

**STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA STROJNÍ A ELEKTROTECHNICKÁ
A VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, LIBEREC 1, Masarykova 3**

Masarykova 3, 460 84 Liberec 1, tel. 485 100 113, fax 485 100 063, e-mail sekretariat@pslib.cz, http://www.pslib.cz



STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Sportovní malorážka
Jan Bělík
František Manlig

Liberec 2014

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor SOČ: 9. strojírenství, hutnictví, doprava, průmyslový design

Sportovní malorážka Smallbore rifle

Autoři: Jan Bělík, František Manlig

Škola: Střední průmyslová škola strojní a elektrotechnická a Vyšší odborná škola, Liberec 1, Masarykova 3, příspěvková organizace

Konzultant: Ing. Jiří Haňáček
Ing. Radek Havlík

Liberec 2014

Prohlašujeme, že jsme svou práci vypracovali samostatně, použili jsem pouze podklady (literaturu, SW atd.) citované v práci a uvedené v příloženém seznamu a postup při zpracování práce je v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Liberci dne 19. 3. 2014

podpis:.....

Jan Bělík

podpis:.....

František Manlig

Anotace

Tato práce se zabývá vývojem sportovní malorážní pušky, dle pravidel ISSF. Zabývá se konstrukčními změnami, které byly navrženy, vyrobeny a následně otestovány.

Vychází se z aktuálně dostupných produktů od firem Anschütz, Grünig & Elmiger, Feinwerkbau, Walter a Vaškent, které jsou běžné na trhu. Dále byly využity osobní zkušenosti autora Jana Bělíka. Jan Bělík se sportovní střelbě několik let aktivně věnoval a díky tomu i získal kontakty na mnoho špičkových střelců, především z České republiky, se kterými bylo možné současné pažby a jejich vlastnosti prokonzultovat. Další, kdo má velký podíl na zadání, tedy návrhu co inovovat a vylepšit, je slečna Jana Lauermannová, která se jako členka české střelecké reprezentace účastnila například mistrovství Evropy v Plzni a mnoha dalších závodů na vysoké úrovni.

Tato práce se snaží inovovat a přinášet tedy snahu o zlepšení dosud používaných pažeb. Největší výhodou produktu je, že byl testován v skutečném prostředí a zkušenými sportovci, je tedy postaven na reálných mezerách v nabídce.

Klíčová slova: Sportovní střelba, sportovní malorážka, pažba

Summary

The subject of these theses is development of sport small bore rifle according to ISSF rules. It is dealing with changes in construction that were proposed, manufactured and later on also tested.

We were basing our work on current products of Anschütz, Grünig & Elmiger, Feinwerkbau, Walter and Vaškent that are normally accessible on the market. Furthermore we have used personal experience and knowledge of co-author Jan Bělík who practiced sport shooting for some years. He was also able to acquire contacts for many top shooters that helped us as consultants. Another person that helped with the

assignment was Jana Lauermannová who for example joined the European Championship in Pilsen as a member of Czech shooting representation team and many other significant competitions.

The aim of this work is innovation and so we tried to improve the currently used stocks. The biggest advantage of the product is that it was tested in real environment by actual and experienced sportsmen and so it is built up on real gaps in supply.

Key words: Sport shooting, sport small bore rifle, stock

Annotation

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung, Herstellung und Testung einer Kleinkaliber-Sportwaffe nach den Regeln der ISSF.

Diese erfolgte ausgehend von den aktuellen marktüblichen Produkten der Firmen Anschütz, Grünig & Elmiger, Feinwerkbau, Walter und Vaškent.

Durch die langjährige praktische Erfahrung unseres Mitarbeiters Jan Bělík im Sportschießen und daraus folgenden Kontakten zu aktiven und erfolgreichen Schützen der Tschechischen Republik war es uns möglich, die Eigenschaften der Schäfte während der Entwicklung mit aktiven Athleten zu diskutieren und auf deren spezielle Bedürfnisse abzustimmen.

Besonders zu erwähnen ist hier Jana Lauermannová, die maßgebliche Hinweise zum Verbesserungspotenzial der gebräuchlichen Schäfte gab.

In langjähriger Arbeit ist es uns gelungen eine Waffe zu entwickeln, in die die Erfahrungen der besten tschechischen Sportler eingeflossen sind.

Schlüssel-Wörter: Sportschießen, Sportliche Kleinkaliberwaffe, Schaft

Poděkování

Touto prací bychom chtěli poděkovat všem učitelům a lidem, kteří nám pomohli s dlouhodobou maturitní prací k zdárnému konci.

Ing. Jan Boháček

Ing. Jan Technik

Ing. Jiří Haňáček

Ing. Jiří Šafka

Ing. Jiří Vestfál

Ing. Jaroslav Semerád

Ing. Radek Havlík

Mgr. Vilém Rychtář

RNDr. Kirschnerová Eva

Miloš Král

Karel Pomikálek

Pavel Jelínek

Bc. Jana Lauermannová

Petr Janoušek

Michal Koutecký

Obsah

Úvod.....	1
1 Zadání a časový rozvrh.....	2
1.1 Zadání.....	2
1.2 Časový rozvrh práce	2
2 Úvodem ke sportovní malorážce	3
2.1 Sportovní střelba.....	3
3 Části sportovní malorážky	4
3.1 Popis sportovní malorážky	4
3.2 Dílčí pažba - 01.....	5
3.3 Lícnice dolní - 02	5
3.4 Lícnice horní - 03	6
3.5 Botka - 04	6
3.6 Žehlička - 05.....	7
3.7 Předpažbí - 06	7
4 Hlavní kritéria vývoje.....	8
4.1 Obsluha	8
4.2 Hmotnost.....	8
4.3 Ekonomická stránka	8
5 Současný stav dílů na trhu	9
5.1 Celkové provedení pažby.....	9
5.1.1 Anschütz.....	9
5.1.2 Grünig & Elmiger.....	10
5.1.3 Vaškent	10
5.2 Design.....	11
5.2.1 Anschütz.....	11
5.2.2 Grünig & Elmiger.....	11
5.2.3 Vaškent	11
5.3 Materiály	12
5.3.1 Anschütz.....	12
5.3.2 Grünig & Elmiger.....	12
5.3.3 Vaškent	13
5.4 Lícnice	14
5.4.1 Anschütz.....	14
5.4.2 Grünig & Elmiger; Feinwerkbau	15
5.4.3 Walther	15
5.4.4 Vaškent	16
5.5 Zhodnocení.....	17

6	Vylepšení a inovace.....	18
6.1	Celkové provedení pažby.....	18
6.2	Design.....	18
6.3	Inovace mechanismu lícnice.....	19
6.3.1	Návrh inovace	19
6.3.2	Konstrukční řešení.....	22
6.4	Ekonomické hledisko	27
7	Výroba dílů.....	28
7.1	Odlévání Základny.....	28
7.1.1	Vývoj výroby dílu.....	29
7.1.2	Infuzní lití.....	29
7.1.3	Konstrukce formy	30
7.1.4	Výroba formy.....	31
7.1.5	Skládání/rozebírání formy	36
7.2	Obrábění.....	39
7.2.1	Charakteristika CNC strojů.....	39
7.2.2	Podložka pod hlaveň – EMCO MILL.....	40
7.3	Zhodnocení výroby.....	45
7.3.1	Odlévání.....	45
7.3.1	Obrábění.....	45
8	Zkouška prototypu.....	46
8.1	Zkouška formy	46
8.1.1	První pokus odlítí.....	46
8.1.2	Druhý pokus odlítí.....	47
8.1.3	Třetí pokus odlítí.....	47
8.1.4	Čtvrtý pokus odlítí.....	48
8.1.5	pátý pokus odlítí.....	48
8.2	Pohledová zkouška.....	49
8.3	Zkouška prototypu mechanismu lícnice.....	49
8.3.1	Šnekové soukolí.....	49
8.3.2	Přestavení výšky lícnice vršek.....	49
8.3.3	Zhodnocení mechanismu.....	50
8.4	Kompletace.....	50
8.5	První výstřel.....	51
8.6	Celkové zhodnocení testování	52
9	Ekonomická stránka.....	53
9.1	Analýza cen pažeb na trhu.....	53
9.1.1	Hliníková pažba holá	53
9.1.2	Pažba Otakar holá	53
9.1.3	Precizní zbraň.....	53
9.1.4	Precizní zbraň 2.....	54
9.2	Předběžná cena a zisk pažby	54
	Závěr.....	58
	Použitá literatura.....	59
	Seznam obrázků.....	61
	Seznam tabulek.....	64
	Seznam zkratk.....	64
	Přílohy	64

Úvod

V době, kdy jsem se aktivně věnoval sportovní střelbě, jsem odhalil řadu konstrukčních vad, které nejsou pro střelce vyhovující.

V prvním ročníku jsem se zabýval úpravou příslušenství, které pomáhalo střelci lépe zasadit zbraň do ramene (tzv. Botka) a drobnými úpravami dřevěné pažby, kterou jsem měl k dispozici.

Po úspěšném absolvování Středoškolské odborné činnosti s touto prací jsem se rozhodl vyvinout celou pažbu podle svých představ.

K tomu byla potřeba další osoba, která se zapojí jak do vývoje, tak do výroby.

[Jan Bělík]

1 Zadání a časový rozvrh

1.1 Zadání

Vyvinout, zkonstruovat a vyrobit co nejpraktičtější pažbu sportovní malorážní pušky, za použití moderních materiálů a s co nejlepším ekonomickým výhledem.

1.2 Časový rozvrh práce

Vývoj a modelování	květen 2011 – 1. 1. 2013
Příprava výrobní dokumentace	1. 1. 2013 – 1. 3. 2013
Výroba	1. 2. 2013 – 1. 2. 2014
Testování	1. 1. 2014 – 1. 3. 2014
Úpravy	1. 6. 2014 – 1. 8. 2014
Kontrola v letní sezóně	léto 2014
Kvalifikace LOH	2015
Prodej	leden 2015
Letní olympijské hry	2016

2 Úvodem ke sportovní malorážce

2.1 Sportovní střelba

Ze sportovní malorážní pušky se střílí ve třech polohách: vleže (viz obr. 1), vkleče (viz obr. 2) a ve stoje (viz obr. 3). Každá střelecká pozice má jiné nastavení přestavitelných prvků zbraně. Protože při závodech jsou střelci časově omezeni, je nutné, aby přestavění proběhlo vždy rychle a přesně, což se ukazuje s novými pravidly jako problém.



Obr. 1 Poloha vleže [2]



Obr. 2 Poloha vkleče [2]



Obr. 3 Poloha ve stoje [2]

Střelecké podmínky:

-Na MS, ME a OH nezáleží na věku a proto jsou jen 2 kategorie: ženy a muži

Vzdálenost terče: 50 m

Hmotnost zbraně: max. 6,5 kg

3 Části sportovní malorážky

3.1 Popis sportovní malorážky

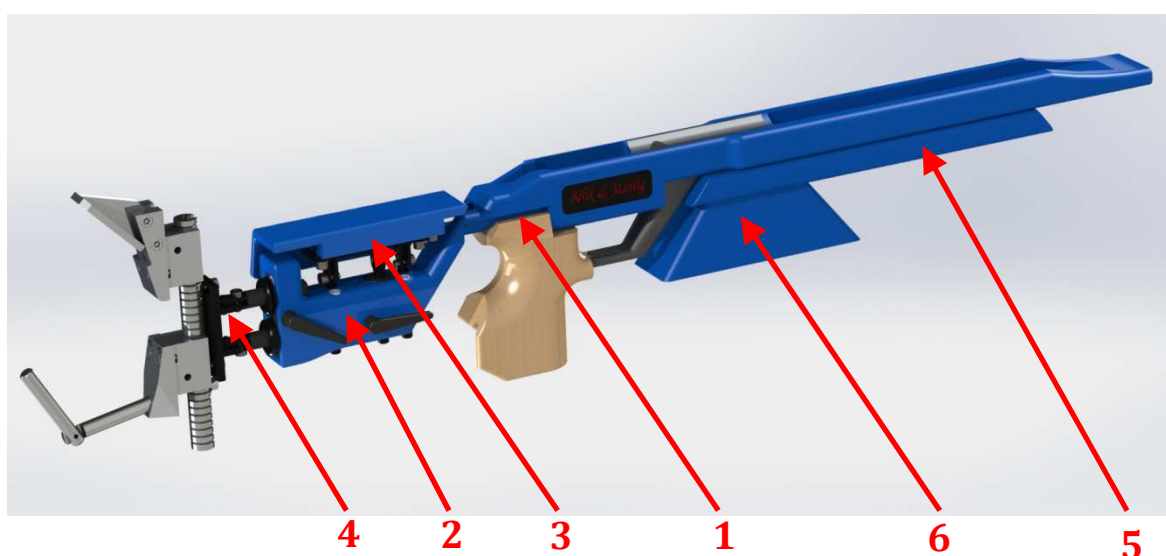
Popis celé malorážky (viz obr. 4). Na obrázku je vidět celá sestavená zbraň s pojmenováním jednotlivých částí. Jde o model, na kterém je vidět klasický vzhled a všechno příslušenství.



Obr. 4 Obecný popis malorážky [3]

- 1) Pažba
- 1) Hlaveň
- 2) Nábojová komora
- 3) Závěr hlavně
- 4) Dioptr
- 5) Tunel
- 6) Spoušť
- 7) Botka
- 8) Hák
- 9) Lícnice
- 10) Předpažbí
- 11) Jezdec
- 12) Pistolová pažbička

Popis pažby (části, kterými se zabýváme, viz obr. 5). Rozdělení odpovídá také rozložení do podsestav našeho modelu, které jsou rozebrány v následujících podkapitolách.



Obr. 5 Popis našeho modelu malorážky

- | | | |
|------------------|------------------|--------------|
| 1) Dílčí pažba | 3) Horní lícnice | 5) Předpažbí |
| 2) Dolní lícnice | 4) Botka | 6) Žehlička |

3.2 Dílčí pažba - 01

Jedná se o hlavní podsestavu (viz obr. 6), na kterou přijde osadit zbytek dílů pažby.

Stěžejním dílem podsestavu a zároveň celé pažby je díl Základna, viz výroba Základny, na kterou se montuje většina dílů. Na tuto podsestavu přijde také namontovat nejdůležitější část každé zbraně a to je hlaveň. Důležité také bylo správně provést uložení hlavně, které musí být přesné a pevné.

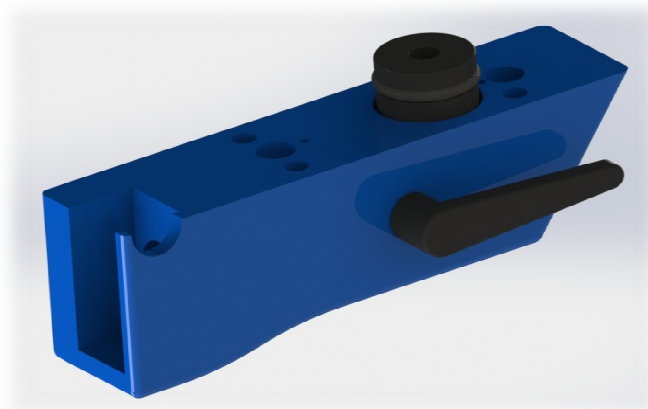


Obr. 6 Model dílčí pažby

3.3 Lícnice dolní - 02

Jde o podsestavu (viz obr. 7), která má mechanismus pro přestavování výšky Horní lícnice.

Je zde ukryt hlavní mechanismus pažby. Tento mechanismus je jeden z těch nejhlavnějších a nejdůležitějších. Jde o nastavování výšky lícnice, na kterou si střelec pokládá hlavu. Díky tomuto inovovanému mechanismu bude moci střelec jednoduchým pohybem klíčky nastavit výšku lícnice podle potřeby a nebude mít problém při doladění, jako tomu bylo u dosavadních řešení.

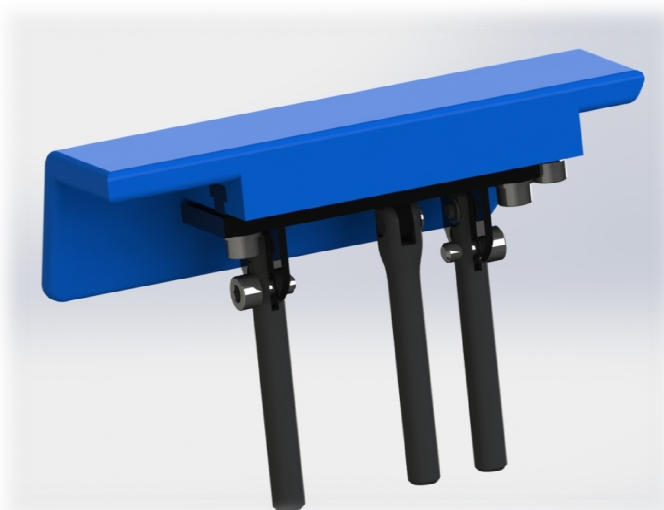


Obr. 7 Model dolní lícnice

3.4 Lícnice horní - 03

Jde o podsestavu (viz obr. 8), na kterou si střelec při každém výstřelu pokládá hlavu.

Je zde druhá část našeho nového mechanismu. Tato podsestava zapadne do dolní části lícnice. Zde jsme použili jednoduché a roky osvědčené řešení. Lícnice se může posouvat dopředu a dozadu pomocí T drážky. Jedná se o jednoduché nastavení libovolné polohy.



Obr. 8 Model lícnice horní

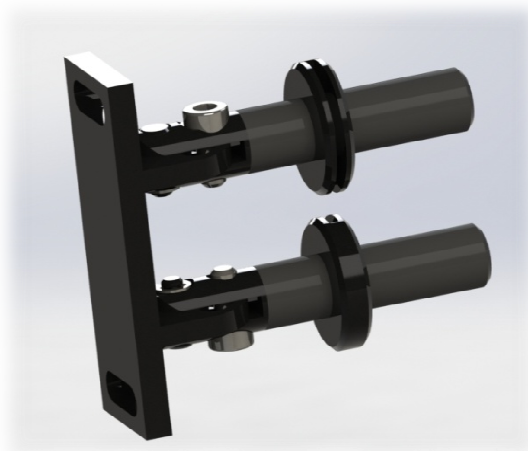
3.5 Botka - 04

Jde o podsestavu (viz obr. 9), která drží pažbu v rameni, na kterou se připevňují jednotlivé typy botek.

My vyrábíme pouze část botky (viz obr. 10), na kterou se dá namontovat libovolný typ. Je totožná s nejpoužívanějším výrobkem značky Anschütz, aby bylo možné vyměnit nebo použít už botku, kterou někdo má.



Obr. 9 Model celé botky

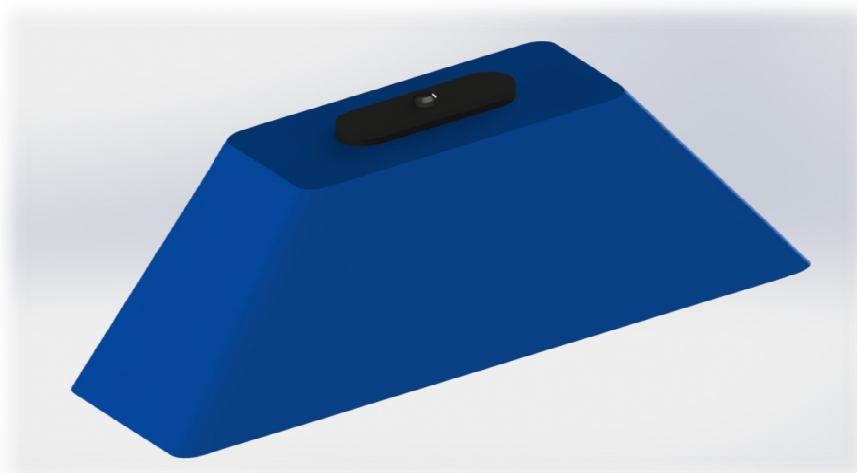


Obr. 10 Model vyráběné botky

3.6 Žehlička - 05

Jedná se o část, která zvedne zbraň výš, při střelbě ve stoje (viz obr. 11). Jde tedy o takovou podložku mezi střelcovou rukou a zbraní.

Design a konstrukci žehličky jsme volili nejjednodušší, abychom se mohli věnovat důležitějším částem pažby. Žehlička patří už do příslušenství, které bychom chtěli v budoucnu dopracovat (máme nápady na systém úpravu výšky).



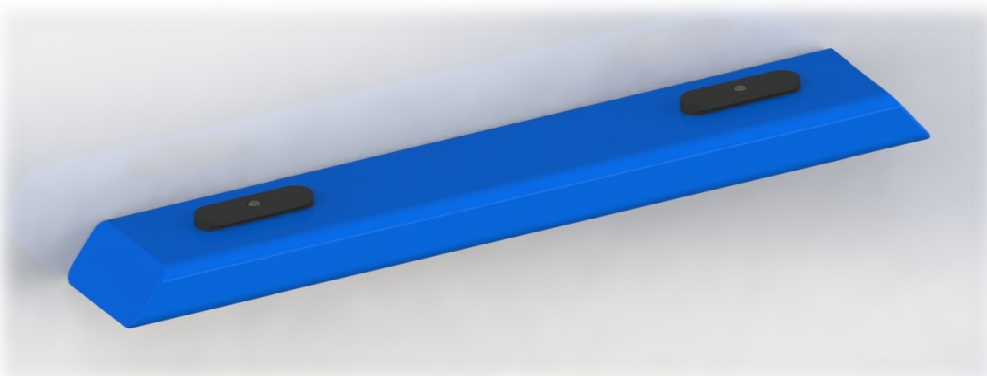
Obr. 11 Model žehličky

3.7 Předpažbí - 06

Jedná se o část, která má podobnou funkci jako předchozí žehlička, ale slouží pro polohu v kleče (viz obr. 12).

Rozdíl je v tloušťce (střelec v kleče nepotřebuje zbraň tak vysoko), v délce (střelec potřebuje mít možnost dávat ruku dále nebo blíže ke spoušti) a T drážce, která slouží k upevnění jezdece pro řemen.

Designem a konstrukcí předpažbí jsme se také podrobně nezabývali, podobně jako u žehličky, abychom se mohli věnovat důležitějším částem pažby. Předpažbí by mohlo být v budoucnu dalším předmětem úprav.



Obr. 12 Model předpažbí

4 Hlavní kritéria vývoje

Mezi hlavní kritéria vývoje patří:

Obsluha (viz kapitola 4.1)

Hmotnost (viz kapitola 4.2)

Ekonomická stránka (viz kapitola 4.3)

4.1 Obsluha

Celá pažba by měla být koncipována tak, aby byla z praktického hlediska co nejpraktičtější. To znamená, že její obsluha musí být opravdu velmi unikátní.

Všechny představitelné prvky bude možno přestavit jedním imbusovým klíčem popřípadě kličkami. Střelec nebude muset při přestavování zbraně stále měnit náradí a přemýšlet, na kterou část má použít který klíč. Může tak rychleji přestavit zbraň a věnovat se více střelbě.

Zároveň je potřeba vymyslet nějaký lepší mechanismus lícnice než je doposud využívá. Je potřeba aby střelec měl možnost v zaujaté poloze jednoduchým způsobem přestavit výšku lícnice. Tím pádem je nežádoucí operace jakéhokoli zajišťování.

4.2 Hmotnost

Ve sportovní střelbě jsou váhové maximální limity. Střelci se drží ve většině případů několik gramů pod ním. Cílem je tedy pažbu navrhovat tak, aby byla co nejlehčí a střelec měl možnost dovážet zbraň podle toho, jak mu vyhovuje. Zároveň se snaží, aby měl co nejlepší těžiště pro dosažení vysoké stability.

4.3 Ekonomická stránka

Naším cílem bylo využití moderních materiálů. Jejich předností jsou výhodné vlastnosti a cena.

Těchto materiálů jsme chtěli využít také proto, že se dosud pažby z nich na trhu neobjevily. Dnes jsou už na takové úrovni, podle mého názoru, abychom je mohli použít pro naši pažbu.

Způsob výroby by měl být co nejekonomičtější. Díky trhu je tedy snaha využít takových technologií, aby při případné kusové výrobě byla cena co nejnižší.

Více ke konkrétním číslům až v kapitole Ekonomická stránka.

5 Současný stav dílů na trhu

Na trhu se vyskytuje celá řada výrobců. Já jsem se zajímal o nejběžnější, nejpreciznější a pažby vyráběné v Česku. U každé pažby jsem se snažil inspirovat tím nejlepším, co výrobce té pažby nabízí. U ostatních výrobců se nenašlo nic, co by bylo využitelné pro tuto práci.

Celkové provedení pažby (viz kapitola 5.1)

Anschütz, Grünig & Elmiger, Vaškent

Design (viz kapitola 5.2)

Anschütz, Grünig & Elmiger, Vaškent

Materiály (viz kapitola 5.3)

Anschütz, Grünig & Elmiger, Vaškent

Lícnice (viz kapitola 5.4)

Anschütz, Grünig & Elmiger a Feinwerkbau, Walther, Vaškent

Zhodnocení (viz kapitola 5.5)

5.1 Celkové provedení pažby

U všech výrobců se objevují stejné rozměry v upínání příslušenství. Je to způsobeno tím, že ne všichni výrobci vyrábějí všechno příslušenství. Také existují firmy, které se zabývají pouze příslušenstvím. Proto je možnost záměny mezi jednotlivými pažbami.

5.1.1 Anschütz

Pro celkové provedení pažby se vycházelo z tzv. „hliníkového“ modelu od firmy Anschütz (viz obr. 13) hned z několika důvodů. Je to nejlepší model pažby, ke kterému byl přístup kvůli základním rozměrům. Tato pažba je také jedna asi z finančně nejdostupnějších, které používají střelci na nejvyšší úrovni.

Tím, že pro náš model byla k dispozici pažba od tohoto výrobce, použila se jako vzor. Změněny byly části, které měly nějaký nedostatek.

Jedním z nedostatků byla závaží, která se umísťovala nad úroveň hlavně. To mělo za následek nestabilitu. Dalším nedostatkem bylo nastavování lícnice, které bylo dost nepraktické z pohledu rychlosti.



Obr. 13 Malorážka Anschütz [3]

5.1.2 Grünig & Elmiger

Jedná se o švýcarskou firmu, která vyrábí velmi špičkové pažby (viz obr. 14 a obr. 15). Jedná se o jednu z nejdražších firem. Tato pažba byla velkou inspirací, protože je mezi střelci známá jako nejpreciznější.



Obr. 14 Malorážka Grünig & Elmiger [7]



Obr. 15 Malorážka Grünig & Elmiger 2 [7]

5.1.3 Vaškent

Jedná se o českou firmu, kterou vlastní otec, velmi zkušený trenér s jeho synem, který je náš velice úspěšný reprezentant. Ten se rozhodl využít systému, kterého využívá sportovní vzduchová puška Steyer a rozdělil hlavní díl na dva (viz obr. 16).

Toto řešení mělo mezi střelci docela velkou odezvu. Většina z nich, se kterými jsem měl možnost mluvit, se bojí, že nedotáhnou dostatečně šrouby a vznikne problém. Proto nebylo na místě uvažovat o podobné konstrukci. Náš díl je tedy jako jeden kompaktní kus, stejně jako u ostatních malorážek.



Obr. 16 Malorážka Vaškent [6]

5.2 Design

5.2.1 Anschütz

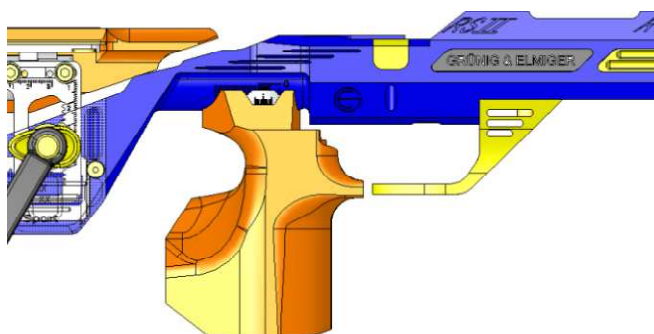
Design Anschütze, ze kterého jsem vycházel, je založen na hliníkovém odlitku, který má na sobě lepené dřevo několika barev (viz obr. 17). Hliníkový odlitek nebyl v mých silách, a proto jsem hledal jiný způsob výroby. Lepené dřevo je sice velmi pěkný designový prvek, který by stál za použití. Nevyužil jsem ho z důvodu drahé a náročné výroby.



Obr. 17 Design pažby Anschütz [3]

5.2.2 Grünig & Elmiger

Design těchto zbraní je založen na precizně obroběných dílech, které do sebe zapadají. Samozřejmostí je buď pestrá škála barev, nebo jednoduchý design. Tyto pažby jsou velmi složité z pohledu výroby (viz obr. 18).



Obr. 18 Design pažby Grünig & Elmiger [7]

5.2.3 Vaškent

Pažby od firmy Vaškent mají jednoduchý frézovaný design (viz obr. 19). Jde o hliníkový základní díl osazený barevnými duralovými a dřevěnými díly. Jedná se o jednoduchý, ale zároveň propracovaný design.



Obr. 19 Design pažby Vaškent [6]

5.3 Materiály

5.3.1 Anschütz

Jak bylo zmíněno viz kapitola 5.1.1. Anschütz používá hliníkovou slitinu. Samozřejmě se také používají dřevěné pažby (viz obr. 21), ale ty už dnes nejsou tak atraktivní. Jde spíše o starší modely. U dřevěné pažby je problém zakomponovat spousty složitých mechanismů. Samozřejmě také po střelecké stránce mají tzv. „kovové“ pažby výhody.

Pažby z hliníkových slitin mohou být buď obráběné (viz obr. 20), nebo odlévané (viz obr. 22). Obráběné mají velkou nevýhodu v ceně polotovaru a samotného obrobení. Odlévané jsou sice z těchto pohledů levnější, ale je zapotřebí drahá forma a stroje na odlévání hliníku.



Obr. 20 Celohliníková pažba frézovaná Anschütz [3]



Obr. 21 Dřevěná pažba Anschütz [3]



Obr. 22 Hliníková pažba odlévaná Anschütz [3]

5.3.2 Grünig & Elmiger

Tato firma vyrábí pažby hlavně z hliníkové slitiny. Pažby jsou vyráběny z mnoha dílů. Jsou to velice precizně zpracované a velmi dobře provedené pažby.

5.3.3 Vaškent

Tento výrobce začínal s dřevěnými pažbami (viz obr. 24). Jsou jedny z velmi propracovaných dřevěných pažeb z krásného dřeva.

Dnes už také tento výrobce vyrábí z hliníkové slitiny (viz obr. 23). Této firmě se povedlo dohnat dobu a dodat na trh velmi zajímavé a kvalitní pažby.



Obr. 23 Frézované pažby Vaškent [6]



Obr. 24 Dřevěné pažby Vaškent [4]

5.4 Lícnice

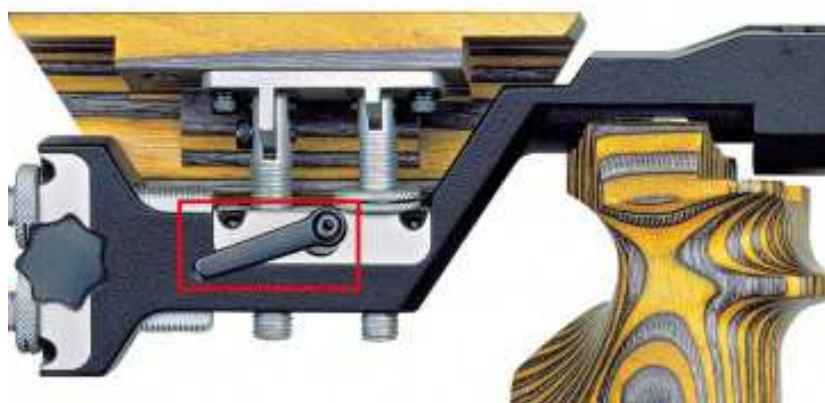
Cílem této podkapitoly je objasnit funkci, výhody a hlavně nedostatky dosavadních lícnic na trhu. Hlavní vývoj celé této práce je založen na inovaci mechanismu pro výškové přestavení lícnice. A proto je tato podkapitola podstatná, aby objasnila, z čeho se vycházelo.

Rozbor se zabývá především dolní částí lícnice, která je zaměřena na zmíněný mechanismus. S lícnicí dolní úzce souvisí lícnice horní, protože jsou propojeny trny a na horní části je samotná lícni deska (lícnice).

5.4.1 Anschütz

Princip je založen na ručním vysouvání nebo zasouvání trnů a sevření svěrnou kostkou (viz obr. 25). Matice slouží jako doraz pro snadnější nastavování.

Při odložené zbrani vysouváme ručně, kdy se nejdříve povolí kličkou sevření vodících trnů, ručně se vysune lícnice vršek, matici nastavíme na potřebné místo, lícnice vršek se zasune zpět na doraz matice a kličkou se utáhne sevření pro zajištění polohy.



Obr. 25 Lícnice Anschütz [3]

Výhody

- Principiálně jednoduché řešení
- Snadná výroba – výroba jen dvou trnů a svěrné kostky
- Není třeba dalšího vybavení (imbusového klíče)
- Funguje i při špatném utažení svěrné kostky

Nevýhody

- Nastavení může probíhat jen při odložené zbrani
- Pouze dva trny způsobují snazší zpříčení lícnice – horší vysouvání/ zasouvání

5.4.2 Grünig & Elmiger; Feinwerkbau

Mechanismus lícnice Grünig & Elmiger má stejný princip jako Feinwerkbau (viz obr. 26 a obr. 27).



Obr. 27 Lícnice Grünig & Elmiger [7]



Obr. 26 Lícnice Feinwerkbau [3]

Princip je založen na hřebenovém zvedáku. Zajištění polohy je pomocí utažením aretačního šroubu.

Při položené zbrani vysouváme pomocí klíčky, kdy se nejdříve aretačním šroubem povolí vodící prvky, klíčkou přes hřeben nastavíme polohu lícnice a zpátky utáhneme šroub pro zamezení polohy.

Výhody

- Principiálně jednoduché řešení
- Snadná výroba – jedná se o výstřižek dvou kusů (ozubeného kola a plechového základního dílu s hřebenem)

Nevýhody

- Je zapotřebí další náradí - klíč
- Pro zajištění polohy musíme utáhnout šroub
- Při špatném utažení může dojít k prokluzu
- Do zajištění musíme lícnici držet v poloze
- Nastavení může probíhat jen při odložené zbrani
- Pouze dva trny způsobují snazší zpříčení lícnice – horší vysouvání/ zasouvání

5.4.3 Walther

Princip je založen na šroubovém zvedáku. Zajištění polohy je pomocí utaženého šroubu (viz obr. 28).

Po povolení šroubu otáčíme rukou maticí, která umožňuje pohyb lícnice. Pro zajištění polohy utáhneme opět šroub.



Obr. 28 Lícnice Walther [3]

Výhody

- Principiálně jednoduché řešení
- Snadná výroba – obyčejný trn se závitem se dvěma vodícími trny
- Dva vodící trny zaručují hladké vedení

Nevýhody

- Pro zamezení nechtěnému vypadnutí je třeba klíč
- Nastavování musí být při odložené zbrani, protože přestavení výšky lícnice v poloze je velmi obtížné
- Ovládání je prsty, což je velmi náročné

5.4.4 Vaškent

Princip je založen na ručním vysouvání (viz obr 29). Zajištění polohy je pomocí utažení aretačního šroubu.

Při odložené zbrani vysouváme ručně, kdy se nejdříve povolí maticí (šroubem) sevření vodícího prvku, ručně se vysune lícnice vršek a znovu se utáhne aretační šroub. Pro dostatečné sevření je třeba použít imbusového klíče.

Výhody

- Principiálně jednoduché řešení
- Snadná výroba – 2 vodící trny s prvkem pro sevření
- Dva vodící trny zaručují hladké vedení
- Ruční utažení šroubu stačí pro rychlé otestování nastavení polohy lícnice



Obr. 29 Lícnice Vaškent [4]

Nevýhody

- Pro dostatečné sevření je zapotřebí dalšího nářadí
- Při špatném utažení může dojít k prokluzu – což budí u střelců obavy
- Nastavování musí být při odložené zbrani
- Do zajištění musíme lícnici držet v poloze

Druhá varianta (viz obr. 30), kterou používá tento výrobce, spočívá na principu ručního vysouvání, kdy zajištění polohy je sevřením vodících trnů. Tento princip má jedinou výhodou, a to rychlost přestavení. Tento mechanismus má však mnoho nevýhod a proto není mezi střelci příliš oblíben.

Výhody

- Principiálně jednoduché řešení
- Rychlost přestavení

Nevýhody

- Při špatném seřízení dojde k nedostatečnému sevření, nebo páčka potřebuje příliš velkou ovládací sílu.
- Nastavování musí být při odložené zbrani
- Do zajištění musíme lícnici držet v poloze



Obr. 30 Lícnice Vaškent [4]

5.5 Zhodnocení

Všichni výrobci mají zaměnitelné příslušenství. Díky tomu je kompatibilita při používání jakéhokoli příslušenství.

Designová stránka všech výrobců je na velmi vysoké úrovni. Každá je odlišná a každá má své krásy.

Všichni výrobci se spoléhají na vlastnosti Duralu a každý používá své složení. Na okrasné prvky se využívá lepené nebo klasické dřevo. Celodřevěná konstrukce je už zastaralá.

Všechny výše zmíněné varianty lícnice mají hodně společného. Konstrukční a výrobní jednoduchost, které všechny varianty obsahují, ale nedodává konkurenceschopnost.

6 Vylepšení a inovace

Celkové provedení pažby (viz kapitola 6.1)

Obsluha (imbus), hmotnost (materiál, závažíčka), rychlost přestavování

Design (viz kapitola 6.2)

Designové prvky

Inovace mechanismu pažby (viz kapitola 6.3)

Návrh inovace, konstrukční řešení

Ekonomické hledisko (viz kapitola 6.4)

CNC, odlévání

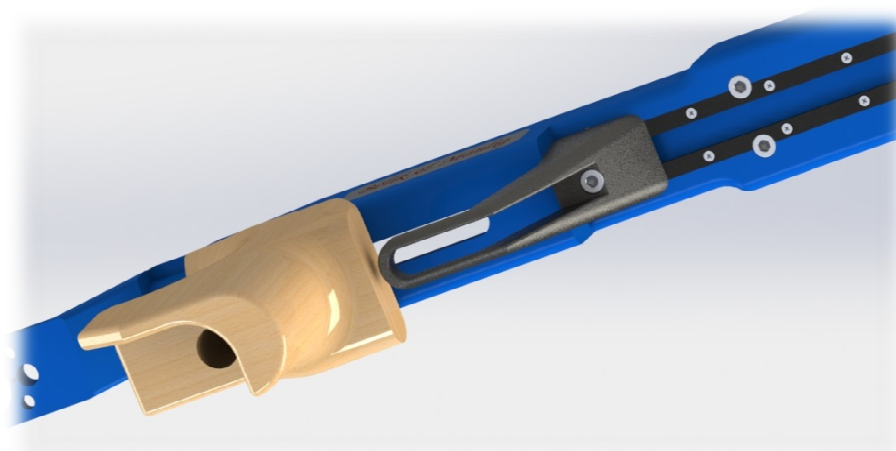
6.1 Celkové provedení pažby

Celá pažba je konstruovaná tak, aby se daly všechny důležité části přestavět imbusovým klíčem velikosti 4. Díky tomu je přestavování pažby rychlejší. Pro další přestavbu pažby je zapotřebí i dalšího nářadí. Tyto přestavby se však nepočítají do běžného seřizování. U některých konstrukčních prvků se muselo použít mnohem menších šroubů, jde však o spoje, které je třeba rozebírat a montovat pouze při celkové opravě nebo základní montáži.

6.2 Design

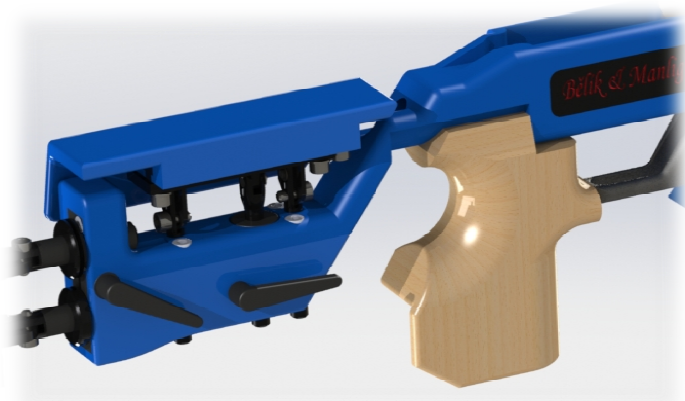
Vzhled našeho modelu vychází z hliníkové pažby Anschütz, provedli jsme ale několik změn.

Jednou ze změn je odnímatelný lučík (viz obr. 31). Jedná se o díl, který slouží jako ochrana spouště. Díky tomu, že ho lze jednoduše sundat je snadnější seřizování spoušťového mechanismu.



Obr. 31 Detail lučíku

Dále díky odlévání z moderních materiálů se mohou libovolně barvit všechny odlitky jednodušeji než u hliníkových dílů. Dosavadní materiál, který byl zvolen, má dokonce tu vlastnost, že po smíchání má pokaždé jiný odstín. I kdyby byly naprosto stejné podmínky a poměry, nikdy nevytvoříme stejný odstín, a proto je každá série odlitků barevně unikátní.



Obr. 32 Detail krytů

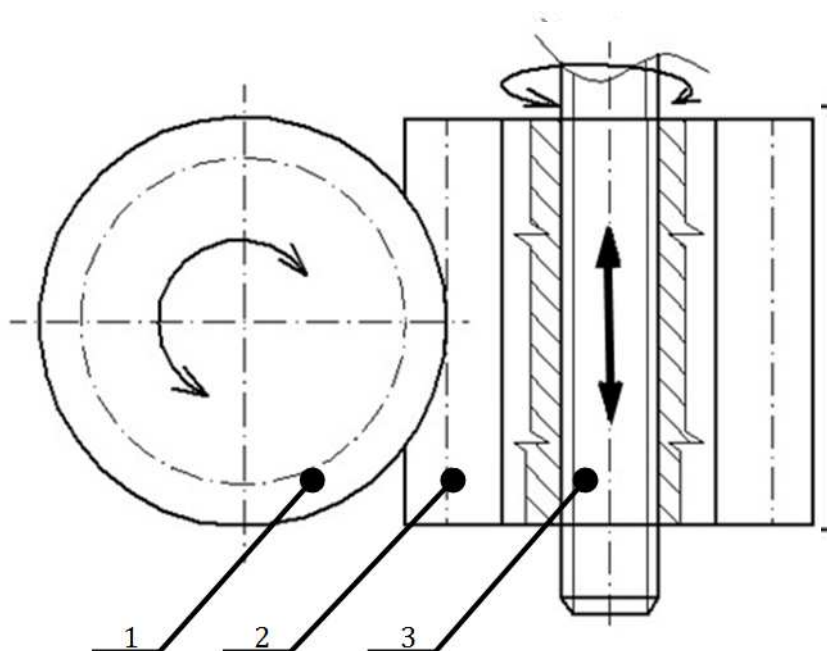
Kryty dávají pažbě trochu design dřevěné pažby (viz obr. 32). Tvoří „masiv“ materiálu jako má dřevěná pažba oproti hliníkovým. Dále mají tvar tak, aby nepřekáželi střelci, zejména ženám, které mají v poloze ve stoje problémy s opíráním pažby o tělo. Spodní strana ale není jen plochá. V celkovém designu pažby se jedná o velmi pěkný detail.

6.3 Inovace mechanismu lícnice

6.3.1 Návrh inovace

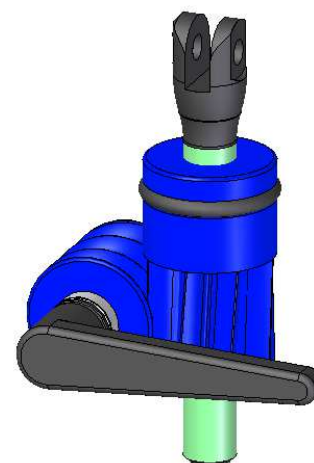
Náš inovativní mechanismus funguje na principu šnekového soukolí (viz obr. 33, obr. 34). To má několik kladů, které budou následně rozebrány a popsány.

Ovládací klikou se otáčí šnekem, ten pomocí převodu otáčí šnekovým kolem. V šnekovém kole je akční trn se závitem, který se díky otáčení šnekového kola vysouvá/zasouvá.



Obr. 33 Princip mechanismu lícnice - schéma

1. Dutý šnek
2. Šnekové kolo
3. Trn se závitem



Obr. 34 Princip mechanismu lícnice - model

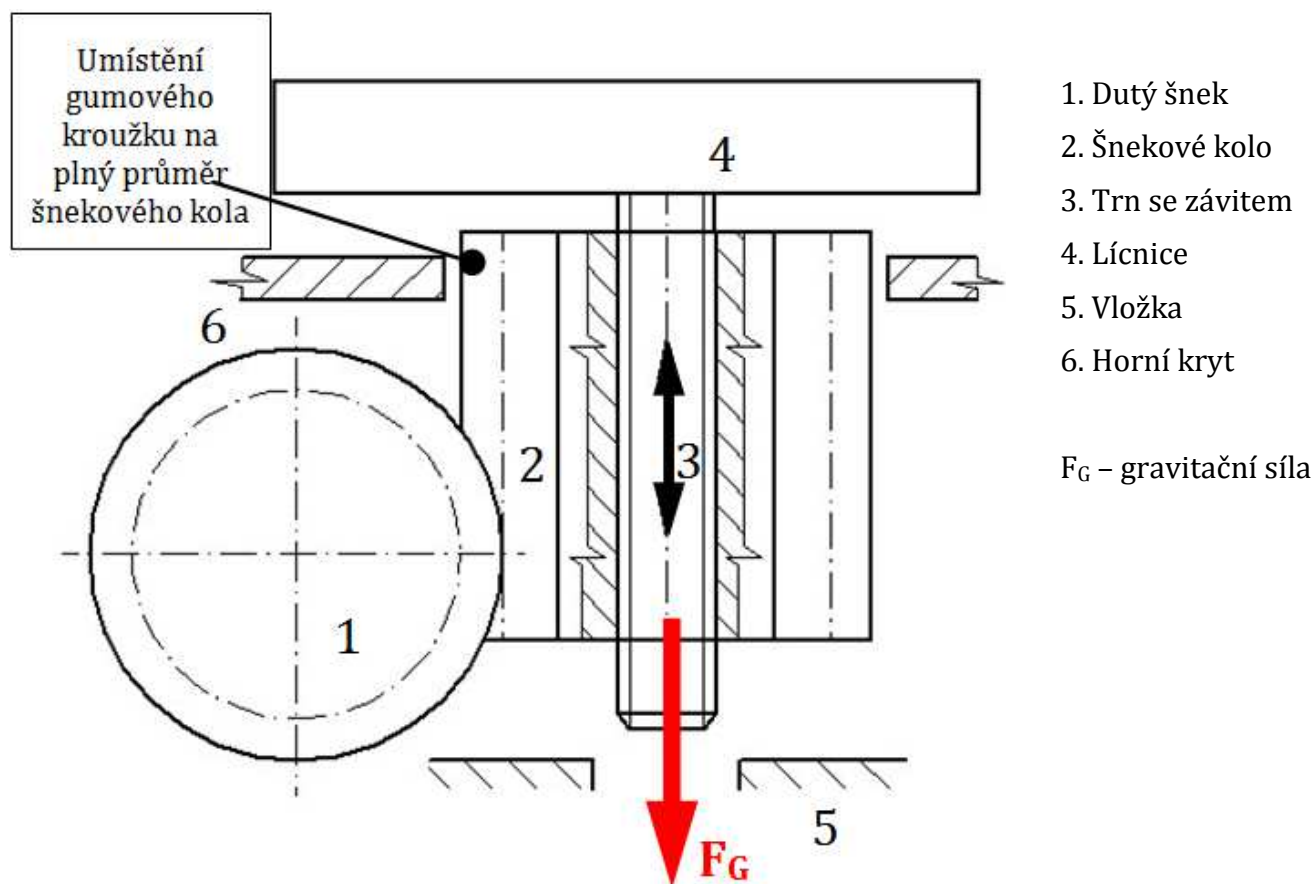
Základem mechanismu je šnekové soukolí, které má několik výhod

-Šnekové soukolí je samosvorné – to znamená, že nelze otočit šnekem a tím změnit polohu lícnice jakýmkoli krouticím momentem působícím na šnekové kolo

-Umožňuje vysoké převodové poměry – umožňuje jemné štelování

Přidáním jednoho akčního závitového trnu (viz obr. 35) se dosáhne posuvu ve správném směru, tedy ve směru kolmém na pažbu pušky. A stoupání závitů v součtu s převodovým poměrem „šnekové kolo – dutý šnek“ udává velikost posunutí (vysunutí/zasunutí) na jednu otáčku šneku (ovládací klíčkou).

Velké přestavení výšky lícnice vršek



Obr. 35 Uchycení axiálních sil šnekového kola

Dojde-li k možnosti vysunutí celého vršku lícnice i s ozubeným kolem (viz obr. 33), získá se možnost volně posunout ozubené kolo na trnu se závitem. Tím se získá možnost rychlého přestavení polohy lícnice.

Velkým problémem, nevýhodou a zároveň tématem dalšího vývoje, je zamezení axiálního posuvu šnekového kola při střelbě a zároveň uvolnění (pro vyndání lícnice) ve chvíli, kdy je třeba.

-Zachycení axiální síly ve směru gravitace (F_G), a zároveň ve směru působení síly od opřené hlavy, zajistí vložka.

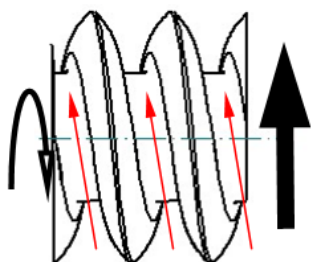
-Axiální sílu působící ve směru vzhůru (vysouvání ze záběru) zajistí gravitační síla lícnice vršek, šroubovice na dutém šneku, který nás nutí jím při vyndávání mírně pootočit (vysvětleno níže) a dále je proti hrubým nečistotám, které by mohly poškodit

soukolí, přidáno do sestavy na šnekové kolo gumový O-kroužek, který se při vkládání mírně zmáčkne a tím vytvoří další odporové síly.

-Při vysouvání lícnice pomocí ovládací kličky vznikají od šnekového kola síly působící směrem do vložky, tyto síly nám nezpůsobují téměř žádné problémy. Problémy vznikají při zasouvání lícnice, kdy šnekové kolo má snahu vyjet nahoru (místo zasunutí lícnice). Způsobují to především odporové třecí síly ve vedení vodících trnů. Proto je nezbytné, aby všechny síly, které zamezují tomuto zasunutí, byly minimální. A snadno je překonala samotná hmotnost lícnice se zatížením od opřené hlavy.

Z důvodů chtěného vyndávání (rychlého přestavení lícnice) šnekového kola bylo nutné použít válcové soukolí (viz obr. 37).

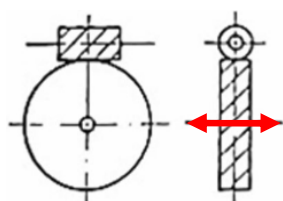
-Na uvedeném schématu dutého šneku, je vidět její šroubovice.



Chceme-li vytáhnout šnekové kolo v jeho ose (ve směru černé šipky), musí se otočit šnekovým kolem, aby šel po tvaru zubu (červené šipky), nebo dutým šnekem. Dost tomuto pootočení pomáhá jeden chod dutého šneku a veliké stoupání šroubovice u šnekového kola se závitem akčního trnu, které je voleno 12mm.

Obr. 36 Dutý šnek

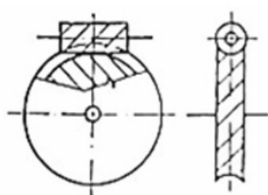
Druhy šnekových soukolí



Válcové soukolí:

Tvoří: válcový šnek a válcové šnekové kolo

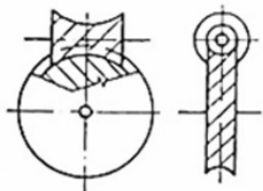
Použití: malé výkony, ruční pohon



Smíšené soukolí:

Tvoří: válcový šnek a globoidní šnekové kolo

Použití: v průmyslu nejčastější použití, je však dražší výroba



Globoidní soukolí:

Tvoří: globoidní šnek a globoidní šnekové kolo

Použití: výkony až 200kW, převodové číslo až 100

Obr. 37 Druhy šnekových soukolí [11]

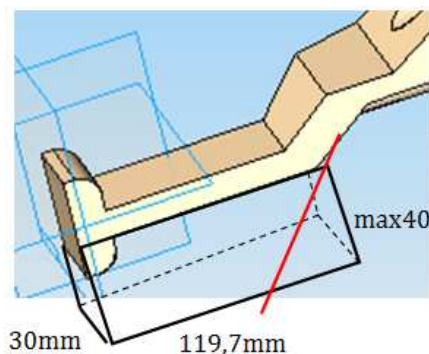
Zde na schématu je vidět, že rozebírání soukolí v axiálním směru (znázorněno červenou šipkou na obr. 37) šnekového kola je umožněno pouze válcovému soukolí, které nemá nijak speciálně tvarovaný tvar zubu kvůli lepší únosnosti a lepšímu zabíhání zubů.

6.3.2 Konstrukční řešení

Prostorové možnosti

Při proměřování rozměrů současných pušek a po prvních pokusech o hrubé vymodelování hlavního dílu, na který se vše přidělává, vyšel prostor 30x119,7x max40 (černý obdélník viz obr. 38)

Z estetického hlediska se prostor upravuje dle červené čáry.



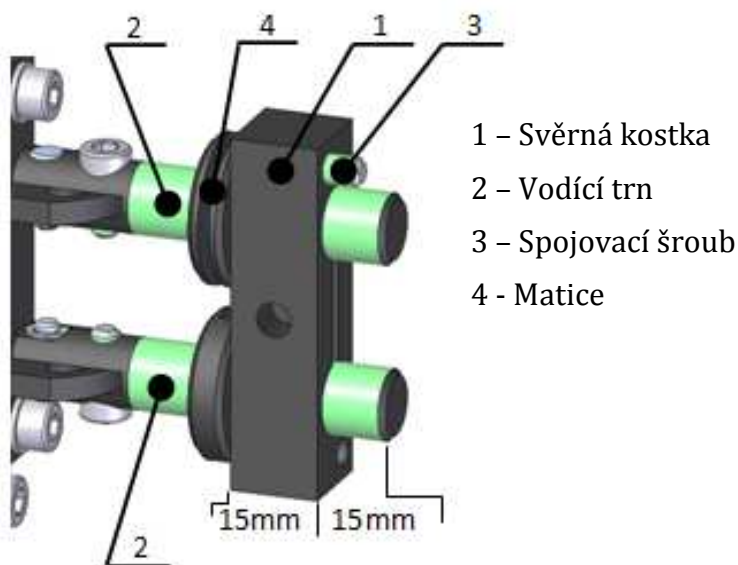
Obr. 38 Prostorové možnosti

Do tohoto prostoru se musí vejít celý mechanismus pro vysouvání horní části lícnice a 2 trny z botky, které přijdou do levé části. Na trhu se vyskytují trny dlouhé 40mm. To je ale zbytečně dlouhé, protože každá střelecká poloha má svoji botku. Každá botka může být vyrobena pro svou střeleckou polohu trny dlouhé jak je potřeba. Je tedy nutné konstrukci udělat pro uchycení trnů s možností jemného přestavení ca. 15mm.

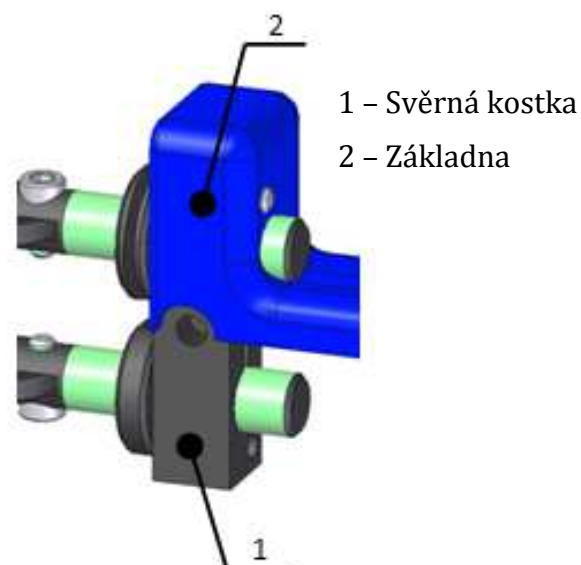
Následující dva obrázky (viz obr. 39, obr. 40) ukazují tvar svěrné kostky s vodícími trny a jeho propojení se základním dílem.

Matice, které jsou vidět na obr. 39, slouží jako doraz pro snadné vložení dílu do přesné polohy během přestavení mezi polohami.

Protože není potřeba takových rozměrů dolní lícnice směrem dolů (vychází z výpočtů šnekového soukolí), může se ušetřit další prostor (s ohledem na lícnici vršek) vysunutím svěrné kostky směrem vzhůru (viz obr. 40), kde se nastaví základní díl dle potřeby.



Obr. 39 Propojení se svěrnou kostkou

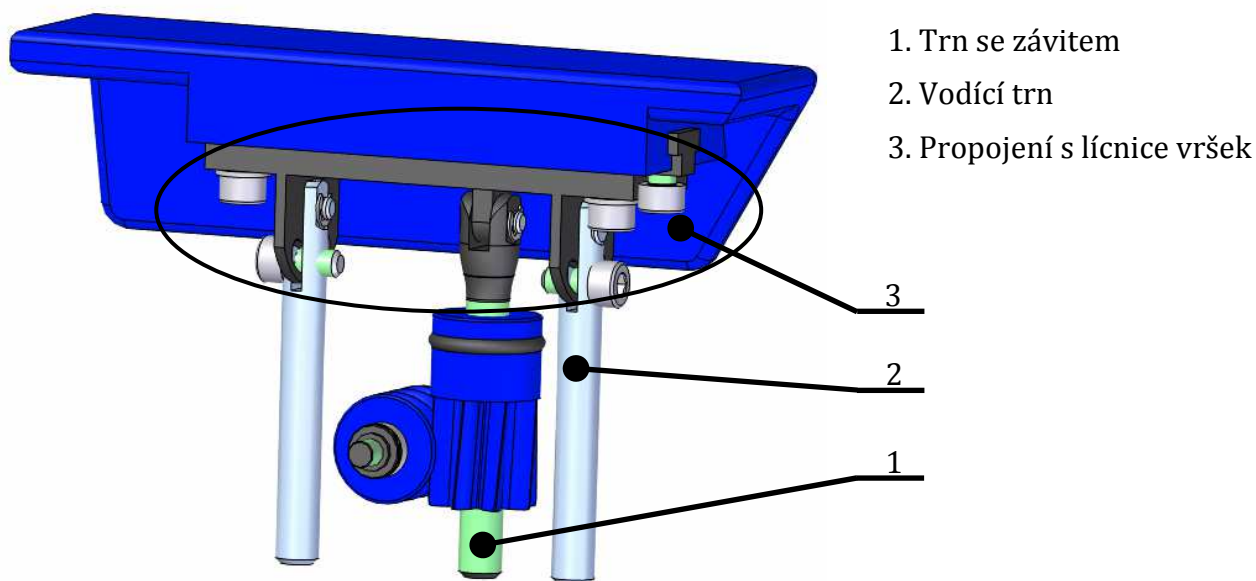


Obr. 40 Spojovací díl s vodícími trny

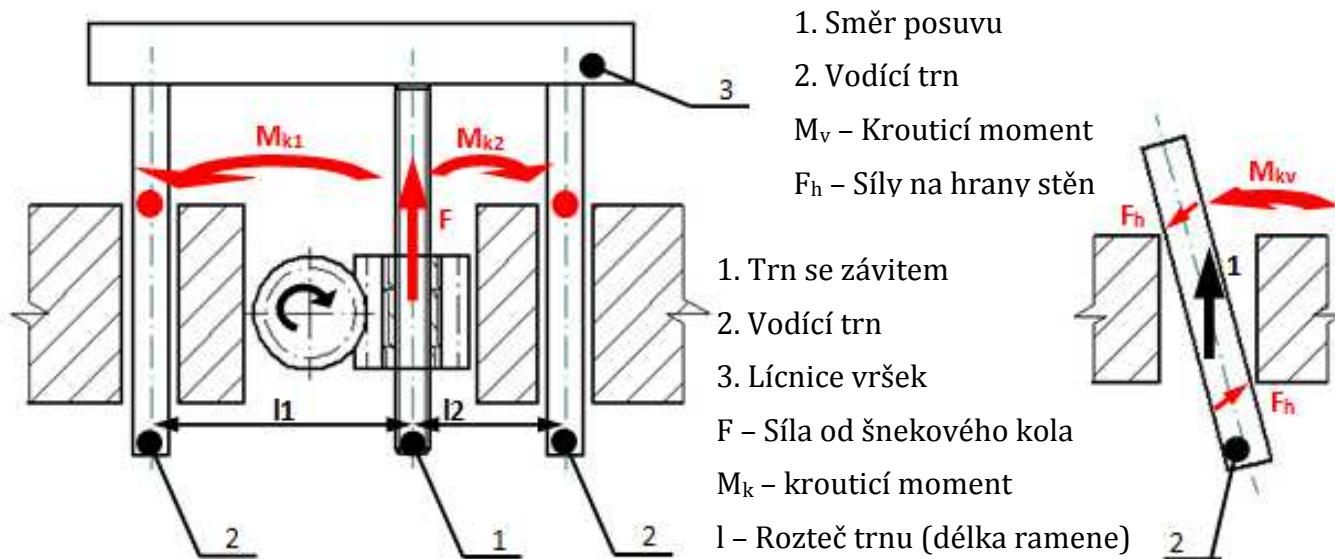
Vodící trny a propojení trnů s lícnicí vršek

Aby se zajistilo přesné vedení pro posuv horní části lícnice, pro kterou je navržen mechanismus na přestavení výšky, navrhuje se přidat k akčnímu trnu se závitem ještě 2 vodící trny pro vedení, jak je vidět na obr. 41.

2 trny jsou navrženy z důvodu větší stability, 2ma trny se při posouvání minimalizuje ohybový moment, který tvoří zpříčení vodících trnů a znemožňuje tím posuvu – vysvětleno na obr. 42, obr. 43.



Obr. 41 Propojení trnů s lícnicí vršek



Obr. 42 Schéma vyrušení momentů

Obr. 43 Vzpříčení vodícího trnu

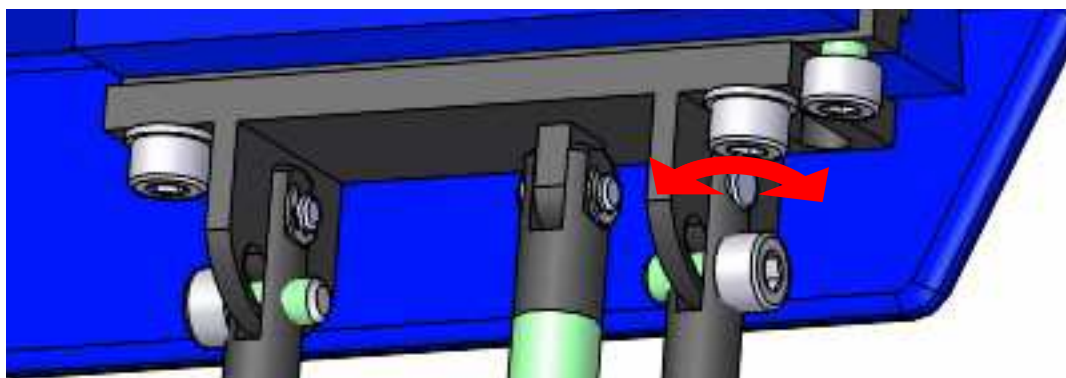
Při převodu krouticího momentu ze šneka přes šnekové kolo, na posuv trnu se závitem, u kterého vychází pohyb posuvný, je vytvářena síla F .

Síla F nám vytváří krouticí momenty M_{k1} a M_{k2} o rameni l_1 a l_2 ($M_k = F \cdot l$), které se začnou vyrušovat $\rightarrow M_{k1} - M_{k2} = M_{kv}$, výsledný krouticí moment M_{kv} dělá velké problémy, protože síly, které způsobuje, chtějí trn-(y) vzpříčit (viz obr. 44).

Je-li vůle mezi stěnami a trnem velká, chce se trn vzpříčit. Tím se trn začne dotýkat jen ve dvou bodech. Ve dvou bodech, kde začnou vznikat síly F_h , tyto síly nejsou velké (záleží na M_{kv}), ale protože mají působíště v jednom bodě, vznikají velké tlaky, které začnou porušovat povrch vodícího trnu. A čím více je trn poškozen, tím vzniká více odporových sil k vysouvání celé horní lícnice.

Je tedy potřeba mít rozdíl roztečí trnů co nejmenší, aby vznikl co nejmenší výsledný krouticí moment způsobující odporové síly. Zároveň se musí maximálně zamezit pohybu trnů mezi sebou. To znamená, aby byly spolu pevně spojeny (viz obr. 44) a měly přesné a co nejdelší vedení, které je v pažbě a krytech, ve kterých je mimo jiné i šnekové soukolí.

Uchycení trnů je vidět na následujícím obrázku.

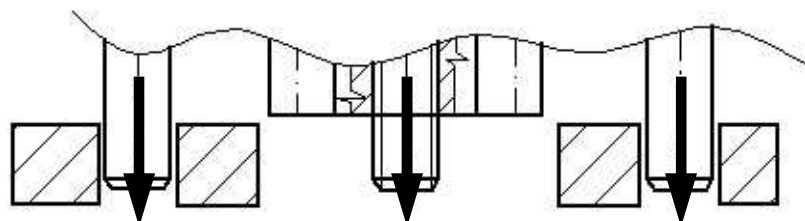


Obr. 44 Uchycení trnů

Prostřední trn se závitem je uchycen pouze čepem – na volno. Důvodů je několik.

-Jedním z důvodů je změna polohy ve směru červené šipky (viz obr. 44). Takto stačí imbusový klíč, který má volnou cestu k oběma šroubům (které drží pozici obou vodících trnů), povolí se, natočí (změní poloha) a utáhne. Kdyby byl šroub i na prostředním trnu, bylo by složité se k němu klíčem dostat.

-Druhým důvodem je, aby trn byl volně k dispozici šnekovému soukolí. Tím je myšleno, aby při štelování šnekového soukolí a v případě problémů nevadilo pevné uložení a s trnem se mohlo ve směru otočném v ose čepu otáčet, kam je

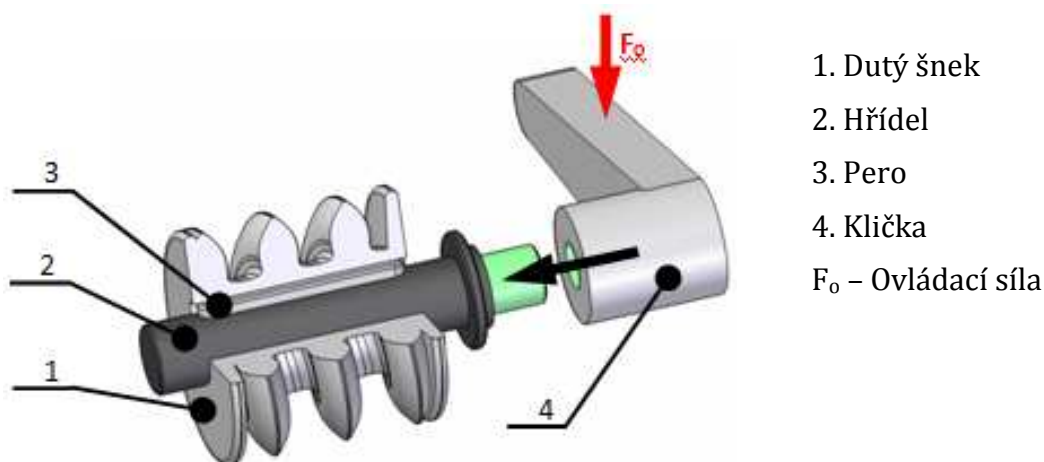


Obr. 45 Vkládání lícnice vršek

potřeba. Jediný problém by mohl vzniknout při vkládání celého celku, kdy je potřeba vložit 3 trny. Zde by tento volný trn mohl dělat problémy. Předpokládá se však, že se budou muset přesně vložit jen 2 vedlejší vodící trny, které jsou drženy vždy čepem (osa rotace pro změnu polohy) a šroubem (který drží polohu trnu), a prostřední volný trn se šnekovým kolem se jen volně vloží do určeného prostoru (viz obr. 45). Dále by nemělo být vůbec třeba lícnici vršek vyndávat celou, aby trny vyjely z vodících prvků, protože stačí, aby nebyl v záběru šnek se šnekovým kolem.

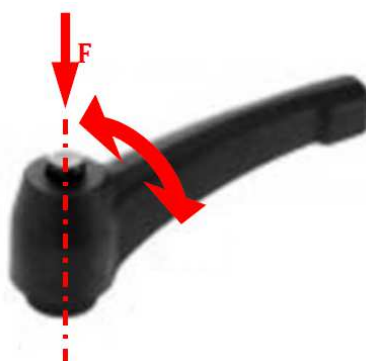
Uložení dutého šneku (viz obr. 46)

Přenesení krouticího momentu tvořeného ovládací silou F_o na kličky je zajištěno přes závit na hřídel a následně přes pero na dutý šnek.



Obr. 46 Uložení dutého šneku

Zvolená aretační klička (viz obr. 47) má velkou výhodu v tom, že umožňuje při vymáčknutí přestavení v její ose v rozmezí po 30° .

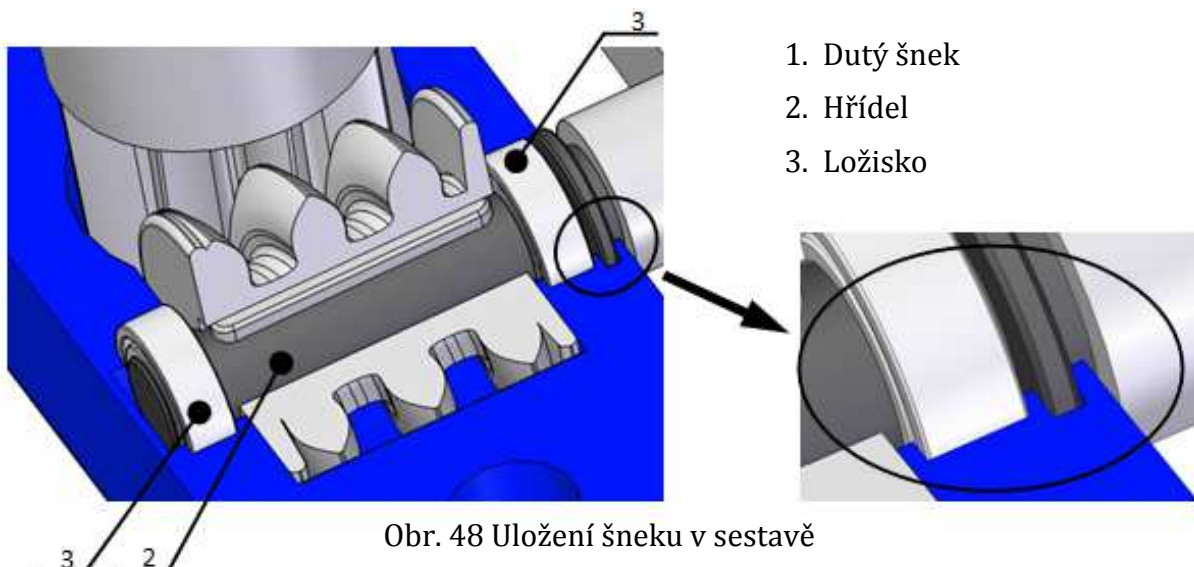


Obr. 47 Klička [8]

Zamezení posuvu dutého šneku v jeho ose je zajištěno přesným uložením (viz obr. 48). Boční stěny šneku jsou navrženy rovné, aby mohly fungovat pro zajištění jeho posuvu a zároveň, aby vznikající tlaky na stěnu byly co nejmenší. Protože síla, kterou působí dutý šnek na šnekové kolo při jeho otáčení, působí ve stejné velikosti jen v opačném směru na stěny.

Zamezení posuvu hřídele v jeho ose je zajištěno drážkou, která je vidět na detailu vpravo (viz obr. 48). V případě jakýchkoli problémů se mezi pero a šnek přidá lepidlo, které pohybu zamezí.

Hřídel je uložena ve dvou ložiscích (viz obr. 48), které zajišťují hladkou rotaci hřídele s dutým šnekem.

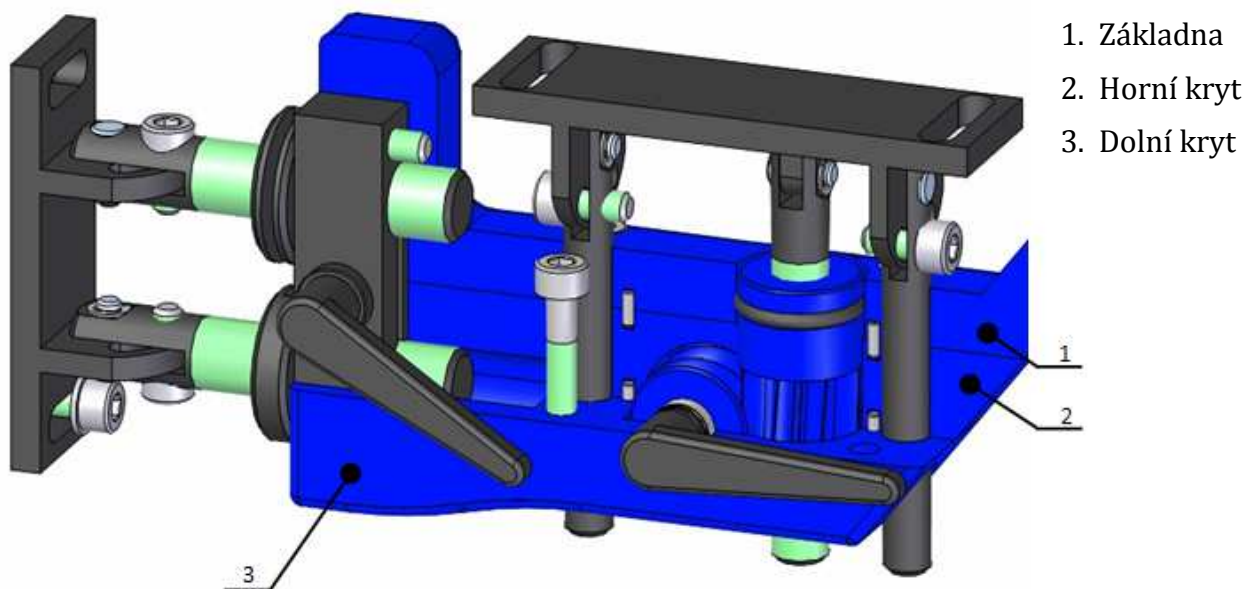


Výsledná sestava (viz obr. 49)

-Přesná souosost krytů se základnou je zajištěna kolíky.

-Pevné spojení krytů se základnou nám zajišťují 4 šrouby.

-Gumový O-kroužek na šnekovém kole je zapuštěn do základny, zapuštění níže do horního krytu je nesmyslné. Při vyndávání a zandávání horní části lícnice by se musela překonat mnohem větší vzdálenost, při které kroužek tvoří odporové síly. Zároveň by se mnohem více opotřebovával, což z hlediska ceny nevadí – gumový kroužek je levná záležitost, ale zákazník (střelec) nechce nic opravovat či vyměňovat.



6.4 Ekonomické hledisko

Jak bylo zmíněno v kapitole 9. Dosavadní pažby jsou buď frézované, což je velice drahé, jak za obrobění, tak za polotovar. Nebo se jedná o tlakové hliníkové odlitky, kde cena formy je vysoká, a proto se vyplatí pouze pro sériovou výrobu. Pažby nemají moc veliký odběr na trhu, proto se jedná o dlouholetou investici.

Další díly jsou obvykle obráběny na CNC strojích.

CNC výroba

Pro obrábění jednoduchých dílů, jsme se rozhodli pro obrábění na CNC strojích. Tuto technologii výroby používají téměř všichni výrobci. Sice tím tedy nezískáme cenovou konkurenceschopnost na trhu, ale chceme nabídnout nové materiály, které se ještě nepoužívají. Obrábění na CNC strojích oproti běžnému obrábění má několik zásadních výhod.

Kvalita – kvalita a přesnost všech dílů bude stejná

Rychlost – CNC stroje jedou vždy stejnou předepsanou rychlostí bez přestávek

Obsluha – obsluha je třeba při zadání nového kusu, kdy se musí založit nový polotovar a stroj zapnout, dále jen při výměně nástroje během obrábění (dle stroje).

Odlévání

Hlavní technologická změna, která byla provedena, je při výrobě složitějších dílů. Oproti složitěmu drahému frézování či tlakovému lití hliníku do ocelových forem bylo použito prototypové odlévání. Prototypové odlévání má několik výhod.

Čas – čas na vytvoření formy je nízký

Jednoduchost – vyrobení formy a samotné odlití není pro zkušeného nijak náročné

Cena – nejvyšší náklady jsou na jádro formy; samotné vyrobení formy už je v porovnání s vyrobením ocelové formy zanedbatelná a samotné odlití je sice dražší než u sériového lití, ale v poměru s náklady na vyrobení formy je uspokojivé

Trvanlivost formy – formy vydrží 100 odlití, což při nákladech na jejich vytvoření je velmi dostačující

Ekonomické hledisko bude více rozebráno v kapitole „9 Ekonomická stránka“

7 Výroba dílů

V této kapitole jsou rozebrány příklady vyrobených dílů. Byl vybrán jeden z odlévání a jeden z obrábění.

Odlévání (viz kapitola 7.1)

Základna (viz kapitola 7.1.1)

Obrábění (viz kapitola 7.2)

Charakteristika CNC strojů (viz kapitola 7.2.1)

Podložka pod hlavneň – EMCO MILL (viz kapitola 7.2.2)

Zhodnocení výroby (viz kapitola 7.3)

7.1 Odlévání Základny

Tato kapitola se zabývá samotnou výrobou odlitků. Některé formy jsou jednoduché dvoudílné s několika kolíky. Jedna forma je ale velmi složitá jak na výrobu, tak i na skládání a rozebírání.

Z důvodů složitosti dílů je zde podrobně rozebrán pouze jeden. Výroba těchto dílů bude zmíněna při obhajobě.

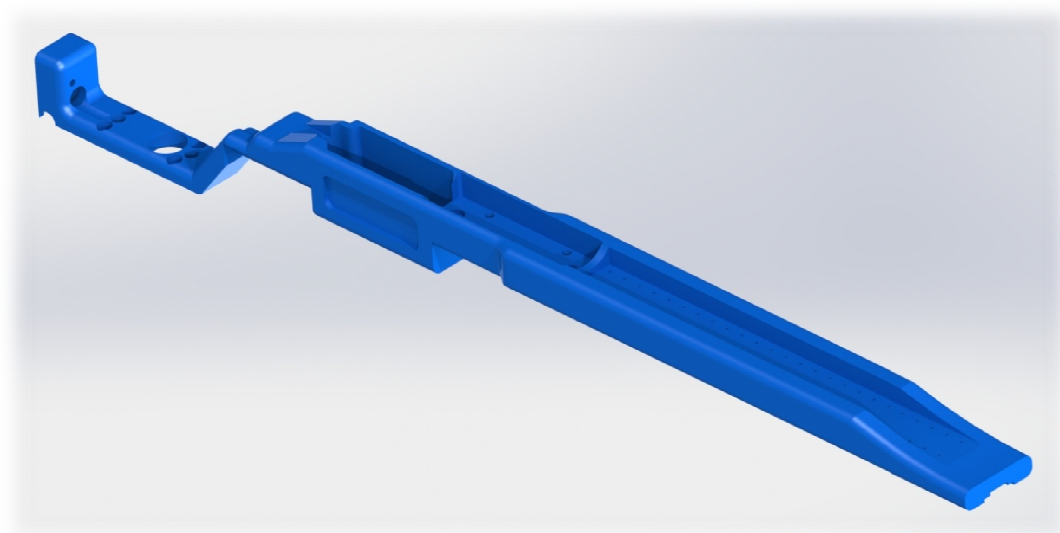
Seznam dílů: Základna (viz obr. 50 a 51)

Horní kryt

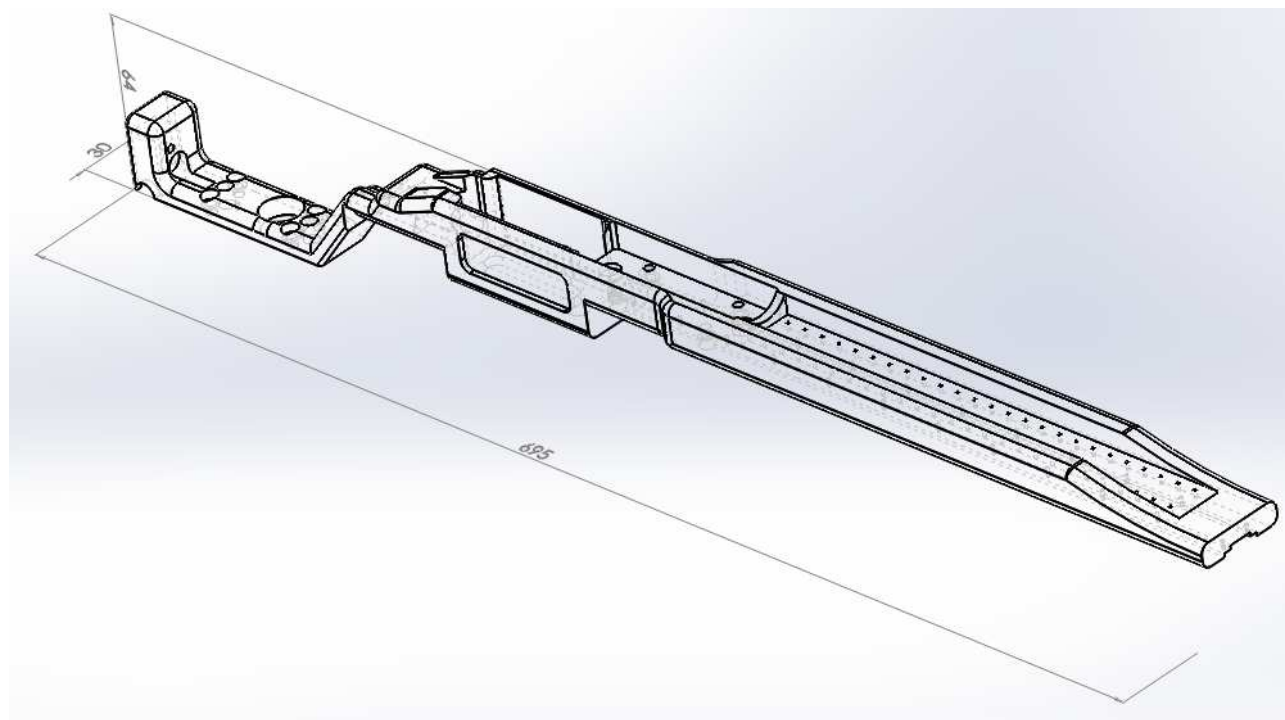
Dolní kryt

Ozubené soukolí

Lícnice



Obr. 50 Plný model základny



Obr. 51 Drátový model základny

7.1.1 Vývoj výroby dílu

První varianta byla vyfrézovat díl z nějakého polotovaru. Tyč plexiskla by vycházela asi na 20 000,- Kč a z duralu na 3 000,- Kč. Plus také vysoká cena obrobení na frézce.

Další variantou byla silikonová forma, do které by se odlévala směs pryskyřice a lepidla. Tuto technologii používají na Technické univerzitě v Liberci. Silikon je ale potřeba vakuovat, aby nevznikaly bubliny a následně vady ve výrobku. Vzhledem k našemu rozměru výrobku nebylo v našich silách vakuovat takový díl, a proto nevyhovovalo ani toto řešení.

Nakonec se zvolila varianta prototypového lití do kompozitové formy. Pro takto složité lití bylo také potřeba využít tzv. infuzního lití.

7.1.2 Infuzní lití

Jde o způsob, kdy z formy jdou dvě hadice. Jedna je připojena na přepadovou komoru a následně na vývěvu. Druhá je ponořena do kelímku s materiálem a uzavřena pomocí ventilu (viz obrázky vtokové a výfukové soustavy). Zapne se vývěva a vysaje se vzduch z formy. Následně se povolí ventil a vývěva nám nasaje materiál do celé formy. Ve chvíli, kdy vidíme, že materiál teče do přepadové komory, uzavřeme druhý ventil mezi přepadovou komorou a formou. Poté uzavřeme znovu ventil mezi formou a materiálem a můžeme vypnout vývěvu.

7.1.3 Konstrukce formy

Povrchová vrstva je ze zahuštěné a obarvené pryskyřice. Tělo formy je z tzv. „želí“. Jedná se o speciální materiál, který je tvořen technickou vatou, která se napouští pryskyřicí. Jádra jsou odlita z rychletvrdnoucí pryskyřice nebo jsou z ocelových kolíků. Celá forma je následně „želím“ spojena s ocelovým rámem (viz obr. 52).



Obr. 52 Složená forma s rámem

Vtoková soustava (viz obr. 53) je vybroušený kanál, který se rozděluje v dělicí rovině ve spodní části formy. Do tohoto kanálu se připojí hadice, která bude nasávat materiál, viz Infuzní lití.

Výfuková soustava (viz obr. 54) je tvořena dvěma výfukovými kanály. Ty se sbíhají v tzv. „sběrné kostce“. Do tohoto dílu je připojena hadice, kterou se vysává vzduch. Viz Infuzní lití.



Obr. 54 Vtoková soustava



Obr. 53 Výfuková soustava

7.1.4 Výroba formy

Pro výrobu formy, byl použit model z fotopolymeru vytisknutý na 3D tiskárně (viz obr. 55). Jde o technologii, která dosahuje vysoké přesnosti a kvality povrchu. Kvůli délce byl díl „rozpuzlován“ na několik menších částí, které byly slepeny.

Model byl po slepení vykytován a vybroušen tak, aby měla forma požadovanou kvalitu povrchu.

Pro formu byly využity pryskyřicové materiály. Všechny díry v modelu, byly opatřeny kalenými kolíky. Ty se při zaformování zasadily do modelu a forma se odlila s nimi.



Obr. 55 Vytisknuté díly

Jádro pro svěrnou kostku

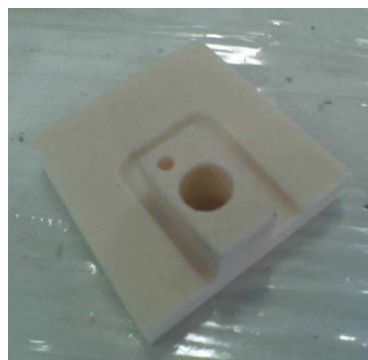
Jako první část se vyrábělo jádro v místě výfuku (viz obr. 56 - 58). Kdyby se neudělala kapsa pomocí jádra, nebylo by následně možné hlavní půlky formy od sebe oddělit. Zároveň tím byla jednodušší výroba výfukové soustavy.



Obr. 56 Postavení dílu pro nalití



Obr. 57 Postavení ohrádky pro nalití jádra



Obr. 58 Výsledné jádro

Zaformování

Dále byl potřeba celý díl zaformovat a vytvořit tak dělicí rovinu hlavních dvou částí formy (viz obr. 59).

Model se přilepil na desku. Dělicí rovina se vyrobila pomocí dřevotřískové desky. V složitějších místech bylo potřeba využít modelářské plastelíny.



Obr. 59 Zaformování hlavního dílu

Povrchová vrstva

Poté se vytvořila povrchová vrstva formy (viz obr. 60). Jedná se o klasickou pryskyřici s rychlejším AG tvrdidlem. Zároveň do ní byla přimíchána červená barva, aby měly jednotlivé díly různé barvy. Díky tomu je snadnější orientace ve formě při rozebírání, nebo skládání.



Obr. 60 Povrchová vrstva první půlky formy

Tělo formy

Když povrchová vrstva začala tuhnout, bylo potřeba rozmíchat „Zelí“. Tím došlo k vytvoření pevné části naší skořepiny (viz obr. 61).



Obr. 61 První půlka formy

Rozdělení půlky

Druhý den po ztuhnutí všech složek na formě došlo k rozloupnutí (viz obr. 62). Tím se získala hotová jedna půlka formy. Bylo potřeba očistit hotové části a připravit na výrobu dalšího dílu formy. Všechny kolíky, jádra a díly formy musely být očištěny a připraveny pro výrobu dalších částí formy.



Obr. 62 Rozloupnutí první půlky formy

Jádro pro spoušťový mechanismus

Rozhodlo se, že pro spoušťový mechanismus se udělá jádro (viz obr. 63 a 64). Důvodem byla velmi hluboká kapsa a obava o rozebrání hlavních částí forem, které byly vyrobeny bez úkosu. Jádro tedy plní funkci odlehčení při rozebírání. Díky samostatnému jádru je i jednoduchá úprava formy v případě potřeby pro spoušťový mechanismus.



Obr. 63 Ohrádka jádra



Obr. 64 Lití jádra

Druhá část formy

Následovala výroba druhé části formy, stejným způsobem jako první (červený díl).

První rozebrání

Následovalo kompletní první rozebrání formy (viz obr. 65). Všechny díly bylo potřeba rozebrat a vyndat 3D tisk.



Obr. 65 První rozebrání formy 1

Dokončení formy

Po rozebrání, vyčištění a prohlédnutí formy se objevilo několik kazů a hran, které by vadily při vyndávání dílu. Bylo tedy potřeba začistit všechny podkosové hrany formy. Vybrousit a vykytovat všechny bubliny, které se udělaly na povrchové vrstvě (viz obr. 67).

Dále bylo potřeba sešroubovat dvě hlavní půlky formy. Byly pro ně vyfrézované plošky na jedné půlce formy. Aby matice, kterými se forma sešroubovává dobře dosedly. Do druhé půlky se kytem zalepily šrouby.

Nakonec se svařil rám (viz obr. 66). Po jeho svaření se přilepil „želím“ na červenou půlku formy.



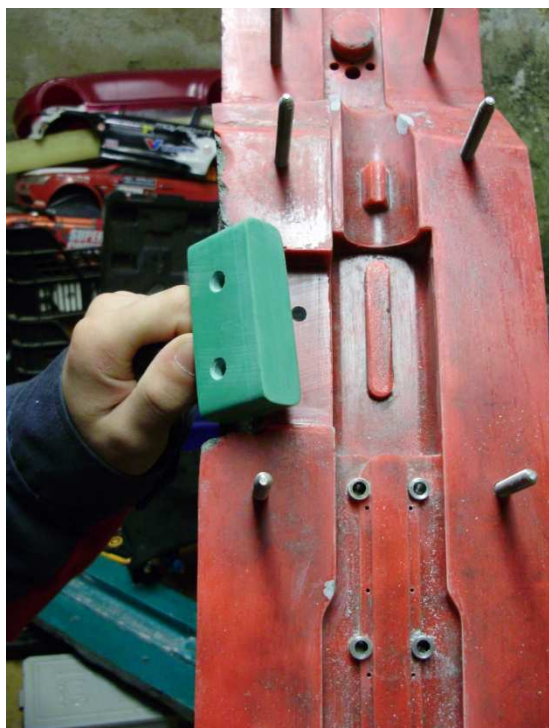
Obr. 66 Model rámu formy



Obr. 67 Dokončení formy

7.1.5 Skládání/rozebírání formy

Jako první se vezmeme červená polovina formy s rámem a osadí se kolíky. Dále se vloží jádro pro jmenovku (viz obr. 68 - 69).

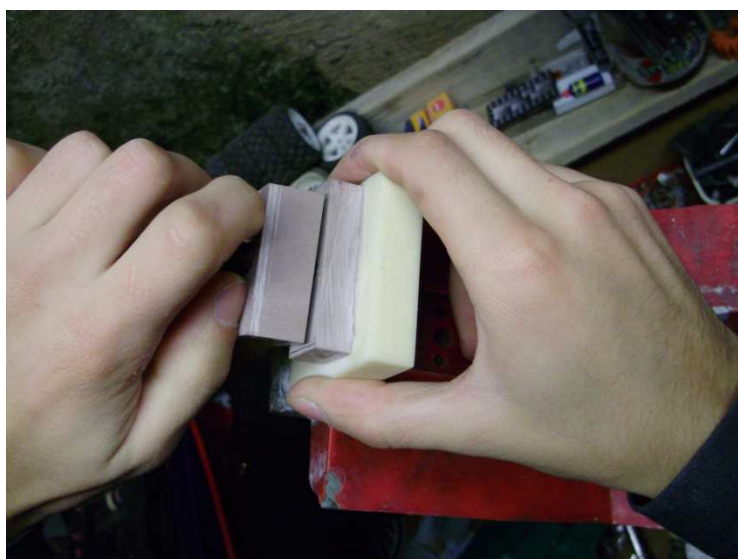


Obr. 68 Vložení jádra jmenovky



Obr. 69 Kolíky v jádru jmenovky

Vezme se druhá zelená půlka formy a osadíme se kolíky krom kolíku průměru 12 mm, délky 90 mm. Sestaví se výfukový systém a vloží jádro s výfukovou soustavou (viz obr. 70).



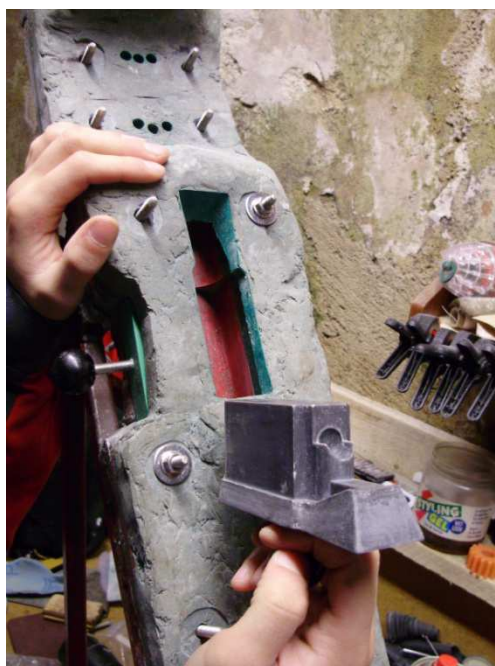
Obr. 70 Sestavení výfuku

Po té se sesadí obě půlky formy k sobě a utáhnou se pomocí matic (viz obr. 71). Utahuje se od středu křížem ven a poté se přetáhnou všechny šrouby, aby se na žádný nezapomnělo.



Obr. 71 Sešroubování formy

Dále se vloží poslední jádro pro spoušťový mechanismus (viz obr. 72).



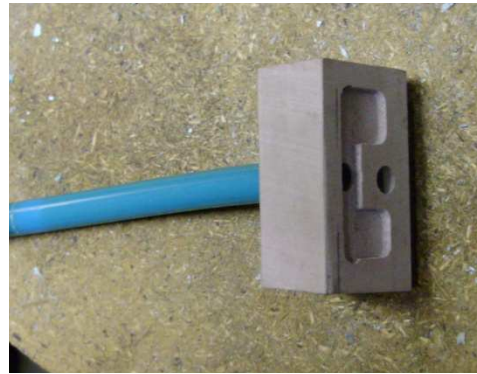
Obr. 72 Jádro spoušťového mechanismus

Zasune se kolík průměru 12 mm, délky 90 mm pro uložení pistolové pažbičky a následně se vloží zbylé kolíky.

Připojí se vtoková hadice (viz obr. 73). Výfuková hadice se připojí na sběrnou kostku (viz obr. 74). Ta se následně přišroubuje na výfukovou soustavu v jádru formy.



Obr. 74 Připojení vtokové soustavy



Obr. 73 Připojení výfukové soustavy

Forma se uzavře do pytle a je připravena pro infuzi. Další postup dle kapitoly Infuzní lití.

7.2 Obrábění

V této kapitole je popsán technologický postup výroby jednoho z dílů, u kterého byla zvolena technologie výroby na CNC strojích.

7.2.1 Charakteristika CNC strojů

- EMCO TURN (soustruh)
- EMCO MILL (frézka)
- MAZAK (5- ti osé obráběcí centrum)

EMCO TURN (soustruh): (viz obr. 75)

- Použitelné materiály: plast, dural
- Výměna nástrojů: automat – zásobník na 6 nástrojů
- Upnutí: 10mm
- Min. vzdálenost obrábění od upínače: 20mm

EMCO MILL (frézka): (viz obr. 76)

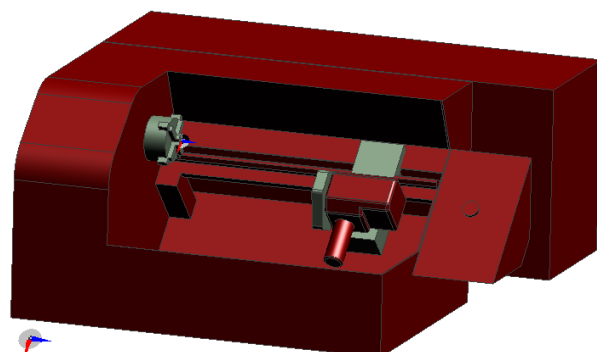
- Použitelné materiály: plast, dural
- Výměna nástrojů: ručně
- Min. upnutí: 3mm
- Min. vzdálenost obrábění od upínače: 2mm

MAZAK (5- ti osé obráběcí centrum): (viz obr. 77)

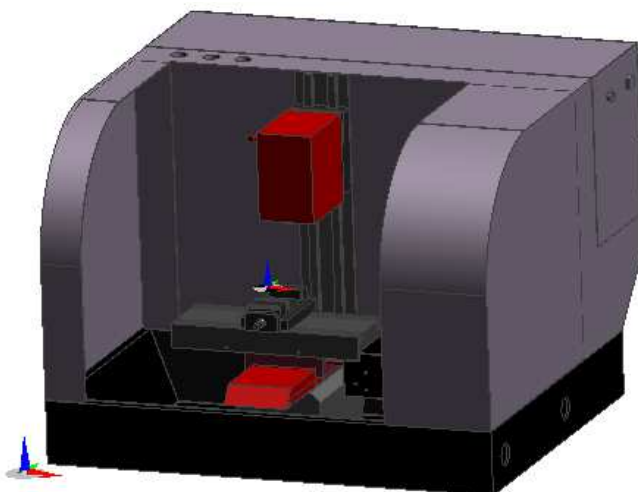
- Použitelné materiály: plasty, dural, ocel
- Výměna nástrojů: automat - zásobník
- Výměna nástrojů: automat – zásobník na 32 nástrojů
- Min. upnutí: 20mm
- Min. vzdálenost obrábění od upínače: 60mm
- Osy: x, y, z, b, c
- Pohon nástroje: ano

Příklad obrábění bude ukázán na dílu:

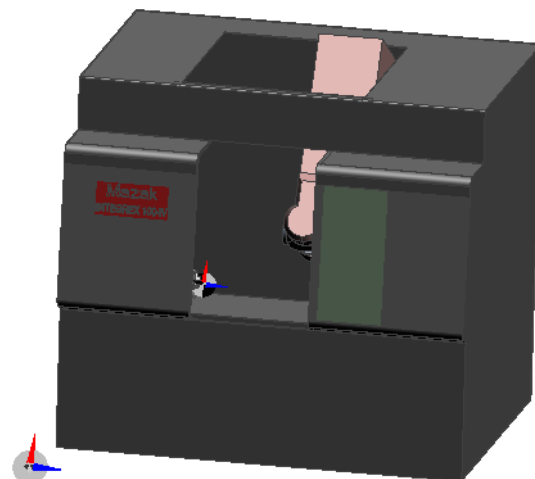
- Podložka pod hlaveň** – viz podkapitola 7.1.2



Obr. 75 EMCO TURN - soustruh



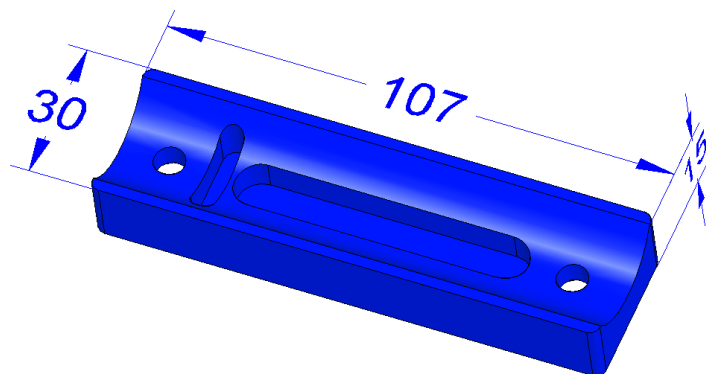
Obr. 76 EMCO MILL - frézka



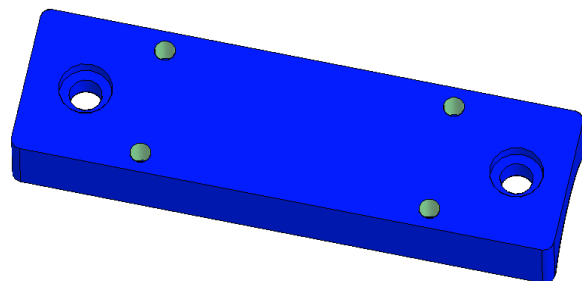
Obr. 77 MAZAK – obráběcí centrum

7.2.2 Podložka pod hlaveň – EMCO MILL

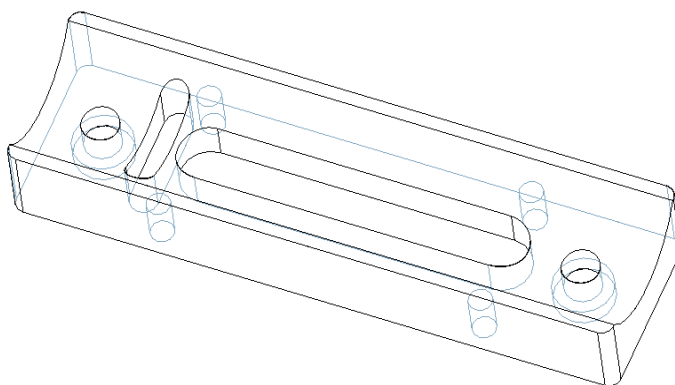
Obr. 78, 79 a 80 zobrazují model podložky pod hlaveň



Obr. 78 Podložka pod hlaveň – plný model (shora)



Obr. 79 Podložka pod hlaveň – plný model (ze spodu)



Obr. 80 Podložka pod hlaveň – drátová geometrie

Volba stroje a materiálu:

-EMCO MILL

-obrobení na 2 upnutí

-polotovar: 34x111x24mm (2mm přídavek, 5mm upnutí)

-materiál dural

Výroba:

Dále bude osvětlen pracovní postup výroby. Pro jednoduchost jsou vynechané části, kdy se nastavuje nula obrobku, korekce nástrojů, atd.

1. Obrábění první strany

Použité nástroje:

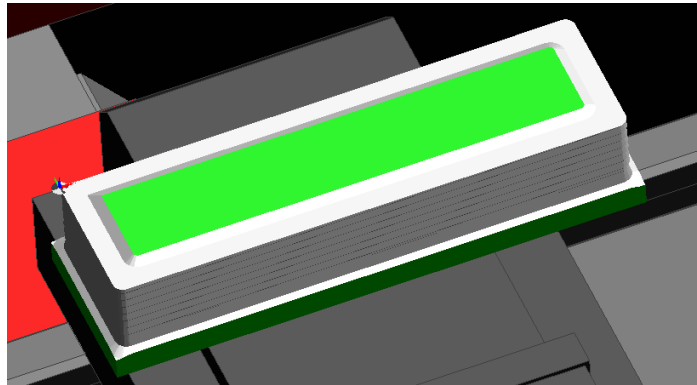
- Válcová fréza 5
- Válcová fréza 6
- Válcová fréza 16
- Kulová fréza 12

Pracovní postup:

1.1 -Rovinné plochy – objetí kontury

- Válcová fréza 16

(viz obr. 81)

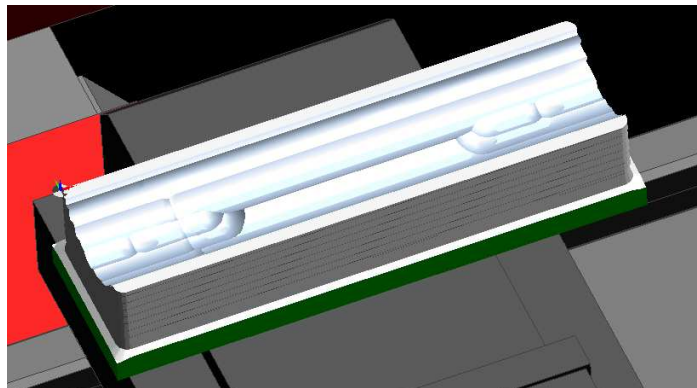


Obr. 81 Rovinné plochy, objetí kontury

1.2 Hrubování kulové drážky

- Kulová fréza 12

(viz obr. 82)

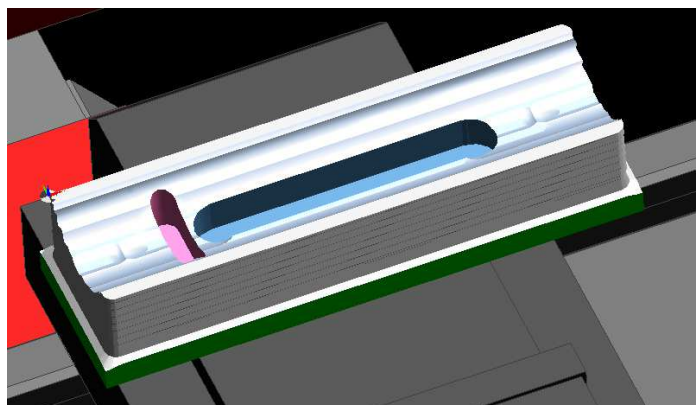


Obr. 82 Hrubování kulové drážky

1.3 Frézování držek

- Válcová fréza 6
- Válcová fréza 5

(viz obr. 83)

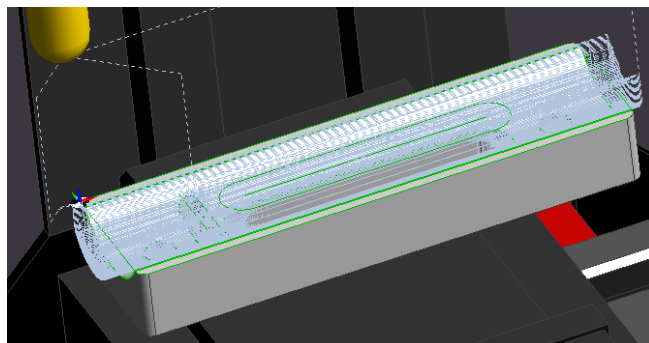


Obr. 83 Frézování drážek

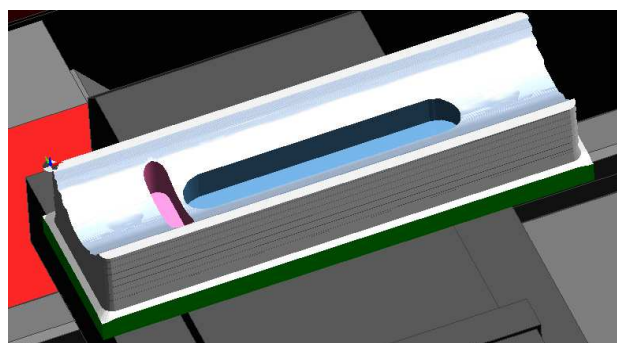
1.4 Dokončení kulové drážky

-Kulová fréza 12

(viz obr. 84 a obr. 85)

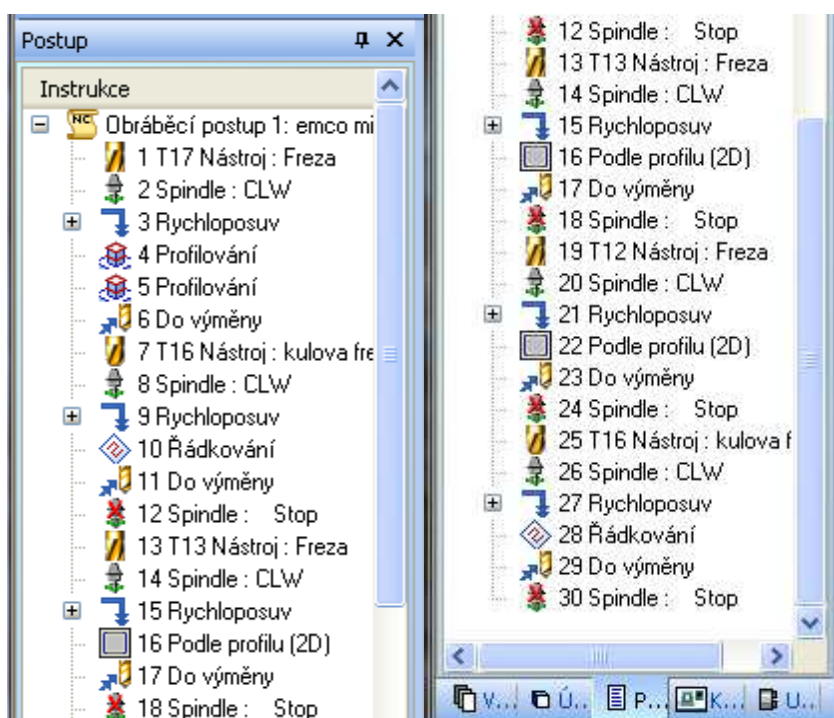


Obr. 84 Dráha kulové frézy



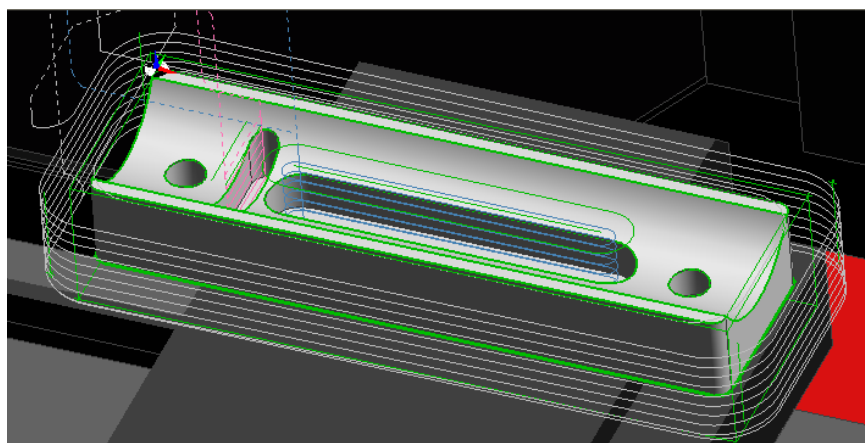
Obr. 85 Dokončení kulové drážky

-Pracovní postup – instrukce
(viz obr. 86)



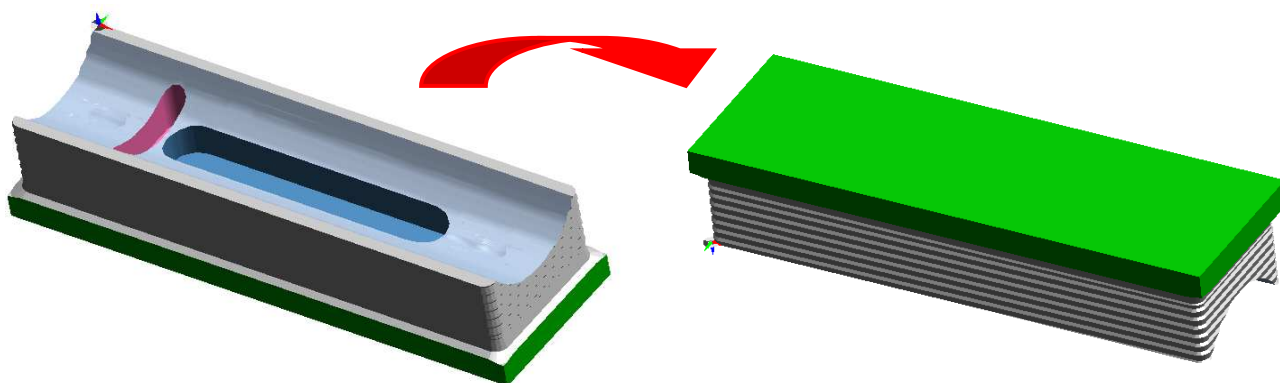
Obr. 86 Pracovní postup - instrukce

-Následující obr. 87 zobrazuje všechny dráhy nástroje (bez kulové frézy)



Obr. 87 Dráhy nástroje

-Polotovar pro další obrábění (viz obr. 88)



Obr. 88 Polotovar pro další obrábění

2. Obrábění druhé strany

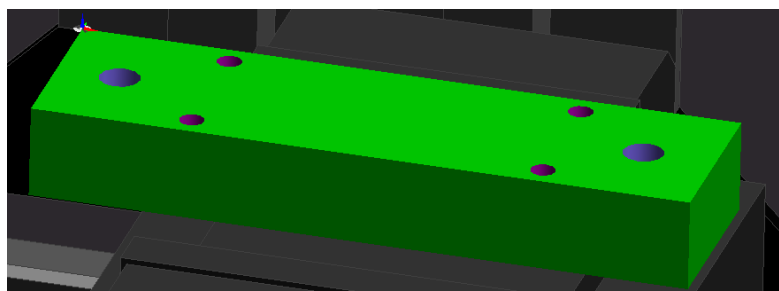
Použité nástroje:

- Navrtávaček
- Vrták 4
- Vrták 6,5
- Válcová fréza 5
- Válcová fréza 50

Pracovní postup:

2.1 Vrtání děr

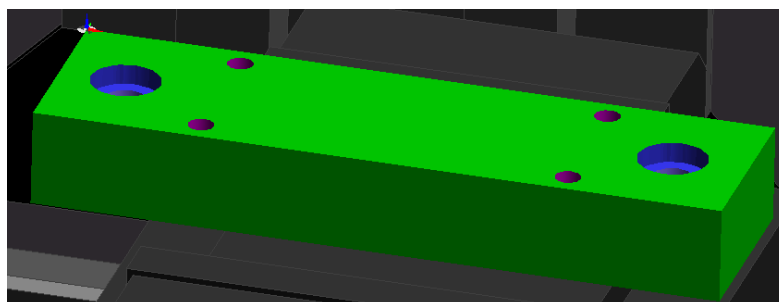
- Navrtávaček
 - Vrták 4
 - Vrták 6,5
- (viz obr. 89)



Obr. 89 Vrtání děr

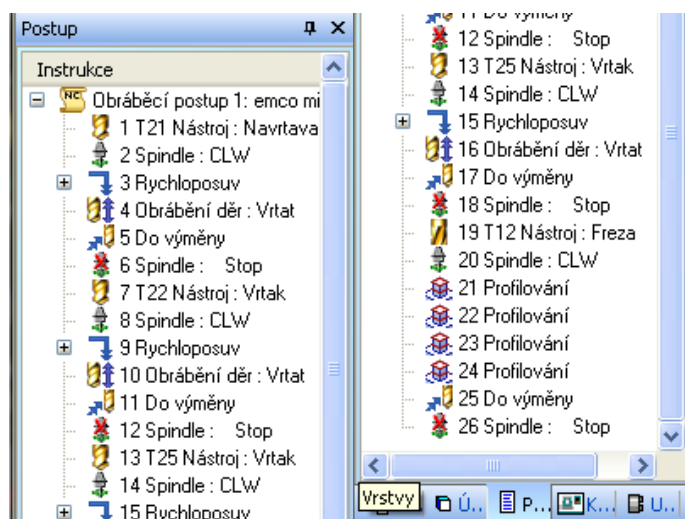
2.2 Frézování zhloubení

- Válcová fréza 5
- (viz obr. 90)



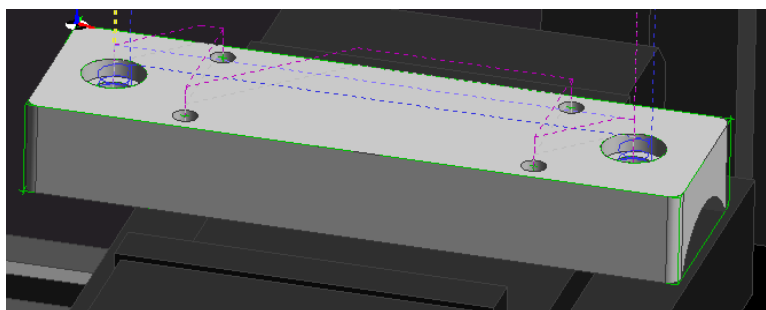
Obr. 90 Frézování zhloubení

-Pracovní postup – instrukce
(viz obr. 91)



Obr. 91 Pracovní postup - instrukce

-Následující obr. 92 zobrazuje
všechny dráhy nástroje (bez
kulové frézy)



Obr. 92 Dráhy nástroje

Zhodnocení:

Materiál:	Dural
Čistá hmotnost dílu:	79 g
Čistý objem dílu:	29 cm ³
Strojní čas:	1. Obrábění 1h 10min 2. Obrábění 15min
Stroj:	EMCO MILL
Nástroje:	Navrtávaček, vrták 4, vrták 6,5, válcová fréza 5, válcová fréza 50
Polotovary:	34x111x24mm (1ks)
Ruční zásah:	Mezioperace obrábění Výměna nástrojů
Cena polotovaru:	40 Kč
Náklady na obrobení:	500 Kč (odhad)

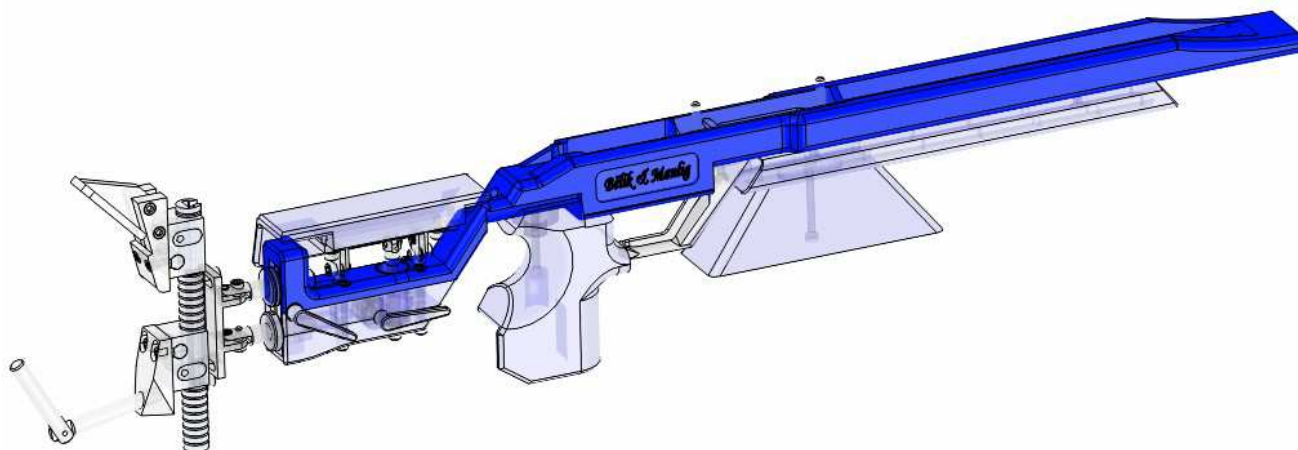
Náhled CNC kódů v příloze: Výroba podložky pod hlaveň

7.3 Zhodnocení výroby

7.3.1 Odlévání

Tento díl je velmi složitý (viz obr. 93), a proto i konstrukce jeho formy je vysoce složitá. Spoustu částí jsem řešil a vymýšlel až při samotné výrobě.

Forma je připravena pro testování. Její životnost by se měla pohybovat okolo 100 kusů. Po té by bylo potřeba přeměřit a zhodnotit poškození a buď vyrobit novou, nebo opravit.

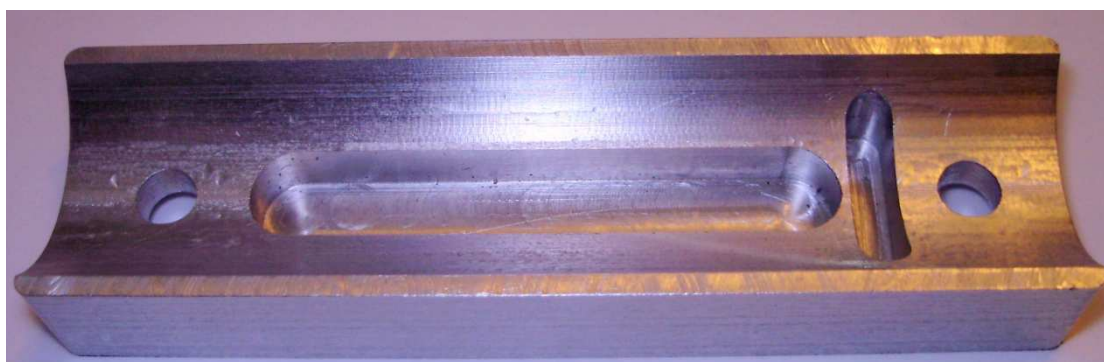


Obr. 93 Náhled dílu v sestavě

7.3.1 Obrábění

CNC stroje se velmi osvědčily svou přesností, kdy je pouze nutné správně určit všechny korekce, jako jsou korekce nástrojů či správná poloha nuly na obrobku.

Ukázka vyrobeného dílu (viz obr. 94).



Obr. 94 Obrobená vložka pod hlaveň

8 Zkouška prototypu

Zkoušení prototypu probíhalo v několika fázích.

Zkouška formy (viz kapitola 8.1)

Několik pokusů odlití

Pohledová zkouška (viz kapitola 8.2)

Zkouška prototypu mechanismu lícnice (viz kapitola 8.3)

Kompletace (viz kapitola 8.4)

První výstřel (viz kapitola 8.5)

Celkové zhodnocení testování (viz kapitola 8.6)

8.1 Zkouška formy

Po vyrobení formy pro díl základny, bylo nejprve potřeba formu vyzkoušet, aby se nezničila při chybném odlévání. Pokud by totiž tvrdý materiál zatekl podkosově do formy, nebylo by možné jej vyjmout. Forma by tak byla zničená. Proto se pro test použil silikonový materiál nízké ceny.

Konečný materiál má pouze omezenou dobu zpracování, forma tedy musí být vyladěna tak, aby se stihla napustit. Kdyby přisávala vzduch, tak by nedošlo k napuštění.

Dále je potřeba po rozmontování formy zjistit, zda na dílu nejsou nějaké vady (např. staženiny, bubliny, tvarové chyby apod.). Nebo jestli bude muset forma projít nějakými změnami, aby se docílilo požadované kvality.

8.1.1 První pokus odlití

Poprvé proběhla zkouška rozmícháním nejlevnějšího a zároveň nejměkčího silikonu MM 906 (viz příloha technické listy materiálů). Napuštěná forma stála pouze na nožičkách pod úhlem rámu (cca 45°).

Při napouštění se zjistilo, že forma přisává vzduch a to ve velmi velkém množství, proto nedošlo k napuštění celého dílu (viz obr. 95).



Obr. 95 První pokus formy

8.1.2 Druhý pokus odlití

Podruhé proběhla zkouška rozmícháním nejlevnějšího a zároveň nejměkčího silikonu MM 906 (viz příloha technické listy materiálů). Forma se napouštěla položena do roviny, aby materiál zatekl co nejdál. Dále byla také celá forma zabalena do igelitového pytle. Ten měl zabránit přisávání vzduchu, jenže po cca 10 minutách se nečekaně protrhl a než se odhalila díra, byl materiál tuhý.

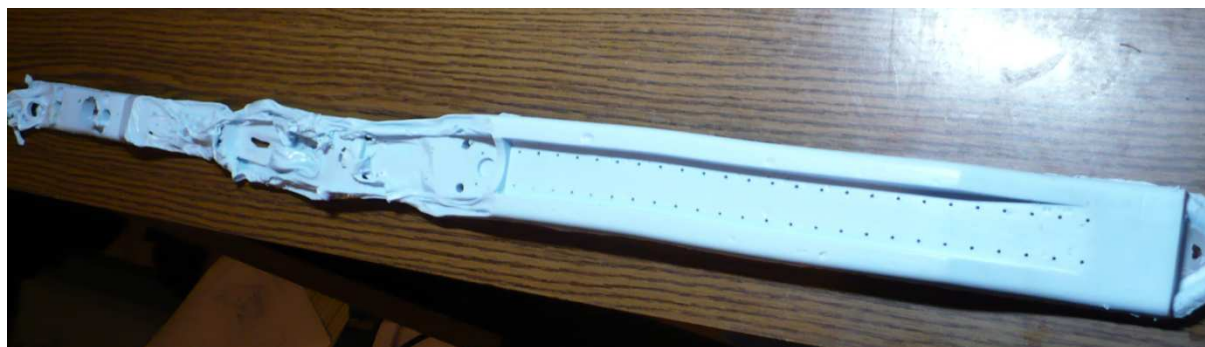
Z tohoto důvodu nebyl odlitek znovu celý. Kvůli položení a přisávání vzduchu byl téměř celý dutý a plný bublin (viz obr. 96).



Obr. 96 Druhý pokus formy

8.1.3 Třetí pokus odlití

Třetí zkouška proběhla znovu rozmícháním nejlevnějšího a zároveň nejměkčího silikonu MM 906 (viz příloha technické listy materiálů). Tato zkouška už dopadla poněkud lépe. Forma však stále přisávala trochu vzduchu. Proto se vytvořila dutá střední část odlitku (viz obr. 97).



Obr. 97 Třetí pokus formy

8.1.4 Čtvrtý pokus odlití

Na čtvrtý pokus už byl použit jiný materiál. Jde o rychletvrdnoucí pryskyřici SG 140 (viz příloha technické listy materiálů) pro opravdové vyzkoušení. Zkouška byla zase o něco úspěšnější, ale došlo k mnoha bublinám. Tyto bubliny byly menší, ale bylo jich ještě více (viz obr. 98). Materiál má ale nižší viskozitu než finální a také má kratší dobu zpracování a proto šlo spíše o vyzkoušení vyndání tvrdého modelu z formy.



Obr. 98 Čtvrtý pokus formy

8.1.5 pátý pokus odlití

Pátý pokus se odléval už ze zvoleného materiálu UR 3490 (viz příloha technické listy materiálů) pro finální podobu. Odlitek dopadl už velmi dobře (viz obr. 99). Povrch součásti je celý. Uvnitř se vyskytuje několik bublin, které ovlivňují jen pružnost. Odlitek se zdá na první pohled velmi zdařilý, proto bude přikročeno k další fázi testování.



Obr. 99 Pátý pokus formy

8.2 Pohledová zkouška

Při pohledové zkoušce se už zkoumaly vlastnosti odlitku. Jak již vyplynulo z předchozí zkoušky, odlitek vypadal velmi dobře. Na pohled se zdálo, že je dost pružný, tím by nemělo dojít k poškození. Zároveň ale vzniká obava, zda nebude pružný až příliš. To ukážou až další zkoušky.

Pokud se ukáže, že odlitek je pružný příliš, bude se muset uvažovat o změně materiálu nebo o vložení výztuhy do odlitku. Navrhnut by byl hliníkový profil nebo uhlíková vlákna.

8.3 Zkouška prototypu mechanismu lícnice

Navrhnutý inovativní mechanismus (viz kapitola 6.3, viz obr. 100) byl vyroben tak, aby mohlo proběhnout jeho první testování. Další úpravy a dodělání proběhnou v další etapě.



Obr. 100 Inovativní mechanismus

8.3.1 Šnekové soukolí

Testování šnekového soukolí proběhlo úspěšně, vůle mezi šnekem - šnekovým kolem, a šnekovým kolem - akčním trnem (trn se závitem) byly vyhovující. Nikde nevznikly velké vůle, které by zhoršovaly podmínky pro manipulaci.

8.3.2 Přestavení výšky lícnice vršek

Pohon (šnekové soukolí) pro přestavení výšky lícnice byl vyhovující. Problémy se vyskytly při vysouvání, případně zasouvání horní lícnice, kde odporové síly ve vedení byly příliš velké.

Při vysouvání docházelo díky velkým odporovým silám ve vedení ke zkroucení základny vyrobené z materiálu POM (viz přílohy materiálů). Vodící trny neměly dostatečnou tuhost ve vzájemné poloze, tím došlo ke vzpříčení a úplnému znemožnění

vysunutí lícnice. Základna proto byla vyrobena z duralu, aby tuhost přesného uspořádání vodících trnů byla co největší a nedocházelo ke zmíněnému vzpříčení.

Vodící prvky (kryty se základnou) se ukázaly z výroby jako velmi nedostačující. Protože při sestavení nedošlo k přesnému spojení os vodících děr, vznikají tím velké odporové síly, které brání vysouvání/zasouvání vodících trnů. Tuhost duralové základny sice umožnila vysunutí „lícnice vršek“ bez velké deformace, ale k zasunutí nedošlo. Při snaze o zasunutí „lícnice vršek“ došlo díky velkým silám ve vedení k zastavení „lícnice vršek“ a posuv provedlo šnekové kolo, které stoupalo po akčním trnu z krytů ven.

8.3.3 Zhodnocení mechanismu

Je navrženo, aby po smontování dolní lícnice se základnou (pažbou) došlo k vystružení vodících děr, aby vedení bylo přesné. Tím by mělo dojít k minimalizaci odporových sil ve vedení, které znemožňují zasunutí lícnice. Samotné zasouvání lícnice by tedy mělo být minimalizováno na malou pomocnou sílu od hlavy střelce. Obavy o samo-vypadnutí celé „lícnice vršek“ se tedy ukázaly jako zbytečné, protože vedení vytváří dostatečně velký odpor k tomu, aby k vypadnutí nedošlo.

8.4 Kompletace

Dále bylo potřeba smontovat všechny díly. Bylo potřeba upravit několik dílů, aby vše do sebe perfektně zapadalo. Tyto úpravy nebyly nijak rozsáhlé.

Dále bylo potřeba dopasovat odlitek do hlavně. Prvotní model nebyl samozřejmě úplně nejlépe změřen, vymodelován a forma také nebyla úplně přesná (způsobeno broušením a formováním dílu z 3D tisku). Proto bylo potřeba drobných úprav prvního hotového dílu z formy.

Ukázalo se, že je potřeba, aby odlitek měl vybrání pro pojistku a závěr (viz obr. 101). Proto bude potřeba pro další práci ještě upravit formu. Nejspíše se vyfrézují kameny, které se založí do formy. Díky tomu by se pak nemusely u každého odlitku brousit nebo řezat tato vybrání.



Obr. 101 Ze zasazování hlavně

8.5 První výstřel

Po zkompletování bylo potřeba vyzkoušet, jak se bude pažba chovat už při samotném výstřelu. První výstřel proběhl v tzv. nastřelovací stoličce (viz obr. 102) kvůli bezpečnosti. Pažba je proto upnuta pomocí upínek ze strany pažby viz obrázky níže.



Obr. 102 Upnutí pažby ve stoličce

Touto zkouškou se zjistilo, jaký potenciál má náš vybraný materiál pro toto použití. Z dosavadních informací, které se podařilo zjistit, nikdo z výrobců nepoužil nic podobného. Proto je tato zkouška velmi důležitá a její vyhodnocení bude velmi důležité.

Při prvních výstřelech se zjistilo, že zvolený materiál pokusné výstřelky opravdu vydrží. Rozptyl je velice dobrý. Viz obr. 103 a 104, nástřelky jsou po 10 ranách. Nastřelování neproběhla za nejlepších podmínek a stolička, ke které jsem měl přístup, také není dokonalá. Samotné nastřelování malorážky je totiž „věda“. Každý trenér, jak domácí, tak i zahraniční, má na to jiný názor.



Obr. 104 První nastřelení



Obr. 103 Druhé nastřelení

Rána, která je zakroužkovaná na obr. 103, je nejspíše způsobena špatným zavřením závěru ve stoličce. Seběmenší t'uknutí do pažby během nastřelování může mít za následek rozhození až o několik cm.

8.6 Celkové zhodnocení testování

Testování dopadlo velice dobře. Překonalo všechna naše očekávání.

Materiál použitý na pažbu má veliký potenciál. Podle nástřelek, které se provedli, má srovnatelné vlastnosti jako dosavadní používané materiály pro pažby.

Jediný problém, který se objevil, je průhyb hlavního dílu ve dvou místech. Tento problém by se musel dále nějakým způsobem vyřešit. Řešení by spočívalo nejspíše ve vyladění odlévání absolutně bez kazu a vložením nějaké hliníkové výztuhy.

Potom by se pažba stala použitelnou a nastalo by velké testování už naostro v malorážkové sezóně.

Dále má materiál velký potenciál z pohledu přístupu střelců. Kolikrát se stane, že zbraň upadne nebo s ní není zacházeno nejlépe a pažby tak trpí. Tato pažba má materiál tak pružný, že není možné jej tímto zacházením nijak poškodit.

9 Ekonomická stránka

9.1 Analýza cen pařeb na trhu

V této kapitole jsou přibližné ceny z webu <http://www.euroshooting.eu/> a <http://www.vaskent.cz>, ceny jsou s DPH a zaokrouhlené. Slouží pro představu cen.

9.1.1 Hliníková pažba holá



Cena: 38 500,-
Výrobce: Anschutz

9.1.2 Pažba Otakar holá



Cena: 25 000,-
Výrobce: Vaškent

9.1.3 Precizní zbraň



Cena: 154 000,-
Výrobce: Grunig Elmiger

9.1.4 Precizní zbraň 2



Cena: 97 000,-

Výrobce: Walther

9.2 Předběžná cena a zisk pažby

Po vyrobení prototypu jsme spočítali předběžné ceny. Jsou jen orientační pro zvážení, jestli se výroba vyplatí nebo nikoliv.

Do tabulek (viz tab. 1 – 5) jsme započítali: ceny nástrojů, ceny polotovarů, náklady na vytvoření forem a programů pro CNC stroje a pracovní sílu pro samotnou výrobu. Výpočty jsou spočítané na jeden kus pažby při výrobě 10 pažeb v sérii. Všechny důležité hodnoty jsou zvýrazněny žlutou barvou pro přehlednost.

Výrobce Anschütz prodává nejlevnější pažbu okolo 38 000 Kč. Levnější oproti ní je český výrobce Vaškent s 25 000 Kč. Aby naše pažba byla atraktivní, měla by mít výrazně nižší cenu. Proto je navrženo 19 000 Kč.

Tab. 1 Soupis normalizovaných dílů

Název dílu	Výskyt v podsestavě	Počet kusů	Cena za kus	Cena celkem
O-kroužek	MP-02	1 Ks	2,60 Kč	2,60 Kč
Klička 1	MP-00	1 Ks	39,86 Kč	39,86 Kč
Klička 2	MP-02	1 Ks	39,86 Kč	39,86 Kč
Kolík pr. 2 x 6	MP-00, MP-02	4 Ks	0,51 Kč	2,04 Kč
Ložisko 10 x 6 x 3	MP-02	2 Ks	50,00 Kč	100,00 Kč
Pero 2 x 2 x 18	MP-02	1 Ks	2,49 Kč	2,49 Kč
Podložka 5	MP-03, MP-04	4 Ks	1,28 Kč	5,12 Kč
Pojistný třmenový kroužek 3,2	MP-03, MP-04	5 Ks	0,19 Kč	0,94 Kč
Šroub M2 x 6 záпустný	MP-01	24 Ks	0,58 Kč	13,92 Kč
Šroub M5 x 10	MP-03, MP-04	10 Ks	1,03 Kč	10,28 Kč
Šroub M5 x 12	MP-00, MP-01, MP-	6 Ks	0,99 Kč	5,95 Kč
Šroub M5 x 16	MP-01	2 Ks	1,09 Kč	2,18 Kč
Šroub M5 x 30	MP-00	4 Ks	2,02 Kč	8,07 Kč
Šroub M5 x 50	MP-01	1 Ks	2,92 Kč	2,92 Kč
Celkem	-	66 Ks	145,41 Kč	236,23 Kč

Tab. 2 Soupis obrábění

Název dílu	Materiál	Příprava programu	Výroba polotovaru	Strojní čas [h]	Čas očištění	Cena práce při 10ks	Pronájem	Cena dílu při 10ks	Hmotnost polotovaru	Cena polotovaru	Další ks (nad 10ks)
Náboj	POM	0:45	0:00	0:04	0:08	78 Kč	13 Kč	139 Kč	16 g	5 Kč	52 Kč
Vložka	POM	1:00	0:00	0:06	0:10	105 Kč	20 Kč	210 Kč	48 g	14 Kč	79 Kč
Podložka pod hlaveň	dural	2:30	0:03	1:25	0:30	517 Kč	294 Kč	911 Kč	245 g	37 Kč	697 Kč
Svěrná kostka	POM	1:30	0:03	0:14	0:15	182 Kč	57 Kč	311 Kč	41 g	12 Kč	161 Kč
Váleček	POM	0:30	0:00	0:08	0:05	69 Kč	27 Kč	168 Kč	48 g	14 Kč	80 Kč
Nalisovaná vložka	ocel	0:30	0:00	0:04	0:08	63 Kč	13 Kč	135 Kč	57 g	2 Kč	48 Kč
Hřídel	POM	1:30	0:00	0:10	0:20	174 Kč	33 Kč	268 Kč	53 g	16 Kč	133 Kč
Vložka	POM	0:30	0:01	0:07	0:05	68 Kč	27 Kč	97 Kč	6 g	2 Kč	67 Kč
Vodící trn	ocel	2:00	0:00	0:07	0:10	169 Kč	23 Kč	193 Kč	29 g	1 Kč	73 Kč
Základna	dural	3:00	0:03	1:27	0:25	541 Kč	300 Kč	878 Kč	245 g	37 Kč	698 Kč
T-drážka	POM	1:00	0:03	0:10	0:08	121 Kč	43 Kč	174 Kč	32 g	10 Kč	114 Kč
Vodící trn	POM	3:00	0:00	0:12	0:10	245 Kč	40 Kč	314 Kč	96 g	29 Kč	134 Kč
Matice	POM	0:30	0:00	0:03	0:05	53 Kč	10 Kč	65 Kč	8 g	2 Kč	35 Kč
Základna	POM	3:00	0:03	0:34	0:20	351 Kč	124 Kč	506 Kč	104 g	31 Kč	326 Kč
T-drážka	POM	1:00	0:03	0:10	0:08	121 Kč	43 Kč	174 Kč	32 g	10 Kč	114 Kč
Celkem	-	22:15	0:19	5:01	3:07	2858 Kč	1068 Kč	4544 Kč	1061 g	221 Kč	2811 Kč
Cena celkem	-	13371 Kč	48 Kč	1005 Kč	468 Kč	-	-	-	-	-	-

Tab. 3 Soupis odlévání

Díl	Cena materiálu formy	Cena práce na formě	Celková cena formy	Váha		Cena materiálu odlitku	Čas [h]			Cena práce na odlitku	Celková cena za odlití	Celková cena na kus v serii 10 kusů
				dílu	potřebného materiálu		příprava formy	odlití	rozebrání a začištění			
Základna	7 000 Kč	5 000 Kč	12 000 Kč	488 g	800 g	1 226 Kč	0:45	0:15	1:00	1 202 Kč	2 428 Kč	3 628 Kč
Dolní kryt	500 Kč	1 000 Kč	1 500 Kč	37 g	60 g	92 Kč	0:08	0:03	0:15	87 Kč	179 Kč	329 Kč
Horní kryt	500 Kč	1 000 Kč	1 500 Kč	38 g	60 g	92 Kč	0:08	0:03	0:15	87 Kč	179 Kč	329 Kč
Lícnice	800 Kč	1 000 Kč	1 800 Kč	103 g	150 g	230 Kč	0:08	0:03	0:15	87 Kč	317 Kč	497 Kč
Šnekové kolo	500 Kč	500 Kč	1 000 Kč	3 g	20 g	31 Kč	0:08	0:03	0:15	87 Kč	117 Kč	217 Kč
Šnek	500 Kč	500 Kč	1 000 Kč	8 g	20 g	31 Kč	0:08	0:03	0:15	87 Kč	117 Kč	217 Kč
Lučík	1 000 Kč	1 000 Kč	2 000 Kč	38 g	50 g	77 Kč	0:08	0:03	0:20	103 Kč	180 Kč	380 Kč
Závitový Trn	500 Kč	500 Kč	1 000 Kč	4 g	20 g	31 Kč	0:08	0:03	0:20	103 Kč	134 Kč	234 Kč
Pist. pažbička	1 500 Kč	1 000 Kč	2 500 Kč	222 g	250 g	383 Kč	0:08	0:03	0:20	103 Kč	487 Kč	737 Kč
Celkem	12 800 Kč	11 500 Kč	24 300 Kč	941 g	1430 g	2 192 Kč	1:49	0:39	3:15	1 946 Kč	4 139 Kč	6 569 Kč

Tab. 4 Nástroje

Nástroj	Typ	Cena na 1ks	při 10ks
Válcová fréza 40	Hrubovací	2000 Kč	200 Kč
Válcová fréza 16	Hrubovací	1000 Kč	100 Kč
Válcová fréza 8	Hrubovací	650 Kč	65 Kč
Válcová fréza 6	Dokončovací	250 Kč	25 Kč
Válcová fréza 5	Dokončovací	200 Kč	20 Kč
Kulová fréza 12	Dokončovací	1800 Kč	180 Kč
Vrták 4,2		20 Kč	2 Kč
Vrták 5		20 Kč	2 Kč
Vrták 6,5		20 Kč	2 Kč
Závitník M5	sada	350 Kč	35 Kč
Celkem		6310 Kč	631 Kč

Tab. 6 Doplnující informace k obrábění

Cena POM	300 kč/kg
Cena duralu	150 kč/kg
Cena oceli	30 kč/kg
Hustota POM	1,42 g/cm ³
Hustota dur.	2,71 g/cm ³
Hustota ocel	7,8 g/cm ³
Gáže programátora	600 Kč/h
Gáže operátora	200 Kč/h
Gáže dělníka	150 Kč/h
Cena pronájmu prostor	200 Kč/h

Tab. 5 Doplnující informace k odlévání

Cena materiálu za 1kg	1 533 Kč
Balení materiálu	1 500 g
Z balení materiálu zbude	70 g
Gáže školeného dělníka	600 Kč
Gáže obyčejného dělníka	200 Kč

Celkem tedy pažba výrobně vychází zhruba takto:

První podsestava	6 500,- Kč
Druhá podsestava	1 500,- Kč
Třetí podsestava	2 000,- Kč
Čtvrtá podsestava	<u>1 000,- Kč</u>
Celá pažba	<u>11 000,- Kč</u>

Pažba tedy vychází odhadem na 11 000 Kč za výrobu.

Prodejní cenu jsme určili 19 000 Kč.

Díky tomu se dostáváme na hrubý zisk 8 000 Kč a to za předpokladu, že prodáváme nejlevnější pažbu na světě.

Kdyby tento projekt měla k dispozici například firma Anschütz a prodávala by jí za 35 000 Kč jako svůj nejlevnější model, měla by zisk 24 000 což je více jak dvojnásobek výrobních nákladů.

Závěr

Práce se zabývá vývojem sportovní malorážky. Jejím cílem bylo zvýšit technickou úroveň pažby a snížit její prodejní cenu. Vycházelo se přitom z osobních zkušeností získaných během aktivního střelení spoluautora Jana Bělíka. Dále byly využity připomínky profesionálních závodníků k pažbám v současnosti nabízeným na trhu od firem Anschütz, Grünig & Elmiger, Feinwerkbau, Walter a Vaškent.

V rámci vývoje pažby byly provedeny konstrukční změny zjednodušující její přestavení. Na navržený inovativní mechanismus pro přestavení lícnice je aktuálně požádáno o udělení užitého vzoru.

Dále byly testovány i nové materiály. Pro složité díly bylo zvažováno několik technologických postupů výroby. Zvolena byla technologie prototypového lití, která se ukázala jako ekonomicky nejvýhodnější.

Vyrobená základna pažby byla otestována 2mi nástřely po 10 ranách. Lze konstatovat, že z hlediska pevnosti je vyhovující. Uživatelsky však nevyhovuje zvolený pružný materiál – zákazník nechce pružnou pažbu. Proto je navrženo vložit při odlévání do formy výztuhu.

Závěrem cenové porovnání. Nejnižší prodejní cena pažby je aktuálně 25 000,- Kč a to od firmy Vaškent. Cenu „naší“ pažby, díky zvoleným technologiím výroby, je možné snížit až na cca 19 000,-Kč.

Použitá literatura

- [1] Sportovní střelba (ročníková práce), Jana Lauermannová, Podještědské gymnázium Liberec, 2007

- [2] Klub SSK Ruprechtice [online] [cit. 2014-03-22]
Dostupné z: <http://strelba.vrchlickeho.cz>

- [3] Euroshooting [online] [cit. 2014-03-22]
Dostupné z: <http://www.euroshooting.eu>

- [4] Vaškent [online] [cit. 2014-03-22]
Dostupné z: <http://www.vaskent.cz/>

- [5] Český střelecký svaz [online] [cit. 2014-03-22]
Dostupné z: <http://www.shooting.cz>

- [6] Stránka facebooku profil firmy Vaškent [online] [cit. 2014-03-22]
Dostupné z: <https://www.facebook.com/pages/Vaškent/>

- [7] Grünig & Elmiger [online] [cit. 2014-03-22]
Dostupné z: <http://www.gruenel.ch/home/>

- [8] Produkt platové kličky [online] [cit. 2014-03-22]
Dostupné z: http://www.elementrix.net/?produkty_packy_a_klicky&detail=23

- [9] Hostr [online] [cit. 2014-03-22]
Dostupné z: <http://www.hostr.cz/produkty2>

- [10] EPP Plasty [online] [cit. 2014-03-22]
Dostupné z: <http://www.eppplasty.cz/>

- [11] Šneková soukolí [online] [cit. 2014-03-22]
Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/snekova-soukoli-prevody.html>
- [12] Kajman k [online] [cit. 2014-03-22]
Dostupné z: <http://cisticihadry.cz/pom-tecaform/>
- [13] Ozubení [online] [cit. 2014-03-22]
Dostupné z: <http://www.ozubeni.cz/ozubeni/snek.html>
- [14] Mgr. Jan Hamerník [online] [cit. 2014-03-22]
Dostupné z: <http://jhamernik.sweb.cz/Ozubeni.htm>
- [15] Mitcalc [online] [cit. 2014-03-22]
Dostupné z: <http://www.mitcalc.com/doc/gear4/help/cz/gear4txt.htm>
- [16] Markagro [online] [cit. 2014-03-22]
Dostupné z: <http://www.markagro.cz/>
- [17] Ebalta [online] [cit. 2014-03-22]
Dostupné z: <http://www.ebalta.cz/cz/>
- [18] Rampf [online] [cit. 2014-03-22]
Dostupné z: <http://www.rampf-gruppe.de>
- [19] LEINVEBER, Jan a VÁVRA, Pavel. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 4., dopl. vyd. Úvaly: Albra, 2008. xiv, 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7.

Seznam obrázků

Obr. 1 Poloha vleže [2]	3
Obr. 2 Poloha vkleče [2]	3
Obr. 3 Poloha ve stoje [2]	3
Obr. 4 Obecný popis malorážky [3]	4
Obr. 5 Popis našeho modelu malorážky	4
Obr. 6 Model dílčí pažby	5
Obr. 7 Model dolní lícnice.....	5
Obr. 8 Model lícnice horní.....	6
Obr. 9 Model celé botky	6
Obr. 10 Model vyráběné botky.....	6
Obr. 11 Model žehličky.....	7
Obr. 12 Model předpažbí.....	7
Obr. 13 Malorážka Anschütz [3].....	9
Obr. 14 Malorážka Grünig & Elmiger [7].....	10
Obr. 15 Malorážka Grünig & Elmiger 2 [7]	10
Obr. 16 Malorážka Vaškent [6].....	10
Obr. 17 Design pažby Anschütz [3]	11
Obr. 18 Design pažby Grünig & Elmiger [7]	11
Obr. 19 Design pažby Vaškent [6].....	11
Obr. 20 Celohliníková pažba frézovaná Anschütz [3]	12
Obr. 21 Dřevěná pažba Anschütz [3]	12
Obr. 22 Hliníková pažba odlévaná Anschütz [3]	12
Obr. 23 Frézované pažby Vaškent [6]	13
Obr. 24 Dřevěné pažby Vaškent [4].....	13
Obr. 25 Lícnice Anschütz [3]	14
Obr. 26 Lícnice Fainwerkbau [3].....	15
Obr. 27 Lícnice Grünig & Elmiger [7].....	15
Obr. 28 Lícnice Walther [3]	16
Obr. 29 Lícnice Vaškent [4].....	16
Obr. 30 Lícnice Vaškent [4].....	17
Obr. 31 Detail lučíku.....	18
Obr. 32 Detail krytů	19

Obr. 33 Princip mechanismu lícnice - schéma	19
Obr. 34 Princip mechanismu lícnice - model	19
Obr. 35 Uchycení axiálních sil šnekového kola	20
Obr. 36 Dutý šnek	21
Obr. 37 Druhy šnekových soukolí [11]	21
Obr. 38 Prostorové možnosti	22
Obr. 39 Propojení se svěrnou kostkou	22
Obr. 40 Spojovací díl s vodícími trny	22
Obr. 41 Propojení trnů s lícnicí vršek	23
Obr. 42 Schéma vyrušení momentů	23
Obr. 43 Vzpříčení vodícího trnu	23
Obr. 44 Uchycení trnů	24
Obr. 45 Vkládání lícnice vršek	24
Obr. 46 Uložení dutého šneku	25
Obr. 47 Klička [8]	25
Obr. 48 Uložení šneku v sestavě	26
Obr. 49 Výsledné sestavení v řezu	26
Obr. 50 Plný model základny	28
Obr. 51 Drátový model základny	29
Obr. 52 Složená forma s rámem	30
Obr. 53 Vtoková soustava	30
Obr. 54 Výfuková soustava	30
Obr. 55 Vytisknuté díly	31
Obr. 56 Postavení dílu pro nalití	31
Obr. 57 Postavení ohrádky pro nalití jádra	31
Obr. 58 Výsledné jádro	31
Obr. 59 Zaformování hlavního dílu	32
Obr. 60 Povrchová vrstva první půlky formy	32
Obr. 61 První půlka formy	33
Obr. 62 Rozloupnutí první půlky formy	33
Obr. 63 Ohrádka jádra	34
Obr. 64 Lití jádra	34
Obr. 65 První rozebrání formy 1	34
Obr. 66 Model rámu formy	35
Obr. 67 Dokončení formy	35
Obr. 68 Vložení jádra jmenovky	36

Obr. 69 Kolíky v jádru jmenovky.....	36
Obr. 70 Sestavení výfuku.....	36
Obr. 71 Sešroubování formy.....	37
Obr. 72 Jádru spoušťového mechanismus.....	37
Obr. 73 Připojení vtokové soustavy.....	38
Obr. 74 Připojení výfukové soustavy.....	38
Obr. 75 EMCO TURN - soustruh.....	39
Obr. 76 EMCO MILL - frézka.....	39
Obr. 77 MAZAK – obráběcí centrum.....	39
Obr. 78 Podložka pod hlaveň – plný model (shora).....	40
Obr. 79 Podložka pod hlaveň – plný model (ze spodu).....	40
Obr. 80 Podložka pod hlaveň – drátová geometrie.....	40
Obr. 81 Rovinné plochy, objektů kontury.....	41
Obr. 82 Hrubování kulové drážky.....	41
Obr. 83 Frézování drážek.....	41
Obr. 84 Dráha kulové frézy.....	42
Obr. 85 Dokončení kulové drážky.....	42
Obr. 86 Pracovní postup - instrukce.....	42
Obr. 87 Dráhy nástroje.....	42
Obr. 88 Polotovar pro další obrábění.....	43
Obr. 89 Vrtání děr.....	43
Obr. 90 Frézování zahloubení.....	43
Obr. 91 Pracovní postup - instrukce.....	44
Obr. 92 Dráhy nástroje.....	44
Obr. 93 Náhled dílu v sestavě.....	45
Obr. 94 Obrobená vložka pod hlaveň.....	45
Obr. 95 První pokus formy.....	46
Obr. 96 Druhý pokus formy.....	47
Obr. 97 Třetí pokus formy.....	47
Obr. 98 Čtvrtý pokus formy.....	48
Obr. 99 Pátý pokus formy.....	48
Obr. 100 Inovativní mechanismus.....	49
Obr. 101 Ze zasazování hlavně.....	50
Obr. 102 Upnutí pažby ve stoličce.....	51
Obr. 103 Druhé nastřelení.....	51
Obr. 104 První nastřelení.....	51

Seznam tabulek

Tab. 1 Soupis normalizovaných dílů	54
Tab. 2 Soupis obrábění.....	55
Tab. 3 Soupis odlévání.....	56
Tab. 4 Nástroje.....	56
Tab. 5 Doplnující informace k odlévání	56
Tab. 6 Doplnující informace k obrábění	56

Seznam zkratk

- ME – Mistrovství Evropy
- MS – Mistrovství světa
- OH – Olympijské hry
- ISSF – International Shooting Sport Federation
(překlad: mezinárodní střelecká federace)
- CNC – Computer Numerical Control
(překlad: číslicové řízení počítačem)

Přílohy

- Částečná výkresová dokumentace
 - I) Sestava – MP-00
 - II) Podsestavy - MP-01, MP-02, MP-03, MP-04
 - III) Výrobní výkresy podsestavy MP-02, MP-04
- Technické listy použitých materiálů
- Výroba podložky pod hlaveň