



REPLIKA HISTORICKÉ DÝKY

REPLICA OF HISTORICAL DAGGER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jakub Čech

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Milan Kalivoda

BRNO 2020

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie
Student: **Jakub Čech**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Strojírenská technologie
Vedoucí práce: **Ing. Milan Kalivoda**
Akademický rok: 2019/20

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

Replika historické dýky

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Historické zbraně si někteří nadšení sběratelé vyrábějí pomocí současných standardních výrobních procesů s cílem zachovat na replice v co největší míře původní věrohodnost. Z tohoto vychází zadané téma a předkládá zhotovení prototypu historické dýky.

Cíle bakalářské práce:

- Přehled výroby historických zbraní
- SW model řešené položky
- Výběr strojírenských procesů výroby
- Výroba prototypu
- Posouzení prototypu

Seznam doporučené literatury:

FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.

LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3. vyd. Úvaly: ALBRA, 2006. 914 s. ISBN 80-7361-033-7.

MICHNA, Štefan et al. Encyklopedie hliníku. 1. vyd. Prešov: Adin, 2005. 700 s. ISBN 80-89041-88-4.

PATŘIČNÝ, Martin. Dřevo krásných stromů. 3. vyd. Praha: Grada, 2005. 144 s. ISBN 978-80-2-7-1193-5.

PERNIKÁŘ, Jiří a Miroslav TYKAL. Strojírenská metrologie II. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 180 s. ISBN 80-214-3338-8.

PÍŠKA, Miroslav et al. Speciální technologie obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 252 s. ISBN 978-80-214-4025-8.

Příručka obrábění, kniha pro praktiky. 1. vyd. Praha: Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.

PTÁČEK, Luděk et al. Nauka o materiálu I. 2. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2003. 516 s. ISBN 80-72-4283-1.

SAMEK, Radko, Zdeněk LIDMILA a Eva Šmehlíková. Speciální technologie tváření, 2. část. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2011. 163 s. ISBN 987-80-214-4406-5.

SHAW, Milton Clayton. Metal Cutting Principles. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 2005. p. 651. ISBN 0-19-514206-3.

ZEMČÍK, Oskar. Nástroje a přípravky pro obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2003. 193 s. ISBN 80-214-2336-6.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou výroby repliky dýky. V této práci jsou popsány základní informace o historii dýk, jejich konstrukci a technologiích používaných pro jejich výrobu. Dále je zde popsán průběh zhotovování prototypu dýky včetně jejího konečného sestavení a zhodnocení.

Klíčová slova

dýka, replika, návrh, výroba, obrábění, svařování, tepelné zpracování

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with a production of dagger replica. This work describes basic information about history of daggers, their construction and technologies used for their production. Furthermore, there is described manufacturing of the dagger prototype including its final assembly and evaluation.

Key words

dagger, replica, design, manufacturing, machining, welding, heat treatment

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ČECH, Jakub. *Replika historické dýky* [online]. Brno, 2021 [cit. 2020-09-11]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/129461>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Milan Kalivoda.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Replika historické dýky** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

.....
Datum

.....
Jakub Čech

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Ing. Milanovi Kalivodovi za cenné připomínky a rady poskytnuté při tvorbě bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat Ing. Jaroslavu Kletečkovi, řediteli VOŠ a SPŠ, za umožnění přístupu k vybavení školy a Alešovi Gregorovi za odborný dohled a pomoc.

Děkuji Ing. Jaroslavu Novákovi, metalografu firmy ŽŽAS, a.s. za pomoc při tepelném zpracování a strukturním hodnocení.

Také bych chtěl poděkovat panu Irenu Chytilovi za poskytnutí odborných rad a poznatků ohledně mečířství.

Děkuji též své rodině, která mě podporovala během studia.

OBSAH

ABSTRAKT	5
PROHLÁŠENÍ.....	6
PODĚKOVÁNÍ	7
OBSAH.....	8
ÚVOD.....	10
1 PŘEHLED VÝROBY HISTORICKÝCH ZBRANÍ.....	11
1.1 Historie chladných zbraní	11
1.2 Popis částí zbraně a jejich funkce	11
1.2.1 Čepel	12
1.2.2 Záštit.....	12
1.2.3 Hruška	13
1.2.4 Rukojeť	13
1.3 Využití v současné době	14
2 SOFTWAREVÝ MODEL ŘEŠENÉ SOUČÁSTI.....	15
2.1 Sestava	15
3 VÝBĚR TECHNOLOGICKÝCH PROCESŮ VÝROBY	17
3.1 Technologie třískového obrábění.....	17
3.1.1 Řezání	17
3.1.2 Soustružení.....	18
3.1.3 Vrtání	18
3.1.4 Broušení	19
3.2 Svařování	19
3.3 Ohýbání.....	20
3.4 Tepelné zpracování	20
3.4.1 Kalení.....	21
4 VÝROBA PROTOTYPU	22
4.1 Čepel.....	22
4.1.1 Metalografický rozbor oceli.....	23
4.1.1.1 Výchozí stav	23
4.1.1.2 Tepelně zpracovaný stav.....	24
4.2 Hruška.....	25
4.3 Záštit.....	26
4.4 Rukojeť	27
4.5 Kompletace	28

5	POSOUZENÍ PROTOTYPU.....	30
5.1	Posouzení vlastností.....	30
5.2	Posouzení ekonomičnosti	30
5.3	Posouzení výrobku.....	30
5.4	Posouzení ekologičnosti	30
	ZÁVĚR	31
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	32
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	34
	SEZNAM PŘÍLOH.....	35

ÚVOD

Cílem této bakalářské práce je zhotovení a posouzení prototypu repliky dýky. Ta může být definována jako chladná zbraň s krátkou oboustranně broušenou čepelí. Jejím primárním účelem je bodání, což ji odlišuje například od nože, který slouží k řezání.

Při vzniku bojových technik našla dýka využití především jako sekundární zbraň v kombinaci s mečem či kordem. Sekundární zbraň byla zpravidla držena v šermířově slabší ruce (obvykle levé), a proto se můžeme v odborné literatuře setkat s výrazem „levoručky“ [1].

Vzhled zbraně jako takové mohl svým uměleckým ztvárněním ukazovat na sociální status a bohatství vlastníka. Proto si některé bohaté rody nechávaly na zakázku zhotovovat okázale ozdobené zbraně od mistrů své doby.

Poznatky získané při tvorbě prototypu dýky budou v budoucnu použity pro tvorbu dalšího dobového vybavení.

1 PŘEHLED VÝROBY HISTORICKÝCH ZBRANÍ

V této kapitole budou uvedeny obecné informace spojené s historickými chladnými zbraněmi.

1.1 Historie chladných zbraní

Historie chladných zbraní sahá až do období pravěku. Již z této doby máme první důkazy o existenci pazourkových či kamenných nástrojů, jež byly opracovány do špičatého tvaru. K těmto nástrojům mohlo být také připojeno madlo (většinou ze dřeva či kosti), což usnadňovalo manipulaci s nástrojem. [2]

Další krok ve vývoji nastal po objevu tepelného zpracování kovů, kdy došlo k využití slitin mědi a dalších příměsových kovů na zbraně a umělecké počiny (šperky). Ty se využívaly jako platidlo při směnném obchodu. [3]

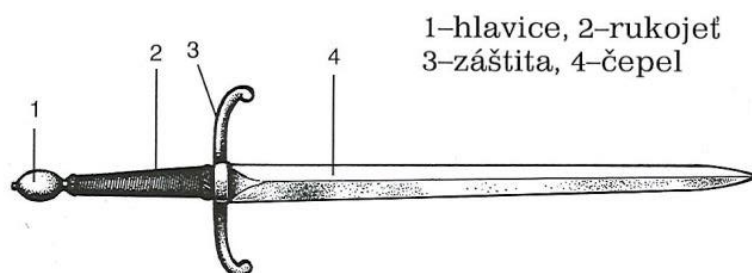
Poslední velkou změnou, která ovlivnila vývoj dýk, bylo ovládnutí dovedností potřebných pro zpracování železa. Díky tomu mohly vznikat čepele s lepšími mechanickými vlastnostmi a větším útočným potenciálem (obr. 1.1.) [4, 5].



Obr. 1.1. Vývoj dýk. [6]

1.2 Popis částí zbraně a jejich funkce

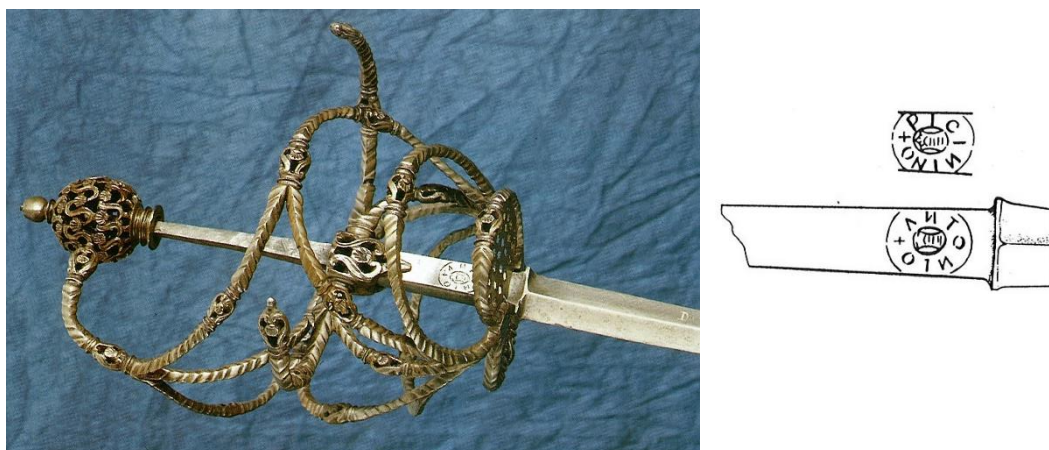
Zde bude blíže osvětlen účel jednotlivých částí dýky (obr. 1.2.).



Obr. 1.2. Popis terminologie. [1]

1.2.1 Čepel

Čepel je tvořena oboustranně broušeným tělem, na jehož konci se nachází hrot. Ten byl díky svému špičatému tvaru určen k bodání. K tvorbě čepele se používá broušení, jehož cílem bylo vytvoření konečného průřezu čepele (tzv. hřbetu či výbrusu). Pro estetický dojem i pro označení svého zboží umísťují mečíři na zpracované čepele své podpisy (obr. 1.3.). [7]



Obr. 1.3. Mečířská značka A. Piccinina. [1]

1.2.2 Záštitá

Účelem záštity je chránit ruku držitele zbraně. Můžeme ji nalézt mezi čepelí, která čelí střetu sokova útoku, a madlem (na kterém se nachází ruka majitele). Obvykle má záštita tvar kříže, který brání sjetí protivníkovy zbraně na ruku šermíře. Kromě toho se můžeme setkat i se záštitou ve zvoncovém provedení, která poskytuje lepší ochranu před bodným útokem oponenta (obr. 1.4.).



Obr. 1.4. Zvoncová záštita.

1.2.3 Hruška

Tato část, v literatuře též označovaná jako hlavice, slouží k vyrovnaní těžiště zbraně. Nejjednodušší hrušky měly tvar ořechu (obr. 1.5.).



Obr. 1.5. Ukázky hrušek.

1.2.4 Rukojeť

Mezi záštitou a hruškou můžeme nalézt rukojeť. Jejím účelem je lepší uchopení dýky v ruce. Rukojeť se vyrábí z různých materiálů – např. ze dřeva, z kovu či kosti (obr. 1.6.). [1]



Obr. 1.6. Rukojeť v kostěném provedení. [1]

1.3 Využití v současné době

Chladné zbraně již dávno ztratili své postavení, co se týče využití v konfliktech a potyčkách. V dnešních dnech slouží především v zábavním průmyslu, při natáčení historických filmů nebo při zájmových aktivitách zarytých příznivců šermu. Ti se setkávají jak při drobných scénkách, tak i při velkých bitvách oslavujících vybrané historické události (obr. 1.7.). K největší akci v České republice každoročně dochází v Praze, kde se odehrává rekonstrukce bitvy na Bílé hoře.



Obr. 1.7. Replika bitvy.

2 SOFTWAREVÝ MODEL ŘEŠENÉ SOUČÁSTI

Ke konstrukčnímu návrhu práce byl použit software Autodesk® Inventor® Professional 2020 s poskytnutou školní licencí. Díky tomu mohly být vytvořeny 3D modely složené do sestavy plánovaného výrobku (viz příloha 1), který nám následně poskytl zpětné informace o celkových proporcích zhotovených kusů a také o celkové hmotnosti ideální součásti. Díky tomu mohla být stanovena poloha těžiště, což umožnilo optimalizaci konstrukčního uspořádání dýky.

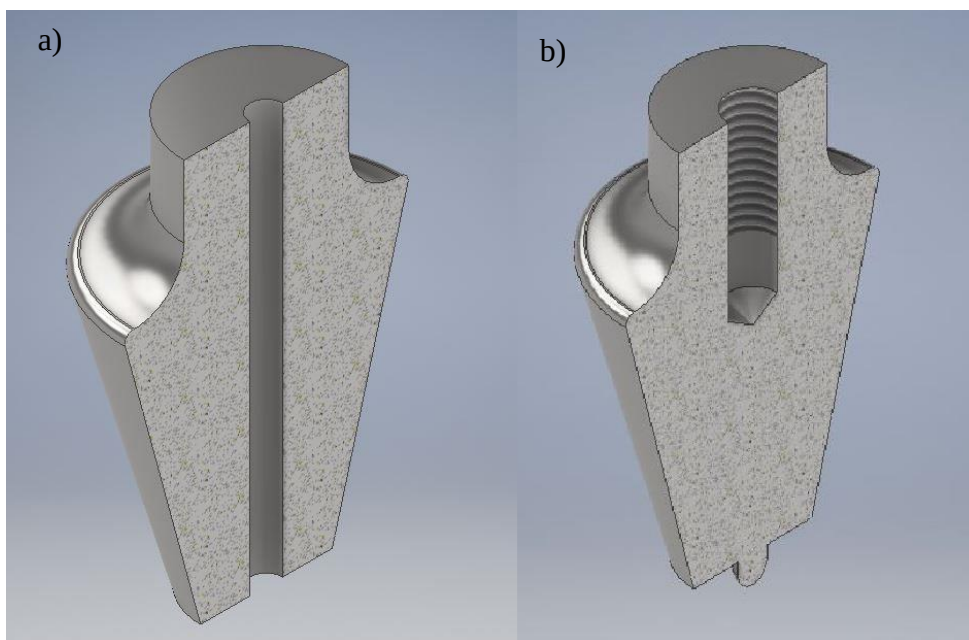
2.1 Sestava

Při návrhu dýky byly nejprve uvažovány dvě varianty pro sestavení (obr. 2.1.):

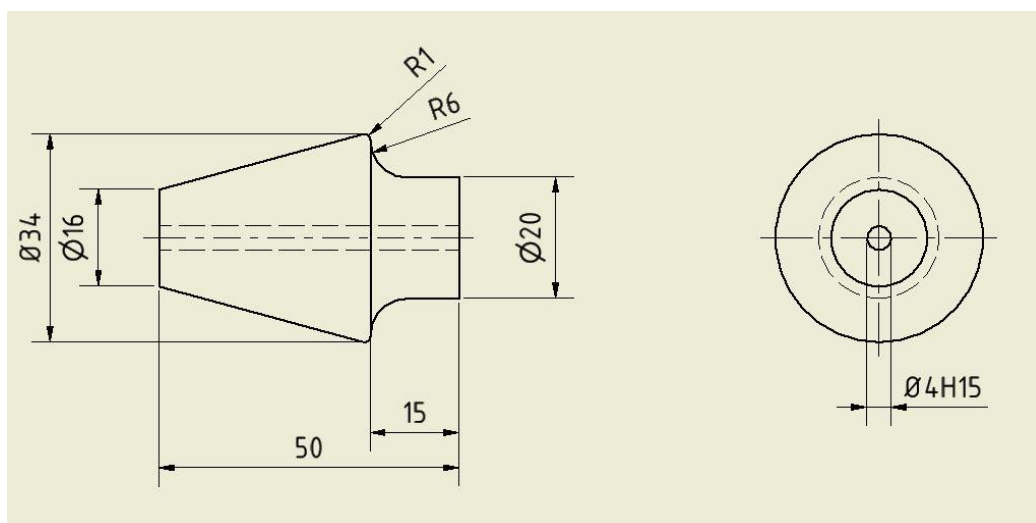
- a) s nýtem,
- b) se závitem.

Nýtovaný spoj bývá realizován pomocí roznýtování části čepele v nejzazší oblasti hrušky. Tato metoda je výhodná z důvodu snadnějšího vytvoření a větší autentičnosti. Naproti tomu stojí varianta se závitem, která je sice z hlediska výroby náročnější, ale v případě poškození původního kusu umožňuje rozebrání sestavy a využití dílů v další zbraní. Z toho důvodu je varianta se závitem u mnohých šermířů v dnešní době populárnější než klasické provedení.

Jelikož u vyráběné zbraně není požadována zaměnitelnost dílů, byla pro sestavení zvolena varianta nýtového spoje (obr. 2.2.).



Obr. 2.1. Hruška a) s průchozí dírou a b) s vnitřním závitem.



Obr. 2.2. Ukázka uvažovaných rozměrů součásti.

Modelová sestava se skládá stejně jako reálná součást ze čtyř částí – z čepele, hrušky, záštity a rukojeti (obr. 2.3.).



Obr. 2.3. Návrh sestavy dýky.

3 VÝBĚR TECHNOLOGICKÝCH PROCESŮ VÝROBY

Pro výrobu repliky dýky bylo použito několik výrobních technologií – obrábění, svařování a kalení.

3.1 Technologie třískového obrábění

Jedná se o technologický proces, při kterém dochází k úpravě polotvaru na požadovaný rozměr a tvar pomocí odřezávání vrstvy materiálu. Podle způsobu práce dělíme technologie obrábění na:

- nástroji s definovanou geometrií (soustružení, frézování, vrtání),
- nástroji s nedefinovanou geometrií (broušení, honování, superfinišování),
- nekonvenční metody (laserovým paprskem, vodním paprskem, ultrazvukem),
- úpravy obrobených ploch (leštění, válečkování, hlazení). [8, 9]

3.1.1 Řezání

Jedná se o metodu určenou k dělení materiálu různého průměru a průřezu na potřebné délky. Další možné způsoby dělení kupříkladu jsou:

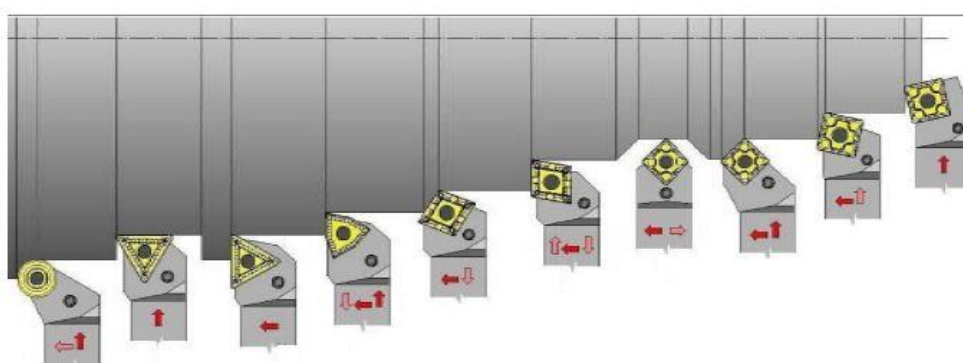
- řezání (pilový list, pilový pás,...) (obr. 3.1.),
- stříhání (tabulové nůžky, pákové nůžky, mechanické lisy,...),
- tepelné dělení (plamen, laser, plazma,...),
- nekonvenční metody (vodní paprsek, elektrojiskrové řezání,...). [8, 9]



Obr. 3.1. Rámová pila [8]

3.1.2 Soustružení

Jde o jednu z nejstarších a nejpoužívanějších metod třískového obrábění určenou pro zhotovování obrobků rotačních tvarů. Stroj používaný pro soustružení se nazývá soustruh. Jako řezný nástroj se zde využívají různé verze soustružnických nožů, dnes již nejčastěji zastoupené vyměnitelnými břitovými destičkami (obr. 3.2.). Materiál je odebírán ve formě třísky. Tím je možno docílit požadovaného tvaru, rozměru a drsnosti povrchu. Soustružení nám umožňuje obrábění vnějších a vnitřních ploch, ale například také vyřezání závitů. Hlavní řezný pohyb (v_c) je rotační a koná ho obrobek. Posuvový pohyb (v_f) je přímý a koná ho nástroj. Efektivní výsledný pohyb (v_e) odpovídá součtu hlavního řezného pohybu a posuvového pohybu. [8, 9]



Obr. 3.2. Ukázka vnějších soustružnických nožů. [8]

3.1.3 Vrtání

Technologie vrtání se používá ke zhotovování děr kruhového průřezu do plného materiálu nebo ke zvětšování již předvrtaných či jinak předpřipravených děr (obr. 3.3.).

Zařízení, pomocí kterého provádíme vrtání, se nazývá vrtačka. Dle provedení dělíme vrtačky na: malé strojní, velké stojanové, sloupové a radiální.

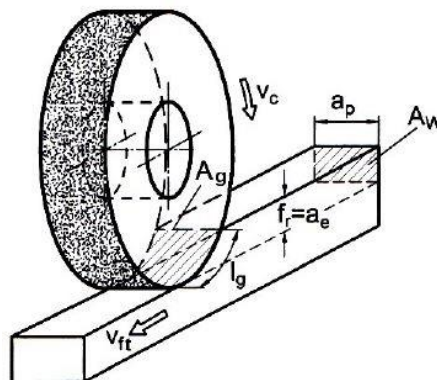
Hlavní pohyb vrtačky je rotační a vykonává ho vrták (nástroj), výjimečně obrobek. Vedlejší pohyb vykonává také vrták a to ve směru osy. Vrták obvykle směřuje kolmo na obráběnou plochu. Vrtáky mohou být s jedním nebo více břity. [8, 10]



Obr. 3.3. Ukázka vyvrtané díry. [10]

3.1.4 Broušení

Jedná se o dokončovací metodu. Využívá se mnohobřítý nástroj s geometricky nedefinovanými řeznými hranami. Na nástroji se nacházejí zrna, které jsou schopna přenášet malé řezné síly. Při obrábění dochází k jejich uvolňování (nebo k uvolňování jejich částí), čímž dochází k tzv. samoostření. Z důvodu různého tvaru a rozmístění zrn v brousícím nástroji dochází k nepravidelnému odebrání třísky (obr. 3.4.). [8]

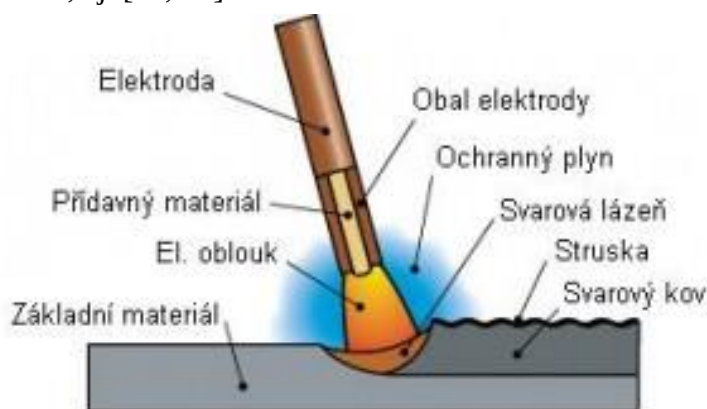


Obr. 3.4. Ukázka brusné operace. [8]

3.2 Svařování

Svařování je technologie, pomocí které jsou vytvářeny nerozebíratelné spoje kovových materiálů s využitím tepelné, mechanické nebo radiační energie. Principem tvorby nerozebíratelného spoje je dodání potřebné energie atomům na povrchu kontaktních ploch za účelem překonání potřebné energetické bariéry. Metody svařování lze rozdělit na:

- tavné svařování: Vzniká díky přívodu tepelné energie do místa svaru, kde nastává natavení základního a přídavného materiálu. Vzniká teplotně ovlivněná oblast, ve které probíhají rozsáhlé změny ve struktuře. Zástupci této metody jsou: MIG, MAG, TIG, svařování plamenem atd. (obr. 3.5.).
- tlakové svařování: Je zapříčiněno působením mechanické energie. Svar vzniká přiblížením spojovaných povrchů na vzdálenost, ve které již působí meziatomové síly. Příkladem může být třecí, ultrazvukové nebo výbuchové svařování, aj. [11, 12]



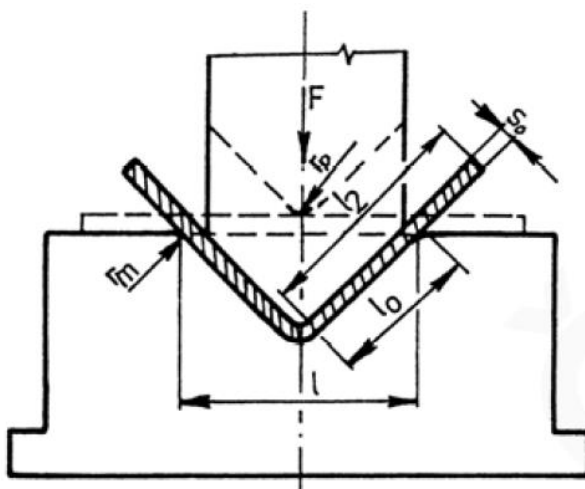
Obr. 3.5. Znázornění tavného svařování. [12]

3.3 Ohýbání

Jedná se o proces, při kterém vlivem působení ohybového momentu od ohybové síly dochází k trvalé změně tvaru polotovaru. Ohýbání může být prováděno jak za studena, tak za tepla (obr. 3.6.).

Příklady ohýbání:

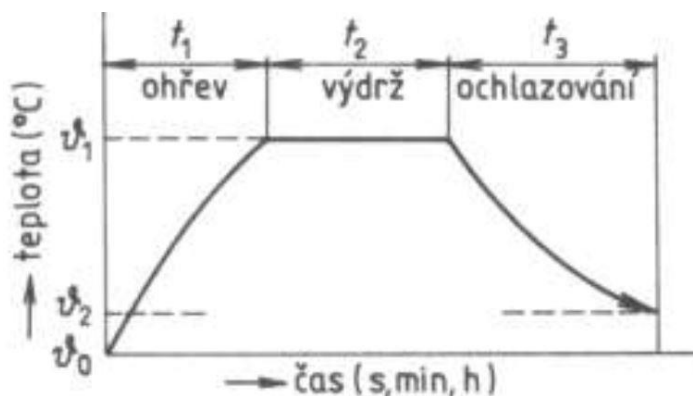
- prosté ohýbání (tváření rovinné plochy),
- ohraňování (ohýbání plechu v ohraňovacích lisech),
- osazování (promáčknutí plechu na okraji nebo uvnitř rovinné plochy). [13]



Obr. 3.6. Ohýbadlo do tvaru V [13]

3.4 Tepelné zpracování

Jedná se o technologický proces, který se skládá z ohřevu, prodlevy na teplotě a ochlazení (obr. 3.7.), zatímco zpracovávaný materiál zůstává během celého procesu v tuhém stavu. Tepelným zpracováním (TZ) se snažíme docílit změny struktury, a tedy i vlastností materiálu. [14, 15]



Obr. 3.7. Schéma tepelného zpracování. [15]

3.4.1 Kalení

Kalení je operace, při které ohříváme kov na kalící teplotu a poté ochlazujeme velmi rychle - tzv. nadkritickou rychlostí (obr. 3.8.). Ochlazování probíhá ve vodě, v oleji, v solích nebo na vzduchu. Při tom vzniká tvrdá a křehká nerovnovážná struktura tuhého přesyceného roztoku uhlíku v železe alfa (martenzit). Tím dosahujeme lepších pevnostních vlastností.

Druhy kalení:

- Kalení martenzitické:
 - nepřetržitě,
 - přetržitě: lomené, termální a se zmrazováním.
- Kalení bainitické:
 - izotermické,
 - nepřetržitě.



Obr. 3.8. Ukázka kalení. [16]

Po kalení obvykle následuje popouštění. Při něm cíleně snižujeme pevnostní vlastnosti za účelem redukce vnitřních napětí a zvýšení plastických vlastností (tažnost, zúžení). [14, 15, 16]

4 VÝROBA PROTOTYPU

Tato kapitola je zaměřena na zhotovení dýky. Budou zde popsány jednotlivé kroky výroby. Kromě vysoustružení hrušky a tepelné úpravy vzorku čepel proběhla veškerá výroba v domácím prostředí s minimálním vybavením.

4.1 Čepel

Pro zhotovení prototypu čepel byla jako výchozí materiál zvolena ocel ČSN 12 010 (materiálový list– příloha 2). Skutečné chemické složení polotovaru bylo provedeno na opticko-emisním spektrometru– příloha 2). Obdélníkový polotovar, který byl odříznut z kusu plechu (materiál ČSN 12 010 – příloha 2), byl pomocí brusného zařízení zpracován do požadovaného tvaru (obr. 4.1.). Pro ulehčení výrobního procesu byla navařena do spodní části těla čepel kulatina o průměru 60 mm (obr. 4.2.). Tím bylo možné minimalizovat proces broušení. Špička i čepel nože zůstaly v nedoostřeném stavu dle bezpečnostních pravidel pro scénický šerm.



Obr. 4.1. Natvarování čepel do hřbetového průřezu.



Obr. 4.2. Navaření kulatého zbytku těla.

4.1.1 Metalografický rozbor oceli

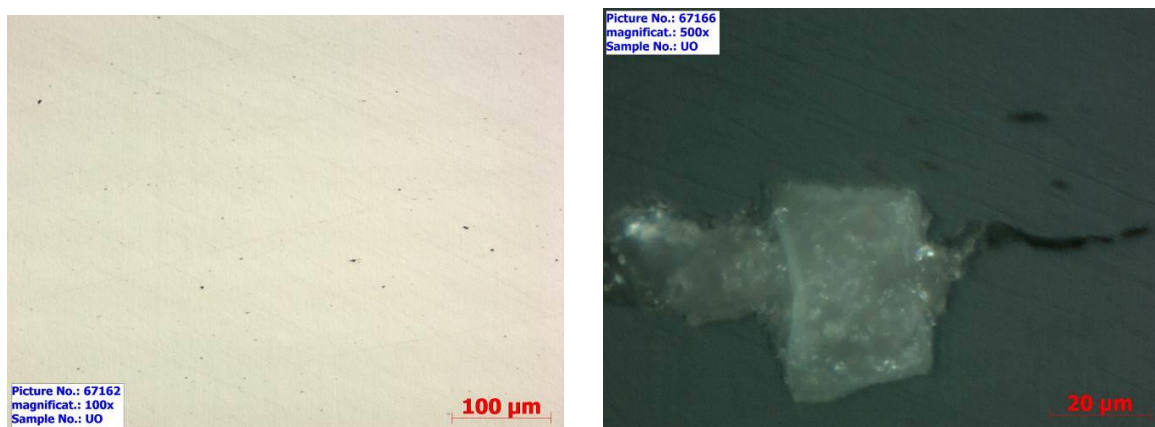
Metalografický rozbor byl prováděn na optickém mikroskopu NEOPHOT 32 při zvětšení 100x. Pozorování bylo prováděno na odřezku z čepele.

4.1.1.1 Výchozí stav

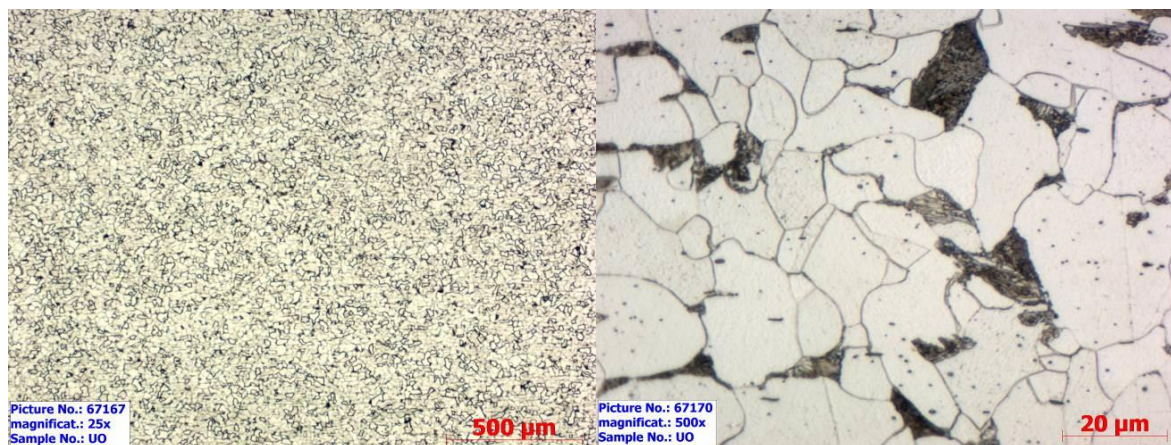
Při mikroskopickém rozboru materiálu v nenaleptaném stavu bylo možné pozorovat oblasti s výrazným znečištěním oxidickými vměstkami (obr. 4.3.). Nejspíše se jednalo o produkty reoxidace (Al_2O_3).

Po naleptání povrchu vzorku leptadlem NITAL 3 byla pozorována feriticko-perlitická struktura (obr. 4.4.). Průměrná velikost zrna podle ASTM E-112 byla $G = 8 - 9$.

Tvrdość čepele před tepelným zpracováním odpovídala 137 HBW.



Obr. 4.3. a) Výchozí stav materiálu a b) detail vměstku.



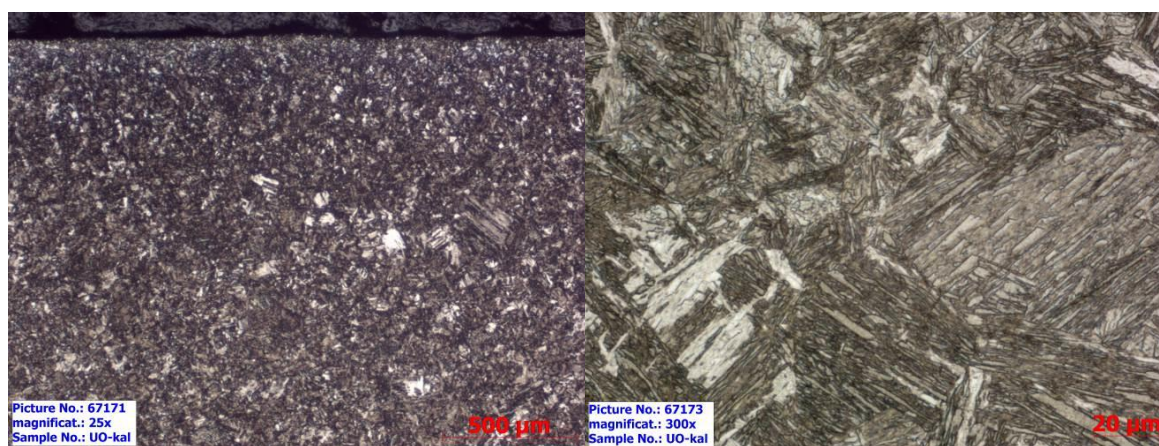
Obr. 4.4. Výchozí stav - naleptáno.

4.1.1.2 Tepelně zpracovaný stav

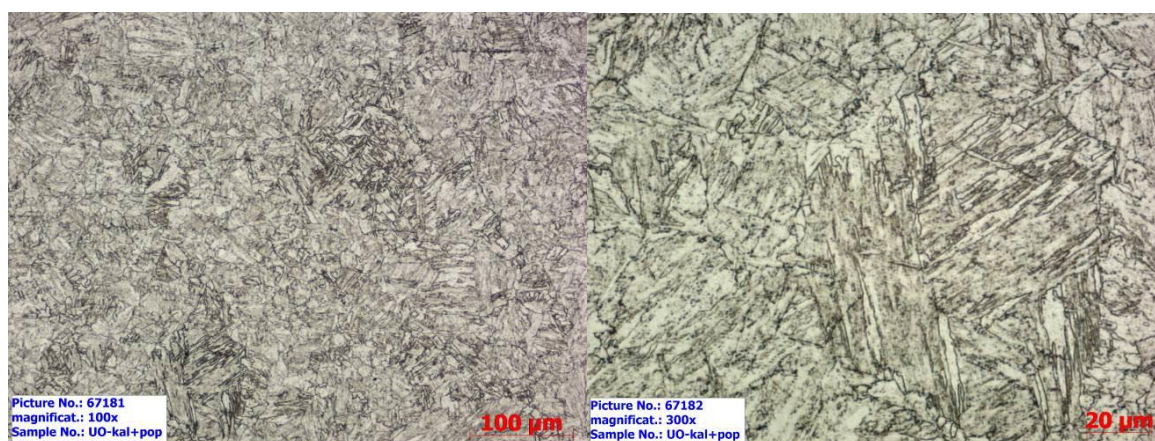
Čepel byla po 15minutové výdrži na teplotě 920 °C zakalena do vody. Ve vzorku odebraném ihned po kalení se vyskytovala martenzitická a částečně i bainitická struktura (obr. 4.5.).

Po kalení následovalo popouštění na vzduchu (s výdrží 2,5 hodiny na teplotě 600 °C). Dle metalografického rozboru se v struktuře takto zpracovaného vzorku nacházel popuštěný, nízkouhlíkový martenzit a bainit (obr. 4.6.).

Tvrдость vzorku ihned po zakalení byla 306 HBW, zatímco po popouštění klesla tvrдость na 217 HBW.



Obr. 4.5. Stav po kalení.



Obr. 4.6. Stav po kalení a popouštění.

4.2 Hruška

Zhotovení toho dílu probíhalo na soustruhu TOS S32 (obr. 4.7.) (příloha 3). Byla využita kulatina o průměru 35 mm z materiálu ČSN 11 523 (příloha 2). Pro výrobu byl vybrán model s průchozí dírou (bez závitů) – viz bod 2.1, která byla spojena se zbytkem výrobku nerozebíratelným spojem – roznýtováním konce čepele (obr. 4.8.).



Obr. 4.7. Soustruh TOS S32.



Obr. 4.8. Vysoustružení hrušky.

4.3 Záštit

K zhotovení záštity byla tyč o průměru 8 mm rozdělena na 3 části. Ty byly postupně upínány do svěráku společně s kopytem fungujícím jako šablona (obr. 4.9.) pro vytvoření námi požadovaného tvaru (1 x kroužek, 2 x čtvrt kruh).



Obr. 4.9. Ohýbání dílů.

Takto připravené díly byly očištěny od ochranné vrstvy a připraveny na svařování. Při tom byly využity předpřipravené ocelové kvádříky, které po svaření vytvořily na záštitě průchozí díru pro umístění čepele. Zkompletovaná záštita byla dotvarována pomocí pilníku (obr. 4.10.).



Obr. 4.10. Kompletace záštity.

4.4 Rukojeť

Jako poslední část byla zhotovena rukojeť dýky. Použitý materiál bylo smrkové dřevo. Tento polotovár byl provrtán vrtákem o průměru procházející spodní částí čepele (60 mm). Následně byla řezáním a broušením vytvořena drážka, která se zapasovala s plochou částí čepele z důvodu zabránění protáčení rukojeti (obr. 4.11.). Pomocí broušení struhákem byl celý kus následně opracován do eliptického průřezu (s ponechaným hrubým povrchem – obr. 4.12.). Na takto připravenou plochu bylo následně nanášeno lepidlo a namotán předem připravený kus kůže. Po zaschnutí lepidla se na rukojeť přidaly měděné prstence umístěné na obou koncích výrobku. Jejich funkce je jak estetická, tak pojistná (obr. 4.13.).



Obr. 4.11. Počáteční stav rukojeti.



Obr. 4.12. Vytvoření hrubého tvaru.



Obr. 4.13. Finální produkt omotán kůží a zajištěný měděnými kroužky.

4.5 Kompletace

V posledním kroku došlo k sestavení všech kusů do finálního produktu (obr. 4.14., obr. 4.15.). Jakožto pojistka proti rozpadu sestavy slouží nýtové zakončení (obr. 4.16., obr. 4.17.).



Obr. 4.14. Přehled využitých součástí.



Obr. 4.15. Zobrazení pozice kusů.



Obr. 4.16. Nýtování.



Obr. 4.17. Sestavený výrobek.

5 POSOUZENÍ PROTOTYPU

5.1 Posouzení vlastností

Tvrdoost prototypu odpovídá po zakalení a následném popouštění zhruba 19 HRC, což je pro předpokládané ozdobné využití více než dostačující. Pro výrobu kusů využitelných na rekonstrukci bitev bude třeba zvolit materiál s větší prokalitelností. Z tohoto důvodu by se mohl využít jako výchozí polotovár kupříkladu materiál ČSN 14 260 (příloha 2). Online historické obchody nabízejí čepele s tvrdostí cca 50 HRC [17]. Český proslulý kovář a mečíř Stanislav Eliáš (pod označením Had) vyrábí čepele o tvrdosti až 60 HRC.

5.2 Posouzení ekonomičnosti

Z ekonomického hlediska je nejvhodnější nakoupit již předem zpracovanou čepel. Její výroba je finančně nevýhodná z důvodu drahého výchozího polotovaru a nutnosti tepelného zpracování, kterým jsou zajišťovány požadované mechanické vlastnosti. U hrušky platí, že výhodnost její výroby je podmíněna přístupem k obráběcímu zařízení. Na vytvoření záštity a madla bylo potřeba minimum prostředků, z čehož je možné vyvodit její ekonomickou výhodnost. Kusová výroba se cenově pohybovala pod prodejními cenami podobného artiklu. Malosériová výroba by zajistila ještě větší návratnost investovaných prostředků.

5.3 Posouzení výrobku

Při vytváření nerozebíratelného spoje došlo k jeho přílišnému rozkování z důvodu vůle záštity, která se mohla lehce kývat. To nejspíše zapříčinil kroužek z kůže, jenž byl umístěn na vrcholy madla z důvodu ochrany jednotlivých částí. Kroužek, jak se ukázalo, může být při budoucí výrobě zcela vynechán.

Na kovových částech dýky pozorujeme s odstupem času postupující korozi. Její největší zastoupení je v oblastech, kde dochází ke kontaktu s lidskou pokožkou. Tento děj by mohl být omezen pomocí čistícího a konzervačního oleje.

5.4 Posouzení ekologičnosti

Výrobní proces byl ekologický. Kovový odpad byl shromážděn a následně přesunut do sběrných surovin. Dřevěný odpad byl spálen při topení v kamnech a zbytky kůže byly použity pro další výrobu (těsnění, podložky,...).

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce si kladla za téma zhotovení prototypu dýky. Její zhotovení dopadlo úspěšně.

Shrnutí výsledků:

- Navržený model vyhovuje našim požadavkům a věrně imituje proporce finálního produktu
- K jeho uskutečnění byli využity konvenční výrobní techniky.
- K zhotovení dalších kusů by pro dosažení vyšší tvrdosti po zušlechtění bylo vhodné použít například ocel 14260

Výroba byla provedena v domácím prostředí, až na hrušku k jejíž zhotovení bylo zapotřebí soustruhu a TZ, jež bylo provedeno ve firmě ŽĎAS, a.s..

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. ŠACH, Jan. *Chladné zbraně*. Vyd. 4. Praha: Aventinum, 2008. Fotografické atlasy. ISBN 978-80-86858-68-5.
2. SYNEK, Jaroslav. *Vojenské dějiny od pravěku do roku 1648*. Praha: Ottovo nakladatelství, 2013. ISBN 978-80-7360-911-5.
3. *Lovec Pokladu* [online]. [cit. 2020-06-13]. Dostupné z: <https://www.lovecpokladu.cz/home/era-doby-bronzove-2000-700-pr-n-l-1336>
4. *Chladné zbraně* [online]. [cit. 2020-06-12]. Dostupné z: <https://www.chladnezbrane.eu/clanky-a-recenze/vyvoj-nozu/>
5. HARENBERG, Bodo. *Kronika lidstva*. 8. vyd. Praha: Fortuna Print [i.e. Fortuna Libri], c2011. ISBN 978-80-7321-601-6.
6. *Medieval Britain* [online]. [cit. 2020-08-25]. Dostupné z: <https://medievalbritain.com/type/medieval-life/weapons/medieval-dagger-knife/>
7. *Pavel Skryja* [online]. [cit. 2020-08-12]. Dostupné z: <http://www.pavelskryja.cz/goticky-mec-zlacen-rytiny.html>
8. BRYCHTA, Josef. *Technologie II*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2008. ISBN 978-80-248-1822-1.
9. FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. *Teorie obrábění, tváření a nástroje*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-214-2374-9.
10. *Sandvik Coromant* [online]. [cit. 2020-07-18]. Dostupné z: <https://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/knowledge/drilling/pages/default.aspx>
11. J. Kubíček. *Odboru svařování a povrchových úprav* [online]. [cit. 2020-09-03]. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/svarovani/img/opory/technologie_svarovani_5te_etv_etv-k_kubicek.pdf
12. *Schinkmann* [online]. [cit. 2020-09-01]. Dostupné z: <https://www.schinkmann.cz/svarovaci-technika-1>

13. ČADA, Radek. *Technologie I*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, [2008]. ISBN 978-80-248-1507-7.
14. PTÁČEK, Luděk. *Nauka o materiálu II*. 2. opr. a rozš. vyd. Brno: CERM, 2002. ISBN 80-720-4248-3.
15. *Techstroj* [online]. [cit. 2020-08-15]. Dostupné z: <http://techstroj.g6.cz/T/T04.pdf>
16. *Clinton Aluminium* [online]. 2019 [cit. 2020-08-23]. Dostupné z: <https://www.clintonaluminum.com/why-does-quenching-make-metal-brittle/>
17. *Drakkaria* [online]. [cit. 2020-09-05]. Dostupné z: <https://www.drakkaria.cz/repliky-zbrani-noze/>
18. ŘASA, Jaroslav a Josef ŠVERCL. *Strojnické tabulky: pro školu a praxi*. Praha: Scientia, 2007. ISBN 978-80-86960-20-3.
19. *CNC Fórum* [online]. [cit. 2020-08-14]. Dostupné z: <https://forum.strojirenstvi.cz/viewtopic.php?t=2673>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka	Popis
HBW	tvrdost podle Brinella
HRC	tvrdost dle Rockwella
TZ	tepelné zpracování
VBD	vyměnitelná břitová destička

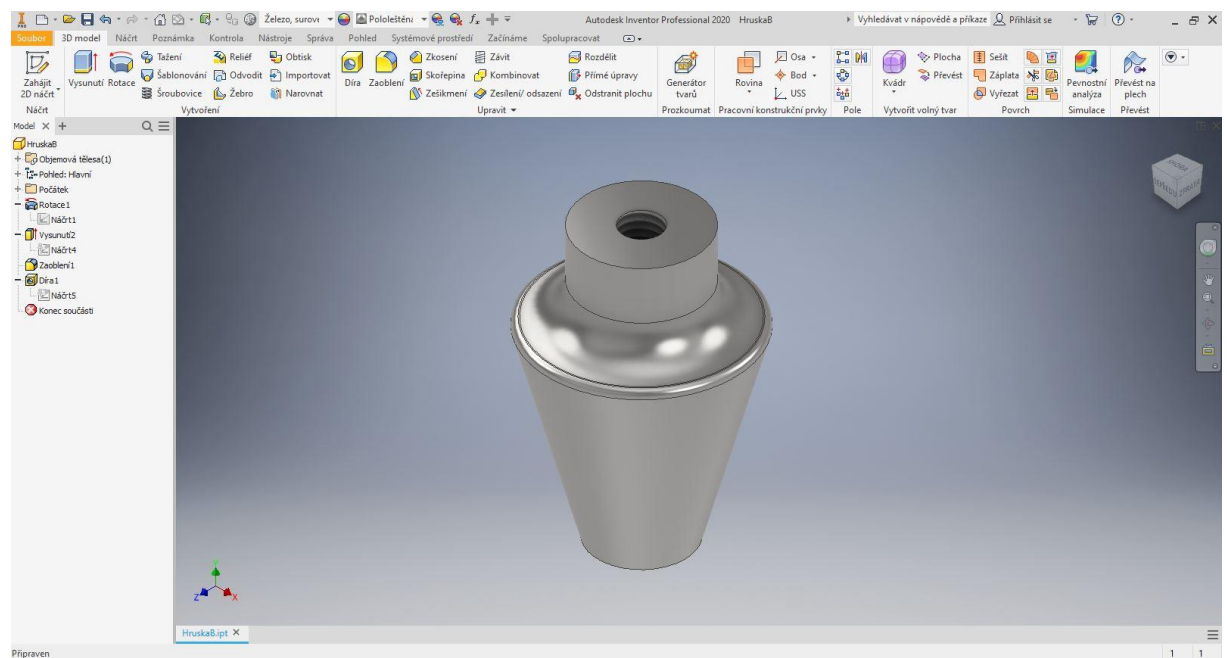
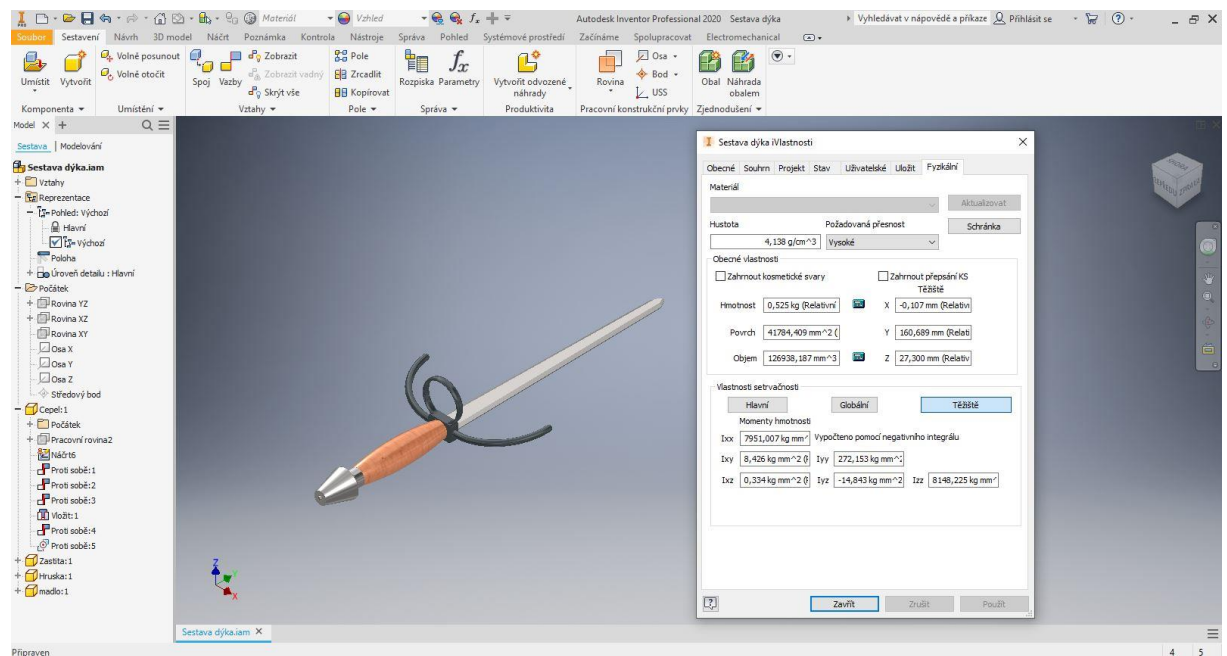
Symbol	Jednotka	Popis
v_c	[m.min ⁻¹]	řezná rychlost
v_e	-	výsledný pohyb
v_f	[m.min ⁻¹]	posuvová rychlost

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Ukázka ze SW řešení
Příloha 2	Materiálový list
Příloha 3	Výtah z manuálu zařízení S32

PŘÍLOHA 1

Ukázka ze SW řešení



PŘÍLOHA 2 (1 ZE 2)

Materiálový list

ČSN 12 010 [18].

Označení dle původní ČSN (obsah C %)	Vlastnosti a použití (tepelné zpracování)			Třída odpadu
	R_m (MPa)	R_e min. (MPa)	Tvrdość HB	
12 010 (0,07 až 0,14)	290 až 840 ¹⁾	165 až 345 ¹⁾	127 až 236 ¹⁾	007
[*] Konstrukční ocel k cementování. Na méně namáhané součásti (čepy, pouzdra, šrouby, vačkové hřídele, ozubená a řetězová kola, kalibry, upínací trny, frézy na dřevo. Svařitelnost zaručená. NŽ: 900 °C; ŽM: 680 °C; P: 850 až 880 °C; 1. K: 900 °C (voda, olej); 2. K: 780 °C (voda, olej).				

^(A04) **ZDAS**

^(A01) Žďas a.s.

Strojírenská 675/6

Žďár nad Sázavou 1

591 01 Žďár nad Sázavou

^(A02) Inspekční certifikát EN 10204 3.1

OS 82 11_01

Protokol č. ^(A03)

(A06) Zakázka	B.č.	(A07) Objednávka	(A08) Zákazník
L-010-0511	1	Dok ROR 01/1	ŽĐAS DME MME Źďár nad Sázavou
Výkres	(B01) Název		(B02) Materiál
			.NULL.
(B07) Pořadová čísla			
I02703			

Chemický rozbor ze vzorku

Zkouška č.	^(C00) Vzorek	^(B07) Tavba	Pořadová čísla
256305	I02703		I02703

^(C71) Chemické složení

-

Datum: 20.04.2020

Obsah prvků v %, obsah vodíku v ppm. Nebyla překročena hmotnostní aktivita 0.1 Bq/g ekvivalent Co 60

Zkouška č.	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Mo	V	Al	Sn
min.												
max.												
256305	0,09	0,60	0,17	0,020	0,018	0,14	0,12	0,31	0,03	0,01	<0,005	0,018

PŘÍLOHA 2 (2 ZE 2)

Materiálový list

ČSN 14 260 [18].

Označení dle původní ČSN (obsah C %)	Vlastnosti a použití (tepelné zpracování)			Třída odpadu
	R_m (MPa)	R_e min. (MPa)	Tvrlost HB	
14 260 Si-Cr (0,50 až 0,60)	1 370 až 1 670	880 až 1 175	235 až 485	001
	Více namáhané pružiny pro automobily, železniční vozy, ventilové pružiny (do 300 °C), skluzy, pracovní části stavebních a zemědělských strojů. Nesvařitelná. Tvařitelnost zhoršená. Obrobitelnost zhoršená. NŽ: 850 až 890 °C; ŽM: 710 až 750 °C; K: 840 až 880 °C (olej); P: 380 až 580 °C (vzduch); TT: 1 100 až 840 °C.			

ČSN 11 523 [18].

Označení dle původní ČSN (obsah C %)	Vlastnosti a použití (tepelné zpracování)			Třída odpadu
	R_m (MPa)	R_e min. (MPa)	Tvrlost HB	
11 523 (0,20)	441 až 667 ¹⁾	284 až 490 ¹⁾	max. 274 ¹⁾	002
	Na mostní a jiné svařované konstrukce, ohýbané profily, součásti strojů, automobilů, motocyklů, jízdních kol, tepelných zařízení a tlakových nádob. Svařitelnost zaručená. NŽ: 870 až 900 °C; P: 670 až 700 °C; ŽM: 680 až 710 °C; ŽP: 600 až 650 °C; TT: 1 150 až 800 °C.			

PŘÍLOHA 3 (1 ZE 2)

Výtah z manuálu zařízení S32 [19].

A/ Hlavní rozměry a technická data

Oběžný průměr:

nad ložem	mm	320
nad suportem	mm	190
v lunetě pevné	mm	6-100
v lunetě souběžné	mm	16- 30

Vzdálenost hrotů:

	max. mm	750
na zvláštní objednávku točná délka	max. mm	1000

točná délka při použití kuželového
pravítka /úhel do 15°/

280

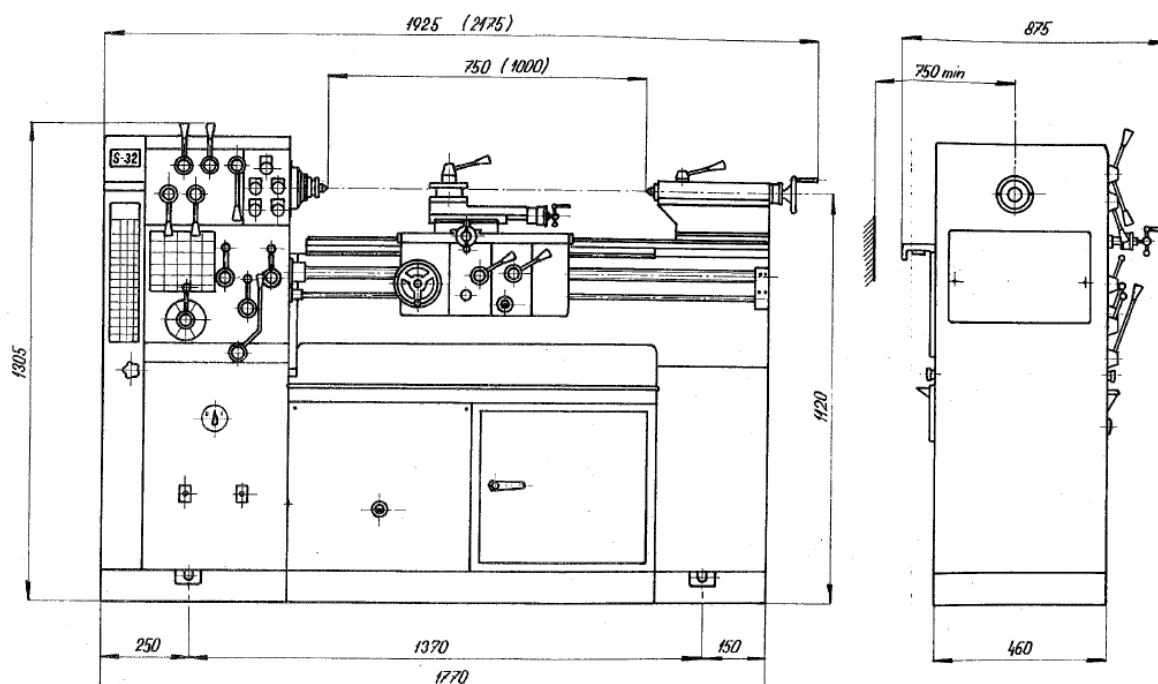
Lože

šířka	mm	250
upínací deska	mm	Ø 280
umášecí deska	mm	Ø 150
čtverec čtyřhranné nožové hlavy, vnější - vnitřní	mm	Ø 100-68
největší průřez nože	mm	20x20

Vřeteno:

vrtání vřetena	mm	36
kužel ve vřetenu	1:20	M40
kužel hrotů	Morse	č.3
přední závitový konec podle normy DIN 800		M 68x6

Na zvláštní objednávku vřeteno DIN 55022
s kuželem ve vřetenu MORSE 5



PŘÍLOHA 3 (2 ZE 2)

Výtah z manuálu zařízení S32 [19].

