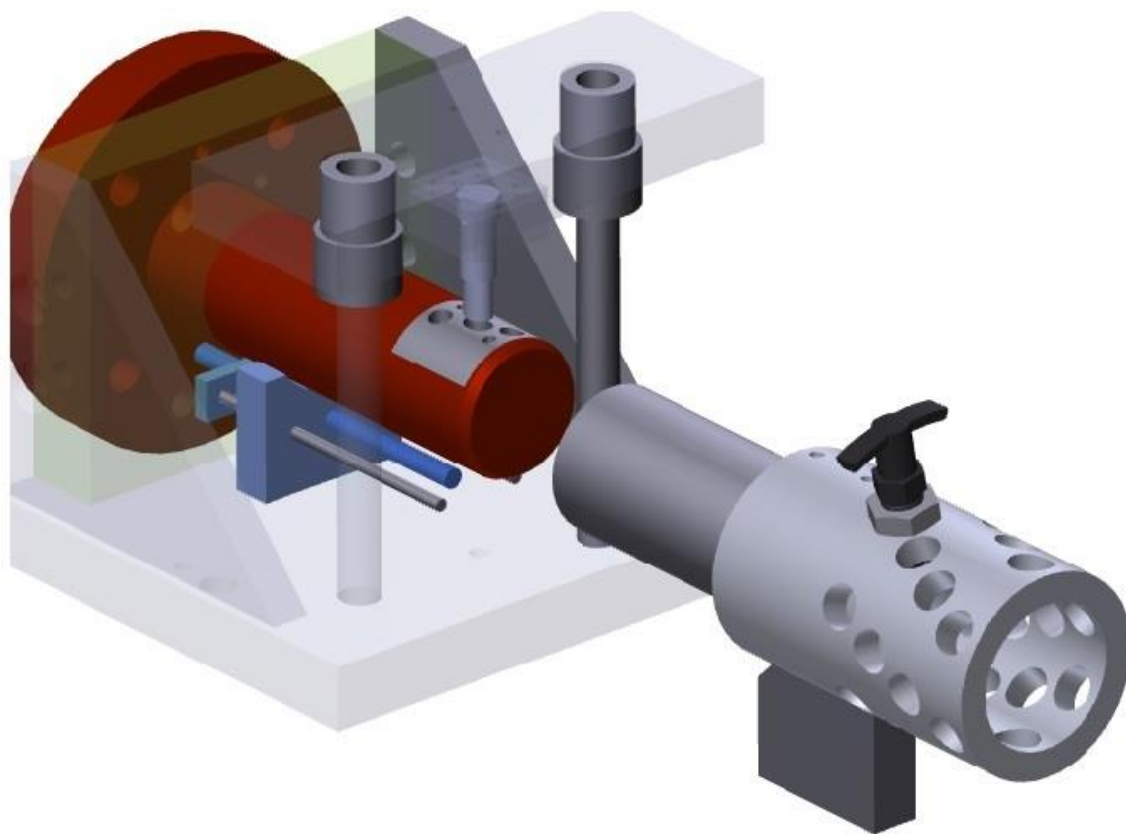


Obrázek 15: sestava střížného nástroje

Pro fixaci polohy trubky vůči střížnému nástroji nám slouží podpěrný stůl. V horní části stolu je drážka, ve které je pohyblivý palec, který fixuje polohu otvoru v trubce. Palec je vložen do již vytvořeného otvoru v trubce. Pokud dochází k prvnímu stříhání, je palec mimo trubku. Palec fixuje vzájemné polohy otvorů proti sobě a bude aktivní při stříhání otvoru na opačném konci trubky.



Obrázek 16: podpěrný stůl s palcem

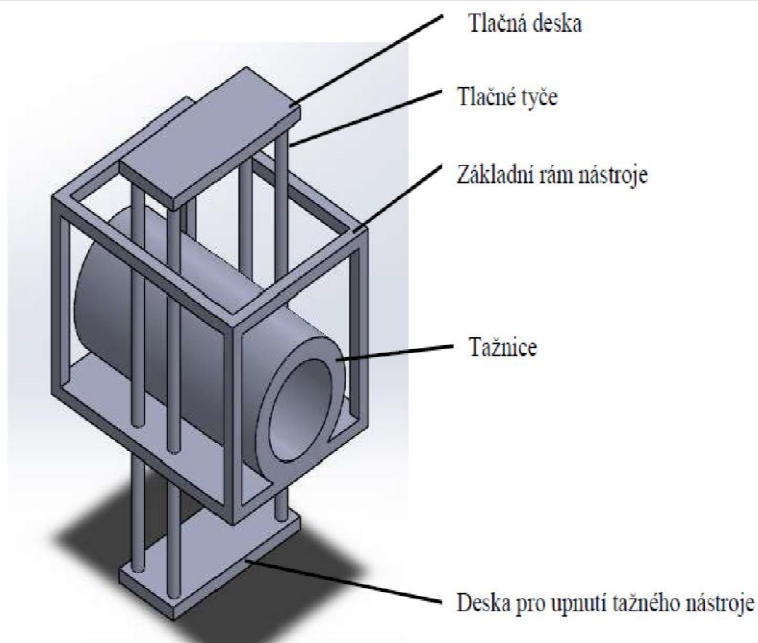


Obrázek 17: celkový pohled na střížný nástroj

## 5.2 Tažný nástroj

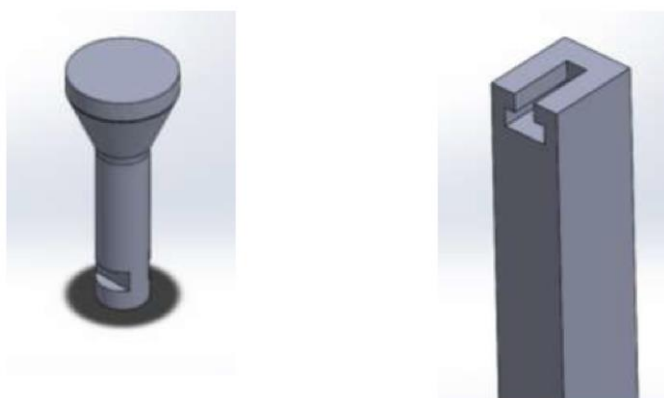
Tažnou operací je vyhrdlení v místě již připraveného vystřiženého otvoru. Je nutné provést fixaci trubky proti pohybu. Z tohoto důvodu je hlavní část nástroje rozdělena na dvě části a slouží pro upínání a pro vlastní tažení. Systém pro upnutí je tvořen dvěma částmi, mezi kterými je trubka upnuta. Ve spodní části, v oblasti otvoru v tažnici je před zakládáním trubky vložen palec, který je fixován čepem. Poté přiklopím vrchní část tažnice tak, aby obejmula trubku. Obě části tažnice jsou k sobě fixovány excentrem, který vymezuje vůle mezi segmenty. Tím zajistím vymezení polohy trubky vůči lisovacímu nástroji. Následně dojde k uvolnění čepu fixující palec a do trubky je vložen tažník.





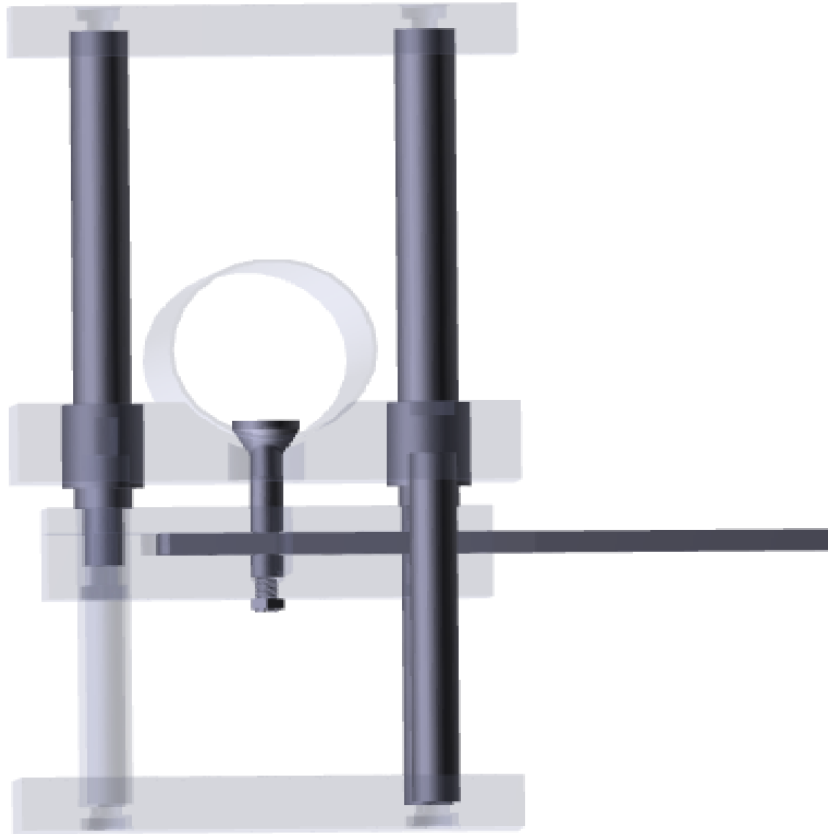
**Obrázek 18: sestava tažného nástroje**

Další částí tažného nástroje je systém pro samotné tažení. Skládá se z desky pro upnutí nástroje s T hlavou, která je umístěna pod otvorem v tažnici. T hlavu obsahuje také konec tažníku. Spojení obou částí je řešen pomocí násuvného segmentu, který zajistí pohyb tažníku. Tažník s T hlavou a násuvný segment je znázorněn na obrázku 19.



**Obrázek 19: vlevo tažník s T hlavou vpravo násuvný segment**

Stůj je řešen obdobně jako u střížného nástroje, jeho funkce je však pouze podpěrná, proto není opatřen palcem.



**Obrázek 20: celkový pohled na tažný nástroj**

## 6 Návod k obsluze

Každý nástroj před uvedením do provozu musí být opatřen dle platných předpisů návodem k použití. Tento návod slouží pracovníkovi obsluhujícímu stroj s příslušným nástrojem jako doporučené instrukce pro jeho chování a případné opatření důležitá pro bezpečnost výroby i samotnou bezpečnost pracovníka.

### 6.1 Bezpečnostní opatření a varování

Bezpečnostní opatření slouží především k minimalizování možného rizika a k možnosti úrazu. V tomto bodě je pracovník nabádán k používání bezpečnostních opatření, které jsou k používání tohoto nástroje určeny, může jít zejména o ochranné brýle, chrániče sluchu a podobné pomůcky pomáhající ke zlepšení bezpečnosti pracovníka. Dále se klade důraz na to, aby nástroj byl používán jen k účelu, pro který byl vyroben, aby nebyl nástroj nijak upravován. Důležité je, aby před započítím práce s příslušným nástrojem byl nástroj pečlivě zkontrolován, jestli je správně smontován, je úplný a není nijak poškozen. Provozovatel stroje, pracujícího s tímto nástrojem musí zajistit, aby tyto instrukce byly pracovníkům snadno k dispozici. [14]

### 6.2 Data nástroje

Každý návod k obsluze by měl obsahovat základní údaje o příslušném nástroji. Jedná se zejména o vlastnostech stroje, jako jsou jeho rozměry a hmotnost. Dále se zde uvádí rok výroby a výrobní číslo, které musí být shodné a nutně uvedené i na samotném nástroji. Tyto údaje je vhodné doplnit výkresem nebo obrázkem s popisem jednotlivých částí. [14]

### 6.3 Uvedení do provozu

Uvedení do provozu smí provádět pouze osoba proškolená odborným školitelem. O proškolení musí být proveden řádný zápis a tento dokument musí být k dispozici jako příloha, která musí obsahovat podpisy školitele i proškoleného. Ještě před samotným uvedením do provozu musí být nástroj zkontrolován. Proveďte se vizuální kontrola, zda nedošlo k narušení dílů nástroje při přepravě nebo uložení. Pro každý nástroj je dáno, na jakém typu stroje se smí používat. Dále je předepsáno v jakém prostředí a při jakých provozních teplotách může být nástroj používán. Po zapojení je nutno zkontrolovat bezpečnostní prvky.

Dále je nutné otestovat chod nástroje v rozsahu pohybu daných koncovými spínači jednotlivých os. Po ukončení provozu nástroje je nutné nástroj v době nečinnosti uložit na pevné místo. Nástroj musí být uložen na místo, kde bude zabráněno jeho znečištění a poškození. Před uložením by měl být nástroj zkontrolován, zda je kompletní. [14]

## **6.4 Postup práce s nástrojem**

Nedílnou součástí každého návodu k obsluze by měl být postu práce s nástrojem. Tento postup práce by měl být vypracován tak, aby bylo zřejmé, co je potřeba s každou částí udělat a jak s nástrojem zacházet. Tento návod se začíná postupem sestavení nástroje. Dalším bodem, který následuje po sestavení nástroje je jeho obsluha a ovládání. [14]

## **6.5 Údržba**

Pravidelná údržba nástroje je důležitou součástí každé výroby. Tuto činnost musí provádět osoba k tomu proškolená. Při údržbě se vizuální kontrolou posuzuje čistota nástroje, jeho celistvost a připojení čidel a konektoru. Složitější úkony zpravidla dělají servisní mechanici. Je vhodné údržbu nástroje provádět před uložením, po ukončení činnosti nástroje. Doporučuje se nástroj nastříkat olejem proti korozi. Minimálně jednou ročně je nutné provést kontrolu funkce a seřízení čidel. [14]

## **6.6 Možné poruchy a jejich odstranění**

Cílem tohoto dokumentu bývá, také vytipování možných poruch, jejichž výskyt se může očekávat. Pokud k těmto poruchám dojde, tak postupovat podle návodu na jejich odstranění. Jsou zde vybrány nejčastější příčiny problémů a k nim příslušející řešení. Ve většině případů je to postačující, může se ovšem vyskytnout porucha, pro které se zde nevyskytuje nebo toto řešení nevyhovuje. Poté je doporučeno kontaktovat výrobce. [14]

## 7 Analýza rizik

K analýze rizik by se mělo přistupovat velice odpovědně, protože jde o základní krok, na nějž navazuje samotné snížení rizik. Analýza rizik je součástí posuzování rizika, které je složeno z několika částí a má svůj vlastní, předem daný postup. Jako první se určují mezní hodnoty stroje. Je velice důležité, aby člověk posuzující rizika byl podrobně seznámen s možnostmi daných zařízení. Na základě těchto hodnot mohou být následně nebezpečí identifikována. Pokud známe nebezpečí, která mohou nastat, dokážeme odhadnout riziko s tím spojené. Nakonec tyto rizika zhodnotíme. [2]

Analýza rizik bývá důležitým a základním krokem k pozdějšímu zvládnutí rizik a to především, pokud se jedná o rizika, která ohrožují zdraví a životní prostředí. Riziko bývá vždy vyjádření míry ohrožení a stupně ohrožení. Riziko spojuje vždy dva aspekty, a to pravděpodobnost vzniku nebezpečné situace a závažnost možného následku. Největším problémem, při analýze rizik bývá nedostatek informací, díky tomu pak nedokážeme odhadnout všechna rizika, která mohou nastat. Je důležité zjistit co nejvíce informací a daném zařízení, aby provedení analýzy bylo kvalitní. [2, 15, 17]

### 7.1 Shromažďování informací

Stěžejním bodem pro posouzení rizik bývají informace. Tyto informace můžeme rozdělit na několik typů. Základem jsou informace popisující strojní zařízení. Mezi ně řadíme specifikace strojního zařízení, zahrnující mimo jiné popis fází životního cyklu stroje, konstrukční výkresy. Také je potřeba vědět, z jakých zdrojů a jak je dodávána elektrická energie strojnímu zařízení. Dále se zabýváme specifikací uživatele, a pokud jsou k dispozici i informace pro použití daného strojního zařízení je potřeba je také zohlednit. Pokud existují normy nebo předpisy týkající se tohoto zařízení, bývají zdrojem velmi cenných informací. Pokud již s dané strojní zařízení nebo zařízení jemu podobné bylo již v provozu, můžeme využít informace vztahující se ke zkušenosti z používání. Mohou to být úrazy nebo poškození zdraví spojené s prací s tímto zařízením, ale také selhání nebo zkušenosti z používání podobných strojů nebo zařízení [2, 18]

## 7.2 Vymezení mezních hodnot strojního zařízení

Součástí analýzy rizik také bývá určení mezních hodnot stroje. S těmito hodnotami také úzce souvisí vymezení používání. Do tohoto vymezení používání zahrnujeme předpokládané použití, ale i možné nesprávné použití, které můžeme předpokládat. Při této úvaze je nutné brát v potaz mnoho hledisek a faktorů, které se mohou stát. Za prvé jsou to provozní režimy stroje a postupy zásahů uživatelů stroje a to jak při standardním provozním režimu, ale také při selhání stroje. Dále uvažujeme používání stroje z hlediska uživatele. U uživatelů rozlišujeme pohlaví, věk, fyzické schopnosti (zrak a sluch), výška a silové schopnosti. Týká se to ale i převládajícího použití levou či pravou rukou. Další bodem vymezení bývá očekávané zkušenosti, schopnosti a vzdělání uživatelů. Bude rozdíl, pokud uživatelem stroje budou učni nebo mladiství, nebo zkušený technik. Stroj může být rovněž vyroben pro strojní výrobu nebo může být používán v kterékoli domácnosti. V takovém případě lze očekávat, že obsluhující nemusí mít vzdělání, které se očekává. Proto je nutné napsat srozumitelný a obsahově vyhovující návod k obsluze. Nebezpečím může být vystaven nejen uživatel daného stroje, ale i další osoby, které se mohou nacházet v okolí. V tomto směru rozlišujeme osoby, na osoby, které mají dobré povědomí o specifických nebezpečích. To nejčastěji bývají osoby, které jsou rovněž proškoleny z bezpečnosti obsluhy na podobném nebo stejném stroji. Dále je zde možný pohyb osob, které mají malé povědomí o nebezpečích, to zpravidla bývají administrativní pracovníci nebo jiný pomocný personál. Ovšem nelze úplně vyloučit výskyt osob s velmi malým povědomím o nebezpečích, do této kategorie řadíme návštěvníky nebo veřejnost. Abychom rizika dokázali odhadnout, je nutno vymežit prostor. Pro tento úkon musíme znát rozsah pohybu, požadavky na prostor pro působení osob a stroje při všech činnostech, zejména provozu, ale i údržbě. Dále definujeme vzájemné působení lidí, rozhraní obsluha- stroj. Hlediskem, které není radno zanedbávat, je vymezení doby životnosti nebo termínů pravidelné údržby. Zde s přihlédnutím k používání stroje stanovíme životnost strojního zařízení a jeho součástí. Doporučíme intervaly pravidelné údržby, bez níž by se životnost stroje snižovala rychleji. Výše uvedené body jsou základem k vymezení hledisek, kterým je nutno přihlížet při identifikaci nebezpečí. Tato hlediska se budou lišit pro jednotlivé druhy strojních zařízení. [2, 18]

## 7.3 Identifikování nebezpečí

Na základě vymezení hledisek z předchozího odstavce následuje při analýze rizik systematická identifikace rozumně předvídaných nebezpečí. Nebezpečí může být dvojího druhu, a to trvalá nebezpečí nebo nebezpečí, která se mohou vyskytnout neočekávaně. Tato nebezpečí je potřeba předvídat ve všech fázích životního cyklu stroje. Ať už při dopravě, montáži, instalaci, při uvádění do provozu, v provozu samotném. [2]

Identifikace nebezpečí je základním krokem pro následné přijetí kroků a opatření vedoucí k vyloučení nebo snížení rizik. Při této identifikaci je nutno vzít v úvahu všechny funkce stroje, zpracovávané materiály a prostředí, ve kterém je stroj používán. Stěžejními informacemi pro identifikaci nebezpečí je vzájemné působení člověka a stroje. Tyto informace musí být obsáhlé a zahrnovat všechny úkony prováděné na tomto stroji. Jedná se zejména o spouštění, režimy provozu, změna nástroje, seřizování, zastavení stroje, nouzové zastavení, údržba, odstranění výrobku ze stroje a mnoho dalších úkonů. Dalším bodem jsou možné stavy stroje. Tyto stavy můžeme rozdělit na dvě části. První je stav, kdy stroj vykonává předpokládanou funkci, o tomto stavu hovoříme jako o normálním provozu. Pokud stroj nevykonává předpokládanou funkci, jedná se o tzv. selhání, na které mohou být zapříčiněny různými důvody. Tyto důvody mohou být vnitřní, jako například porucha součástí nebo funkcí stroje nebo chyby v konstrukci zařízení nebo softwaru. Uvažovat musíme také vnější vlivy, mezi které řadíme přerušování dodávky energie, nárazy, vibrace, elektromagnetické rušení nebo změnu rozměru zpracovávaného materiálu. Také osoby mohou vykazovat při obsluze neobvyklé chování. Toto nepředvídatelné chování se snažíme odhadnout. Snažíme se vytipovat faktory, které mohou toto chování způsobit, snadněji nám to pomůže toto chování identifikovat. Jedná se o chování zejména v nestandardních situacích a to v případě ztráty kontroly nad strojem nebo při selhání, nehody a poruchy stroje. Častá je také situace, které vyplývají ze ztráty pozornosti nebo neopatrnosti. Všechny výše uvedené příčiny nebezpečných situací je nutno brát v potaz při dalším odhadu velikosti a míry dopadu nebezpečných událostí. [2, 17]

## 7.4 Odhad rizika

Po identifikaci nebezpečí musí být pro každou nebezpečnou situaci proveden odhad rizika. Při odhadu rizika určíme prvky rizika. Riziko spojené s nebezpečím úrazu závisí vždy na dvou prvcích a to závažností úrazu a pravděpodobností výskytu úrazu. Závažnost je možné brát z hlediska rozsahu poškození zdraví, např. úrazy lehké, těžké, smrtelné. Dále můžeme posoudit, zda k úrazu dojde u jedné nebo více osob. Pravděpodobnost výskytu úrazu je funkcí vystavení osob nebezpečí, výskytu nebezpečné události a možností technických či lidských se úrazu vyvarovat nebo jej omezit. Pro tento odhad je nutné přihlídnout k různým hlediskům. Těmito hledisky jsou vystavené osoby, druh, četnost a doba trvání vystavení, účinky vystavení, lidské faktory atd. [2, 15, 16]

## 7.5 Zhodnocení rizika

Po odhadu rizik následuje zhodnocení rizika, které je nezbytně nutné k tomu, aby se mohlo rozhodnout, zda je nutné snížení rizika. Pokud je požadováno snížení rizika, musí být zvolena vhodná opatření. Zhodnocení rizik probíhá v různých skupinách. Tyto skupiny rizik dělíme podle jejich obsahu na rizika mechanická, elektrická, tepelná, ohrožení hlukem, vibracemi, zářením, nebezpečí vytvářené látkami zpracovanými, používanými nebo vylučovanými strojním zařízením, zanedbání ergonomických zásad atd. [2] Z hlediska následujícího textu jsem se zabýval skupinami rizik, které jsou aktuální pouze k mnou posuzovaným nástrojům. Text je přepsán do přehledné tabulky a z hlediska předpokládaného nebezpečí a stupně postižení se předpokládá:

- 1) Předpokládané nebezpečí a stupeň postižení: 1 = vysoké (např. ohrožení života)  
2 = střední (např. ztráta jednotlivých částí těla, větší poranění)  
3 = malé (např. nebezpečí malých poranění)
- 2) Pravděpodobnost vystavení rizikovým faktorům: I = velká (nepřetržitá přítomnost člověka v nebezpečném prostoru)  
II = střední (občasná přítomnost člověka v nebezpečném prostoru)  
III = malá (náhodná přítomnost člověka v nebezpečném prostoru)



Tabulka 1: Analýza rizik tvářecích nástrojů

Č.	Riziko	Příčina rizika	1) předpokládaná závažnost zranění nebo poškození zdraví	2) Předpokládaná pravděpodobnost vystavení rizikovým faktorům
<b>1</b>	<b>Mechanická rizika</b>			
1.1	Rozdrcení	- nedostatečná mechanická pevnost - nedodržení bezpečné vzdálenosti - nahromaděná energie - velká rychlost pohyblivých částí	2	III
1.2	Stříhu	- nedodržení bezpečné vzdálenosti - tvar a poloha střížných prvků - nedostatečná mechanická pevnost	2	II
1.3	Požezání nebo oddělení	- nedodržení bezpečné vzdálenosti - řezné části a ostré hrany, drsné plochy - tvar a poloha střížných prvků	2	II
1.4	Vtažení nebo zachycení	- přiblížení k pohybujícím se prvkům - rychlost pohybujících se částí - tvar a poloha jednotlivých částí	2	II
1.5	Náraz, bodnutí nebo propíchnutí	- ostré hrany, padající předměty - řezné části - pohybující se prvky	3	II
1.6	Vystříknutí vysokotlaké tekutiny	- překročení povoleného tlaku - netěsnost nebo selhání některé součásti	2	III
1.7	Uklouznutí/ Zakopnutí	- kluzké materiály v oblastech chození - nezajištění bezpečného přístupu	2	II

Č.	Riziko	Příčina rizika	1) předpokládaná závažnost zranění nebo poškození zdraví	2) Předpokládaná pravděpodobnost vystavení rizikovým faktorům
<b>2</b>	<b>Elektrická rizika</b>			
2.1	Zasažení elektrickým proudem	- přetížení - části, které se staly živými při závadě - nedostatečná vzdálenost od živých částí pod napětím	3	II
2.2	Popálení	- vnější vlivy na elektrické zařízení - použití v hořlavém prostředí - tepelné záření	1	II
2.3	Chemické účinky	- chemické procesy způsobené např. zkratem, přetížením apod.	3	II
<b>3</b>	<b>Tepelná rizika</b>			
3.1	Popálení nebo opaření	- styk s předměty nebo materiály a vysokou teplotou	1	II
3.2	Požár nebo výbuch od provozu stroje	- požár/ přehřívání, nebo výbuch způsobený prachem, kapalinami nebo jinými látkami	2	III
3.3	Poškození zdraví teplotou prostředí	- teplé nebo chladné pracovní prostředí	2	I
<b>4</b>	<b>Ohrožení hlukem</b>			
4.1	Poškození sluchu nebo fyziologické poruchy	- opotřebené části - pohybující se části - hluk z vnějšího prostředí - zanedbání pracovních pomůcek	2	II
<b>5</b>	<b>Ohrožení vibracemi</b>			
5.1	Neurologické- vaskulární poruchy	- vibrující zařízení - opotřebené části - nesouosost pohybujících se částí	1	II

Č.	Riziko	Příčina rizika	1) předpokládaná závažnost zranění nebo poškození zdraví	2) Předpokládaná pravděpodobnost vystavení rizikovým faktorům
<b>6</b>	<b>Ohrožení zářením</b>			
6.1	Elektrický oblouk, laserové záření, ionizující záření	- zapálení výbušné atmosféry - koncentrace nebezpečných látek -vnější záření	2	I
<b>7</b>	<b>Riziko materiálů a látek</b>			
7.1	Kontakt a inhalace škodlivých kapalin, plynů, par, kouřů a prachů	- látky, které jsou stroji zpracovávány a mohou mít škodlivé účinky na organismus (látky toxické, žíravé, dráždivé atd.)	1	I
<b>8</b>	<b>Ergonomická rizika</b>			
8.1	Nezdravá poloha těla a nadměrná námaha	- konstrukce strojů nevyhovuje ergonomickým hlediskům - nevhodné pracovní prostředí	1	II
8.2	Zanedbání ochranných pracovních prostředků	- nedostatečně předepsány ochranné pomůcky - nenošené ochranné pomůcky - zatížení na základě použitých ochranných prostředků	3	III
8.3	Nedostatečné osvětlení	- porušení intenzity osvětlení - oslňování, stíny nebo blikání způsobené konstrukcí stroje nebo ochrannými kryty	2	III
8.4	Duševní přetížení, nedostatečné vyřízení, stres	- nesoulad strojů s vlastnostmi a schopnostmi lidí - spojení pracovního rytmu operátora s automatickou posloupností pracovních cyklů	1	I

Č.	Riziko	Příčina rizika	1) předpokládaná závažnost zranění nebo poškození zdraví	2) Předpokládaná pravděpodobnost vystavení rizikovým faktorům
8.5	Chyby člověka	- psychická námaha operátora - zhoršená koncentrace při plnění pracovních povinností - chybějící shodnost strojů s vlastnostmi a schopnostmi člověka	1	II
<b>9</b>	<b>Rizika spojená s prostředím, ve kterém je stroj používán</b>			
9.1	Uklouznutí, pád, udušení, popálení atd.	- zanedbání pravidelné údržby - nedostatečné odvětrávání prostoru - nevhodné pomůcky k výkonu činnosti	2	II
<b>10</b>	<b>Rizika způsobená poruchami funkcí</b>			
10.1	Porucha činnosti ovládacího systému	- chyba v logice ovládacího obvodu - selhání ovládání stroje - neúčinnost ochranných zařízení - nezajištění ručního zastavení	1	I
10.2	Neočekávané chování stroje	- nečekané uvedení do chodu - vymrštění nebo vypadnutí části strojního zařízení nebo obrobku - zabránění nebo znemožnění zastavení stroje- - neočekávaný pohyb pohyblivých zařízení stroje	1	II

## 8 Závěr

Analýza rizik není nikterak nové téma, ovšem stále platí, že je to téma aktuální. Lze předpokládat, že tomu bude tak i do budoucna protože, jak jsem již uvedl je povinností zaměstnavatele starat se o bezpečnost obsluhy zařízení. Analýza rizik nám slouží k odhalení možných následků a jejich pravděpodobnost výskytu. Následně po takovémto vyhodnocení může dojít k návrhu opatření, aby mohlo být riziko sníženo na přijatelnou mez. Analýza rizik je tedy prvním krokem ke zlepšení bezpečnosti a zkvalitnění výroby. Proto by se této oblasti měla věnovat dostatečná pozornost, neboť mnozí lidé tyto skutečnosti přehlížejí nebo si je neuvědomují. Analýzu rizik by měla provádět zkušená osoba se vzděláním v dané oblasti. Je vhodné, pokud analýzu vykoná více lidí. Důvodem bývá, že každá osoba má specifický pohled na věc a každý vyhodnotí daná rizika trochu odlišně. Zaručíme tím, že analýza bude provedena kvalitněji a zahrne se v ní více faktorů, které mohou ovlivnit bezpečnost.

Cílem mé práce bylo analyzovat rizika pro nástroje používané k vyhrdlení trubky. V teoretické části byl čtenář seznámen s tím, proč je potřeba dělat analýzu rizik. Dále bylo nutné pro další pochopení textu vymežit specifické, často používané pojmy, které se pojí s analýzou rizik. Byly charakterizovány výrobní technologie, které jsou potřeba k výrobě našeho výlisku. Jedná se o technologie stříhání a ohyb v kombinaci s tažením. Byly popsány problémy, které jsou řešeny při výrobě nástroje, aby mohlo být dosaženo požadovaného výrobku v odpovídající kvalitě

Pro potřeby analýzy rizik je důležité dobře pochopit konstrukci a zejména funkci nástrojů. Proto byly popsány nástroje i jejich jednotlivé části. Je důležité si uvědomit, že nástroje jsou vyráběny pro určitý druh stroje a je třeba brát v úvahu soulad jak těchto strojů, nástrojů ale také lidí. Všechno toto má vliv na možná rizika, která mohou nastat. Byla věnována pozornost kapitole, která úzce souvisí s analýzou rizik a to návodu k obsluze. Tato kapitola je důležitá z hlediska toho, že pracovník má mnohdy, samozřejmě po proběhlém školení, k dispozici jen tento dokument. Dbá se proto, aby tento dokument obsahoval srozumitelné informace v takové míře, aby dobře sloužil danému pracovníkovi. Měl by obsahovat popis nástroje i s popisem funkcí jednotlivých částí. Také jsou zde obsažena základní data a údaje o nástroji.

---

Také je zde bylo popsáno jak manipulovat s daným nástrojem při všech činnostech. Zejména při provozu, ale rovněž i při údržbě, při uvádění do provozu a při ukončení práce s nástrojem.

Zásadní kapitolou této práce je analýza rizik. Byla zde sestavena nejenom analýza, ale také popsány důležité kroky k analýze potřebné. Jaká jsou pravidla při sestavování analýzy a znalosti potřebné ke kvalitnímu zhodnocení rizik. Vzhledem k tomu, že analýza rizik se skládá ze dvou aspektů a to předpokládané závažnosti rizika a jeho pravděpodobnosti výskytu, byla vytvořena tabulka, kde tyto rizika hodnotím. V tabulce byl zaznamenán nejenom typ rizika, ale i jeho předpokládaná příčina. Byla zvolena stupnice, aby mohla být lépe stanovena váha závažnosti a pravděpodobnosti výskytu. Z tabulky je zřejmé, že nejvíce se nám projevují rizika mechanického zaměření, ale nesmíme opomíjet ani ostatní rizika, která mohou být způsobena vnějšími vlivy.

---

## Seznam použité literatury

- [1] Zákon č. 262/2006 Sb. ze dne 21. dubna 2006, *zákoník práce*. In: *Sbírka zákonů*. 7. 6. 2006, částka 84. ISSN 1211-1244
- [2] ČSN EN ISO 12100 *Bezpečnost strojních zařízení - Všeobecné zásady pro konstrukci - Posouzení rizika a snižování rizika*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [3] ČSN EN 414 *Bezpečnost strojních zařízení - Pravidla pro navrhování a předkládání bezpečnostních norem* Praha: Český normalizační institut, 2001.
- [4] PETRUŽELKA, J., SONNEK, P. *Tvařitelnost kovových materiálů*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2007. 211 s.
- [5] NĚMEC, Milan, Jan SUCHÁNEK a Jan ŠANOVEC. *Základy strojírenské technologie I*. 3. vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2016. ISBN 978- 80-01-06056-8.
- [6] SCHINDLER, Ivo. *Metalurgická tvařitelnost: (učební texty ke kvalifikačnímu kurzu)*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1997. ISBN 80-7078-476-8.
- [7] *Technologie plošného tváření – stříhání* [online]. Liberec [cit. 2018-03-18]. Skripta. Technická univerzita v Liberci - Katedra tváření kovů a plastů. Dostupné z: [http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta\\_tkp/sekce/06.htm](http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/06.htm)
- [8] Bobčík L. *Střížné nástroje pro malosériovou výrobu* 1. vyd. Praha: SNTL 1983 216s 04-229-83
- [9] ŘEZNÍČEK, Jan. *Pružnost a pevnost I. podklady pro přednášky* [online]. Praha, 2017 [cit. 2018-03-24]. Dostupné z: <http://pruznost.unas.cz/>
- [10] *Technologie plošného tváření – ohýbání* [online]. Liberec [cit. 2018-03-24]. Skripta. Technická univerzita v Liberci - Katedra tváření kovů a plastů. Dostupné z: [http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta\\_tkp/sekce/07.htm](http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/07.htm)

---

[11] DVOŘÁK, Roman, František TATÍČEK, Tomáš PILVOUSEK, Roman HALTUF a Luděk FINDA. *Akademie tváření: Ohýbání*. MM Průmyslové spektrum [online]. 2010, 2010(7) [cit. 2018-03-24]. Dostupné z:

<https://www.mmspektrum.com/clanek/akademie-tvareni-ohybani.html>

[12] *Technologie plošného tváření – tažení* [online]. Liberec [cit. 2018-03-28]. Skripta. Technická univerzita v Liberci - Katedra tváření kovů a plastů. Dostupné z:

[http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta\\_tkp/sekce/09.htm](http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/09.htm)

[13] NOVOTNÝ, Karel a Zdeněk MACHÁČEK. *Speciální technologie I: Plošné a objemové tváření*. 2.vyd. Brno: Nakladatelství VUT, 1992, 171 s.

[14] ČSN EN 82079-1 *Zhotovování návodů k použití – Strukturování, obsah a prezentace – Část 1: obecné zásady a podrobné požadavky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.

[15] KOUDELKA, Ctirad a Václav VRÁNA. *Rizika a jejich analýza* [online]. Ostrava, 2006 [cit. 2018-06-27]. Dostupné z:

<http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/Magisterske%20nav/prednasky/web/RIZIKA.pdf>

[16] TURZA, Lukáš a František TATÍČEK. *Tvářecí stroje a jejich rizika* [online], 2012 [cit. 2018-06-28]. Dostupné z:

[https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/48783/TurzaL\\_TvareciStroje\\_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/48783/TurzaL_TvareciStroje_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[17] MODARRES, M. *Risk Analysis in Engineering*, 2006th ed.; Boca Raton, 2006.

[18] MODARRES, Mohammad., Mark KAMINSKIY a Vasiliy KRIVTSOV. *Reliability engineering and risk analysis: a practical guide*. New York: Dekker, 1999. ISBN 0-8247-2000-8



## Seznam obrázků

Obrázek 1: proces snižování rizika z hlediska konstruktéra .....	12
Obrázek 2: fáze stříhání .....	15
Obrázek 3: stříhání se střížnou vůlí .....	15
Obrázek 4: stříhání bez vůle .....	15
Obrázek 5: rozložení a velikost napětí v materiálu.....	16
Obrázek 6: princip odpružení při ohýbání .....	17
Obrázek 7: princip tažení s přidržovačem .....	18
Obrázek 8: Tažení na více tažných operací .....	18
Obrázek 9: výkres výlisku .....	19
Obrázek 10: pohled na výsledný, správně provedený výlisek.....	19
Obrázek 11: nesprávný případ vyhrdlení.....	20
Obrázek 12: optimální tvar při simulaci vyhrdlení.....	21
Obrázek 13: pohled na vyhrdlení optimálního prostříhu s poloosami 8x6mm.....	21
Obrázek 14: pohled na doraz s pohybovým šroubem.....	22
Obrázek 15: sestava střížného nástroje.....	23
Obrázek 16: podpěrný stůl s palcem.....	23
Obrázek 17: celkový pohled na střížný nástroj.....	24
Obrázek 18: sestava tažného nástroje .....	25
Obrázek 19: vlevo tažník s T hlavou vpravo násuvný segment .....	25
Obrázek 20: celkový pohled na tažný nástroj .....	26

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Analýza rizik tvářecích nástrojů .....	33
---	----