



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

## VÝROBA SOUČÁSTI PRO ŠICÍ STROJ

MANUFACTURING OF COMPONENTS FOR SEWING MACHINE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

RADEK PADĚRA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MILAN KALIVODA

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie  
Akademický rok: 2013/2014

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Radek Paděra

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

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:

### **Výroba součástí pro šicí stroj**

v anglickém jazyce:

### **Manufacturing of Components for Sewing Machine**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Úvod.
2. Rozbor součásti "unašeč" pro šicí stroj.
3. Stávající výroba.
4. Dostupné stroje a nástroje pro výrobu součástí.
5. Návrh výroby s využitím CNC techniky.
6. Technicko-ekonomické posouzení.
7. Diskuze.
8. Závěr.

Cíle bakalářské práce:

Technologický projekt pro zavedení součásti do sériové výroby.

Seznam odborné literatury:

1. PÍŠKA, Miroslav et al. Speciální technologie obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 247 s. ISBN 978-80-214-4025-8.
2. ZEMČÍK, Oskar. Technologická příprava výroby. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2002. 158 s. ISBN 80-214-2219-X.
3. ZEMČÍK, Oskar. Nástroje a přípravky pro obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2003. 193 s. ISBN 80-214-2336-6.
4. JUROVÁ, Marie. Organizace přípravy výroby. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 100 s. ISBN 978-80-214-3946-7.
5. 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.
6. LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3. vyd. Úvaly: ALBRA, 2006. 914 s. ISBN 80-7361-033-7.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Kalivoda

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/2014.

V Brně, dne 27.11.2013

L.S.

---

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
Ředitel ústavu

---

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.  
Děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá výrobou jedné součásti ze šicího stroje a to součásti unašeče. V první kapitole je proveden rozbor součásti včetně popisu její funkce. Dále je zmíněna stávající výroba součásti a pak následuje popis strojů a nástrojů potřebných k výrobě součásti. Další část je zaměřena na návrh nové výroby s využitím CNC strojů obsahující volbu polotovaru, materiálové propočty, technologický postup a výpočty strojních časů jednotlivých nástrojů. Poslední část práce je věnována technicko-ekonomickému posouzení navržené výroby.

### **Klíčová slova**

šicí stroj, polotovar, sériová výroba, technologický postup, CNC stroj

## **ABSTRACT**

This bachelor's thesis aims to produce one specific part of the sewing machine - the carrier. First chapter contains analysis of all parts of the sewing machine including the function part. There is also mentioned existing manufacture process with the description and all necessary tools to produce these parts. Another part is focused on design of the new manufacture process that includes CNC machines with option to create semi-product, material calculations, technological process and calculations of all machine times of each tools. The last part of this thesis aims on assessment of designed manufacture from the technical and economical view.

### **Key words**

sewing machine, semi-finished product, serial production, technological process, CNC machine

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

PADĚRA, R. *Výroba součásti pro šicí stroj*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 38 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Milan Kalivoda.



### PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Výroba součástí pro šicí stroj** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

---

Datum

---

Radek Paděra

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji tímto vedoucímu TPV panu Ing. Kavanovi z firmy MINERVA Boskovice, a.s. za cenné připomínky, rady a návrhy při vypracování bakalářské práce a za poskytnuté téma na bakalářskou práci.

Poděkování také patří také vedoucímu práce panu Ing. Kalivodovi za cenné rady a konzultace vedoucí ke správnému vypracování bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat svojí rodině a přítelkyni za psychickou podporu při tvorbě bakalářské práce a hlavně svým rodičům za umožnění studia a za finanční podporu v průběhu celého studia.

**OBSAH**

ABSTRAKT .....	4
PROHLÁŠENÍ.....	5
PODĚKOVÁNÍ .....	6
OBSAH.....	7
ÚVOD.....	8
1 ROZBOR SOUČÁSTI “UNAŠEČ“ PRO ŠICÍ STROJ .....	9
1.1 Konstrukce součástí .....	9
1.2 Popis funkce součástí .....	10
1.3 Šicí stroje s danou součástí .....	11
2 STÁVAJÍCÍ VÝROBA .....	12
3 DOSTUPNÉ STROJE A NÁSTROJE PRO VÝROBU SOUČÁSTI .....	13
3.1 Stroje pro výrobu součástí .....	13
3.1.1 CNC soustruh TRAUB TNA 300.....	13
3.1.2 CNC vertikální frézovací centrum HAAS VF-2SS a otočný stůl HRT210... 14	
3.2 Nástroje použité při výrobě součástí .....	16
4 NÁVRH VÝROBY S VYUŽITÍM CNC TECHNIKY .....	20
4.1 Volba polotovaru .....	20
4.2 Spotřeba materiálu .....	21
4.3 Technologický postup.....	23
4.4 Výpočty výrobních časů pro operace na CNC strojích.....	26
5 TECHNICKO-EKONOMICKÉ POSOUZENÍ.....	30
5.1 Potřebné množství nástrojů pro výrobu na CNC strojích .....	31
5.2 Technicko-ekonomické posouzení navržené výroby.....	32
6 DISKUZE .....	33
ZÁVĚR .....	34
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	35
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....	36
SEZNAM PŘÍLOH.....	38

## ÚVOD

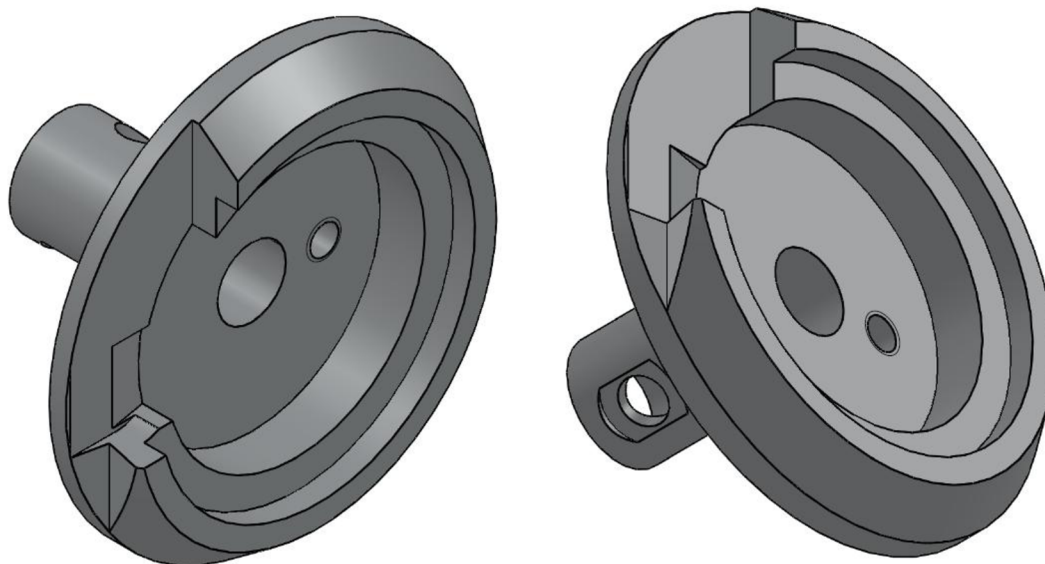
Firma MINERVA Boskovice, a.s. je v současné době jedním z členů skupiny DÜRKOPP ADLER GROUP, a to od roku 1998, a na jejich šicích strojích se vyrábí výrobky známých výrobců jako je například Baťa, Adidas, Puma, Hugo Boss, Johnson Controls a další. Historie firmy sahá až do roku 1881, kdy Emil Rezler a Josef Komárek založili ve Vídni firmu na výrobu šicích strojů pro domácnosti. V roce 1938 se výroba šicích strojů stěhuje do Boskovic a v roce 1953 zahajuje firma výrobu průmyslových šicích strojů pro různé aplikace v průmyslu jako například šicí stroje pro šití obuvi, galanterie, nábytkářství, ale také využití v automobilním průmyslu na pošívání volantů, šití sedadel, autopotahů apod. [1]. V letošním roce 2014 by měla firma zahájit výrobu těžkých průmyslových šicích strojů nové řady H-Type s vysokou mírou automatizace a unifikace pro použití v různých oblastech průmyslu.

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout sériovou výrobu jedné součásti ze šicího stroje, a to součásti unašeče zadané firmou MINERVOU Boskovice, a.s. Návrh je vypracován pouze teoreticky a dle požadavku firmy se zaměřuje pouze na určité části a prvky výroby a je hlavně zaměřen na využití CNC techniky při výrobě součásti unašeče.

Úkolem práce je tak provést rozbor zadané součásti unašeče, včetně popisu její funkce ve stroji a popsání daných strojů využívajících součást. Pak následuje popsání dosavadní výroby součásti a popis jednotlivých CNC strojů, na kterých bude součást nově vyráběna a popis nástrojů, které budou na těchto strojích použity ke zhotovení součásti v požadovaném tvaru a rozměrech, aby byla schopna plnit svou funkci. Dále je provedena volba vhodného polotovaru, ze kterého se bude součást vyrábět včetně materiálových propočtů. Součástí práce je také tvorba technologického postupu, který je nedílnou součástí každé výroby a výpočet strojních časů jednotlivých nástrojů použitých na CNC strojích. Nakonec je nutné posoudit návrh výroby z technicko-ekonomického hlediska a celou práci shrnout a zhodnotit.

## 1 ROZBOR SOUČÁSTI “UNAŠEČ” PRO ŠICÍ STROJ

V této kapitole je rozebírána zadaná součást UNAŠEČ č. v. H667 170060 (viz obr. 1.1), konstrukce dané součásti, popis její funkce, a také šicí stroje, ve kterých je součást umístěna.



Obr. 1.1 Zadaná součást.

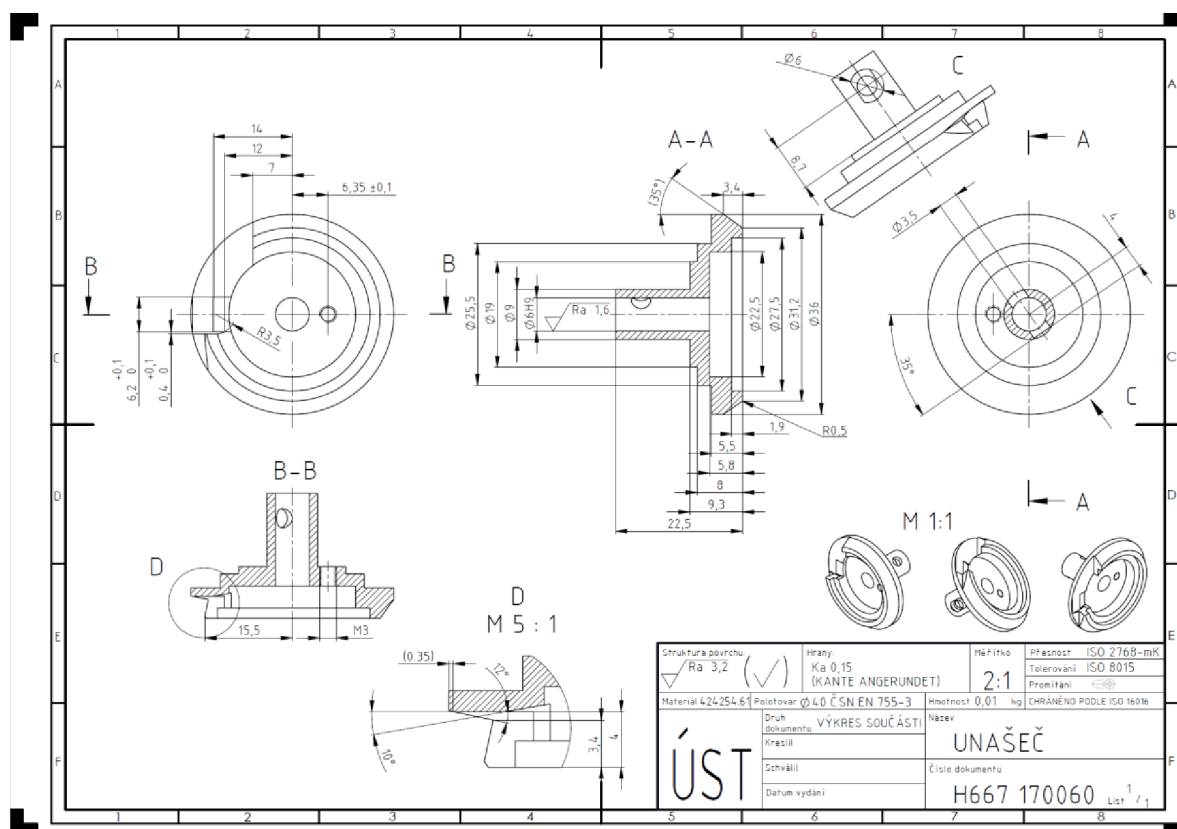
### 1.1 Konstrukce součástí

Výkres zadané součásti byl převzat od firmy MINERVA Boskovice, a.s., která se zabývá výrobou šicích strojů a následovně překreslen v programu AUTODESK Inventor Professional. Vzhledem ke vzniku značného dynamického silového momentu při prudkém zastavení navíječe v úhlové poloze, je součást unašeč konstrukčně řešena tak, aby měla co nejnižší hmotnost. Jelikož na součást nejsou kladeny vysoké pevnostní nároky, proto bude součást vyráběna z tvářené hliníkové slitiny 42 4254.61 (AlCu4BiPb), popis materiálu (viz tab. 1).

Tab. 1 Popis materiálu 42 4254.61 (AlCu4BiPb) [2].

Chemické složení	Slitinové prvky	Al, Cu, Mg, Mn, Pb, Bi
	Doprovodné prvky	Fe, Zn, Ni, Sn, Cd, Si
Stav	Vytvrzený za studena	
Pevnost v tahu $R_m$	Min. 340 MPa	
Tvrdość dle Brinella	90 HB	
Měrná hmotnost	2,8 kg.dm <sup>-3</sup>	
Teplota tavení	650 °C	
Vhodnost pro svařování	Nevhodný	
Vlastnosti a použití	Střední pevnost dosažená tepelným zpracováním.	
	Slitina tvořící krátkou třísku.	
	Vhodná pro zpracování na automatech.	
	Pro jemnou mechaniku, optiku, apod.	

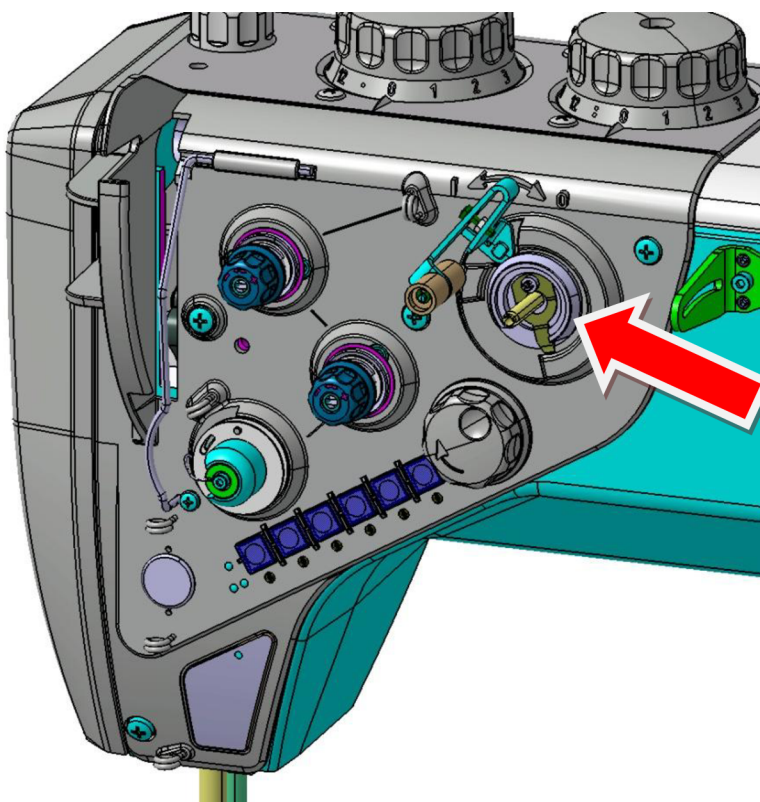
Maximálními rozměry součásti jsou  $\varnothing 36$  mm a délka 22,5 mm. Součást se sestává ze čtyř vnějších průměrů a sražení na největším průměru o velikosti 3,4 mm pod  $35^\circ$  se zaoblenou hranou R0,5 mm. Dále ze tří vnitřních průměrů, z nichž jeden je tolerován v toleranci H9 s předepsanou průměrnou aritmetickou úchylkou profilu Ra1,6  $\mu$ m. Dále z jednoho otvoru se závitem M3 a otvoru, vyvrtaném pod úhlem  $35^\circ$  od závitu M3 o  $\varnothing 3,5$  mm a zahloubeném na  $\varnothing 6$  mm a z několika vybrání a drážek, z nichž některá jsou vyrobena pod úhlem. Všechny hrany součásti jsou zaobleny R0,15 mm. Vše je zobrazeno na ukázce výkresu (viz obr. 1.2) a na výkresu, který je přiložen v přílohách (viz příloha 1).



Obr. 1.2 Ukázka výkresu.

## 1.2 Popis funkce součásti

Součást unašeč je součástí elektrického navíječe niti nové typové řady strojů H-Type pro těžké šití. Navíječ slouží pro navíjení cívky spodní niti, která se po navinutí vkládá do chapače. Před navíjením se cívka nasadí na hřídel navíječe a opře se o unašeč. Otočením zapínací páky do polohy I se navíječ spustí a začne se navíjet nit na cívku. Po navinutí niti na cívku se navíječ samočinně vypne - navinutá nit zatlačí na snímací kladky na zapínací páce a ta se přesune do polohy 0 a tím se aktivuje západka uvnitř navíječe, která zajistí zastavení hřídele v určené úhlové poloze. Obsluha následovně sejme cívku a odřízne nit nožem, který je přišroubovaný na unašeči. Umístění součásti je znázorněno na CAD modelu šicího stroje (viz obr. 1.3).



Obr. 1.3 Umístění součástí na šicím stroji.

### 1.3 Šicí stroje s danou součástí

Firma MINERVA Boskovice, a.s. ukončila v roce 2013 projekt zabývající se výrobou nových výkonných těžkých průmyslových šicích strojů řady H-Type s vysokou mírou automatizace a unifikace. Výsledkem projektu jsou těžké průmyslové šicí stroje s barelovým chapačem s integrovaným elektronicky řízeným pohonem, které by měly být v letošním roce 2014 zavedeny do sériové výroby, a každoročně by se mělo vyrábět celkově kolem 500 kusů těchto průmyslových šicích strojů. Jedná se o stroje H-Type 0967 Classic a 0969 Classic (viz obr. 1.4) a jejich prodloužené varianty s delším ramenem. Parametry a použití šicích strojů jsou přiloženy v přílohách práce (viz příloha 2, 3, 4, 5).



Obr. 1.4 Prototypy strojů H-Type 0967 Classic (vlevo) a 0969 Classic (vpravo).



## 2 STÁVAJÍCÍ VÝROBA

Stávající výroba jak součásti unašeče, tak i ostatních součástí, které jsou obsaženy v šicích strojích řady H-Type, probíhala v rámci již zmíněného projektu na výrobu nových výkonných těžkých průmyslových šicích strojů. Šicí stroje řady H-Type byly vyráběny doposud pouze jako prototypy pro daný projekt. Součást unašeč byla vyráběna ve firmě MINERVA Boskovice, a.s., a to v prototypové dílně (viz obr. 2) hlavně s využitím klasických konvenčních strojů, jako jsou soustruhy, frézky a vrtačky, na kterých bylo dosaženo požadovaného tvaru, rozměrů a funkčnosti součástí.

Tyto stroje jsou hlavně vhodné pro kusovou výrobu tvarově jednodušších součástí, ale pro sériovou výrobu se příliš nehodí kvůli dlouhé průběžné době výroby. S rostoucím počtem obráběcích operací roste i průběžná doba výroby a také narůstá doba od objednávky stroje zákazníkem po jeho prodej a dodání. Rozpracovaná výroba také váže značné finanční prostředky. Také z hlediska dosahovaných přesností, průměrných aritmetických úchylek profilu a kvality opracování obráběných dílců jsou nové CNC stroje mnohem vhodnější než klasické konvenční stroje a to z důvodu jejich konstrukce, jako například vyšší tuhost CNC strojů a rozsah posuvů a otáček. Využitím CNC strojů dochází také k eliminaci vlivu člověka na výrobu.



Obr. 2 Prototypová dílna ve firmě MINERVA Boskovice, a.s.



### 3 DOSTUPNÉ STROJE A NÁSTROJE PRO VÝROBU SOUČÁSTI

Tato kapitola popisuje obráběcí stroje, na kterých bude součást unašеч vyráběna, a s ohledem na požadavek od firmy MINERVA jsou popsány pouze CNC stroje použité při výrobě součásti. Dále zde budou zmíněny nástroje, které budou použity ke zhotovení součásti na těchto CNC strojích.

#### 3.1 Stroje pro výrobu součásti

Pro soustružnické operace potřebné ke zhotovení součásti jsou ve firmě k dispozici CNC soustruhy TRAUB TNA 300 s poháněnými nástroji a pro frézařské operace CNC vertikální frézovací centra HAAS VF-2SS vybavená otočným stolem HAAS HRT210.

##### 3.1.1 CNC soustruh TRAUB TNA 300

Soustružnické operace budou prováděny na CNC soustruhu od firmy TRAUB, a to na stroji TNA 300 (viz obr. 3.1), který je vhodný pro přesnou a rychlou sériovou i kusovou výrobu. Stroj je vybaven řídicím systémem TRAUB TX8i, který umožňuje přesné a rychlé řízení a také simulaci obrábění přímo na stroji. Dále je vybaven revolverovou hlavou s kapacitou 12 nástrojů a možností jejich pohánění. Stroj je také vybaven automatickým podavačem tyčového materiálu LNS HYDROBAR a šnekovým dopravníkem pro odvod třísek ze stroje [3, 4]. Hlavní parametry stroje jsou uvedeny v tabulce 3.1.



Obr. 3.1 CNC soustruh TRAUB TNA 300.

Tab. 3.1 Parametry stroje TRAUB TNA 300 [3, 4].

<b>TRAUB TNA 300</b>			
<b>Délka (bez odvodu třísek)</b>	2 700 mm	<b>Počet nástrojů v revolverové hlavě</b>	12
<b>Šířka</b>	1 620 mm	<b>Max. rozměry nástroje</b>	20x20 mm
<b>Výška</b>	1 800 mm	<b>Indexování na vedlejší nástroj</b>	0,5 s
<b>Hmotnost</b>	3 500 kg	<b>Indexování na další nástroj</b>	0,15 s
<b>Průchod vřetene</b>	65 mm	<b>Počet poháněných nástrojů</b>	12
<b>Průměr sklíčidla</b>	200-250 mm	<b>Výkon pohánění nástrojů</b>	4 kW
<b>Maximální točný průměr</b>	275 mm	<b>Maximální otáčky nástroje</b>	4000 min <sup>-1</sup>
<b>Přejezd přes střed</b>	35 mm	<b>Max. krouticí moment nástroje</b>	16 Nm
<b>Výkon vřetene</b>	11 kW	<b>Posuv v ose x</b>	15 m.min <sup>-1</sup>
<b>Maximální otáčky</b>	4 000 min <sup>-1</sup>	<b>Posuv v ose z</b>	18 m.min <sup>-1</sup>
<b>Krouticí moment</b>	280 Nm	<b>Objem procesní kapaliny</b>	275 l

### 3.1.2 CNC vertikální frézovací centrum HAAS VF-2SS a otočný stůl HRT210

Frézování bude prováděno na rychlém vertikálním obráběcím centru od výrobce obráběcích strojů HAAS ve verzi Super-Speed, a to na stroji VF-2SS (viz obr. 3.2), který je ve firmě MINERVA Boskovice, a.s. k dispozici pro výrobu zadané součásti unašeče. Stroj ve verzi Super-Speed je vybavený vysokootáčkovým vřetenem s přímým pohonem. Dále tento stroj umožňuje také vysoké rychlosti rychloposuvů ve všech osách a rychlou výměnu nástrojů, což velmi zkracuje výrobní časy operací prováděných na stroji a tím zvyšuje produktivitu. Stroj také umožňuje vnitřní chlazení nástrojů a odfukování třísek stlačeným vzduchem z pracovního prostoru od nástroje a odvod třísek ze stroje pomocí šnekového dopravníku [5, 6].



Obr. 3.2 Vertikální frézovací centrum HAAS VF-2SS.

Vertikální obráběcí centrum VF-2SS je dále vybaveno 4. osou a to otočným stolem HRT210 se servořízením, ke kterému je dále upevněn speciální přípravek (viz obr. 3.3). Na tomto přípravku je upnuto univerzální tříčelistové sklíčidlo, do kterého bude upínána součást při frézování. Natočení tohoto přípravku pomocí otočného stolu do určitého úhlu umožňuje výrobu dvou drážek, které jsou na součásti pod úhlem. Hlavní parametry stroje VF-2SS a otočného stolu HRT210 jsou popsány v tabulce 3.2.



Obr. 3.3 Otočný stůl HRT210 s obdobným přípravkem.

Tab. 3.2 Parametry stroje VF-2SS a otočného stolu HRT210 [5, 6, 7, 8].

HAAS VF-2SS		HAAS HRT210	
Maximální délka	3 175 mm	Průměr stolu	210 mm
Maximální šířka	2 769 mm	Délka	468,1 mm
Maximální výška	2 667 mm	Šířka	314,8 mm
Hmotnost	3 629 kg	Výška	177,9 mm
Rozměry stolu	914 x 356 mm	Hmotnost stolu	74,8 kg
Pojezd v ose x	762 mm	Otvor ve stole	50,8 mm
Pojezd v ose y	406 mm	Max. kroucí moment	285 Nm
Pojezd v ose z	508 mm	Převodový poměr	90:1
Maximální zatížení stolu	680 kg		
Otáčky	12 000 min <sup>-1</sup>		
Maximální výkon vřetene	22,4 kW		
Maximální kroucí moment	122 Nm		
Velikost kuželu	Kužel č. 40		
Rychloposuv	35,6 m.min <sup>-1</sup>		
Maximální rychlost obrábění	21,2 m.min <sup>-1</sup>		
Kapacita zásobníku nástrojů	24+ 1		
Objem procesní kapaliny	208 l		

### 3.2 Nástroje použité při výrobě součásti

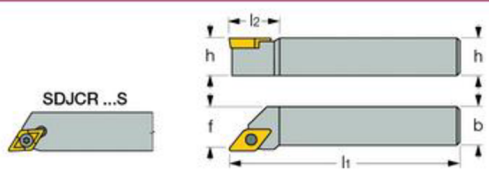

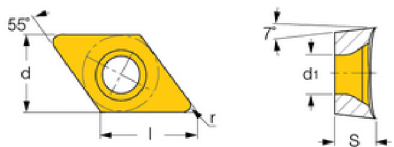
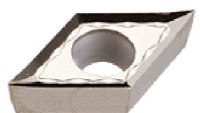
Seznam všech nástrojů a měřidel použitých při výrobě součásti unašeče je uveden v tabulce 3.3. Specifičtější volba nástrojů je provedena pouze pro nástroje použité na CNC strojích. Soustružnické nástroje nakupuje firma MINERVA Boskovice, a.s. přednostně od firmy ISCAR a CERATIZIT a nástroje pro frézování, vrtání, vystružování a řezání závitů nakupuje od firmy GÜHRING.

Tab. 3.3 Seznam nástrojů a měřidel.

<b>T1</b>	Soustružnický nůž vnější	<b>M1</b>	Posuvné měřítko
<b>T2</b>	Zapichovací nůž vnější	<b>M2</b>	Válečkový kalibr $\phi$ 6 H9
<b>T3</b>	Upichovací nůž	<b>M3</b>	Závitový kalibr M3-6H
<b>T4</b>	Multifunkční nůž	<b>M4</b>	Posuvné měřítko
<b>T5</b>	Středící vrták $\phi$ 8 mm - $90^\circ$ (osa z)	<b>M5</b>	Svinovací metr
<b>T6</b>	Spirálový vrták $\phi$ 5,9 mm (osa z)		
<b>T7</b>	Výstružník $\phi$ 6 H9 (osa z)		
<b>T8</b>	Spirálový vrták $\phi$ 2,5 mm (osa z)		
<b>T9</b>	Závitník M3-6H (osa z)		
<b>T10</b>	Středící vrták $\phi$ 8 mm - $90^\circ$ (osa x)		
<b>T11</b>	Spirálový vrták $\phi$ 3,5 mm (osa x)		
<b>T12</b>	Záhlubník $\phi$ 6 mm (osa x)		
<b>T13</b>	Stopková fréza $\phi$ 6 mm		
<b>T14</b>	Pilový pás		
<b>T15</b>	Záhlubník $90^\circ$		

Nástrojem T1 soustružnickým nožem vnějším od firmy ISCAR bude zarovnáno čelo součásti a soustružen úkos a největší průměr součásti. Jedná se o levý nůž (pozn. v tabulce vyobrazen pravý držák) s vyměnitelnou břitovou destičkou typu D z řezného materiálu IC20, který je vhodný pro obrábění hliníku. VBD je leštěná bez povlaku a má velmi pozitivní geometrii, která je pro obrábění hliníku doporučována výrobcem. Parametry držáku a VBD jsou popsány v tabulce 3.4.

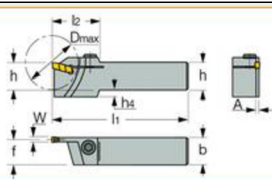

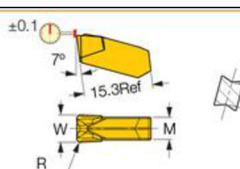

Tab. 3.4 Nástroj T1 soustružnický nůž vnější [9].

Držák: SDJCL 2020K-11		 	Mat. VBD: IC20 $r_e$ : 0,2 mm $v_c$ : 300-1000 $m \cdot min^{-1}$ $a_p$ : 0,5-2,5 mm $f$ : 0,05-0,26 mm
VBD: DCGT 11T302-AS			
 			



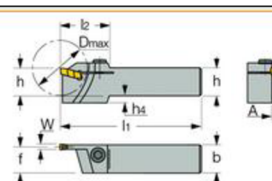

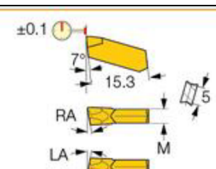

Nástrojem T2 zapichovacím nožem vnějším od firmy ISCAR bude soustružen vnější tvar součásti zapichovací metodou. Jedná se o levý nůž s jednostrannou vyměnitelnou břitovou destičkou šířky 5 mm opět z řezného materiálu IC20, který je vhodný pro obrábění hliníku. Parametry držáku a VBD jsou popsány v tabulce 3.5.

Tab. 3.5 Nástroj T2 zapichovací nůž vnější [9].

Držák: GHGL 20-4		 	Mat. VBD: IC20 $r_e$ : 0,2 mm $v_c$ : 252-670 m.min <sup>-1</sup> $a_p$ : 0,25-3 mm $f$ : 0,18-0,26 mm (soustružení)
VBD: GIMF 502			
 		$f$ : 0,11-0,18 mm (zapichování)	

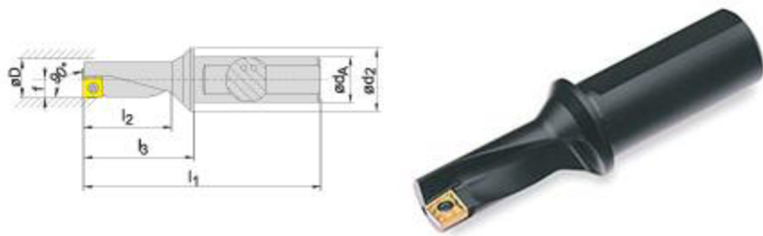
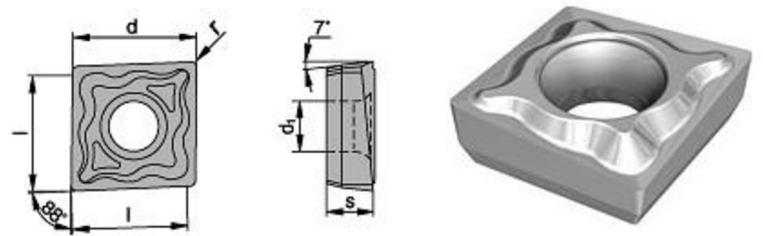
Nástrojem T3 upichovacím nožem od firmy ISCAR bude součást předpichnuta, následně bude sražena hrana a na konec bude součást upichnuta. Jedná se o levý nůž s jednostrannou vyměnitelnou břitovou destičkou šířky 4 mm zkosenu k jedné straně, aby byla součást nejprve upichnuta a pak zarovnáno čelo polotovaru. VBD je bez povlaku a z řezného materiálu IC20, který je vhodný pro obrábění hliníku. Parametry držáku a VBD jsou popsány v tabulce 3.6.

Tab. 3.6 Nástroj T3 upichovací nůž [9].

Držák: GHGL 20-4		 	Mat. VBD: IC20 $r_e$ : 0,25 mm $v_c$ : 252-670 m.min <sup>-1</sup> $f$ : 0,08-0,15 mm (upichování)
VBD: GIM 4J-6LA			
 			

Nástroj T4 multifunkční nůž umožňuje zavrtání do součásti o  $\varnothing$  10 mm a pak následné soustružení vyvrtaného otvoru s rovným čelem, také je možné tímto nástrojem soustružit čelo a vnější průměr. Použitím tohoto nástroje je tak vyřešen problém s nedostatkem míst v revolverové hlavě stroje pro další nástroje potřebné k obrábění součásti. Nástrojem EcoCut od firmy CERATIZIT bude kompletně obrobena vnitřní tvar součásti. VBD je leštěná a bez povlaku z řezného materiálu H216T, který je výrobcem doporučován pro obrábění hliníku. Parametry držáku a VBD jsou popsány v tabulce 3.7.

Tab. 3.7 Nástroj T4 multifunkční nůž [10].

Držák: EC 10L-2,25D 05 	Mat. VBD: H216T $r_\epsilon$ : 0,2 mm $v_c$ : 120-2500 m.min <sup>-1</sup> $a_p$ : 0,5-3 mm $f$ : 0,02-0,15 mm (soustružení) $f$ : 0,01-0,05 mm (vrtání)
VBD: XCET 050202FN-27P H216T 	

Nástrojem T5 a T10 středícím vrtákem  $\phi$  8 mm - 90° z SK od firmy GÜHRING budou navrtány všechny otvory na součásti a také bude využit ke srážení hran na těchto otvorech. Parametry nástroje jsou popsány v tabulce 3.8.

Tab. 3.8 Nástroj T5 a T10 středící vrták  $\phi$  8 mm - 90° [11].

Nástroj: NC navrtávák 90° $\phi$ 8 GÜHRING obj. č. 723 	Mat.: SK $v_c$ : 250 m.min <sup>-1</sup> $f$ : 0,15 mm
---	--


Nástrojem T6 spirálovým vrtákem  $\phi$  5,9 mm z HSS od firmy GÜHRING bude vyvrtán otvor v ose součásti, který bude dále vystružován. Parametry nástroje jsou popsány v tabulce 3.9.

Tab. 3.9 Nástroj T6 spirálový vrták  $\phi$  5,9 mm [12].

Nástroj: Spirálový vrták krátký $\phi$ 5,9 GÜHRING obj. č. 1260 	Mat.: HSS $v_c$ : 90 m.min <sup>-1</sup> $f$ : 0,185 mm
--	---

Nástrojem T7 výstružníkem  $\phi$  6H9 z HSS od firmy GÜHRING bude vystružen středový otvor vyvrtaný nástrojem T6. Parametry nástroje jsou popsány v tabulce 3.10.

Tab. 3.10 Nástroj T7 výstružník  $\phi$  6H9 [12].

Nástroj: Strojní výstružník $\phi$ 6H9 GÜHRING obj. č. 440 	Mat.: HSS $v_c$ : 18 m.min <sup>-1</sup> $f$ : 0,2 mm
---	---

Nástroj T8 spirálovým vrtákem  $\varnothing$  2,5 mm z HSS od firmy GÜHRING bude vyvrtán otvor v součásti pro závit M3. Parametry nástroje jsou popsány v tabulce 3.11.

Tab. 3.11 Nástroj T8 spirálový vrták  $\varnothing$  2,5 mm [12].

Nástroj: Spirálový vrták krátký $\varnothing$ 2,5 GÜHRING obj. č. 1260	Mat.: HSS $v_c$ : 90 m.min <sup>-1</sup> $f$ : 0,0916 mm
	


Nástroj T9 závitníkem M3-6H z HSS od firmy GÜHRING bude vyřezán závit do předvrtaného otvoru nástrojem T8. Parametry nástroje jsou popsány v tabulce 3.12.

Tab. 3.12 Nástroj T9 závitník M3-6H [12].

Nástroj: Závitník M3-6H GÜHRING obj. č. 815-3	Mat.: HSS $v_c$ : 20 m.min <sup>-1</sup> $f$ : 0,5 mm
	

Nástroj T11 spirálovým vrtákem  $\varnothing$  3,5 mm z HSS od firmy GÜHRING bude vyvrtán otvor, který je kolmý na osu součásti a bude dále zahlubován. Parametry nástroje jsou popsány v tabulce 3.13.

Tab. 3.13 Nástroj T11 spirálový vrták  $\varnothing$  3,5 mm [12].

Nástroj: Spirálový vrták krátký $\varnothing$ 3,5 GÜHRING obj. č. 1260	Mat.: HSS $v_c$ : 90 m.min <sup>-1</sup> $f$ : 0,121 mm
	

Nástroj T12 záhlubníkem  $\varnothing$  6 mm z HSS od firmy GÜHRING bude zahlouben otvor, vyvrtaný nástrojem T11. Parametry nástroje jsou popsány v tabulce 3.14.

Tab. 3.14 Nástroj T12 záhlubník  $\varnothing$  6 mm [12].

Nástroj: Záhlubník s vodícím čepem $\varnothing$ 6 GÜHRING obj. č. 483	Mat.: HSS $v_c$ : 70 m.min <sup>-1</sup> $f$ : 0,23 mm $z$ : 3
	

Nástroj T13 monolitní karbidovou stopkovou frézou  $\varnothing$  6 mm od firmy GÜHRING bude součást kompletně vyfrézována. Parametry nástroje jsou popsány v tabulce 3.15.

Tab. 3.15 Nástroj T13 stopková fréza  $\varnothing$  6 mm [12].

Nástroj: Stopková fréza $\varnothing$ 6 GÜHRING obj. č. 3198/6.000	Mat.: SK $v_c$ : 216 m.min <sup>-1</sup> $f_z$ : 0,0213 mm $z$ : 4
	

## 4 NÁVRH VÝROBY S VYUŽITÍM CNC TECHNIKY

V této kapitole je rozebrána výroba součásti unašeče s využitím CNC techniky. Dále kapitola obsahuje volbu polotovaru a spotřebu materiálu na výrobu součásti, technologický postup, který je nezbytnou součástí každého výrobního procesu a výpočty výrobních časů.

Vše je zaměřeno pouze na operace, které budou probíhat na CNC strojích a ostatní operace nejsou dále rozebírány.

### 4.1 Volba polotovaru

Správná volba polotovaru je nedílnou součástí každé výroby. Pro výrobu součásti unašeče bylo zvažováno několik variant polotovarů, a to tyčový polotovar, odlitek nebo výkovek. Když zvážíme odlitek nebo výkovek jako vstupní polotovar pro výrobu součásti unašeče oproti tyčovému polotovaru zjistíme, že tyčový materiál bude mnohem vhodnější jako polotovar.

Je to z toho důvodu, že tyčový materiál se bude mnohem lépe upínat při soustružení a také bude možné využít automatický podavač materiálu a součást tak vyrábět na jedno upnutí do kleštinového upínače a rychleji bez nutnosti otáčení a výměny kusů. Výrobní cyklus tak bude probíhat zcela automaticky s tím, že obsluha bude pouze do stroje zakládat další tyč a kontrolovat průběžně rozměry vyrobených součástí.

Oproti tomu odlitek nebo výkovek by bylo nutné kvůli jejich výrobním úkosům vícekrát upínat a tím vnášet nepřesnosti do výroby a také by bylo nutné vytvářet různé přípravky potřebné k jejich upnutí. Dále také nebude nutné vyrábět drahé formy, modely a zápustky potřebné k výrobě odlitku nebo výkovku, které by firma MINERVA Boskovice, a.s. musela zajistit kooperací, protože nemá vlastní slévárnu a kovárnu.

Bylo zjištěno, že cena modelového zařízení pro výrobu odlitku by se pohybovala kolem 50 000 Kč a firma MINERVA Boskovice, a.s. počítá obvykle s návratností investic na výrobní zařízení do jednoho roku, což by při velikosti série 500 kusů nebylo dosaženo. Dalším faktorem ovlivňující volbu polotovaru je to, že než se výroba nových šicích strojů H-Type zaběhne, tak to bude nějakou dobu trvat, a protože firma MINERVA Boskovice, a.s. reaguje na požadavky a přání zákazníků, může dojít po náběhu sériové výroby, ještě k nějakým konstrukčním změnám, které jsou vyvolány požadavky zákazníků na základě jejich zkušeností z provozu nových strojů. Tyto změny mohou mít vliv na tvar vyráběných dílců, který může vyvolat změny na vyrobeném modelovém zařízení a na speciálních upínacích přípravcích. To by mohlo mít za následek, že vyrobené výrobní zařízení by bylo nepoužitelné a muselo by se, pokud by to bylo možné upravovat nebo vyrábět zcela nové. Z tohoto důvodu je pro náběh výroby vhodnější volit běžně dodávaný tyčový materiál a univerzální upínací přípravky a nástroje.

Jelikož se součást unašeč bude vyrábět pouze v sérii o velikosti kolem 500 kusů za rok, a tato série bude ještě rozdělena do několika výrobních dávek po 100 kusech vyráběných v průběhu roku, aby neleželo velké množství vyrobených součástí zbytečně na skladě a nevázalo tak finanční prostředky, bude tedy za polotovar zvolen tyčový materiál i přestože by využití materiálu bylo mnohem vyšší při použití odlitku nebo výkovku jako výchozího polotovaru. Součást bude tedy vyráběna z tyče z hliníkové slitiny 424254.61 o  $\varnothing$  40 mm (vypočteno dle vztahu (1), (2)) a délce 3 000 mm, která bude ve skladu materiálu dělena na pásové pile na půl a to na délku  $L = 1\,500$  mm (řez zanedbán) kvůli snadnější manipulovatelnosti pro obsluhu CNC soustruhu TNA 300 s polotovarem na dílně, nižší hmotnosti polotovaru a také snadnějšímu zakládání do stroje.



Výpočet přídávku materiálu na průměr polotovaru byl vypočten podle vztahu (1):

$$p = 0,05 \cdot d + 2 \quad (1)$$

kde:  $p$  [mm] - přídavek materiálu na průměr polotovaru,  
 $d$  [mm] - největší průměr obrobku.

$$p = 0,05 \cdot 36 + 2 = 3,8 \text{ mm}$$

Průměr polotovaru byl vypočten podle vztahu (2):

$$D = d + p \quad (2)$$

kde:  $D$  [mm] - průměr polotovaru,  
 $p$  [mm] - přídavek materiálu na průměr polotovaru,  
 $d$  [mm] - největší průměr obrobku.

$$D = 36 + 3,8 = 39,8 \Rightarrow 40 \text{ mm}$$

#### 4.2 Spotřeba materiálu

Spotřeba materiálu byla vypočítána pro celou roční sérii o velikosti 500 kusů součástí unašeče podle následujících vzorců a pomocí CAD programu. Bylo vypočítáno potřebné množství tyčí pro výrobu série, hmotnost odpadu a koeficient využití materiálu.

Čistá hmotnost součásti  $m_s$  byla určena pomocí CAD programu na 11,02 g tedy 0,01102 kg. Délka součásti  $l_s$  je 22,5 mm. Hmotnost jedné tyče  $m_t$  o  $\varnothing$  40 mm a délce 3000 mm byla určena pomocí CAD programu na 10,198 kg. Délka nevyužitého konce tyče  $k_t$  se kvůli podavači stroje TRAUB TNA 300 pohybuje od 100 mm, který se vyhazuje do odpadu s třískami vzniklými obráběním součásti. Šířka upichovacího nože  $u$ , je 4 mm a přídavek na zarovnání čela  $p_\varepsilon$  je 1 mm.

Počet kusů z jedné poloviny tyče byl vypočten podle vztahu (3):

$$P_k = \frac{L - k_t}{u + l_s + p_\varepsilon} \quad (3)$$

kde:  $P_k$  [ks] - počet kusů z jedné poloviny tyče,  
 $L$  [mm] - délka polotovaru,  
 $k_t$  [mm] - konec tyče,  
 $u$  [mm] - šířka upichovacího nože,  
 $l_s$  [mm] - délka součásti,  
 $p_\varepsilon$  [mm] - přídavek na zarovnání čela.

$$P_k = \frac{1500 - 100}{4 + 22,5 + 1} = 50,91 \Rightarrow 50 \text{ ks}$$

Počet tyčí pro výrobu celé série byl vypočten podle vztahu (4):

$$P_t = \frac{s}{2 \cdot P_k} \quad (4)$$

kde:  $P_t$  [ks] - počet tyčí na výrobu celé série,  
 $s$  [ks] - velikost roční série,  
 $P_k$  [ks] - počet kusů z jedné poloviny tyče.

$$P_t = \frac{500}{2 \cdot 50} = 5 \text{ ks}$$

Hmotnost všech tyčí pro výrobu celé série byla vypočtena podle vztahu (5):

$$M_t = P_t \cdot m_t \quad (5)$$

kde:  $M_t$  [kg] - hmotnost všech tyčí,  
 $P_t$  [ks] - počet tyčí na výrobu celé série,  
 $m_t$  [kg] - hmotnost jedné tyče.

$$M_t = 5 \cdot 10,198 = 50,99 \text{ kg}$$

Hmotnost všech vyrobených kusů byla vypočtena podle vztahu (6):

$$M_s = s \cdot m_s \quad (6)$$

kde:  $M_s$  [kg] - hmotnost všech součástí,  
 $s$  [ks] - velikost roční série,  
 $m_s$  [kg] - hmotnost jedné součásti.

$$M_s = 500 \cdot 0,01102 = 5,51 \text{ kg}$$

Hmotnost odpadu byla vypočtena podle vztahu (7):

$$M_o = M_t - M_s \quad (7)$$

kde:  $M_o$  [kg] - hmotnost odpadu,  
 $M_t$  [kg] - hmotnost všech tyčí,  
 $M_s$  [kg] - hmotnost všech součástí.

$$M_o = 50,99 - 5,51 = 45,48 \text{ kg}$$

Koeficient využití materiálu byl vypočten podle vztahu (8):

$$K = \frac{M_s}{M_t} \cdot 100 \quad (8)$$

kde: K [%] - koeficient využití materiálu,  
 $M_t$  [kg] - hmotnost všech tyčí,  
 $M_s$  [kg] - hmotnost všech součástí.

$$K = \frac{5,51}{50,99} \cdot 100 = 10,81 \%$$

Koeficient využití materiálu vyšel velmi nízký. Je to z toho důvodu, že za polotovar je zvolen tyčový materiál. Z tyčí také zůstávají dlouhé nevyužité konce a tvar součástí unašeče vyžaduje velké množství obrábění a tím vzniká velké množství odpadu ve formě třísek.

Firma MINERVA Boskovice, a.s. předpokládá, že po zavedení výroby nových šicích strojů řady H-Type a ustálení jejich konstrukce se postupně navýší prodej a výroba těchto šicích strojů a tím i součástí unašeče.

Pak by bylo již vhodné uvažovat o výrobě polotovaru ve formě odlitku nebo výkovku, kdy by se finance vynaložené na výrobu forem, zápustek, modelového zařízení a různých přípravků na upínání vrátili ve formě financí ušetřených za nákup velkého množství drahých tyčí z hliníkové slitiny s malým využitím materiálu.

### 4.3 Technologický postup

Technologický postup je nedílnou součástí každé výroby a také je jedním z nejdůležitějších dokumentů, který je potřeba pro správné plánování výroby a hlavně správné vyrobení dané součásti v požadovaném tvaru, rozměrech, a aby vyráběná součást byla po vyrobení schopna plnit požadovanou funkci. Technologický postup pro výrobu součástí unašeče je v tabulce 4.2 a 4.3.

Některé z operací prováděné na CNC soustruhu TRAUB TNA 300 vyžadují, aby některé nástroje byly upnuty ve speciálních držácích, které umožňují jejich pohánění. Seznam poháněných nástrojů a osy, ve kterých jsou poháněny je v tabulce 4.1.

Tab. 4.1 Seznam poháněných nástrojů.

Nástroj	Osa, ve které je nástroj poháněn
T5 Středící vrták ø 8 mm - 90°	Držák poháněny v ose z
T8 Spirálový vrták ø 2,5 mm	Držák poháněny v ose z
T9 Závitník M3-6H	Držák poháněny v ose z
T10 Středící vrták ø8 mm - 90°	Držák poháněny v ose x
T11 Spirálový vrták ø 3,5 mm	Držák poháněny v ose x
T12 Záhlubník ø 6 mm	Držák poháněny v ose x

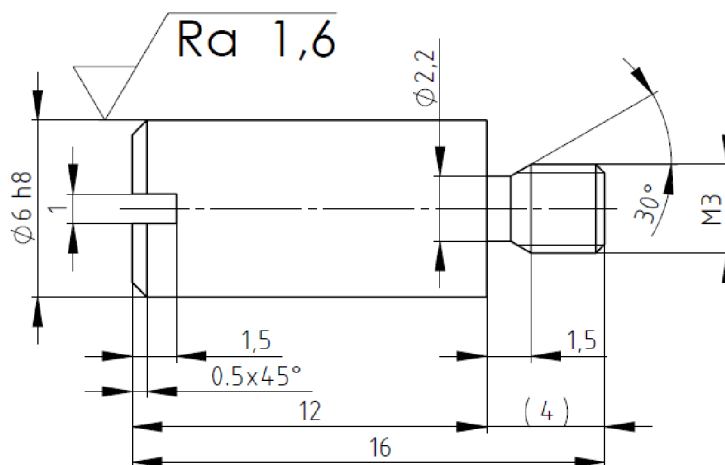
Tab. 4.2 Technologický postup 1. část.

Technologický postup				
Název: Unašeč		Č. v.: H667 170060		Materiál: 424254.61
Pol.: ø40-1500 ČSN EN 755-3		Hm. součásti: 0,01102 Kg		Hm. polotovaru: 5,099 Kg
Č. op.	Název stroje, třídící číslo	Úkon	Popis práce v operaci	Nástroj, měřidlo
10	PÁSOVÁ PILA BIANCO MOD 350 B 05961	10	UPNOUT DO SVĚŘÁKU ZA ø 40	
		20	ŘEZAT NA L= 1500	T14
		30	OBOUSTRANNĚ OHRANIT	M5
20	CNC SOUSTRUH TRAUB TNA 300 34548	10	UPNOUT DO POUZDRA ZA ø 40	
		20	NAVRTAT PRO OTVOR ø 5,9	T5
		30	VRTAT OTVOR ø 5,9 DO DÉLKY 26	T6
		40	ZAROVNAT ČELO	T1
		50	SOUSTRUŽIT ø 36 DO DÉLKY 6,5	
		60	SOUSTRUŽIT ÚKOS 35° DO DÉLKY 3,4	
		70	ZAOBLIT HRANY R0,5 a R0,15	
		80	ZAVRTAT A SOUSTRUŽIT OTVOR ø 22,5 DO DÉLKY 5,8	T4
		90	SOUSTRUŽIT OTVOR ø 27,5 DO DÉLKY 1,9	
		100	VNITŘNÍ HRANY ZAOBLIT R0,15	
		110	SOUSTRUŽIT ø 25,5 ZAPICHOVÁNÍM	T2
		120	SOUSTRUŽIT ø 19 ZAPICHOVÁNÍM	
		130	SOUSTRUŽIT ø 9 ZAPICHOVÁNÍM DO DÉLKY 23	
		140	ZAOBLIT HRANY R0,15	
		150	NAVRTAT PRO OTVOR S ODJEHLENÍM ø 3,5	T10
		160	VRTAT PRŮCHOZÍ OTVOR ø 3,5	T11
		170	ZAHLOUBIT OTVOR NA ø 6 DO HLOUBKY 0,5	T12
		180	ODJEHLIT OTVOR ø 3,5 PO ZAHLOUBENÍ	T10
		190	NAVRTAT SE SRAŽENÍM PRO M3 POD ÚHLEM 35° OD OTVORU ø 3,5	T5
		200	SRAZIT HRANU 0,3x45° NA OTVORU ø 5,9	T5
		210	VRTAT PRŮCHOZÍ OTVOR ø 2,5	T8
		220	ŘEZAT ZÁVIT M3-6H	T9
		230	VYSTRUŽIT OTVOR ø 5,9 NA ø 6H9	T7
		240	PŘEDPICHNOUT SOUČÁST NA ø 8 DÉLKA 22,5	T3
		250	ZAOBLIT HRANU R0,15	
		260	UPICHNOUT SOUČÁST NA DÉLKU 22,5	
		270	KONTROLOVAT ROZMĚRY	

Tab. 4.3 Technologický postup 2. část.

Technologický postup				
Název: Unašeč		Č. v.: H667 170060		Materiál: 424254.61
Pol.: ø40-1500 ČSN EN 755-3		Hm. součásti: 0,01102 Kg		Hm. polotovaru: 5,099 Kg
Č. op.	Název stroje, třídící číslo	Úkon	Popis práce v operaci	Nástroj, měřidlo
30	VRTAČKY ŘADOVÉ 04675	10	ODJEHLIT ZÁVIT M3 Z DRUHÉ STRANY	T15
		20	ODJEHLIT OTVOR ø 6 H9 Z DRUHÉ STRANY	
40	VERTIKÁLNÍ FRÉZOVACÍ CENTRUM HAAS VF-2SS 45231	10	NAŠROBOVAT TRN DO ZÁVITU M3	TRN M3
		20	UPNOUT DO UNIVERZÁLNÍHO SKLIČIDLA ZA ø 25,5 ZAJISTIT POLOHU TRNEM O DORAZ	
		30	FRÉZOVAT VYBRÁNÍ DO HLOUBKY 4 DLE ROZMĚRŮ Z VÝKRESU 7; 12; R3,5; 0,4	T13
		40	FRÉZOVAT VYBRÁNÍ POD ÚHLEM 12° DLE ROZMĚRŮ Z VÝKRESU 3,4; (15,5); (0,35)	
		50	FRÉZOVAT DRÁŽKU POD ÚHLEM 10° DLE ROZMĚRŮ Z VÝKRESU 14; 6,2	
		60	KONTROLOVAT ROZMĚRY	M4
50	RUČNÍ PRÁCE 09421	10	ODJEHLIT VŠECHNY HRANY PO FRÉZOVÁNÍ	
60	RUČNÍ PRÁCE 09421	10	KOMPLETNĚ OČISTIT SOUČÁST	
		20	ULOŽIT OČIŠTĚNOU SOUČÁST DO PŘERAVKY	

Trn, kterým bude zajištěno ustavení součásti při frézování, je načrtnut na obr. 4. Trnů bude vyrobeno několik kusů, aby obsluha CNC stroje HAAS VF-2SS mohla mít již našroubovaný trn v další součásti, která bude obráběna a tím byl ušetřen čas při výměně obráběných kusů.



Obr. 4 Trn se závitem M3 na ustavení součásti při frézování.

#### 4.4 Výpočty výrobních časů pro operace na CNC strojích.

Strojní časy byly vypočteny, podle níže uvedených vztahů pouze pro operace na CNC strojích. Z těchto vypočtených časů se v další kapitole vypočítá potřebné množství nástrojů na výrobu výrobní dávky 100 kusů součásti unašeče.

Otáčky obrobku nebo nástroje byly vypočteny podle vztahu (9):

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot d_o} \quad (9)$$

kde:  $n$  [ $\text{min}^{-1}$ ] - otáčky obrobku nebo nástroje,  
 $v_c$  [ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ] - řezná rychlost,  
 $d_o$  [mm] - obráběný průměr nebo průměr nástroje.

Ukázka výpočtu otáček pro nástroj T1 a obráběný průměr 40 mm.

$$n = \frac{350 \cdot 1000}{\pi \cdot 40} = 2785 \text{ min}^{-1}$$

Strojní časy pro obrábění s konstantními otáčkami byly vypočteny podle vztahu (10):

$$t_{AS} = \frac{(l_n + l_o + l_p) \cdot i}{n \cdot f} \quad (10)$$

kde:  $t_{AS}$  [min] - jednotkový strojní čas,  
 $l_n$  [mm] - náběh,  
 $l_o$  [mm] - obráběná délka,  
 $l_p$  [mm] - přeběh,  
 $i$  [mm] - počet řezů,  
 $n$  [ $\text{min}^{-1}$ ] - otáčky obrobku nebo nástroje,  
 $f$  [mm] - strojní posuv.

Ukázka výpočtu strojního času je opět pro nástroj T1 a obráběný průměr 40 mm v délce 6,5 mm.

$$t_{AS} = \frac{(1 + 6,5 + 0) \cdot 1}{2785 \cdot 0,15} = 0,018 \text{ min}$$

Ostatní vypočítané strojní časy jsou uvedeny v tabulce 4.4 a 4.5 pro jednotlivé nástroje a úseky. Strojní časy na zaoblování hran budou pro jednoduchost přičteny k vedlejším časům výroby. Některé vypočítané otáčky byly omezeny na  $4000 \text{ min}^{-1}$  z důvodu maximálně dosažitelných otáček na stroji. V tabulkách jsou uvedeny vypočítané otáčky pro danou řeznou rychlost nástroje a při překročení hodnoty  $4000 \text{ min}^{-1}$ , byly do výpočtů strojních časů dosazeny omezené otáčky stroje a to  $4000 \text{ min}^{-1}$ . Strojní časy pro soustružení vnitřního tvaru v součásti byly vypočteny podle vztahu (11) pro obrábění s konstantní řeznou rychlostí. V ostatních případech soustružení byly strojní časy vypočteny podle vztahu (10) z důvodu omezených otáček na stroji TRAUB TNA 300.



Vzhledem k tuhosti upnutí součástí unašeče v tříčelistovém sklíčidle při frézování byly vypočtené otáčky pro nástroj T13 uvedené v tabulce 4.5 sníženy na  $5000 \text{ min}^{-1}$  a s těmito otáčkami byly dále počítány strojní časy.

Tab. 4.5 Strojní časy 2. část.

Úsek	$v_c$	$f$	$d_o$	$n$	$a_p$	$l_o$	$l_n$	$l_p$	$i$	$t_{ASj}$
	[ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ]	[ $\text{mm}$ ]		[ $\text{min}^{-1}$ ]		[ $\text{mm}$ ]			[-]	[ $\text{min}$ ]
<b>Nástroj T6 spirálový vrták ø 5,9</b>										
Vrtání ø 5,9	90	0,185	5,9	4856		26	2	0	1	0,038
<b>Nástroj T7 výstružník ø 6 H9</b>										
Vystružování ø 6 H9	18	0,2	6	955		17,7	2	0	1	0,103
<b>Nástroj T8 spirálový vrták ø 2,5</b>										
Vrtání ø 2,5	90	0,0916	2,5	11459		3,5	2	2	1	0,020
<b>Nástroj T9 závitník M3-6H</b>										
Řezání závitu M3	20	0,5	3	2122		3,5	2	2	1	0,007
<b>Nástroj T10 středící vrták ø 8</b>										
Navrtání s odjehlením pro ø 3,5	250	0,15	3,8	20941		1,9	2	0	1	0,007
Odjehlení po zahloubení	250	0,15	3,8	20941		1,9	2	0	1	0,007
Součet časů nástroje										0,014
<b>Nástroj T11 spirálový vrták ø 3,5</b>										
Vrtání ø 3,5	90	0,121	3,5	8185		9	2	2	1	0,027
<b>Nástroj T12 záhlubník ø 6</b>										
Zhloubení otvoru ø 3,5	70	0,23	6	3714		0,5	2	0	1	0,003
<b>Nástroj T13 stopková fréza ø 6</b>										
Frézování kolmého vybrání	216	0,0852	6	11459	4	45	2	1	1	0,113
Frézování vybrání pod úhlem $12^\circ$	216	0,0852	6	11459	3,1	20	2	1	1	0,054
Frézování drážky pod úhlem $10^\circ$	216	0,0852	6	11459	0,5	13	2	1	1	0,038
Součet časů nástroje										0,205

Celkový jednotkový strojní čas pro operace na CNC stroji TRAUB TNA 300 byl vypočítán podle vztahu (12):

$$t_{AST} = \sum_{j=1}^{12} t_{ASj} \quad (12)$$

kde:  $t_{AST}$  [min] - celkový jednotkový strojní čas na stroji TRAUB,  
 $t_{ASj}$  [min] - strojní časy jednotlivých nástrojů.

$$t_{AST} = 1,103 \text{ min}$$



Celkový jednotkový strojní čas pro operace na CNC stroji HAAS VF-2SS byl vypočítán podle vztahu (13):

$$t_{ASH} = t_{AS13} \quad (13)$$

kde:  $t_{ASH}$  [min] - celkový jednotkový strojní čas na stroji HAAS,  
 $t_{AS13}$  [min] - strojní čas nástroje T13.

$$t_{ASH} = 0,205 \text{ min}$$

Kromě strojních časů jsou ve výrobních časech také obsaženy vedlejší strojní časy. To jsou časy, kdy nástroj neobrábí. Mezi tyto časy patří například přejezdy nástroje rychloposuvem mezi jednotlivými řezy, odjezdy dále od obrobku při výměně nástroje a příjezdy zpět k obrobku, aby nedošlo ke kolizi s obrobkem, posun tyče po upichnutí součásti, výměnu součástí, polohování otočného stolu HRT210, očištění stlačeným vzduchem apod. Tyto vedlejší časy byly konzultovány ve firmě MINERVA Boskovice, a.s. s vedoucím TPV a byly stanoveny na hodnotu 50 % ze strojního času pro soustružení na CNC stroji TRAUB TNA 300 a 30 % ze strojního času pro frézování na CNC stroji HAAS VF-2SS, ke kterému je ještě přičteno 0,30 min na výměnu kusů a 0,30 min na polohování otočného stolu.

Dalším časem, který je zahrnut do celkového výrobního času, je čas na přípravu. Tento čas obsahuje například čas potřebný na prostudování výkresu součásti obsluhou stroje, cestu do výdejny pro nástroje potřebné k výrobě součásti, přípravu upínacího zařízení stroje, upínání jednotlivých nástrojů do stroje a jejich zaměření, nahrání CNC programu do stroje, výroba prvního dílce a schválení výroby kontrolou, výměnu nástrojů, výměnu VBD nebo ostření otupených nástrojů, korekce při obrábění, založení nové tyče do stroje, seřízení stroje apod. Tyto časy byly opět konzultovány ve firmě MINERVA Boskovice, a.s. a byly stanoveny na 105 min pro CNC stroj TRAUB TNA 300 a 60 min pro stroj HAAS VF-2SS.

Vedlejší strojní čas  $t_{AV}$  se vypočítá podle vztahu (14):

$$t_{AV} = x \cdot t_{AS} \quad (14)$$

kde:  $x$  [-] - procento ze strojního času,  
 $t_{AS}$  [min] - jednotkový strojní čas.

Celkový výrobní čas součásti unašeče o výrobní dávce  $v_d = 100$  kusů na CNC stroji TRAUB TNA 300 byl vypočítán podle vztahu (15):

$$t_{AT} = t_{AST} \cdot v_d + t_{AVT} \cdot v_d + t_{PT} \quad (15)$$

kde:  $t_{AT}$  [min] - celkový výrobní čas dávky na stroji TRAUB,  
 $t_{AST}$  [min] - celkový jednotkový strojní čas na stroji TRAUB,  
 $t_{AVT}$  [min] - vedlejší strojní čas na stroji TRAUB,  
 $t_{PT}$  [min] - čas přípravy na stroji TRAUB.

$$t_{AT} = 1,103 \cdot 100 + 0,5 \cdot 1,103 \cdot 100 + 105 = 270,45 \text{ min}$$

Celkový výrobní čas součásti unašeče o výrobní dávce  $v_d = 100$  kusů na CNC stroji HAAS VF-2SS byl vypočítán podle vztahu (16):

$$t_{AH} = t_{ASH} \cdot v_d + t_{AVH} \cdot v_d + t_{PH} \quad (16)$$

- kde:  $t_{AH}$  [min] - celkový výrobní čas dávky na stroji HAAS,  
 $t_{ASH}$  [min] - celkový jednotkový strojní čas na stroji HAAS,  
 $v_d$  [ks] - výrobní dávka,  
 $t_{AVH}$  [min] - vedlejší strojní čas na stroji HAAS,  
 $t_{PH}$  [min] - čas přípravy na stroji HAAS.

$$t_{AH} = 0,205 \cdot 100 + (0,3 \cdot 0,205 + 0,3 + 0,3) \cdot 100 + 60 = 146,65 \text{ min}$$

Celkový výrobní čas součásti unašeče o výrobní dávce  $v_d = 100$  kusů s využitím CNC techniky byl vypočítán podle vztahu: (17):

$$t_A = t_{AT} + t_{AH} \quad (17)$$

- kde:  $t_A$  [min] - celkový výrobní čas dávky na CNC strojích,  
 $t_{AT}$  [min] - celkový výrobní čas dávky na stroji TRAUB,  
 $t_{AH}$  [min] - celkový výrobní čas dávky na stroji HAAS.

$$t_A = 270,45 + 146,65 = 417,1 \text{ min}$$

Výroba výrobní dávky 100 kusů součásti unašeče by s využitím CNC techniky měla trvat 417,1 min s tím, že největší část tohoto času náleží soustružnickým operacím, a to 270,45 min, a menší část náleží frézařským operacím, a to 146,65 min. Tyto časy se mohou v průběhu výroby ještě měnit, to je dáno úpravou řezných rychlostí a posuvů při odladování CNC programu při výrobě prvních součástí k dosažení optimálního řezného procesu.

Abychom dostali celkový výrobní čas dávky 100 kusů od řezání polotovaru, až po uložení hotové očištěné součásti do přepravky, museli bychom k výrobním časům na CNC strojích přičíst ještě výrobní časy ostatních operací, ale na tyto operace a časy není práce zaměřena, proto jsou zde pouze zmíněny.

## 5 TECHNICKO-EKONOMICKÉ POSOUZENÍ

V této kapitole je vypočítáno potřebné množství jednotlivých nástrojů a VBD použitých při výrobě výrobní dávky 100 kusů součásti unašeče na CNC strojích. Dále zde je posouzena celá navržená varianta výroby z technicko-ekonomického hlediska.

### 5.1 Potřebné množství nástrojů pro výrobu na CNC strojích

Doby v řezu jednotlivých nástrojů pro průběžnou sérii jsou uvedeny v tabulce 5 a byly vypočteny podle vztahu (18):

$$t_{\check{r}j} = t_{ASj} \cdot v_d \quad (18)$$

kde:  $t_{\check{r}j}$  [min] - doba v řezu jednotlivých nástrojů,  
 $t_{ASj}$  [min] - strojní časy jednotlivých nástrojů,  
 $v_d$  [ks] - výrobní dávka.

$$t_{\check{r}1} = 0,111 \cdot 100 = 11,1 \text{ min}$$

Pro určení potřebného množství VBD pro nástroje T1, T2, T3 a T4 a pro nástroj T13 monolitní karbidovou stopkovou frézou je brána trvanlivost břitu 30 minut. Ostatní nástroje jsou z HSS a kromě nástroje T7 výstružníku  $\varnothing$  6H9 a nástroje T9 závitníku M3-6H, pokud nedojde k jejich zlomení, tak mohou být naostřeny.

Tab. 5 Doby řezu jednotlivých nástrojů a množství nástrojů nebo VBD.

Nástroj	$t_{ASj}$ [min]	$t_{\check{r}j}$ [min]	Počet stran VBD [-]	Množství [ks]
T1	0,111	11,1	2	1
T2	0,256	25,6	1	1
T3	0,082	8,2	1	1
T4	0,419	41,9	2	1
T5	0,023	2,3	-	1
T6	0,038	3,8	-	1
T7	0,103	10,3	-	1
T8	0,020	2,0	-	1
T9	0,007	0,7	-	1
T10	0,014	1,4	-	1
T11	0,027	2,7	-	1
T12	0,003	0,3	-	1
T13	0,205	20,5	-	1

Pro výrobu dávky 100 kusů součásti unašeče bude pro soustružnické nože stačit po jednom kusu VBD a i od ostatních nástrojů bude stačit od každého jeden kus.

Pokud by došlo ke zlomení některého z nástrojů nebo by nástroj T7 výstružník  $\varnothing$  6H9 a nástroj T9 závitník M3-6H nevyrobil rozměr v požadované toleranci, musel by být nový nástroj vyzvednut obsluhou stroje ve výdejně nástrojů.

## 5.2 Technicko-ekonomické posouzení navržené výroby

Výrobní dávka 100 kusů součásti unašeče by měla být vyrobena s využitím CNC techniky za 417,1 min. Do tohoto času nejsou započítány časy ostatních operací spojených s výrobou součásti.

Z důvodu omezených otáček na CNC soustruhu TRAUB TNA 300 není plně využit potenciál řezných nástrojů, a proto jsou i delší výrobní časy součásti než kdyby byly nástroje využity naplno.

Jelikož je na stroji TRAUB TNA 300 automatický podavač tyčového materiálu, je zde možnost zavedení více strojové obsluhy a tím lepší využití obsluhy stroje.

Tyčový polotovár, zvolený pro výrobu součásti, by také bylo vhodné při výrobě větší série a ustálení konstrukce nových šicích strojů vyměnit za polotovár ve formě odlitku nebo výkovku, a to z důvodu malého využití tyčového materiálu a velkého odpadu ve formě třísek z tyče.

Náklady na výrobu součásti nejsou v této práci rozebírány, ale mezi tyto náklady jsou zahrnuty náklady na nákup polotovaru, nástrojů, mzdy dělníků a technických pracovníků podílejících se na výrobě, náklady na provoz strojů, spotřeba elektrické energie apod.

## 6 DISKUZE

Klasické konvenční stroje, kterými byla součást doposud vyráběna, se k sériové výrobě příliš nehodí. Je to z důvodu dlouhých průběžných časů výroby, dosahovaných přesností a průměrných aritmetických úchylek profilu na strojích, jejich tuhosti, malého rozsahu otáček a posuvů apod. Proto bylo úkolem navrhnout sériovou výrobu součástí s využitím CNC techniky.

Pro soustružnické operace je ve firmě k dispozici CNC soustruh od firmy TRAUB TNA 300 vybavený automatickým podavačem tyčového materiálu, revolverovým zásobníkem na 12 nástrojů s možností jejich pohánění. Pro frézování je k dispozici CNC vertikální frézovací centrum od firmy HAAS VF-2SS s vysokootáčkovým vřetenem a zásobníkem nástrojů s kapacitou 24 nástrojů. Stroj je dále vybaven 4. osou, a to otočným stolem HAAS HRT 210, na který je upnut speciální přípravek s univerzálním tříčelistovým sklíčidlem, pomocí kterého je zajištěna výroba šikmých vybrání na součásti.

Firma MINERVA Boskovice, a.s. přednostně nakupuje nástroje od firem ISCAR, CERATIZIT a GÜHRING. Nástroje pro soustružení vnějšího tvaru byly zvoleny od firmy ISCAR. Soustružení otvoru bylo pomocí nástroje od firmy CERATIZIT. Ostatní nástroje pro navrtávání, vrtání, zahlubování, vystružování, řezání závitu a frézování jsou od firmy GÜHRING.

Při volbě polotovaru bylo uvažováno několik možností polotovarů, a to ve formě tyčového materiálu, odlitku nebo výkovku. Vzhledem k velikosti série a nezaběhnutí výroby, byl zvolen polotovar ve formě tyčového materiálu, kvůli snazšímu upínání při soustružení, možnosti vyrábět součást na jedno upnutí bez nutnosti součást otáčet a tím vnášet nepřesnosti do výroby a využít i automatický podavač materiálu, kterým je soustruh vybaven. Výpočty bylo zjištěno, že tyčový materiál má velmi malé využití, a to jen 10,81 %. Toto malé využití je způsobeno tvarem součásti, který vyžaduje velké množství obrábění, a dlouhými nevyužitými konci tyče. Dále bylo vypočteno, že pro výrobu celé roční série 500 kusů bude třeba 5 týčů.

Pokud by se v budoucnu vyráběla větší série a konstrukce nových šicích strojů by byla již ustálena, bylo by již vhodné uvažovat za polotovar odlitek nebo výkovek, kdy by se náklady na výrobu forem a modelového zařízení k výrobě těchto polotovarů a různých přípravků potřebných k jejich upínání vrátily ve formě financí ušetřených za nákup drahého tyčového materiálu z hliníkové slitiny, ze kterého je obrovské procento odpadu.

Ve vytvořeném technologickém postupu byly popsány veškeré obráběcí operace, pomocí kterých bude dosažen tvar součástí unašeče v požadovaných rozměrech a přesnosti a aby byla součást po vyrobení schopna plnit svou funkci ve stroji.

Výpočty byly zjištěny strojní časy jednotlivých nástrojů, ze kterých se pak vypočítalo potřebné množství nástrojů na výrobu dávky 100 kusů. Dále byl vypočítán celkový výrobní čas výrobní dávky na CNC strojích na 417,1 min. Do tohoto celkového výrobního času nejsou zahrnuty výrobní časy ostatních operací, které neprobíhaly na CNC strojích. Kvůli stroji TRAUB TNA 300 bylo nutné omezit otáčky některých nástrojů a tím nebyl plně využit jejich potenciál.

Při použití automatického podavače materiálu je vhodné uvažovat o více-strojové obsluze, která by také vedla ke zvýšení využití obsluhy stroje.

## ZÁVĚR

Výroba součásti unašeče ze šicího stroje pro firmu MINERVA Boskovice a.s. byla navržena tak, aby byl návrh co nejvíce zaměřen na využití CNC techniky, která je ve firmě k dispozici, a na ostatní operace, které neprobíhají na CNC strojích, nebyl kladen tak velký důraz.

Součást bude vyráběna podle navrženého technologického postupu z tyčového materiálu z hliníkové slitiny 42 4254.61 o  $\varnothing$  40 mm a délce 3000 mm i přesto, že tento polotovar má velmi malé využití a to jen 10,81 %, ale vzhledem k velikosti série, nezaběhnutí výroby, jednoduchosti upínání a možnosti vyrábět součást na jedno upnutí s využitím automatického podavače tyčového materiálu se tento polotovar jevil jako nejvhodnější. Bylo vypočítáno, že na výrobu celé série 500 kusů součásti unašeče bude potřeba 5 týčů. Součást bude vyráběna na CNC strojích, které jsou ve firmě MINERVA Boskovice, a.s. k dispozici a to na CNC soustruhu od firmy TRAUB TNA 300 a na CNC vertikálním obráběcím centru od firmy HAAS VF-2SS. Nástroje byly voleny od dodavatelů, které firma preferuje.

Ve firmě bylo dohodnuto, že celková série 500 kusů bude rozdělena na 5 výrobních dávek za rok po 100 kusech, aby vyrobené kusy zbytečně neležely na skladě a nevázaly finanční prostředky potřebné pro jejich výrobu. Další výpočty v práci se proto již vztahují pouze k této výrobní dávce.

Celková doba výroby výrobní dávky na CNC soustruhu TRAUB byla vypočítána na 270,45 min a celková doba výroby na CNC vertikálním frézovacím centru HAAS byla vypočítána na 146,65 min. Výrobní dávka 100 kusů součásti unašeče by tak měla být vyrobena s využitím CNC techniky za 417,1 min. Tento čas se ještě může mírně změnit, a to z důvodu změny řezných podmínek v CNC programu při výrobě prvních kusů a optimalizaci řezného procesu.

**SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ**

1. *MINERVA Boskovice, a.s.* [online]. 2008 [vid. 2014-05-18]. Dostupné z: <http://www.minerva-boskovice.com/dmp/printflo/content/18/17/default.aspx>
2. ČSN 42 4254. *SLITINA HLINÍKU TVÁŘENÁ*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 1978.
3. TRAUB Drehmaschinen: TNA300. *INDEX* [online]. 2011 [vid. 2014-05-18]. Dostupné z: [http://www.index-werke.de/de/englisch/624\\_ENG\\_HTML.htm](http://www.index-werke.de/de/englisch/624_ENG_HTML.htm)
4. TNA300. *INDEX* [online]. 2011 [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: <http://www.index-werke.de/mediadata/tna300-0040e.pdf>
5. HAAS VF-2SS. *HAAS Automation* [online]. 2014 [vid. 2014-05-18]. Dostupné z: [http://int.haascnc.com/mt\\_spec1.asp?intLanguageCode=1029&id=VF-2SS&webID=SUPER\\_SPEED\\_VMC](http://int.haascnc.com/mt_spec1.asp?intLanguageCode=1029&id=VF-2SS&webID=SUPER_SPEED_VMC)
6. SS Series Data Sheet. *HAAS Automation* [online]. 2014 [vid. 2014-05-18]. Dostupné z: [http://haascnc.com/DOCLIB/datasheets/DS\\_SSseries\\_US.pdf](http://haascnc.com/DOCLIB/datasheets/DS_SSseries_US.pdf)
7. HAAS HRT210. *HAAS Automation* [online]. 2014 [vid. 2014-05-18]. Dostupné z: [http://int.haascnc.com/mt\\_spec1.asp?intLanguageCode=1029&id=HRT210&webID=ROTARY\\_TABLE\\_ROTARY](http://int.haascnc.com/mt_spec1.asp?intLanguageCode=1029&id=HRT210&webID=ROTARY_TABLE_ROTARY)
8. HRT210. *HAAS Automation* [online]. 2013 [vid. 2014-05-18]. Dostupné z: <http://haascnc.com/DOCLIB/dimensions/ROTARY/HRT210%20Rev%20B.pdf>
9. ISCAR ELECTRONIC CATALOG. *ISCAR Cutting Tools* [online]. 2014 [vid. 2014-05-18]. Dostupné z: <http://www.iscar.com/eCatalog/>
10. CERATIZIT E-TECHSTORE. *CERATIZIT* [online]. 2014 [vid. 2014-05-18]. Dostupné z: [https://e-techstore.com/?fcode=m\\_home](https://e-techstore.com/?fcode=m_home)
11. GÜHRING. *GÜHRING: Katalog Český 2012*. 42. vyd. 2012.
12. GÜHRING Navigator. *GÜHRING* [online]. 2013 [vid. 2014-05-18]. Dostupné z: <http://navigator.guehring.de/navigator/index.php>

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka	Jednotka	Popis
CAD	[-]	Computer Aided Design
CNC	[-]	Computer Numeric Control
HB	[-]	Tvrдость podle Brinella
HSS	[-]	High Speed Steel
SK	[-]	slinutý karbid
TPV	[-]	technologická příprava výroby
VBD	[-]	vyměnitelná břitová destička

Symbol	Jednotka	Popis
D	[mm]	průměr polotovaru
K	[%]	koeficient využití materiálu
L	[mm]	délka polotovaru
$M_i$	[-]	měřidlo
$M_o$	[kg]	hmotnost odpadu
$M_s$	[kg]	hmotnost všech součástí
$M_t$	[kg]	hmotnost všech tyčí
$P_k$	[ks]	počet kusů z jedné poloviny tyče
$P_t$	[ks]	počet tyčí na výrobu celé série
Ra	[ $\mu$ m]	průměrná aritmetická úchylka profilu
$R_m$	[MPa]	mez pevnosti
$T_i$	[-]	nástroj
$a_p$	[mm]	šířka záběru ostří
d	[mm]	největší průměr obrobku
$d_o$	[mm]	obráběný průměr nebo průměr nástroje
f	[mm]	strojní posuv
$f_z$	[mm]	posuv na zub
i	[-]	počet řezů
$k_t$	[mm]	konec tyče
$l_n$	[mm]	náběh
$l_o$	[mm]	obráběná délka



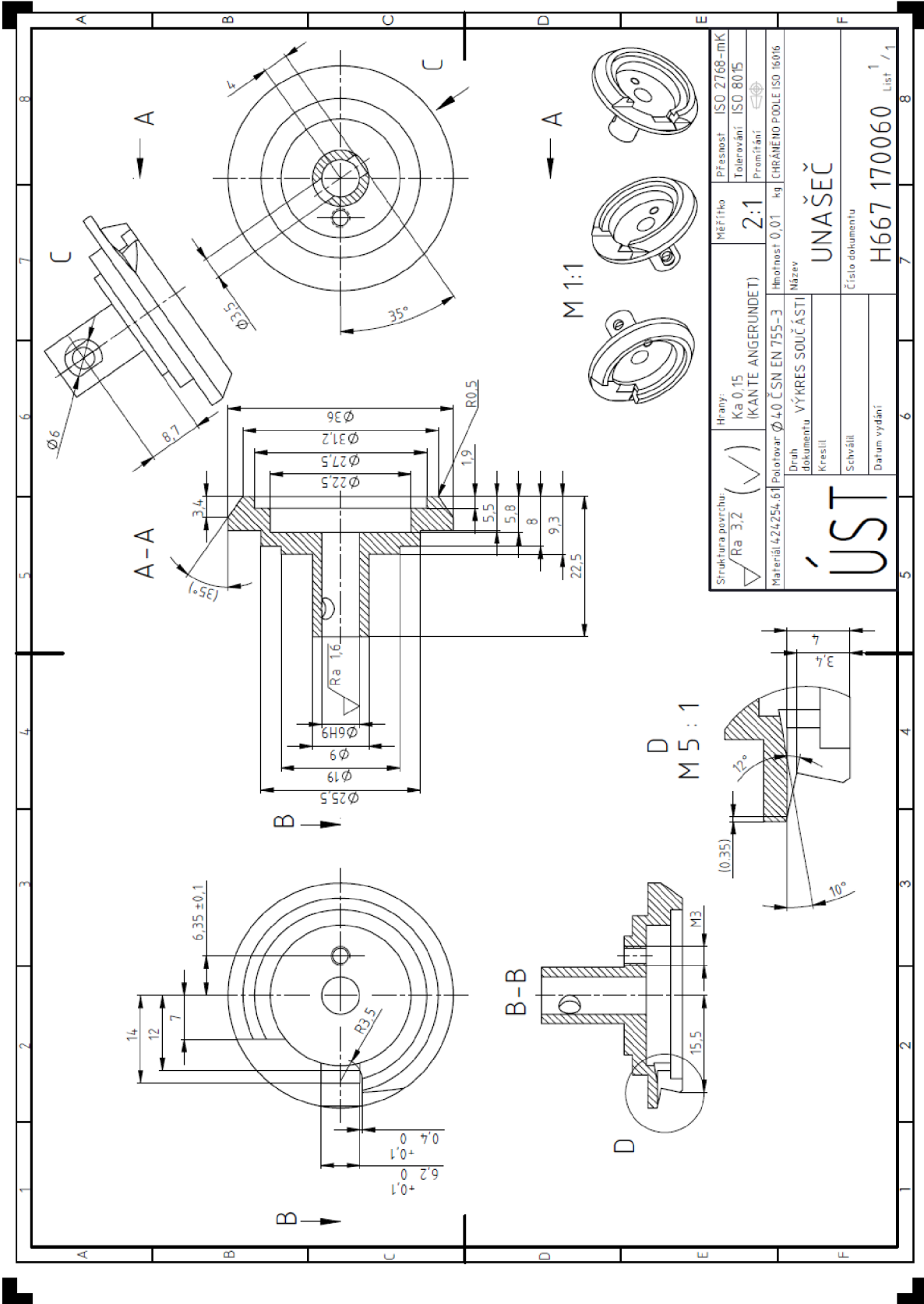
$l_p$	[mm]	přeběh
$l_s$	[mm]	délka součásti
$m_s$	[kg]	hmotnost jedné součásti
$m_t$	[kg]	hmotnost jedné tyče
$n$	[ $\text{min}^{-1}$ ]	otáčky obrobku nebo nástroje
$p$	[mm]	přídavek materiálu na průměr polotovaru
$p_\varepsilon$	[mm]	přídavek na zarovnání čela
$r_\varepsilon$	[mm]	poloměr ostří
$s$	[ks]	velikost roční série
$t_A$	[min]	celkový výrobní čas dávky na CNC strojích
$t_{AH}$	[min]	celkový výrobní čas dávky na stroji HAAS
$t_{AS}$	[min]	jednotkový strojní čas
$t_{ASH}$	[min]	celkový jednotkový strojní čas na stroji HAAS
$t_{ASj}$	[min]	strojní časy jednotlivých nástrojů
$t_{AST}$	[min]	celkový jednotkový strojní čas na stroji TRAUB
$t_{AT}$	[min]	celkový výrobní čas dávky na stroji TRAUB
$t_{AV}$	[min]	vedlejší strojní čas
$t_{AVH}$	[min]	vedlejší strojní čas na stroji HAAS
$t_{AVT}$	[min]	vedlejší strojní čas na stroji TRAUB
$t_{PH}$	[min]	čas přípravy na stroji HAAS
$t_{PT}$	[min]	čas přípravy na stroji TRAUB
$t_{řj}$	[min]	doba v řezu jednotlivých nástrojů
$u$	[mm]	šířka upichovacího nože
$v_c$	[ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ]	řezná rychlost
$v_d$	[ks]	výrobní dávka
$x$	[-]	procento ze strojního času
$z$	[ks]	počet zubů
$\pi$	[-]	Ludolfovo číslo

**SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1	Výkres součásti
Příloha 2	H-Type 0967 Classic
Příloha 3	H-Type 0969 Classic
Příloha 4	H-Type 0967-100 Classic
Příloha 5	H-Type 0969-100 Classic


# PŘÍLOHA 1

## Výkres součásti




## PŘÍLOHA 2

### H-Type 0967 Classic

<b>H-Type 0967 Classic</b>		Kožené zboží, popruhy, plachty a technické textilie
Stručný popis a užité vlastnosti	<b>Nový produkt</b> – Průmyslový šicí stroj plochý, se spodním podáváním, s patkovým a jehelním podáváním, s barelovým chapačem s odstříhem nití, automatickým zapožitím a zvedáním přítlačných patek, s integrovaným pohonem.	
Zásadní technické parametry (v závorce hodnoty u současného výrobku stroje 204)	Max. otáčky (počet stehů) za 1 min: 1 250 (800) Délka stehu: 15 mm (12) Max. tloušťka šitého materiálu: 20 mm (15) Chapač: barelový s o 60 % větším návinem spodní nitě Průchozí prostor: 412 x 220 mm (310 x 185) Max. krok patek: 12 mm (10) Max. zdvih patek: 30 mm (20) Systém jehel: 328/794 Max. tloušťka jehel: 160-280 Nm Max. tloušťka nitě: 8/3 Nm Mazací systém: poloautomatický (ruční)	
Inovace oproti stávajícímu produktu (zlepšení užité vlastností pro zákazníka) a míra zásadnosti inovace	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zvýšení max. délky stehu o 3 mm maximální délka stehu</li> <li>• Zvýšení počtu stehů za minutu o 50%</li> <li>• Zvětšení maximální tloušťky šitého materiálu o 5 mm</li> <li>• Odstříhání nití</li> <li>• Automatické zapožití</li> <li>• Možnosti druhé délky stehu</li> <li>• Zvýšení kroku (o 2 mm) a zdvihu (10 mm) patek a možnost druhého zdvihu patek</li> <li>• Poloautomatický mazací systém</li> <li>• Zvětšení průchozího prostoru</li> <li>• Lepší ergonomie obsluhy</li> <li>• Vyšší produktivita práce (dle šicí operace 4-10 %)</li> <li>• Nižší provozní náklady – především spotřeba energie (až 50 %)</li> <li>• Snížení hluku a vibrací o 20%</li> </ul> <p><b>Míra inovace: technicky nový produkt</b>  <b>Stupeň novosti: nový ve světě</b></p>	
Srovnání s konkurenčními produkty/přidaná hodnota výrobku	V oblasti těžkých průmyslových šicích strojů nemá v oblastech systému pohonu, řízení, odstříhání nití, automatického zapožití, možnosti druhé délky stehu a druhého zdvihu patek srovnání. I další technické parametry jsou výrazně lepší než nabízí konkurence ve světovém měřítku. Další přidaná hodnota je ve zvýšení spolehlivosti, zvýšení produktivity práce, snadnosti obsluhy a zlepšení pracovního prostředí (nižší vibrace a hluk).	
Obrázek prototypu		


## PŘÍLOHA 3

### H-Type 0969 Classic

<b>H-Type 0969 Classic</b>		Kožené zboží, popruhy, plachty a technické textilie
Stručný popis	<b>Nový produkt</b> – Průmyslový šicí stroj ramenový, se spodním podáváním, s patkovým a jehelním podáváním, s barelovým chapačem s odstříhem nití, automatickým zapožitím a zvedáním přítlačných patek, s integrovaným pohonem,	
Zásadní technické parametry (v závorce hodnoty u současného výrobku stroje 205)	Max. otáčky (počet stehů) za 1 min: 1 250 (800) Délka stehu: 12 mm (10) Max. tloušťka šitého materiálu: 20 mm (15) Chapač: barelový s o 60 % větším návínem spodní nitě Průchozí prostor: 412 x 220 mm (310 x 185) Max. krok patek: 12 mm (10) Max. zdvih patek: 30 mm (20) Systém jehel: 328/794 Max. tloušťka jehel: 160-280 Nm Max. tloušťka nitě: 8/3 Nm Mazací systém: poloautomatický (ruční)	
Inovace oproti stávajícímu produktu (zlepšení užitečných vlastností pro zákazníka) a míra zásadnosti inovace	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zvýšení max. délky stehu o 2 mm maximální délka stehu</li> <li>• Zvýšení počtu stehů za minutu o 50%</li> <li>• Zvětšení maximální tloušťky šitého materiálu o 5 mm</li> <li>• Odstříhání nití</li> <li>• Automatické zapožití</li> <li>• Možnosti druhé délky stehu</li> <li>• Zvýšení kroku (o 2 mm) a zdvihu (10 mm) patek a možnost druhého zdvihu patek</li> <li>• Poloautomatický mazací systém</li> <li>• Zvětšení průchozího prostoru</li> <li>• Lepší ergonomie obsluhy</li> <li>• Vyšší produktivita práce (dle šicí operace 4-10 %)</li> <li>• Nižší provozní náklady – především spotřeba energie (až 50 %)</li> <li>• Snížení hluku a vibrací o 20%</li> </ul> <p><b>Míra inovace: technicky nový produkt</b>  <b>Stupeň novosti: nový ve světě</b></p>	
Srovnání s konkurenčními produkty/přidaná hodnota výrobku	V oblasti těžkých průmyslových šicích strojů nemá v oblastech systému pohonu, řízení, odstříhání nití, automatického zapožití, možností druhé délky stehu a druhého zdvihu patek srovnání. I další technické parametry jsou výrazně lepší než nabízí konkurence ve světovém měřítku. Další přidaná hodnota je ve zvýšení spolehlivosti, zvýšení produktivity práce, snadnosti obsluhy a zlepšení pracovního prostředí (nižší vibrace a hluk).	
Obrázek		

## PŘÍLOHA 4

### H-Type 0967-100 Classic

H-Type 0967-100 Classic		Plachty a technické textilie
Stručný popis a užité vlastnosti	<b>Nový produkt</b> – Průmyslový šicí stroj plochý, s přímým pohonem, se spodním podáváním, s patkovým a jehelním podáváním, s barelovým chapačem s odstříhem nití, automatickým zapožitím a zvedáním přítlačných patek v prodlouženém provedení s integrovaným pohonem	
Zásadní technické parametry (v závorce hodnoty u současného výrobku stroje 204)	Max. otáčky (počet stehů) za 1 min: 1 250 (800) Délka stehu: 15 mm (12) Max. tloušťka šitého materiálu: 20 mm (15) Chapač: barelový s o 60 % větším návinem spodní Průchozí prostor: 1000 x 220 mm (310 x 185) Max. krok patek: 12 mm (10) Max. zdvih patek: 30 mm (20) Systém jehel: 328/794 Max. tloušťka jehel: 160-280 Nm Max. tloušťka nitě: 8/3 Nm Mazací systém: poloautomatický (ruční)	
Inovace oproti stávajícímu produktu (zlepšení užité vlastností pro zákazníka) a míra zásadnosti inovace	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zvýšení max. délky stehu o 3 mm maximální délka stehu</li> <li>• Zvýšení počtu stehů za minutu o 50%</li> <li>• Zvětšení maximální tloušťky šitého materiálu o 5 mm</li> <li>• Odstřih nití</li> <li>• Automatické zapožití</li> <li>• Možnosti druhé délky stehu</li> <li>• Zvýšení kroku (o 2 mm) a zdvihu (10 mm) patek a možnost druhého zdvihu patek</li> <li>• Poloautomatický mazací systém</li> <li>• Zvětšení průchozího prostoru</li> <li>• Lepší ergonomie obsluhy</li> <li>• Vyšší produktivita práce (dle šicí operace 4-10 %)</li> <li>• Nižší provozní náklady – především spotřeba energie (až 50 %)</li> <li>• Snížení hluku a vibrací o 20%</li> </ul> <p><b>Míra inovace: technicky nový produkt</b>  <b>Stupeň novosti: nový ve světě</b></p>	
Srovnání s konkurenčními produkty/přidaná hodnota výrobku	V oblasti těžkých průmyslových šicích strojů nemá v oblastech systému pohonu, řízení, odstřihu nití, automatického zapožití, možnosti druhé délky stehu a druhého zdvihu patek srovnání. I další technické parametry jsou výrazně lepší než nabízí konkurence ve světovém měřítku. Další přidaná hodnota je ve zvýšení spolehlivosti, zvýšení produktivity práce, snadnosti obsluhy a zlepšení pracovního prostředí (nižší vibrace a hluk).	
Obrázek prototypu		

## PŘÍLOHA 5

### H-Type 0969-100 Classic

<b>H-Type 0969-100 Classic</b>		Velké kožené zboží, popruhy, plachty a technické textilie
Stručný popis	<b>Nový produkt</b> – Průmyslový šicí stroj ramenový, s přímým pohonem, se spodním podáváním, s patkovým a jehelním podáváním, s barelovým chapačem s odstříhem nití, automatickým zapožitím a zvedáním přítlačných patek	
Zásadní technické parametry	Max. otáčky (počet stehů) za 1 min: 1 250 (800) Délka stehu: 12 mm (10) Max. tloušťka šitého materiálu: 20 mm (15) Chapač: barelový s o 60 % větším návinem spodní nitě Průchozí prostor: 1000 x 220 mm (310 x 185) Max. krok patek: 12 mm (10) Max. zdvih patek: 30 mm (20) Systém jehel: 328/794 Max. tloušťka jehel: 160-280 Nm Max. tloušťka nitě: 8/3 Nm Mazací systém: poloautomatický (ruční)	
Inovace oproti stávajícímu produktu (zlepšení užitečných vlastností pro zákazníka) a míra zásadnosti inovace	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zvýšení max. délky stehu o 2 mm maximální délka stehu</li> <li>• Zvýšení počtu stehů za minutu o 50%</li> <li>• Zvětšení maximální tloušťky šitého materiálu o 5 mm</li> <li>• Odstříhání nití</li> <li>• Automatické zapožití</li> <li>• Možnosti druhé délky stehu</li> <li>• Zvýšení kroku (o 2 mm) a zdvihu (10 mm) patek a možnost druhého zdvihu patek</li> <li>• Poloautomatický mazací systém</li> <li>• Zvětšení průchozího prostoru</li> <li>• Lepší ergonomie obsluhy</li> <li>• Vyšší produktivita práce (dle šicí operace 4-10 %)</li> <li>• Nižší provozní náklady – především spotřeba energie (až 50 %)</li> <li>• Snížení hluku a vibrací o 20%</li> </ul> <p><b>Míra inovace: technicky nový produkt</b>  <b>Stupeň novosti: nový ve světě</b></p>	
Srovnání s konkurenčními produkty/přidaná hodnota výrobku	V oblasti těžkých průmyslových šicích strojů nemá v oblastech systému pohonu, řízení, odstříhání nití, automatického zapožití, možností druhé délky stehu a druhého zdvihu patek srovnání. I další technické parametry jsou výrazně lepší než nabízí konkurence ve světovém měřítku. Další přidaná hodnota je ve zvýšení spolehlivosti, zvýšení produktivity práce, snadnosti obsluhy a zlepšení pracovního prostředí (nižší vibrace a hluk).	
Obrázek	