



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

**ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE**

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

**NÁVRH TECHNOLOGIE VÝROBY ZVOLENÉHO DÍLU  
HYDRAULICKÉHO ROZVÁLCOVÁVACÍHO STROJE**

PRODUCTION TECHNOLOGY FOR SELECTED PART OF THE HYDRAULIC ROLLING MACHINE

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Josef Mynář**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. Oskar Zemčík, Ph.D.**

**BRNO 2016**

# Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie  
Student: **Josef Mynář**  
Studijní program: Strojírenství  
Studijní obor: Strojírenská technologie  
Vedoucí práce: **Ing. Oskar Zemčík, Ph.D.**  
Akademický rok: 2015/16

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:

## **Návrh technologie výroby zvoleného dílu hydraulického rozválcovacího stroje**

### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Autor vypracuje technologii výroby zvoleného dílu pro hydraulickou rozválcovačku. Součástí práce bude jak krátká rešerše problematiky, tak technické a ekonomické zhodnocení dané technologie a doporučení pro výrobu.

### **Cíle bakalářské práce:**

- rešerše problematiky
- srovnání a volba varianty polotovaru
- návrh technologie pro kusovou výrobu
- návrh technologie pro sériovou výrobu
- technické a ekonomické srovnání vypracovaných variant

### **Seznam literatury:**

BILÍK, Oldřich a Martin VRABEC. Vrabc Martin Technologie obrábění s využitím CAD/CAM systémů. Ostrava: Vysoká škola báňská-Technická univ., 2002, 128 s. ISBN 80-248-0034-9.

GRZESIK, Wit. Advanced machining processes of metallic materials: modelling and applications. 1. vyd. Oxford: Elsevier, 2008, 446 s. ISBN 9780080445342.

CHANG, Tien-Chien, Richard WYSK a Hsu-Pin WANG. Computer-Aided Manufacturing. 3. vyd. New Jersey: Prentice Hall, 2005, 684 s. ISBN 0-13-142919-1.

KAFKA, J. a M. VRABEC. Technologie obrábění. Praha: ČVUT, 2006, 120 s. ISBN 80-0-01355-3.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16

V Brně, dne

L. S.

---

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
ředitel ústavu

---

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

## ABSTRAKT

Popis stroje s bližším rozbohem konstrukčního uzlu, ve kterém se nachází vyráběná součást. Návrh, výpočet a volba polotovarů pro dvě varianty výroby. Volba strojů pro kusovou i sériovou výrobu, volba nástrojů a měřidel pro sériovou výrobu. Vypracování výrobních postupů s volbou časů v kusové výrobě a výpočtem pro sériovou výrobu. Technicko-ekonomické zhodnocení nákladů polotovarů a variant výroby.

### Klíčová slova

Rozválncovávací stroj, polotovar, kusová výroba, sériová výroba, nástroje

## ABSTRACT

Description of the machine with a closer analysis of a structural node, in which is situated the produced part. Design, calculation and the choice of blanks for the two variants of the production. The choice of machines for piece and series production, the choice of instruments and gauges for mass production. Developing manufacturing processes with the choice of times in the piece production and the calculation for mass production. Techno-economic assessment of the costs of semi-finished products and variants of production.

### Key words

Rolling machine, semi-finished product, custom production, serial production, tools

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MYNÁŘ, J. *Návrh technologie výroby zvoleného dílu hydraulického rozválncovávacího stroje*. Brno 2016. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 51 s. 8 příloh. Vedoucí bakalářské práce Ing. Oskar Zemčík, Ph.D.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Návrh technologie výroby zvoleného dílu hydraulického rozvácovacího stroje** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

---

Datum

---

Josef Mynář

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji tímto panu Ing. Oskaru Zemčíkovi, Ph.D. z VUT Brno za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

Dále chci poděkovat firmě Hydraulické stroje a zařízení s.r.o. a kolegům za poskytnutí cenných informací a poznatků, díky kterým mohla být práce vypracována. Obráběči Petrovi Dvořákovi za cenné připomínky při zpracovávání výrobních postupů.

Na závěr chci poděkovat své rodině a přítelkyni za podporu po celou dobu studia na vysoké škole.

**OBSAH**

ABSTRAKT .....	4
PROHLÁŠENÍ.....	5
PODĚKOVÁNÍ.....	6
OBSAH.....	7
ÚVOD.....	9
1 PŘEDSTAVENÍ FIRMY .....	10
2 POUŽITÍ STROJE.....	12
2.1 Popis stroje HRS 600.....	13
2.1.1 Support.....	13
2.1.2 Vřetenno trnu - vyráběná součást .....	14
2.2 Rozbor součásti.....	15
3 NÁVRH TECHNOLOGIE PRO KUSOVOU VÝROBU .....	17
3.1 Návrh polotovaru .....	17
3.1.1 Přídavek na obrábění polotovaru .....	17
3.2 Volba strojů.....	18
3.3 Časy ve výrobním postupu .....	20
4 NÁVRH TECHNOLOGIE PRO SÉRIOVOU VÝROBU .....	21
4.1 Návrh polotovaru .....	21
4.1.1 Tyč kovaná za tepla .....	21
4.1.2 Odlitek do pískové formy .....	24
4.2 Volba strojů pro malosériovou výrobu .....	25
4.3 Volba nástrojů.....	26
4.4 Měřidla.....	27
4.5 Výrobní postup .....	30
5 TECHNICKO - EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	37
5.2 Kusová výroba .....	37
5.2.1 Zhodnocení volby polotovarů .....	37
5.2.2 Cena nákladů pracovišť .....	37
5.3 Malosériová výroba .....	39
5.3.1 Zhodnocení volby polotovarů .....	39
5.3.2 Cena nákladů pracovišť .....	41
5.4 Porovnání časů a nákladů vypracovaných variant.....	43
ZÁVĚR.....	45
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	46

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....	48
SEZNAM PŘÍLOH.....	51



## ÚVOD

Hlavním obsahem práce je návrh kusové a sériové výroby pro počet kusů vřetene trnu zadaných firmou. Práce obsahuje popis konstrukce stroje s bližším konstrukčním rozбором zadané součásti. Součást je rozebrána od tvarů, tolerancí přesností až po materiálové vlastnosti.

První část práce je zaměřena pro výrobu kusovou a to pro výrobu jednoho kusu součásti. Pro kusovou výrobu je volen vhodný polotovár od dodavatelů, stroje a časy jsou převzaty z firemních podkladů. Druhá část práce se věnuje podrobnějšímu rozboru sériové výroby. Je navrhnut polotovár s přihlédnutím na počet zadaných kusů. Jsou vypočteny stupně využití materiálu, voleny stroje, nástroje, měřidla a vypracován výrobní postupu.

V technicko-ekonomickém zhodnocení jsou vypočteny náklady na výrobu na základě požadavků zadaných firmou.

## 1 PŘEDSTAVENÍ FIRMY

Firma **Hydraulické stroje a zařízení s.r.o.** byla založena roku 2003 v malé vesnici Žernovník v Blanenském okrese. Postupem času navyšovala výrobní zaměření a kapacity, kvůli kterým byla přesunuta do větších výrobních hal v Blansku (obr. 1.1). Firma je zaměřena na vývoj software, projekce, konstrukce a konečná realizace výroby navržených prototypů. Odvětvími vývoje firmy jsou stroje zaměřené na energetiku, strojírenství a stavebnictví. Nabízí prodej standardizovaných hydraulických válců vyvinutých firmou a případné konstrukční úpravy podle použití v provozu (obr. 1.2, 1.3, 1.4). Z výroby nabízí možnost kooperací v oblasti třískového obrábění [8].



Obr. 1.1 Výrobní hala firmy.

V každém výše uvedeném odvětví se specializuje na modernizaci výroby, servis hydraulických, pneumatických prvků a generální opravy. Dalším významným zaměřením je specializace na dodávky elektroinstalací, řídicích systémů a jejich instalace do výroby [8].

Rozdělení odvětví s příklady strojů [8]:

- strojírenství – volné kovací stroje, lisy na výkovky, rozválcovací stroje, linky pro výrobu rozvalků z kruhové oceli,
- polygrafie – vysekávací a etiketovací stroje,
- manipulace – pásové dopravníky k lisům, válečkové a jiné dopravníky s manipulátory pro kruhové výrobky,
- obráběcí stroje – mazání, vyvažování svislých posuvných hmot,
- výroba keramiky – lisy a vibrolisy, linky a pracoviště s lisy,

- průmyslové stroje a zařízení – dodávky dílů na úpravu a filtraci vody,
- energetika – ovládání jezových klapek, regulátor vodních turbín, pohon stavidel, hydraulické systémy ovládání uzávěrů vodních děl, čističí stroje česlí,
- stavebnictví – opravy kanalizace,
- hydraulické válce – typy - CL, CK, CD, HD – jednotlivé řady jsou rozděleny podle konstrukce a využití v provozech (obr. 1.3, 1.4),
- teleskopické válce – nosnost 6 000 kg - 20 000 kg při dosažitelném zdvihu 2 000 mm - 6 000 mm (obr. 1.2).



Obr. 1.2 Teleskopický válec vyvinutý firmou [8].



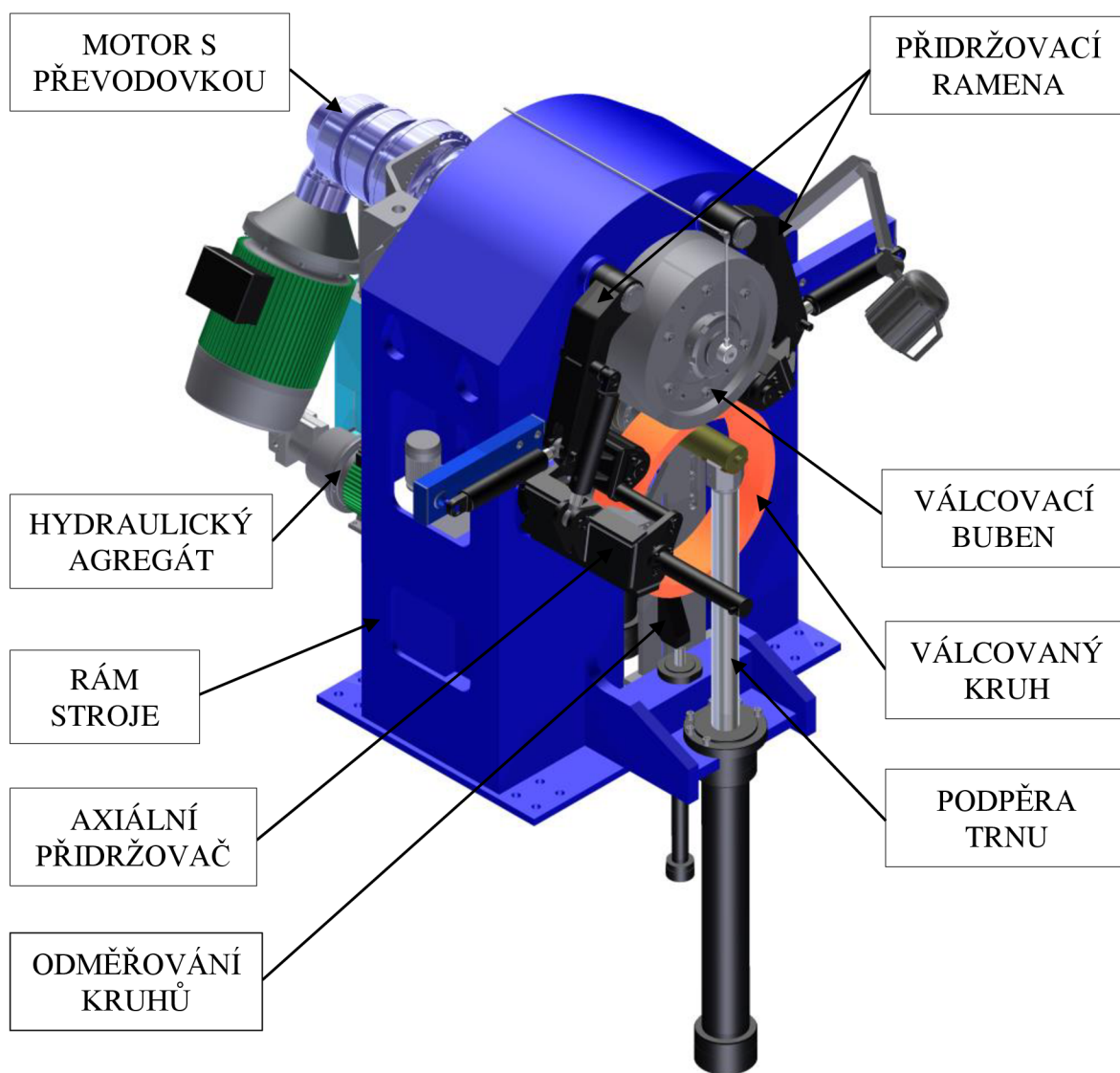
Obr. 1.3 Hydraulické válce řady CL, CK [8].



Obr. 1.4 Hydraulické válce řady CD, HD [8].

## 2 POUŽITÍ STROJE

Hydraulický rozválcovací stroj HRS 600 (obr. 2.1) je prototyp pro výrobu ocelových kruhů tvářením za tepla. Tato technologie výroby kruhů je volným kováním. Mechanické pohyby stroje zajišťují dvojčinné přímočaré hydromotory. Vstupním polotovarem, který je nasazen na válcovací trn, je děrovaná kruhová tyčovina z různých materiálů. Kruhová tyčovina je ohřátá na požadovanou tvářecí teplotu materiálu a následně je trnem tlačena na válcovací buben, čímž dochází ke zvětšování průměru válcovaného kruhu. Při použití technologie se u rozválcovaných kruhů zlepšují mechanické vlastnosti materiálu, zejména pevnost, houževnatost a podstatně jsou sníženy náklady na opracování a materiálové ztráty v třískovém obrábění.



Obr. 2.1 HRS 600.

## 2.1 Popis stroje HRS 600

Hydraulický rozválcovací stroj (obr. 2.1) tvoří podsestavy, které tvoří celek stroje. Hlavní díl je rám stroje. Uvnitř rámu je umístěn hlavní dvojčinný přímočarý hydromotor (dále jen přímočarý hydromotor) pro posuv supportu s válcovacím trnem směrem k válcovacímu bubnu. Support je veden v masivních vodících tyčích. V přední části stroje jsou umístěny za přírubu dva přímočaré hydromotory. Přímočarý hydromotor v popředí podepírá válcovací trn, který je tlačěn s kruhem na válcovací buben. Za ním se nachází přímočarý hydromotor s kladkou, která slouží jako odměřování průměru válcovaného kruhu. V tomto hydromotoru je umístěno lineární odměřování pro zjištění aktuální polohy pístu, které po přepočítání zobrazuje na hlavním panelu stroje aktuální rozměr válcovaného kruhu. Na ramenou stroje jsou upevněny kyvnými oky dva přímočaré hydromotory pro výklon levého a pravého přídržovacího ramene. Na levém ramenu je umístěn přímočarý hydromotor pro naklápění axiálního přídržovače. Poslední přímočarý hydromotor slouží k posuvu kamene v axiálním přídržovači. Poloha kamene je určena šířkou válcovaného kruhu. Točivý moment zajišťuje motor s převodovkou připevněný konzolí na rám. Konzole je konstruována pro zachycení točivého momentu. Motor je spojen s hlavní hřídelí kde se na druhém konci nachází válcovací buben. Hydraulický agregát pro pohon přímočarých hydromotorů je umístěn za strojem, od agregátu vedou rozvody hydraulickými hadicemi. Celý stroj je posazen na ocelové desce s navařenými závitovými tyčemi. Rozvody elektroinstalace v rozvaděči za stroje. Bezpečnostním prvkem je oplocení kolem stroje, tak aby bylo zabráněno přístupu osob k mechanickým částem stroje.

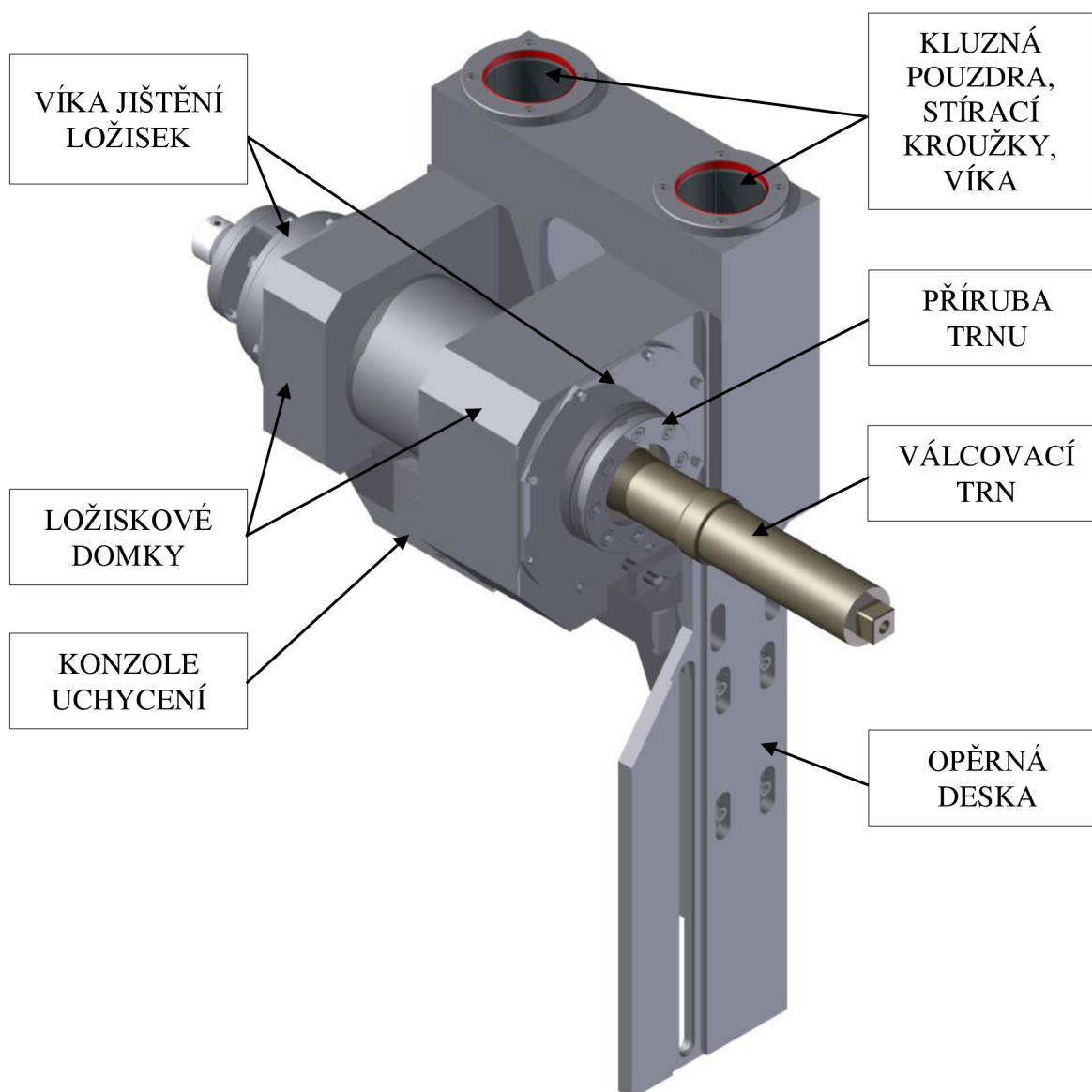
### 2.1.1 Support

Support (obr. 2.2) je konstruován jako svařenec z mohutných výpalků z oceli. Základní deska supportu má otvory skrze celou součást pro kluzná pouzdra. Každé z pouzder je jištěno víkem se stíracím kroužkem. Na spodní straně supportu je navařena konzole na ložiskových domkách s otvorem pro čep hlavního přímočarého hydromotoru.

Uvnitř supportu v masivních ocelových domkách jsou uloženy ložiska. Ložiska jsou v přední a zadní části jištěny víky. Na ložiska je umístěno vřeteno trnu, do kterého se upínají válcovací trny. Trny jsou jištěny přírubou.

Stroj je konstruován pro hladké kruhy s trnem o daném průměru. Materiál trnu je nástrojová ocel. Tvarové přizpůsobený trn konečnému rozválcovanému kruhu, se používá pro hromadnou výrobu. Výměna trnů je méně častá. Vlivem výměny je zapotřebí nastavit na stroji válcovací parametry pro nový typ rozválcovaných kruhů.

V popředí supportu se nachází nastavitelná opěrná deska válcovaného polotovaru. Dlouhý výřez na desce slouží k vedení odměřování kroužků. Její poloha je nastavitelná pomocí šroubů. Support je poté umístěn na vodící tyče v rámu stroje.

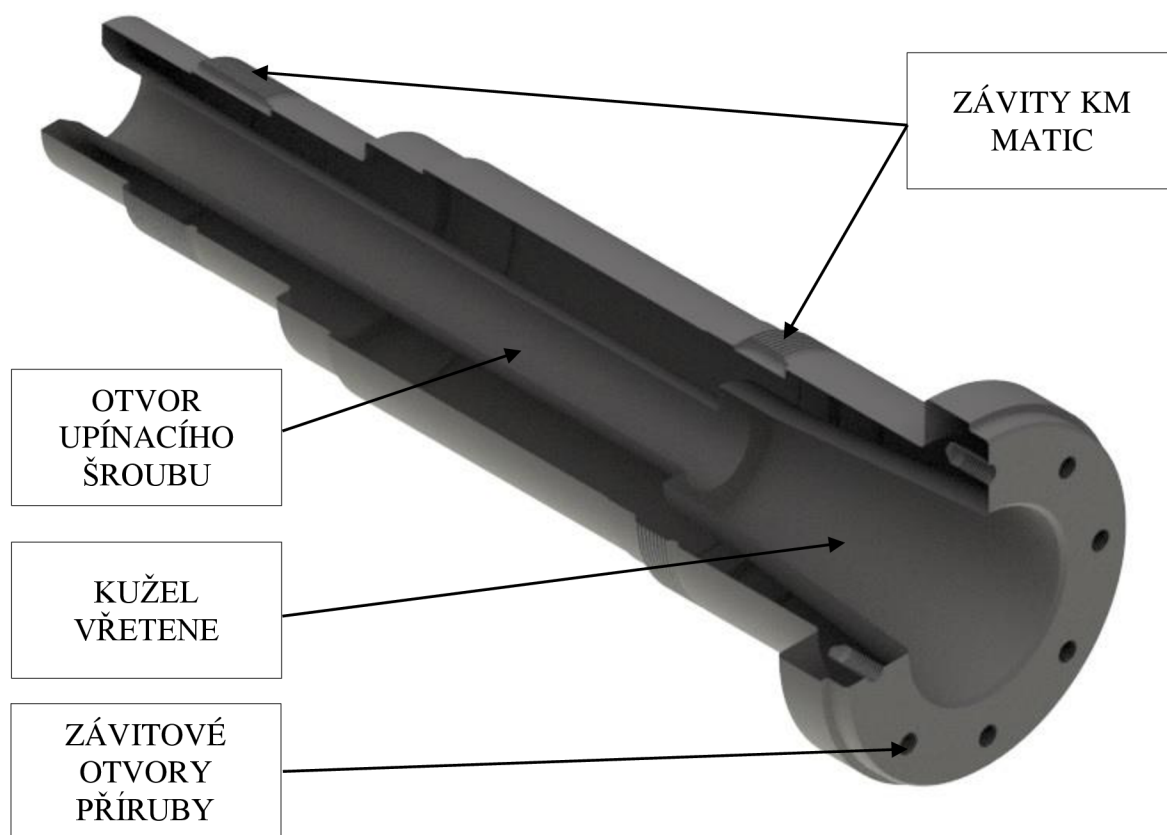


Obr. 2.2 Support s opěrnou deskou.

### 2.1.2 Vřeteno trnu - vyráběná součást

Vřeteno trnu (obr. 2.3) je uloženo na ložiskách. Slouží k upínání trnů na vnitřní kužel, který zajišťuje vystředění do osy. Celou součástí prochází otvor, kterým je veden upínací šroub pro dotahování trnů na kuželový tvar.

Na obvodu vřetene trnu jsou závity pro dotažení do ložiskového uložení pomocí KM matic a vyfrézované drážky na zajištění MB podložkou. V přední části jsou na přírubové části závitové otvory, na které je připevněna příruba trnu.



Obr. 2.3 Vřeteno trnu.

## 2.2 Rozbor součásti

Součást bude posouzena z hlediska technologičnosti konstrukce, která je dána technicko-ekonomickými faktory. Faktory musí zajistit funkčnost a spolehlivost, ale také požadovanou životnost vyráběného výrobku. Musí však za těchto podmínek být splněna efektivnost dané výroby společně s optimální spotřebou materiálu. Technologičnost je ovlivněna všemi podmínkami výrobního procesu [1].

Technologičnost vychází z následujících kritérií:

- **Tvar a rozměry**

Na součásti vřeteno trnu je několik konstrukčně důležitých rozměrů. Hlavní konstrukční základna je připsána na rozměr  $\varnothing 160j6$ , na který je uloženo ložisko. Tolerance je vázána na rozměr  $\varnothing 110j6$ . Ložiska mají velké rozdíly průměrů na dlouhé délce. Konstrukce průměrů ložisek v ložiskových domkách není možné měnit. Se zvětšujícím se průměrem ložiska se navyšuje jeho pořizovací cena, dále je rozdílný průměr ložisek volen pro ulehčení montáže do konstrukčního uzlu supportu stroje. Rozměry jsou geometricky tolerovány kruhovým házením. Závit M160x2-6g a M110x2-6g slouží k našroubování KM matic, které jsou zajištěna MB podložkou. Každá z podložek je pojištěna proti pootočení vyfrézovanými drážkami 19 a 13 mm. K zamezení úniku maziva slouží rozměry  $\varnothing 230h8$ ,  $\varnothing 150h8$ ,  $\varnothing 140h8$  a  $\varnothing 95h8$ , které jsou pro uložení rotačních gufer na hřídeli. Vnitřní kuželová plocha s úhlovým rozměrem  $11^{\circ}25' \pm 3'$  je pro vystředění válcovacího trnu do osy vřetene trnu. Plochy vřetene nejsou tepelně upravovány. Na závit 8xM16-6H na přírubě se připevňuje příruba trnu.

Rozměry součásti včetně trnu jsou tolerovány podle potřeb návaznosti na normalizované prvky v sestavě.

- **Materiál součásti**

Materiály dílů stroje jsou zadány firmou. Svařované díly jsou z materiálu 11 523.0, který je vhodný ke svařování. Vyráběná součást je z materiálu 11 600.0, stejně jako ostatní díly, které nejsou svařovány. Jde o nelegovanou konstrukční ocel s vyšším obsahem uhlíku. Výhodou materiálu je použití při velkém měrném tlaku. Příklady použití materiálu mohou být čepy, kolíky ozubená řetězová kola, pístnice, kladky, upínací elementy, pastorky, včetně lisu a další. Svařitelnost materiálů je obtížná, proto se nedoporučuje používat na svařence. V Německé normě je materiál značen DIN 17100 St60-2 a dále srovnatelný s ocelí podle EN 10025-2 se značkou E335 a číselným označením 1.0060. Třída obrobitelnosti materiálu podle strojírenských tabulek 14b je vhodná pro soustružení a frézování. Pro broušení je třída obrobitelnosti materiálu 9b. Mechanické vlastnosti materiálu jsou uvedeny v tabulce 3.1 [3, 10, 11].

Tab. 3.1 Mechanické vlastnosti materiálu bez tepelných úprav [11].

Mechanické vlastnosti	Provedení	
	tepelně nezpracované	normalizačně žíhané
<b>Pevnost v tahu <math>R_m</math> [MPa]</b>	590-710	-
<b>Mez kluzu <math>R_e</math> [MPa]</b>	min. 325	-

- **Jakost povrchu součásti**

Vnější plochy jsou dobře přístupné pro obrábění. Drsnosti na vyráběné součásti jsou předepsány dle doporučených katalogů jednotlivých normalizovaných prvků, které jsou na součást vázány.

Předepsané drsnosti neoznačených obrobených ploch  $R_a$  6,3 mohou být zhotoveny klasickým třískovým obráběním na soustruhu a vodorovné vyvrtávače. Drsnosti  $R_a$  3,2 a 1,6 je také možno zhotovit výše uvedenými technologiemi. Funkční plochy s drsností  $R_a$  0,8 s přesností IT 8 jsou plochy pro uložení rotačních gufer, povrch musí být hladký z toho důvodu bude plocha broušená. Plochy s IT 6 a drsností  $R_a$  1,6 budou zhotoveny také na brusce z důvodů požadované rozměrové přesnosti. Otvor  $\varnothing 50$  s předepsanou drsností plochy  $R_a$  12,3 je možné vrtat na soustruhu extra dlouhým šroubovitým vrtákem. Drážky pro podložky se zhotoví na vodorovné vyvrtávače společně se závitovými otvory M16.



### 3 NÁVRH TECHNOLOGIE PRO KUSOVOU VÝROBU

U kusové výroby je důležitá dobrá kvalifikace pracovníka stroje v operaci ve výrobním postupu. Výroba je volena tehdy, pokud je vyráběná součást v malém množství do počtu desítek kusů, nebo pouze jako jeden kus. Pro výrobu jsou zpracovány jednoduché výrobní postupy formou průvodky. V těchto postupech jsou uvedeny operace se stručným popisem práce. Pracovník stroje v operaci ustavení, úseky, pohyby a úkony společně s nástroji, měřícími nástroji a pomůckami například pro upnutí volí sám podle zkušeností a vybavenosti firmy, pokud se nejedná o speciální nástroje nebo přípravky. Uvedené údaje u operací jsou pracoviště s názvem stroje, třídící číslo, sazba a jednotkový čas s přírážkou směnového  $t_{AC}$  za celou operaci na jednom pracovišti. Údaje vyplněné ve výrobním postupu jsou vyplňovány podle zvyklostí firmy [1, 12, 13].

Vypracovaný jednoduchý výrobní postup formou průvodky je přiložen v příloze 4.

#### 3.1 Návrh polotovaru

Polotovar je surovina pro výrobu požadované součást. V kusové výrobě je důležitý ekonomický faktor. Polotovar musí být volen co nejlépe podobný tvaru konečné součásti. Obráběné plochy musí mít co nejoptimálnější přídavky, malou spotřebu materiálu a splňovat nejmenší vynaloženou práci na výrobu konečné součásti. Všechny obráběné plochy musí být dobře přístupné pro zvolenou technologii výroby. Pro kusovou výrobu se nejčastěji volí normalizovaný polotovar, případně pro tvarově složitější součásti i nenormalizovaný. Normalizované polotovary jsou dány normou a mohou to být trubky, tyče, plechy a další ocelové profily různých tvarů. Nenormalizované polotovary jsou například výpalky, odlitky, výkovky a svařence. Pro rotační hřídele jako je vyráběná součást vřeteno trnu se běžně volí polotovar přířez z válcovaných tyčí za tepla, nebo kovaných tyčí. U hřídelí, kde jsou velké rozdíly jednotlivých průměrů, je vhodné volit volně kovaný výkovek. Zvýší se využití materiálu a sníží se čas při opracovávání polotovaru [1, 7, 13].

##### 3.1.1 Přídavek na obrábění polotovaru

Polotovary se volí s přídavky materiálu, které jsou v operacích odebrány pro zhotovení konečné součásti s požadovanými drsnostmi a rozměry. Přídavky pro kusovou výrobu jsou voleny podstatně větší z důvodů možných nepřesností při výrobě. Následující výpočet rozměru polotovaru je vhodný především pro tyče válcované a tyče kované za tepla, jedná se o přibližně stanovený rozměr vhodný pro kusovou a malosériovou výrobu [1, 2].

##### Výpočet rozměru polotovaru

Přídavek na obrábění u polotovarů válcových průměrů je vypočítán pomocí vzorce (3.1) [7]:

$$p_c = 0,05 \cdot D_{max} + 3 \text{ [mm]} \quad (3.1)$$

kde:  $p_c$  [mm] - přídavek materiálu,

$D_{max}$  [mm] - největší průměr hotového obrobku.

$$p_c = 0,05 \cdot 230 + 3 = 14,5 \text{ mm}$$

Z výpočtu vychází přídavek polotovaru 14,5 mm na průměr. Konečný průměr polotovaru je dán následujícím vzorcem (3.2) [7]:

$$D_p = D_{max} + p_c \text{ [mm]} \quad (3.2)$$

kde:  $D_p$  [mm] - průměr polotovaru,

$p_c$  [mm] - přídavek materiálu,

$D_{max}$  [mm] - největší průměr hotového obrobku.

$$D_p = 230 + 14,5 = 244,5 \text{ mm}$$

Na délku je volen přídavek 4 mm z důvodu dlouhého rozměru vyráběné součásti. Z výše vypočtených vzorců vychází konečný rozměr polotovaru  $\varnothing 244,5-694$  mm. Pro poptávku je volen co nejbližší vyšší zaokrouhlený rozměr a to  $\varnothing 245-694$  mm [7].

Zaokrouhlený rozměr polotovaru nemusí být přímo mezi normalizovanými rozměry, polotovar se nezávazně poptá u dodavatele pro zjištění ceny. Varianty polotovarů od dodavatele jsou shrnuty v tabulce 3.1.

Tab. 3.1 varianty polotovarů pro vřeteno trnu [9].

	Typ polotovaru [mm]	Norma polotovaru	Způsob dělení	Cena [Kč]	Doba dodání
1	<b>Přířez - tyč nehrubovaná kovaná <math>\varnothing 250-694</math></b>	ČSN 42 9010	Pásová pila	<b>8 781,-</b>	3-4 dny od objednání
2	<b>Volný výkovek - kruhový čep <math>\varnothing 255 - 75_{-10}^{+12} /</math> <math>\varnothing 180 - 655_{-10}^{+12}</math></b>	ČSN 42 9011	-	<b>12 540,-</b>	3-4 týdny od objednání

**Z ekonomického hlediska vyšla nejvýhodněji varianta 1 a to přířez tyče kruhové nehrubované kované za tepla  $\varnothing 250-694$  mm s cenou 8 781,- Kč. Do ceny je započítáno dělení dodavatelem v ceně 225,- Kč.**

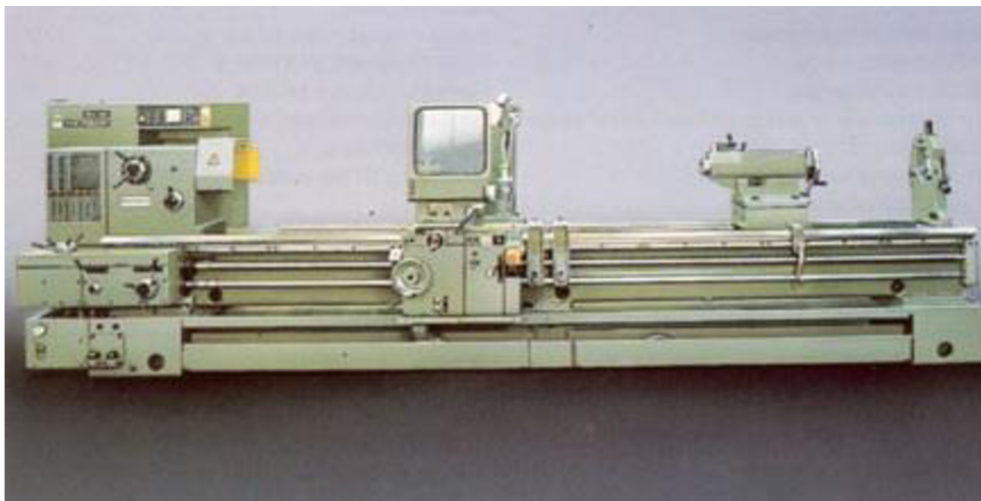
### 3.2 Volba strojů

V kusové výrobě se nejčastěji volí pro výrobu klasické univerzální a NC stroje. Mohou být však voleny i modernější - záleží na vybavenosti dílny. V dílně firmy se nachází několik strojů vhodných pro různé technologie výroby. Uvedené stroje jsou zvoleny ve sledu operací dle vypracovaného výrobního postupu, který je nutný dodržet pro zhotovení součástí. Parametry strojů jsou přiloženy v příloze 1 [2, 13].

#### **Hrotový soustruh SUI 63, TRENS, a.s.**

Operace soustružení budou zhotoveny na univerzálním hrotovém soustruhu od firmy TRENS, a.s. (obr. 3.1). Jde o soustruh, který je vhodný pro všechny druhy kruhových součástek. Uplatnění stroje je především v kusové a malosériové výrobě. Stroj je vhodný na čelní a podélné soustružení ve výrobě pro střední série díky nastavitelným zarážkám. Oběžný

průměr nad ložem stroje je 630 mm a oběžný průměr nad supportem 350mm. Maximální přípustná hmotnost obrobku ve hrotech je 1 600 kg. Support je přizpůsoben k řezání metrických, Whitworthových, modulových a Diametral Pitch závitů. Výkon hlavního motoru je 15 kW. Rozsah volených otáček 11,2 - 1 800  $\text{min}^{-1}$  [14].



Obr. 3.1 Hrotový soustruh SUI 63 firmy TRENŠ, a.s. [14].

#### **Vodorovná vyvrtávačka W 100 A, TOS VARNSDORF, a.s.**

Pro frézování a vrtání závitů je volen stroj klasické koncepce s pevným stojanem, otočným stolem a výsuvným vřetenem od firmy TOS VARNSDORF, a.s. (obr. 3.2). Indikace polohy je číslicová pro 3 osy typu Heidenhain ND 550. Přednostní určení vyvrtávačky je opracovávání deskových, tvarově členitých a skříňových součástí z oceli a litiny. Uplatnění stroje je především v kusové a malosériové výrobě. Příčné přestavení v ose X = 1 600, svislé přestavení v ose Y = 1200 a podélné přestavení v ose Z = 810, 1250. Výkon hlavního motoru je 11 kW. Rozsah otáček pracovního vřetená 7,1 – 1 120  $\text{min}^{-1}$  [14].



Obr. 3.2 Vodorovná vyvrtávačka W 100 A firmy TOS VARNSDORF, a.s. [14].

### Hrotová bruska BUB 50 B Practic

Bruska BUB 50 B Practic (obr. 3.3) umožňuje broušení v cyklech a automatických cyklech. Bruska je vybavena čtyřmi programy pro broušení. Broušení vnější i vnitřní je vhodné pro rotační a kuželové plochy obrobků podélným nebo zapichovacím způsobem. Maximální oběžný průměr stroje je 500 mm. Maximální přípustná hmotnost ve hrotech 500 kg [15, 16].



Obr. 3.3 Hrotová bruska BUB 50 B Practic [15].

### 3.3 Časy ve výrobním postupu

Jednotkové časy jsou voleny se započítanou přírážkou směnového času  $t_c$ . Vznikne čas  $t_{AC}$ , který jsou zapsán do výrobního postupu. Časy jsou voleny z firemních podkladů při konzultacích s přihlédnutím na složitost součástí. Hodinový čas pracoviště OTK a ručního pracoviště je volený podle informací z výroby tvarově podobných součástí. Pro pracoviště OTK je čas práce na pracovišti  $t = 90$  min a pro ruční pracoviště  $t = 20$  min. V těchto časech je také zahrnutý směnový čas  $t_c$  a jsou shrnuty v tabulce 3.2 [29].

Tab. 3.2 Tabulka časů operací [29].

Operace / pracoviště	Jednotkový čas s přírážkou směn. $t_{AC}$ [min]
02/02 Hrotový soustruh SUI 63	490
05/05 Vodorovná vyvrtávačka W 100 A	120
07/07 Hrotová bruska BUB 50 Practic	340

## 4 NÁVRH TECHNOLOGIE PRO SÉRIOVOU VÝROBU

Firma má v plánu výrobu stroje HRS 600 v sérii 30 kusů. Vzhledem k počtu zadaných kusů jde spíše o malosériovou výrobu [30].

Malosériová výroba je volená v případě výroby většího počtu kusů součástí. Výrobní postupy jsou podrobněji rozepsány formou průvodky. Stupeň kvalifikace pracovníků dílny může být i nižší. Výrobní postupy se blíže rozpracovávají do úseků, je vypočítán strojní čas  $t_{AS}$  a dalšími potřebné časy. Dále jsou uvedeny nástroje s technologickými podmínkami a měřidla. Dávkové časy  $t_B$  operací jsou voleny z normativů, tabulek firmy, nebo na základě zkušeností z předchozí výroby. K dávkovému času  $t_B$  je připočítán směnový čas  $t_C$ . Strojní časy jsou vypočítány podle vzorců zvolené technologie výroby. Výrobní postupy jsou také vyplněny dle zvyklostí dané firmy [1, 12, 13].

Vypracovaný podrobně psaný výrobní postup formou průvodky je přiložen v příloze 5.

### 4.1 Návrh polotovaru

Rozbor součástí s materiálovými vlastnostmi je popsán v kapitole 2.2. Volba přídatku obrábění na polotovaru pro jeden kus je volena v kapitole 3.1.1.

V sériové a malosériové výrobě se volí polotovary normalizované i nenormalizované. Důležité je znát počet vyráběných kusů v sérii. Vzhledem k zadaným 30 kusům jsou voleny níže uvedené varianty polotovaru:

- První variantou je zápustkového kování polotovaru. Cena výroby zápustky se může u větších součástí pohybovat až k 700 000,- Kč. Dále by bylo zapotřebí ostříhovacího nástroje o ceně přibližně okolo 300 000,- Kč. Ceny zápustky a ostříhovacího nástroje jsou informativní, musela by se provést přesné ocenění firmou se specializací. Volba tvarových zápustek je spíše pro velké série s počtem 1000 kusů a více, kde je zapotřebí snížit ztrátový materiál třískovým obráběním, snížit jednotkový čas výroby  $t_A$ . Vzhledem k malé sérii je volba výroby polotovaru zápustkovým kovááním **zamítnuta**.
- Druhou variantou je tyč kovaná za tepla nehrubovaná ČSN 42 9010, se kterou bude počítáno pro stupeň využití materiálu z jednoho přířezu. Vzhledem k malosériové výrobě s počtem 30 kusů je volen přírůstek na obrábění stejný jako při kusové výrobě. Je to z důvodů větších mezních úchylek přesností pro větší průměry kovaných tyčí až  $\pm 4$  mm. Při velkých sériích, nebo hromadné výrobě jsou však voleny přídatky co nejmenší s přihlédnutím na mezní úchylky polotovaru [2].
- Třetí možnou variantou, u které bude vypočítán stupeň využití materiálu, je výroba odlitků do pískových forem. Materiál odlitku je volen ekvivalentní dodavatelskou firmou GS 60 podle DIN 1681. Přídatky na obrábění se u odlitků volí podle sériovosti výroby a jsou cenově přijatelné. Po konzultacích s dodavatelem bylo zamítnuto předlití vnitřního otvoru [28].

#### 4.1.1 Tyč kovaná za tepla

Výpočet průměru a délky polotovaru z tyče kované za tepla nehrubované bylo rozvedeno v kapitole 3.1.1, rozměry polotovaru tedy jsou  $\varnothing 250-694$  mm.

### Výpočet koeficientu využití materiálu z tyče

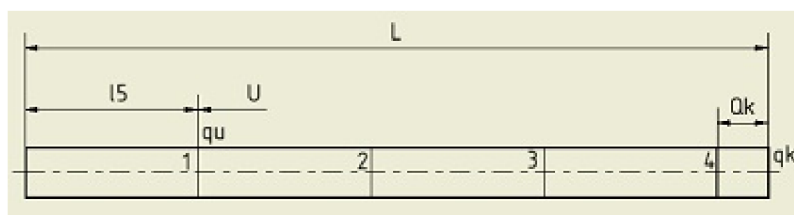
Hmotnost přířezu  $\varnothing 250$ -694 mm a konečné součásti včetně trnu bylo vypočítáno pomocí programu Autodesk Inventor Professional 2016 [27].

$$Q_p = 267,4 \text{ kg}$$

$$Q_s = 71,15 \text{ kg}$$

kde:  $Q_p$  [kg] - hmotnost polotovaru,

$Q_s$  [kg] - hmotnost konečné součásti (včetně trnu).



Obr. 4.1 Ztráty materiálu dělením tyčí a obráběním [1, 7].

Na obrázku 4.1 je zobrazeno dělení tyčí se ztrátou materiálu po dělení.

Délka nevyužitého konce každé 3 000 mm tyče je dána následujícím vzorcem (4.1) [1, 7]:

$$L_k = L_T - N \cdot (L_p + t_p) \text{ [mm]} \quad (4.1)$$

kde:  $L_k$  [mm] - nevyužitý konec z jedné tyče,

$L_T$  [mm] - délka tyče,

$N$  [ks] - počet přířezů z tyče,

$L_p$  [mm] - délka polotovaru,

$t_p$  [mm] - šířka pilového pásu pily.

$$L_k = 3\,000 - 4 \cdot (694 + 0,9) = 220,4 \text{ mm}$$

Délka nevyužitého konce každé 6 000 mm tyče je dána stejným vzorcem 4.1:

$$L_k = 6\,000 - 8 \cdot (694 + 0,9) = 440,8 \text{ mm}$$

Délka nevyužitého konce jedné 3 000 mm tyče je **220,4 mm** a délka nevyužitý konec tyče u 6 000 mm tyče je dvojnásobná. Obě délky vyhovují pro další využití při další výrobě např. rotačních součástí. Výhoda je i díky velkému  $\varnothing 250$  mm tyče. Nevyužitý konec tyče může být použit např. pro díly hydraulických válců řady CD a HD (obr. 3). Vzhledem k dalším možnostem využití konce tyče bude počítán nevyužitý konec tyče jako  $q_k = 0$ .

Výpočet ztrát materiálu při dělení tyče je ověřen v programu Autodesk Inventor Professional 2016 [27].

Ztráta materiálu při dělení tyče připadající na jeden polotovar se vypočte následujícím vzorcem (4.2) [1, 7]:

$$q_u = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot t_p}{4} \cdot \rho \cdot 10^{-6} \text{ [kg]} \quad (4.2)$$

kde:  $q_u$  [kg] - ztráta materiálu vzniklá dělením tyče připadající jeden polotovar,  
 $D$  [mm] - průměr tyče,  
 $t_p$  [mm] - šířka pilového pásu pily.  
 $\rho$  [kg·dm<sup>-3</sup>] - hustota oceli 7 850 kg·dm<sup>-3</sup>.

$$q_u = \frac{\pi \cdot 250^2 \cdot 0,9}{4} \cdot 7,850 \cdot 10^{-6} = 0,346 \text{ kg}$$

Ztráta materiálu po obrábění přídavek je vypočtena následujícím vzorcem (4.3) [1, 7]:

$$q_o = Q_p - Q_s \text{ [kg]} \quad (4.3)$$

kde:  $q_o$  [kg] - ztráta obráběním přídavek polotovaru,  
 $Q_p$  [kg] - hmotnost polotovaru,  
 $Q_s$  [kg] - hmotnost konečné součásti (vřetene trnu).

$$q_o = 267,4 - 71,15 = 196,25 \text{ kg}$$

Výpočet ztráty materiálu z jedné tyče je dán následujícím vzorcem (4.4) [1, 7]:

$$Z_m = q_k + q_u + q_o \text{ [kg]} \quad (4.4)$$

kde:  $Z_m$  [kg] - celková ztráta materiálu,  
 $q_k$  [kg] - ztráta z nevyužitého konce jedné tyče,  
 $q_u$  [kg] - ztráta materiálu vzniklá dělením tyče připadající na jeden polotovar,  
 $q_o$  [kg] - ztráta obráběním přídavek na polotovar.

$$Z_m = 0 + 0,346 + 196,25 = 196,596 \text{ kg}$$

Norma spotřeby materiálu s celkovými ztrátami z tyče na jeden polotovar je dána následujícím vzorcem (4.5) [1, 7]:

$$N_m = Q_s + Z_m \text{ [kg]} \quad (4.5)$$

kde:  $N_m$  [kg] - norma spotřeby materiálu,  
 $Q_s$  [kg] - hmotnost konečné součásti (vřetene trnu),  
 $Z_m$  [kg] - celková ztráta materiálu.

$$N_m = 71,15 + 196,596 = 267,746 \text{ kg}$$

Koeficient využití materiálu (4.6) [1, 7]:

$$k_m = \frac{Q_s}{N_m} [-] \quad (4.6)$$

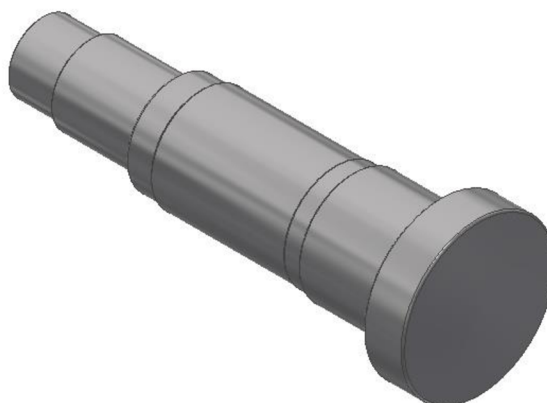
kde:  $k_m$  [-] - koeficient využití materiálu,  
 $Q_s$  [kg] - hmotnost konečné součásti (vřetene trnu),  
 $N_m$  [kg] - Norma spotřeby materiálu.

$$k_m = \frac{71,15}{267,746} = 0,265$$

Koeficient využití materiálu pro kovanou tyč za tepla vyšel  $k_m = 0,265$  v přepočtu na procenta vychází 26,5 %. Do výpočtu nebyly zahrnuty ztráty nevyužitého konce tyče  $q_k$ . Ve strojírenství se vhodné rozmezí  $k_m$  pohybuje v rozsahu 0,4 až 0,8. Vypočítaný koeficient leží výrazně pod rozsahem hodnot a z toho vyplývá, že na další zpracování polotovaru z tyče kované za tepla nehrubované bude zapotřebí více času.

#### 4.1.2 Odlitek do pískové formy

Přidavky polotovaru se určují podle stupně velikosti a přesnosti odlitku. Pro vyráběnou součást vřeteno trnu je volen stupeň velikosti přidavků 5 se stupněm přesnosti 5, jedná se o větší přidavky, které jsou vhodné pro malosériovou výrobu. S vyšší sériovostí výroby se přidavky na obrábění snižují. Tabulky s přidavky na obrábění se určují podle tabulky přiložené v příloze 3.



Obr 4.2 Odlitek vřetene trnu [27].

Po přidání přidavků a úkosů do modelu součásti, byla zjištěna hmotnost odlitkového polotovaru pomocí programu Autodesk Inventor Professional 2016 [27].

$$Q_o = 118,4 \text{ kg}$$

$$Q_s = 71,15 \text{ kg}$$

kde:  $Q_o$  [kg] - hmotnost odlitkového polotovaru,

$Q_s$  [kg] - hmotnost konečné součásti (vřetene trnu).

Při výpočtu ztráty materiálu se počítá pouze se ztrátou materiálu obráběním. Ztráta materiálu při využití odlitkového polotovaru se vypočte následujícím vzorcem (4.7) [1, 7].:

$$q_o = Q_o - Q_s \text{ [kg]} \quad (4.7)$$

kde:  $q_o$  [kg] - ztráta obráběním přidavků na polotovaru,

$Q_o$  [kg] - hmotnost odlitkového polotovaru,

$Q_s$  [kg] - hmotnost konečné součásti (vřetene trnu).



$$q_o = 118,4 - 71,15 = 47,25 \text{ kg}$$

Výpočet ztráty materiálu z odlitkového polotovaru se vypočte následující vzorcem (4.8) [1, 7]:

$$Z_m = q_o \text{ [kg]} \quad (4.8)$$

kde:  $Z_m$  [kg] - celková ztráta materiálu,  
 $q_o$  [kg] - ztráta obráběním přídavek na polotovaru.

$$Z_m = 47,25 \text{ kg}$$

Norma spotřeby odlitkového polotovaru se vypočte následujícím vzorcem (4.9) [1, 7]:

$$N_m = Q_s + Z_m \text{ [kg]} \quad (4.9)$$

kde:  $Q_s$  [kg] - hmotnost hotové součásti (vřetene trnu),  
 $Z_m$  [kg] - celková ztráta materiálu,  
 $N_m$  [kg] - norma spotřeby materiálu.

$$N_m = 71,15 + 47,25 = 118,4 \text{ kg}$$

Koeficient využití materiálu se vypočte následujícím vzorcem (4.10) [1, 7].

$$k_m = \frac{Q_s}{N_m} [-] \quad (4.10)$$

kde:  $k_m$  [-] - koeficient využití materiálu z odlitku,  
 $Q_s$  [kg] - hmotnost konečné součásti (vřeteno trnu),  
 $N_m$  [kg] - norma spotřeby materiálu.

$$k_m = \frac{71,15}{118,4} = 0,60$$

Koeficientu využití materiálu leží v rozsahu  $k_m$  0,4 – 0,8, v přepočtu je hodnota využití materiálu 60 %. Hodnota se blíží ke  $k_m = 1$ , znamená to, že při zpracování odlitku je zapotřebí méně výrobního času, než u varianty přířezu z tyče kované.

#### 4.2 Volba strojů pro malosériovou výrobu

Vzhledem k výrobní sérii, která je zadaná firmou. Jsou pro výrobu voleny stejné stroje jako pro kusovou výrobu v kapitole 3.2. Budou doplněny pásovou pilou na dělení tyčí kovaných nehrubovaných.

##### **Pásová pila na kov ARG 300 H.F., PILOUS spol. s.r.o.**

Pásová pila na kov (obr. 4.3) od firmy Pilous, spol. s.r.o. je robustní universální pásová pila, která najde všeobecné uplatnění hlavně v nepřetržitých výrobních provozech až po klasické zámečnické a údržbářské dílny. Stroj je vybavený jednoduchým hydraulickým agregátem k ovládní ramene. To umožňuje automatické zvedání ramene. Tím se usnadní práce pro obsluhu pily. Posuvný řez je prováděn pomocí vlastní váhy ramene a regulovaný je škrťicím ventilem. Pila má možnost nastavitelnou optimální posuvovou rychlost s rychlostí pilového

pásu. Hlavní motor pily má výkon 3 kW. Rychlost pásu je možno volit v rozmezí 15 – 90 m/min. Technické parametry a dopravníky k pile jsou přiloženy v příloze 1 [26].



Obr. 4.3 Pásová pila ARG 300 H.F. [26].

### 4.3 Volba nástrojů

Použité nástroje pro výrobu jako břitové destičky s držáky, vrtáky, závitníky a brousícími kotouči jsou sepsány do tabulky 4.1 a pro variantu odlitkového polotovaru jsou pouze vybrány VBD pro litou ocel, které jsou sepsány se stejnými držáky do tab. 4.2. Ostatní nástroje uvedené v tabulce 4.1 zůstanou pro obě varianty stejné. Nástrojový list slouží jako podklad pro pracovníky obsluhy strojů v operacích. K sestavení nástrojového listu byly použity katalogy dodavatelských firem Hoffman, Prametools a další. Grafické zobrazení nástrojů s technologickými parametry jsou přiloženy v příloze 2.

Tab. 4.1 Nástrojový list [17, 18, 19, 24, 25].

Číslo	Nástroj / Držák VBD	VBD	Značení	Prodejce
T1	Středící vrták A6,3 ČSN 22 1110	-	HSS	B.O.S. spol. s.r.o.
T2	Soustružnický nůž PCLNR 3232P12	CNMG 120404 / CNMM 120408	P10 (HB7010) / P10 (CA510)	Hoffman
T3	Soustružnický nůž GFIR 2525 M 04	LCMF 0416MO-MP	8030	Prametools
T4	Soustružnický nůž PSSNR 2525M12	SNMG 120404	P10 (HB7020)	Hoffman
T5	Soustružnický nůž SRGCR 2525M10	RCMX 1003	P10 (HB7010)	Hoffman
T6	Soustružnický nůž A40T PCLNR12	CNMG 120404 / CNMM 120408	P10 (HB7010) / P10 (CA510)	Hoffman
T7	Soustružnický nůž závitů 27 2001 DIN 4984 – 32/16	27 0700	P20 (HB7010)	Hoffman

<b>T8</b>	Extra dlouhý vrták ø50x765 ZV 5001	-	HSS	B.O.S. spol. s.r.o.
<b>T9</b>	Vrták ø14x169 ČSN 22 1121	-	HSS	B.O.S. spol. s.r.o.
<b>T10</b>	Strojní závitník M16 ČSN 22 3043	-	HSSE	B.O.S. spol. s.r.o.
<b>T11</b>	Drážkovací fréza ø13 DIN 327 D	-	HSS-Co8	Hoffman
<b>T12</b>	Drážkovací fréza ø19 DIN 327 D	-	HSS-Co8	Hoffman
<b>T13</b>	Brousící kotouč 50x50x16 89A60J5V50	-	89A	Tyrolit
<b>T14</b>	Brousící kotouč 500x80x203 99BA60K9V50 423665	-	99BA	Tyrolit

Tab. Držáky a VBD odlitkový polotovár [17, 18, 19].








Číslo	Nástroj / Držák VBD	VBD	Značení	Prodejce
<b>T15</b>	Soustružnický nůž PCLNR 3232P12	CNMG 120404 / CNMM 120408	M10 (HB7120)/M30 (HB7140)	Hoffman
<b>T16</b>	Soustružnický nůž GFIR 2525 M 04	LCMF 0416MO-MP	8030	Prametools
<b>T17</b>	Soustružnický nůž PSSNR 2525M12	SNMG 120404	M10 (HB7120)	Hoffman
<b>T18</b>	Soustružnický nůž SRGCR 2525M10	RCMX 1003	M30 (HB7135)	Hoffman
<b>T19</b>	Soustružnický nůž A40T PCLNR12	CNMG 120404 / CNMM 120408	M10 (HB7120)/M30 (HB7140)	Hoffman








#### 4.4 Měřidla

V tabulce 4.3 jsou uvedeny měřidla, které budou použity při výrobě. Měřicí pomůcky jsou standardním vybavením dílny firmy s OTK. Měřicí pomůcky jsou vybrány z katalogů firem Somet, Kinex a Unimetra.

Tab. 4.3 Měřicí pomůcky [20, 21, 22].

Číslo / kat. číslo	Měřidlo / přesnost [mm]	Znázornění	Rozsah měření / délka ramen[mm]	Numerický krok [mm]
<b>M1</b> <b>906.480</b> <b>Somet</b>	Absolutní digitální posuvné měřidlo ±0,05		0-150 / 40	0,01

<b>M2</b> <b>906.482</b> <b>Somet</b>	Absolutní digitální posuvné měřidlo $\pm 0,09$		0-300 / 60	0,01
<b>M3</b> <b>6016-2-200</b> <b>Kinex</b>	Posuvné měřidlo analogové $\pm 0,1$		0-800/200	0,05
<b>M4</b> <b>836.403</b> <b>Somet</b>	Analogový hloubkoměr $\pm 0,05$		0-300 / 150	0,05
<b>M5</b> <b>836.717</b> <b>Somet</b>	Třídotykový dutinový mikrometr $\pm 0,010$ mm		80-90 / 200 - 300	0,001
<b>M6</b> <b>836.714</b> <b>Somet</b>	Třídotykový dutinový mikrometr $\pm 0,003$ mm		50-60 / 40-50	0,001
<b>M7</b> <b>7031-02- 125</b> <b>Kinex</b>	Třmenový mikrometr digitální $\pm 0,006$		100 -125	0,001
<b>M8</b> <b>7031-02- 175</b> <b>Kinex</b>	Třmenový mikrometr digitální $\pm 0,007$		150 - 175	0,001

<b>M9 7008 Kinex</b>	Třmenový mikrometr $\pm 0,005$		75 – 100	0,01
<b>M10 7025-0 Kinex</b>	Třmenový mikrometr DIN 863		100 – 200	0,01
<b>M11 7021 Kinex</b>	Třmenový mikrometr $\pm 0,008$		225 – 250	0,01
<b>M12 907.885 Somet</b>	Univerzální digitální úhloměř $\pm 5'$ nebo $\pm 0,08^\circ$		300 / 360°	30 <sup>''</sup> nebo 0
<b>M13 0000 Unimetra</b>	Závitový kalibr M16 - 6H DIN ISO 13		-	-
<b>M14 0093 Unimetra</b>	Závitový kroužek M160x2 - 6g DIN ISO 13		-	-
<b>M15 0093 Unimetra</b>	Závitový kroužek M110x2 - 6g DIN ISO 13		-	-

<p><b>M16</b> <b>1150-10 /</b> <b>1155-02-</b> <b>001</b> <b>Kinex</b></p>	<p>Stojánek KINEX UMAG – set s hodinkami ISO 46325</p>		<p>0-1</p>	<p>0,001</p>
<p><b>M17</b> <b>7110-94</b> <b>Kinex</b></p>	<p>Mikrometr dutinový do díry – analogový úchylkoměr</p>		<p>50-160</p>	<p>0,001</p>

Rozsáhlý počet třmenových mikrometrů je volen z důvodů rozdílných rozsahů měření. Budou použiti pro tolerance j6 a pro tolerance h8. Otvor  $\varnothing 50$  skrz součást vřetene trnu bude kontrolován upínacím šroubem trnů, který je uložen s dostatečnou vůlí. V listu měřidel není uváděn drsnoměr Surftest SJ-210 firmy Unimetra, parametry přístroje jsou přiloženy 2 s nástroji. Tvar a hloubka kužele bude kontrolován při broušení protikusem trnem. Hloubka kužele se kontroluje pomocí nasazení a dolehnutí opěrné části trnu na čelní plochu vřetene trnu. Úhel  $11^{\circ}25' \pm 3'$  kužele bude kontrolován pomocí nanesení čar modré křídly na protikus trn, po nasunutí trnu do kužele a pootáčení musí být barva na trnu zřetelně smazána.

#### 4.5 Výrobní postup

Výrobní postup pro malosériovou výrobu bude podrobněji vypracován formou průvodky. Uvedené operace jsou podrobněji rozepsány do úseků, ke kterým jsou napsány technologické podmínky, měřidla a časy podle níže uvedených výpočtových vzorců [12, 13].

#### Výpočet strojního času pro soustružení válcových ploch

Vzorový výpočet pro soustružení v operaci 03/03 hrubovat z  $\varnothing 250$  na  $\varnothing 111_{-0,35}^0$ .

Výpočty otáček vřetene se vypočtou následujícím vzorcem (4.11) [2]:

$$n = \frac{v_c \cdot 10^3}{\pi \cdot D} \text{ [min}^{-1}\text{]} \quad (4.11)$$

kde:  $n$  [min<sup>-1</sup>] – otáčky vřetene,  
 $D$  [mm] – průměr obrobku,  
 $v_c$  [m·min<sup>-1</sup>] – řezná rychlost.

$$n = \frac{130 \cdot 10^3}{\pi \cdot 250} = 165,5 \doteq 165 \text{ min}^{-1}$$

Výpočty drah nástrojů se vypočtou podle následujícího vzorce (4.12) [6]:

$$L = l + l_n + l_p \text{ [mm]} \quad (4.12)$$

kde:  $L$  [mm] – dráha nástroje,

$l$  [mm] – délka obráběné plochy,

$l_n$  [mm] – délka náběhu,

$l_p$  [mm] – délka přeběhu.

$$L = 204 + 2 + 0 = 206 \text{ mm}$$

Výpočet strojních časů pro soustružení válcových ploch se vypočtou podle následujícího vzorce (4.13) [2]:

$$t_{AS} = \frac{L \cdot i}{n \cdot f} \text{ [min]} \quad (4.13)$$

kde:  $t_{AS}$  [min] – strojní čas,

$L$  [mm] – dráha nástroje,

$f$  [mm] – posuv nástroje,

$i$  [-] – počet třísek.

$$t_{AS} = \frac{206 \cdot 9}{165 \cdot 0,8} = 14,04 \text{ min}$$

### Výpočet strojního času pro čelní soustružení při konstantních otáčkách

Vzorový výpočet pro operaci 03/03 zarovnat čelo zarovnat čelo  $692 \pm 0,5$ .

Strojní časy čelních soustružení při konstantních otáčkách se vypočtou podle následujícího vzorce (4.14) [2]:

$$t_{AS} = \frac{D^2 \cdot \pi}{2 \cdot 10^3 \cdot f \cdot v_c} \text{ [min]} \quad (4.14)$$

kde:  $t_{AS}$  [min] – strojní čas,

$D$  [mm] – průměr obrobku,

$f$  [mm] – posuv nástroje,

$v_c$  [ $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ] – řezná rychlost.

$$t_{AS} = \frac{250^2 \cdot \pi}{2 \cdot 10^3 \cdot 0,3 \cdot 180} = 2,72 \text{ min}$$

**Výpočet strojního času pro vrtání**

Vzorový výpočet strojního času pro vrtání v operaci 08/08 vrtat díru 14 do hloubky 30.

Pro výpočet otáček je použit stejný vzorec jako pro soustružení válcových ploch 4.11 a pro výpočet délky dráhy nástroje vzorec 4.12.

Výpočty strojních časů pro vrtání se vypočtou podle následujícího vzorce (4.15) [2]:

$$t_{AS} = \frac{L}{n \cdot f} [min] \quad (4.15)$$

kde:  $t_{AS}$  [min] – strojní čas,

$n$  [ $min^{-1}$ ] – otáčky nástroje,

$L$  [mm] – dráha nástroje,

$f$  [mm] – posuv nástroje.

$$t_{AS} = \frac{32}{570 \cdot 0,25} = 0,22 \text{ min}$$

**Výpočet strojního času pro frézování drážek**

Vzorový výpočet strojního času pro frézování v operaci 08/08 frézovat drážku 13 délky 62.

Posuvové rychlosti  $v_f$  se vypočtou podle následujícího vzorce (4.16) [6]:

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n [mm \cdot min^{-1}] \quad (4.16)$$

kde:  $v_f$  [ $mm \cdot min^{-1}$ ] – posuvová rychlost,

$f_z$  [mm] – posuv na zub,

$z$  [-] počet zubů frézy,

$n$  [ $min^{-1}$ ] – otáčky nástroje.

$$v_f = 0,025 \cdot 2 \cdot 170 = 8,5 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$$

Dráhy nástroje  $L$  se vypočtou podle vzorce 4.12.

Výpočty strojních časů pro frézování se vypočtou podle následujícího vzorce (4.17) [2]:

$$t_{AS} = \frac{L \cdot i}{v_f} [min] \quad (4.17)$$

kde:  $t_{AS}$  [min] – strojní čas,

$L$  [mm] – dráha nástroje,

$i$  [-] – počet třísek,

$v_f$  [ $mm \cdot min^{-1}$ ] – posuvová rychlost.

$$t_{AS} = \frac{64 \cdot 2}{8,5} = 15,05 \text{ min}$$



### Výpočet strojního času pro vnější broušení, mezi hroty a vnitřní

Vzorový výpočet strojního času pro broušení v operaci 10/10 brousit plochu  $\varnothing 160,05_{-0,063}^{+0}$  na  $\varnothing 160,05_{-0,011}^{+0,014}$  Ra 1.6.

Délky broušených ploch se vypočtou podle následujícího vzorce (4.18) [2, 6]:

$$L = l + l_n + l_p + B_k \text{ [mm]} \quad (4.18)$$

kde:  $L$  [mm] – dráha nástroje,  
 $l$  [mm] – délka obráběné plochy,  
 $l_n$  [mm] – délka náběhu,  
 $l_p$  [mm] – délka přeběhu,  
 $B_k$  [mm] – šířka brousícího kotouče.

$$L = 111 + 2 + 0 + 80 = 193$$

Počty záběrů u broušení se vypočtou podle následujícího vzorce (4.19) [2, 6]:

$$i = \frac{a}{h} [-] \quad (4.19)$$

kde:  $i$  [-] – počet záběrů,  
 $a$  [mm] – přírůstek na broušení,  
 $h$  [mm] – hloubka řezu.

$$i = \frac{0,05}{0,003} = 16,6 \cong 17$$

Výpočty otáček broušeného dílce se vypočtou podle následujícího vzorce (4.20) [6]:

$$n_w = \frac{v_w \cdot 10^3}{\pi \cdot d_w} \text{ [min}^{-1}\text{]} \quad (4.20)$$

kde:  $n_w$  [min<sup>-1</sup>] – frekvence otáčení obrobku,  
 $d_w$  [mm] – průměr obrobku,  
 $v_w$  [m·min<sup>-1</sup>] – obvodová rychlost obrobku.

$$n = \frac{10 \cdot 10^3}{\pi \cdot 160,05} = 19,89 \cong 20 \text{ min}^{-1}$$

### Výpočet strojního času pro broušení

Výpočty strojních časů pro broušení ploch se vypočtou podle následujícího vzorce (4.21) [2]:

$$t_{AS} = \frac{L \cdot (i + i_p)}{n_w \cdot f} \text{ [min]} \quad (4.21)$$

kde:  $t_{AS}$  [min] – strojní čas,  
 $L$  [mm] – délka broušené plochy s náběhem a přeběhem,

$f$  [mm] – posuv na jednu otáčku dílce,  
 $n_w$  [ $\text{min}^{-1}$ ] – frekvence otáčení obrobku,  
 $i_v$  [-] – počet vyjiskřovacích záběrů,  
 $i$  [-] – počet záběrů.

$$t_{AS} = \frac{193 \cdot (17)}{20 \cdot 24} = 7,23 \text{ min}$$

### Jednotkový čas operace $t_A$

Jednotkový čas operace  $t_A$  je tvořen ze tří složek, které se dále člení. Čas se vztahuje na produkci množství (kg, ks, m apod.).

První složka je čas nutný  $t_{A1}$  k provedení úkonů pro vykování předepsané operace u každého kusu, kde je zahrnuto například měření součásti, upínání do sklíčidla apod. Čas obecně nutných přestávek  $t_{A2}$  např. při namáhavé práci při výrobě, ve kterém je zahrnut oddech pracovníka a podmíněčně nutných přestávek  $t_{A3}$ , je zahrnuto např. čekání na doběh, nebo ukončení automatického cyklu stroje. [1].

Kvůli složitému určování jednotlivých složek  $t_{A1}$ ,  $t_{A2}$ ,  $t_{A3}$ , které se dále rozdělují na další složky, firma je počítá do jednotkového času jako vedlejší čas  $t_{AV}$ . Čas vedlejší  $t_{AV}$  je počítán firmou přírážkou ke strojnímu času  $t_{AS}$ . Přírážkový koeficient je volený podle složitosti součásti s přihlédnutím na tvarovou složitost součásti. Koeficient vedlejšího času je 0,8 k operacím soustružení a v operaci dělení materiálu pouze 0,3. Pro operace vnějšího broušení je volen koeficient na vedlejší čas 1 a pro vnitřní plochy vzhledem ke složitému upínání, manipulaci, manipulaci při měření vnitřního kužele trnu koeficient 1,5. Hodnoty skutečných vedlejších časů jsou měřeny při výrobě součásti a následně se upraví ve výrobním postupu. Koeficienty byly voleny na základě konzultací ve firmě. Jednotkové časy  $t_A$  operací se počítají pomocí vzorce 4.23 a vedlejší časy  $t_{AV}$  podle vzorce 4.22 [31].

### Výpočet vedlejšího času $t_{AV}$

Vzorový výpočet vedlejšího času  $t_{AV}$  pro operaci 08/08.

Výpočty vedlejších strojních časů se vypočtou podle následujícího vzorce (4.22) [31]:

$$t_{AV} = 0,8 \cdot t_{AS} \text{ [min]} \quad (4.22)$$

kde:  $t_{AV}$  [min] – vedlejší čas,

$t_{AS}$  [min] – strojní čas.

$$t_{AV} = 0,8 \cdot 29,49 = 23,59 \text{ min}$$

### Výpočet jednotkového času $t_A$

Vzorový výpočet jednotkového času  $t_A$  pro operaci 08/08.

Výpočty jednotkových časů  $t_A$  se vypočtou podle následujícího vzorce (4.23):

$$t_A = t_{AV} + t_{AS} \text{ [min]} \quad (4.23)$$

kde:  $t_A$  [min] – jednotkový čas.

$t_{AV}$  [min] – vedlejší čas,

$t_{AS}$  [min] – strojní čas.

$$t_A = 29,49 + 23,59 = 53,1 \text{ min}$$

### Dávkový čas operace $t_B$

Dávkový čas  $t_B$  je tvořen také ze tří hlavních složek jako jednotkový čas  $t_A$ . První složkou času je  $t_{B1}$ , který je nutný k prostudování příkazů pro práci, seřizování strojů, opatřování nářadí apod. Druhou složkou je podmíněčně nutná přestávka  $t_{B2}$  je vztažen pro počet dávek, sérií a je podobný složce času  $t_{A2}$ . Poslední složkou dávkového času je  $t_{B3}$ , čas podmíněčně nutné přestávky [1].

Souhrn složek dávkového času je vyjádřen jako  $t_B$ , který firma volí s přihlédnutím na složitost vyráběné součásti podle předchozí výroby tvarově podobných součástí. Dávkové časy pracovišť jsou voleny na základě konzultací [31].

### Jednotkový a dávkový čas s přírážkou směnového času

Po výpočtech a volbě jednotkových a dávkových časů je připočítán směnový čas  $t_C$ . Směnový čas je počítán formou přírážkového koeficient  $k_C$ . Směnový čas se stejně jako čas jednotkový  $t_A$  dělí na složky  $t_{C1}$ ,  $t_{C2}$  a  $t_{C3}$ . Složka nutného času  $t_{C1}$  je pro přípravu a úklid pracoviště při zahájení a skončení směny. Ve složce obecně nutných přestávek  $t_{C2}$  jsou počítány osobní potřeby pracovníka stroje a poslední složka podmíněčně nutných přestávek  $t_{C3}$  např. pro zahřátí stroje pro začátek práce [1, 4].

Ve firmě se počítají pouze složky  $t_{C1}$  a  $t_{C2}$ , kde je čas pro přípravu a úklid  $t_{C1} = 20$  minut a osobní potřeby pracovníka s očištěním  $t_{C2} = 25$  minut. Koeficient směnového času je počítán podle vzorce 4.24. Jednotkové a dávkové časy se směnovým časem jsou počítány vzorcem 4.25 [31].

### Výpočet koeficientu času $k_C$

Koeficient času  $k_C$  byl vypočten následujícím vztahem (4.24) [4]:

$$k_C = \frac{T_{sm}}{T_{sm} - t_C} [-] \quad (4.24)$$

kde:  $k_C$  [-] - koeficient přírážky směnového času,

$t_C$  [min] – směnový čas,

$T_{sm}$  [min] - čas denní směny (480 minut).

$$k_C = \frac{480}{480 - 45} = 1,103 \doteq 1,1$$

### Jednotkový čas s přírážkou směnového času $t_{AC}$

Vzorový výpočet jednotkového času se směnovou přírážkou  $t_{AC}$  pro operaci 08/08.

Jednotkové časy  $t_A$  a  $t_B$  s připočítáním směnového času byly vypočteny následujícím vztahem (4.25) [4]:

$$t_{AC} = t_A \cdot k_C [\text{min}] \quad (4.25)$$

kde:  $t_{AC}$  [min] - jednotkový čas s přírážkou směnového,

$t_A$  [min] - jednotkový čas operace,

$k_c$  [-] - přírážka směnového času.

$$t_{AC} = 53,1 \cdot 1,1 = 58,41 \text{ min}$$

Celkové shrnutí časů  $t_{AS}$ ,  $t_{AV}$ ,  $t_A$  a  $t_B$ , pro variantu výroby z přířezu kované tyče nehrubované jsou uvedeny v tabulce 4.4. V tabulce 4.5 jsou uvedeny přepočítané časy s přírážkami směnového času.

Tab. 4.4 Vypočítané strojní, vedlejší a jednotkové časy operací.

Operace / pracoviště	Strojní čas $t_{AS}$ [min]	Vedlejší čas $t_{AV}$ [min]	Jednotkový čas $t_A$ [min]	Dávkový čas $t_B$ [min/dáv.]
<b>01/01 Pásová pila Pilous</b>	21,92	6,57	28,49	30
<b>03/03 Hrotový soustruh SUI 63</b>	40,93	40,43	90,36	30
<b>04/04 Hrotový soustruh SUI 63</b>	35,86	26,69	62,55	30
<b>05/05 Hrotový soustruh SUI 63</b>	20,25	16,21	36,46	30
<b>08/08 Vodorovná vyvrtávačka W100A</b>	29,49	23,59	53,1	40
<b>10/10 Hrotová bruska BUB 50 Practic</b>	33,82	33,82	67,64	40
<b>11/11 Hrotová bruska BUB 50 Practic</b>	4,66	6,99	11,65	40

Tab. 4.5 Tabulka souhrnu časů pracovišť.

Pracoviště	Jednotkový čas s přírážkou směn. $t_{AC}$ [min]	Dávkový čas s přírážkou směn. $t_{BC}$ [min/dáv.]
<b>Pásová pila Pilous</b>	31,34	33
<b>Hrotový soustruh SUI 63</b>	208,31	99
<b>Vodorovná vyvrtávačka W 100 A</b>	58,41	33
<b>Hrotová bruska BUB 50 Practic</b>	87,31	88
<b>OTK</b>	-	-
<b>Ruční pracoviště</b>	-	-

Čas OTK a ručního pracoviště je volen stejně jako při kusové výrobě. Při výrobě budou přeměřeny všechny vyráběné kusy. Výrobní postup pro variantu odlitkového polotovaru jsou přiloženy v příloze 6. Pro variantu odlitkového polotovaru jsou časy počítány podle stejných výpočtů a jsou shrnuty do tabulek v technicko-ekonomickém zhodnocení.

## 5 TECHNICKO - EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Náklady na výrobu firma Hydraulické stroje a zařízení s.r.o. určuje podle hodinových nákladů pracoviště. V nákladech jsou započítány náklady na mzdy pracovníků pracovišť, spotřeba elektrické energie strojů, amortizace strojů, měřidla a nástroje. Hodinové náklady pracovišť byly konzultovány s ekonomickým vedením firmy a zapsány do tabulky 5.1 [32].

Tab. 5.1 Hodinové náklady pracoviště [32].

Pracoviště	Hodinové náklady pracoviště $N_h$ [Kč/hod]
Hrotový soustruh SUI 63	425,-
Vodorovná vyvrtávačka W 100A	750,-
Hrotová bruska BUB 50 Practic	950,-
OTK	380,-
Ruční pracoviště	350,-

### 5.2 Kusová výroba

#### 5.2.1 Zhodnocení volby polotovarů

Pro kusovou výrobu vřetene trnu byly navrženy dvě varianty polotovaru.

- První varianta je tyč kovaná za tepla nehrubovaná ČSN 42 9010 s cenou za přířez **8 781,- Kč**. Výhodou jsou přesnější rozměry po výrobě kované tyče. Nevýhodou je horší obrobiteľnosť a špatná drsnost na povrchu. Výhodou je nízká cena a krátká doba dodání 3 - 4 dny od objednání.
- Druhou variantou je volně kovaný výkovek kruhového čepu. Výhodou zvýšení využití materiálu a tím i snížení pracnosti při výrobě. Nevýhodou je špatná obrobiteľnosť, nepřesné rozměry s přídávky a dlouhá dodací doba 3 – 4 týdny. Cena volného výkovku je oceněna dodavatelskou firmou na 12 540,- Kč. Cena je o **3 759,- Kč vyšší**, rozdíl mezi využitím materiálu zanedbatelný. Cenový rozdíl pořizovacích nákladů na polotovar z velké části pokryje náklady výroby pracovišť.

**Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem byla zvolena pro výrobu jednoho kusu součásti varianta 1. Přířez tyče kruhové nehrubované kované za tepla  $\varnothing 250-694$  mm s cenou 8 781,- Kč.**

#### 5.2.2 Cena nákladů pracovišť

Vzorový výpočet pro hrotový soustruh SUI 63.

Ceny nákladů pracovišť byly vypočteny následujícím vztahem (5.1):

$$N_p = \frac{t \cdot N_h}{60} \text{ [Kč]} \quad (5.1)$$

kde:  $N_p$  [Kč] – náklady na pracoviště,  
 $t$  [min] – čas práce na pracovišti,  
 $N_h$  [Kč/hod] – hodinové náklady pracoviště.

$$N_p = \frac{490 \cdot 425}{60} = 3\,470,8 \doteq 3\,471 \text{ Kč}$$

V tabulce 5.2 jsou přepočítané náklady pracovišť na základě časů volených z firemních podkladů. V tabulce 5.3 jsou shrnuty celkové náklady na výrobu jednoho kusu včetně trnu v kusové výrobě.

Tab. 5.2 Náklady pracovišť.

Pracoviště	Čas práce na pracovišti t [min/ks]	Cena nákladů na pracoviště $N_p$ [Kč]
<b>Hrotový soustruh SUI 63</b>	490	3 471,-
<b>Vodorovná vyvrtávačka W 100A</b>	120	1 500,-
<b>Hrotová bruska BUB 50 Practic</b>	340	5 383,-
<b>OTK</b>	90	570,-
<b>Ruční pracoviště</b>	20	117,-
<b>Cena nákladů pracovišť celkem [Kč]</b>		<b>11 041,-</b>

Tab. 5.3 Cena nákladů na výrobu jednoho kusu včetně trnu.

Náklady	Cena [Kč]
<b>Polotovar</b>	8 781,-
<b>Pracoviště</b>	11 041,-
<b>Cena celkem</b>	<b>19 822,-</b>

#### Cena nákladů pracovišť s vypočtenými časy výroby

Pomocí vypočítaných časů u operací můžeme určit přesnější cenu jednoho kusu vyráběné součásti včetně trnu. Náklady pracovišť jsou stejné jako v tabulce 5.2. Budou doplněny hodinovými náklady pracoviště skladu s pásovou pilou, které jsou 370,- Kč/hod. Náklady na jeden kus včetně trnu v malosériové výrobě jsou v tabulce 5.4 a celkové náklady výroby jsou pak uvedeny v následující tabulce 5.5.

Tab. 5.4 Náklady pracovišť.

Pracoviště	Čas práce na pracovišti t [min/ks]	Cena nákladů na pracoviště $N_p$ [Kč]
<b>Pásová pila Pilous</b>	31,34	193,-
<b>Hrotový soustruh SUI 63</b>	208,31	1 476,-
<b>Vodorovná vyvrtávačka W 100A</b>	58,41	730,-
<b>Hrotová bruska BUB 50 Practic</b>	87,31	1 382,-
<b>OTK</b>	90	570,-
<b>Ruční pracoviště</b>	20	117,-
<b>Cena nákladů pracovišť celkem [Kč]</b>		<b>4 468,-</b>

Tab. 5.5 Cena nákladů na výrobu jednoho kusu včetně trnu.

Náklady	Cena [Kč]
<b>Polotovar</b>	8 556,-
<b>Pracoviště</b>	4 468,-
<b>Cena celkem</b>	<b>13 024,-</b>

### 5.3 Malosériová výroba

#### 5.3.1 Zhodnocení volby polotovarů

Pro malosériovou výrobu byly navrhovány dvě varianty polotovarů.

- Tyč kovaná za tepla nehrubovaná. Výhodou jsou přídavky na obrábění, které zůstali stejné vzhledem k malé sérii výroby. U větších sérií by bylo vhodné přídavky snížit na co nejmenší. Nevýhodou je malé využití materiálu  $k_m = 26,5 \%$ , které zvyšuje čas práce a nevyužití třísek po obrobení. Je to dáno rozdílnými průměry pro ložiska a přední přírubou pro uchycení příruby trnu.
- Odlitek do pískové formy z materiálu GS 60 podle DIN 1681. Pro vřetenou trnu byla zvolena varianta s většími přídavky na obrábění. Výhodou je snížení rozdílnosti průměrů mezi ložisky a tím zvýšení využití materiálu  $k_m = 60 \%$ . Výhody u odlévání do pískových forem jsou zejména u složitých tvarových součástí, které se těžce vyrábí jinou metodou, dále jsou to přesné rozměry polotovaru s dobrou obrobitelností i jakostí povrchu. Nevýhodou jsou pořizovací náklady dřevěného modelu a pískových forem, možné skryté vnitřní vady jako bubliny trhliny apod. Cena modelu se při větším počtu vyráběných kusů snižuje a tím se sníží pořizovací náklad jednoho kusu polotovaru.

#### Náklady tyčí kovaných nehrubovaných

Pro výpočet nákladů z tyčí nehrubovaných kovaných za tepla je třeba znát pořizovací náklady tyčí, které je možno dodávat od dodavatele.

Tyče byly nabídnuty dodavatelem v délkách 3 000 a 6 000 mm. Z každé z tyčí vznikají ztráty nevyužitým koncem a při dělení na přířezy, které budou vypočítány [9].

#### Výpočet pro tyč délky 3 000 mm:

##### Počet přířezů z tyče

Počet přířezů polotovarů z jedné 3 000 mm byl vypočten následujícím vztahem (5.2) [1, 7]:

$$N = \frac{L_T}{L_P + t_p} [ks] \quad (5.2)$$

kde:  $N$  [ks] - počet přířezů z tyče,

$L_T$  [mm] - délka tyče,

$L_P$  [mm] - délka polotovaru,

$t_p$  [mm] - šířka pilového pásu pily.

$$N = \frac{3\,000}{694 + 0,9} = 4,31 \doteq 4 \text{ ks}$$

##### Počet potřebných tyčí

Počet potřebných tyčí o délce 3 000 mm byl vypočten následujícím vztahem (5.3) [1, 7]:

$$T_n = \frac{N_s}{N} [ks] \quad (5.3)$$

kde:  $T_n$  [ks] - počet potřebných tyčí,

$N_s$  [ks] – počet vyráběných kusů,

$N$  [ks] - počet přířezů z tyče.

$$T_n = \frac{30}{4} = 7,5 \doteq 8 \text{ ks}$$

### Hmotnost tyčí

Hmotnost potřebných tyčí o délce 3 000 mm byla vypočtena následujícím vztahem (5.4):

$$m_T = T_n \cdot m \text{ [kg]} \quad (5.4)$$

kde:  $m_T$  [kg] - hmotnost tyčí,

$T_n$  [ks] - počet potřebných tyčí,

$m$  [kg] - hmotnost jedné 3 000 mm tyče.

$$m_T = 8 \cdot 1\,156 = 9\,248 \text{ kg}$$

Hmotnost tyče kované za tepla nehrubované o délce 3 000 mm byla vypočítána pomocí programu Autodesk Inventor 2016 [27].

### Cena tyčí

Cena tyčí pro danou sérii byla vypočtena následujícím vztahem (5.5):

$$K = m_T \cdot K_C \text{ [Kč]} \quad (5.5)$$

kde:  $K$  [Kč] - cena tyčí,

$m_T$  [kg] - hmotnost tyčí,

$K_C$  [Kč/kg] - cena jednoho kilogramu oceli od dodavatele [9].

$$K = 9\,248 \cdot 32 = 295\,936, - \text{ Kč}$$

Tab. 5.6 Srovnání variant tyčí 3 000 mm a 6 000 mm.

Délka tyče [mm]	Počet přířezů [ks]	Počet potřebných tyčí [ks]	Cena tyčí [Kč]
3 000	4	8	295 936,-
6 000	8	4	295 936,-

Z vypočtených hodnot uvedených v tabulce 5.6 vyplývá, že bude výhodnější nakoupit na sklad firmy tyče o délce 3 000 mm. Z ekonomického hlediska varianty vycházejí stejně, výhodou u kratších tyčí je snadnější manipulace a skladování.

### Náklady odlitkových polotovarů

K porovnání nákladů na výrobu, byla poptána cena výroby odlitkového polotovaru a dřevěného modelu (tab. 5.7). Pro zjištění výrobních časů jsou upraveny výrobní postupy pro vnější hrubovací operace pro variantu odlitkového polotovaru, ostatní rozměry na součásti jsou vyráběny se stejnými technologickými podmínkami jako u varianty přířezu z tyče kované.



Tab. 5.7 Náklady na odlitkové polotovary [28].

Náklady	Cena [Kč]
Dřevěný model odlitku	17 000,-
Výroba jednoho odlitku	9 600,-
<b>Cena 30 kusů odlitků</b>	<b>305 000,-</b>

Cena pořizovacích nákladů odlitků do pískových forem a tyčí kovaných nehrubovaných je o **9 064,- Kč** větší. Je to dáno započítáním celé pořizovací ceny 3 000 mm tyčí. Konce tyče bude možno dále využíván pro výrobu dílů stroje, jak bylo popsáno v kapitole 4.1.1, z toho důvodu bude počítáno porovnání pouze pro cenu jednoho odlitku a jednotlivých přířezů. Cena přířezu je **8 556,- Kč**.

Cena 30 přířezů vychází na **256 680,- Kč** a odlitkových polotovarů **305 000,- Kč** se započítaným dřevěným modelem.

**Rozdíl pořizovacích nákladů na polotovary vychází 48 320,- Kč**

### 5.3.2 Cena nákladů pracovišť

Při výrobě více kusů najednou se snižuje dávkový čas  $t_{BC}$ . Dávkový čas  $t_{BC}$  je rozdělen na počet kusů, tím se sníží čas práce na pracoviště  $t_{op}$ . Při výrobě 30 kusů vřetene trnu, bude dávka celý počet vyráběných kusů. Časy operací  $t_{AC}$  a  $t_{BC}$  operací budou sečteny podle pracoviště [4].

#### Čas práce pracoviště

Příklad výpočtu pro pracoviště 08/08 vodorovná vyvrtávačka.

Časy operací na pracovišti s výrobní dávkou byly vypočteny následujícím vztahem (5.6) [4]:

$$t_{op} = t_{AC} + \frac{t_{BC}}{d_v} \text{ [min/ks]} \quad (5.6)$$

kde:  $t_{op}$  [min/ks] – čas práce pracoviště (30 kusů),  
 $t_{AC}$  [min] - jednotkový čas s přírážkou směnového,  
 $t_{AB}$  [min/dáv.] – dávkový čas s přírážkou směnového,  
 $d_v$  [ks] – výrobní dávka (30 kusů).

$$t_{op} = 58,41 + \frac{33}{30} = 59,51 \text{ min/ks}$$

#### Náklady pro sérii

Příklad výpočtu pro pracoviště 08/08 vodorovná vyvrtávačka.

Náklady na výrobu 30 kusů součástí na jednom pracovišti byly vypočteny následujícím vztahem (5.7):

$$N_C = \frac{t_{op} \cdot N_h \cdot d_v}{60} \text{ [Kč]} \quad (5.7)$$

kde:  $N_C$  [Kč] – náklady pracoviště pro 30 kusů,  
 $t_{op}$  [min/ks] – čas práce pracoviště (30 kusů),  
 $N_h$  [Kč/hod] – hodinové náklady pracoviště,

$d_v$  [ks] – výrobní dávka (30 kusů).

$$N_c = \frac{59,14 \cdot 750 \cdot 30}{60} = 22\,177,5 \doteq 22\,178 \text{ Kč}$$

V tabulce 5.8 jsou uvedeny přepočítané časy s náklady pracovišť. Cena výroby z přířezů tyčí je uvedena v tabulce 5.9.

Tab. 5.8 Náklady pracovišť varianta přířez.

Pracoviště	Čas práce pracoviště $t_{op}$ [min/ks]	Náklady pracoviště $N_c$ [Kč]
<b>Pásová pila Pilous</b>	32,44	6 001,-
<b>Hrotový soustruh SUI 63</b>	211,61	44 967,-
<b>Vodorovná vyvrtávačka W 100 A</b>	59,51	22 316,-
<b>Hrotová bruska BUB 50 Practic</b>	90,24	42 864,-
<b>OTK</b>	90	17 100,-
<b>Ruční pracoviště</b>	20	3 500,-
<b>Cena nákladů pracovišť celkem [Kč]</b>		<b>136 748,-</b>

Tab. 5.9 Cena nákladů na výrobu série 30 kusů z tyčí kovaných.

Náklady	Cena [Kč]
<b>Přířezy z tyčí</b>	256 680,-
<b>Pracoviště</b>	136 748,-
<b>Cena celkem pro 30 kusů</b>	<b>393 428,-</b>

V tabulce 5.10 jsou uvedeny časy pro výrobu z odlitkového polotovaru. Časy práce na pracovišti jsou přepočítány vzorcem 5.6 a náklady pracoviště pro 30 kusů podle vzorce 5.7. Náklady na výrobu 30 kusů jsou uvedeny v následující tabulce 5.11.

Tab. 5.10 Náklady pracovišť varianta odlitek.

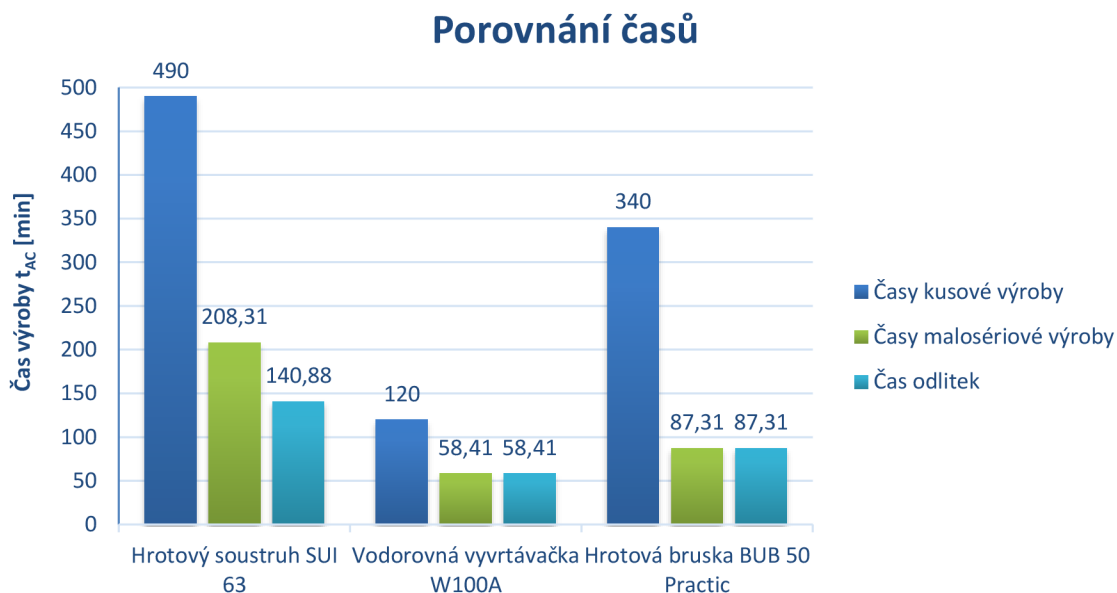
Pracoviště	Čas práce pracoviště $t_{op}$ [min/ks]	Náklady pracoviště $N_c$ [Kč]
<b>Hrotový soustruh SUI 63</b>	144,18	30 638,-
<b>Vodorovná vyvrtávačka W 100 A</b>	59,51	22 316,-
<b>Hrotová bruska BUB 50 Practic</b>	90,24	42 864,-
<b>OTK</b>	90	17 100,-
<b>Ruční pracoviště</b>	20	3 500,-
<b>Cena nákladů pracovišť celkem [Kč]</b>		<b>116 418,-</b>

Tab. 5.11 Cena nákladů na výrobu série 30 kusů z odlitkových polotovarů.

Náklady	Cena [Kč]
<b>Odlitky</b>	305 000,-
<b>Pracoviště</b>	116 418,-
<b>Cena celkem pro 30 kusů</b>	<b>421 418,-</b>

## 5.4 Porovnání časů a nákladů vypracovaných variant

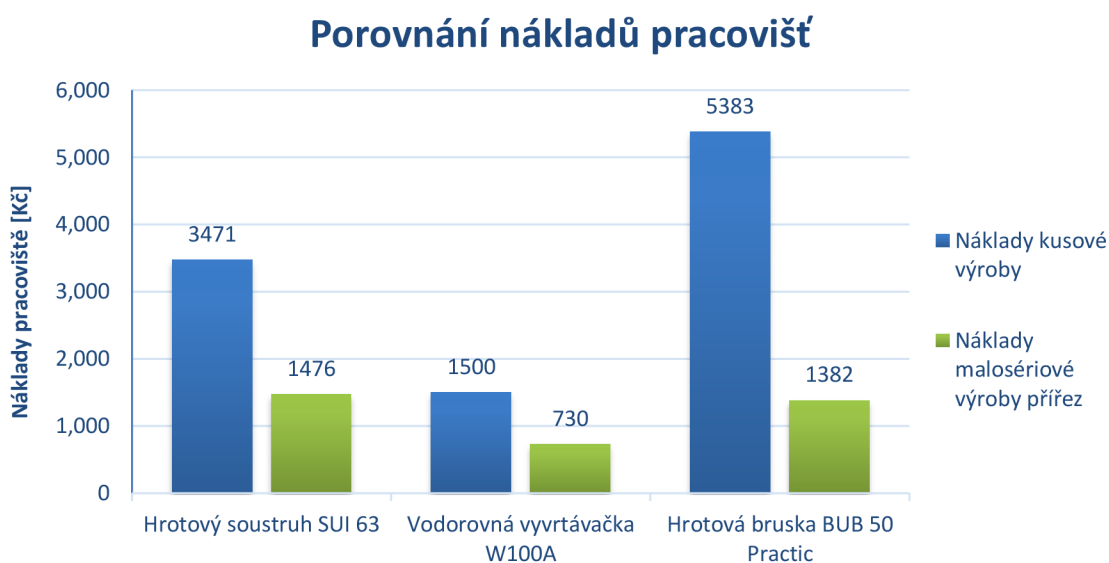
### • Porovnání časů



Obr. 5.1 Porovnání časů.

Na obrázku 5.1 je zobrazeno porovnání časů pro kusovou a sériovou výrobu. Časy v kusové výrobě jsou voleny z firemních podkladů na základě konzultací. Pro výrobu malosériovou se strojní časy vypočítaly pomocí vzorců uvedených v kapitole 4.5. Náklady na výrobu jednoho kusu se liší o **6 798,- Kč**. Je zahrnut čas výroby s odlitkovým polotovarem, který je odlišný pouze u hrotového soustruhu SUI 63. Čas OTK a ručního pracoviště jsou stejné a nejsou promítnuty do obrázku.

### • Porovnání nákladů

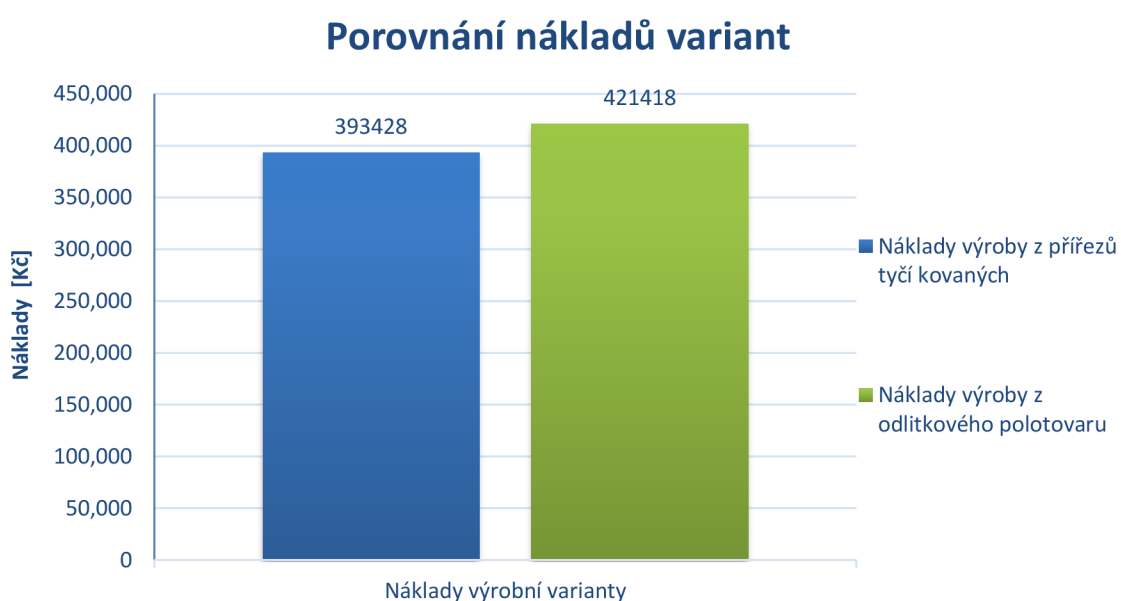


Obr. 5.2 Porovnání nákladů pracovišť.

Porovnávání nákladů pracovišť na obrázku 5.2 pro jeden kus včetně trnu volbě časů z firemních podkladů a po výpočtech jednotlivých časů. Na obrázku jsou uváděny náklady pracovišť, které jsou společné v kusové a malosériové výrobě. V obrázku není zahrnuta varianta výroby z odlitkového polotovaru, která je pouze pro malosériovou výrobu.

Největší náklady v kusové výrobě jsou u brusky BUB 50. Je to dáno výrobní časem zvětšen kvůli broušení vnitřního kuželu, kde se volí vzhledem ke složitosti větší vedlejší čas.. Vypočtené náklady v malosériové výrobě jsou podstatně nižší. Mohou se zvyšovat při výrobě prvního a dalších kusů. Dělník pracoviště zapisuje vedlejší časy výroby prvních kusů do tabulek, tak aby mohly být přesně vyčísleny vedlejší časy výroby.

- **Náklady série 30 kusů**



Obr. 5.3 Porovnání nákladů variant polotovarů.

Porovnání nákladů pro výrobu 30 kusů včetně trnu na obrázku 5.3, na obrázku jsou zahrnuty náklady na výroby z přířezů tyčí kovaných nehrubovaných a výroby z odlitkových polotovarů. Rozdíl ceny variant výroby je **27 990,- Kč**. Náklady pracovišť jsou o **20 330,- Kč** nižší, pokud je součást v sérii vyráběna z odlitkového polotovaru. Rozdíl ceny se sníží o výrobní časy hrubovacích úseků vnějších tvarů na soustruhu s nezapočítáním operace řezání přířezů na pásové pile.

**Z obrázku 5.3 vyplývá, že pro výrobu 30 kusů včetně trnu je výhodnější varianta výroby z tyčí kovaných za tepla nehrubovaných.**

## ZÁVĚR

V práci byly navrženy dvě varianty výroby. První varianta je zaměřena na výrobu jednoho kusu součásti. Druhá varianta pro výrobu 30 kusů. Z vypočtených nákladů v technicko-ekonomickém zhodnocení vyplývá, že největší podíl nákladů výroby v kusové výrobě, tak v sériové výrobě je pořizovací cena polotovaru. U kusové výroby tvoří z celkové ceny přířez tyče kované nehrubované 44 % a zbytek 56 % tvoří náklady pracovišť. S vypočítanými časy v malosériové výrobě je náklad na polotovar z ceny výroby jednoho kusu 66 %, pokud je výroba součásti z polotovaru tyče kované nehrubované. Z toho plyne, že i v malosériové výrobě je velká část ceny tvořena nákladem na pořízení polotovarů. Pro budoucí výroby při větších sériích by bylo vhodné zhotovení polotovaru rotačním odléváním, které by bylo konzultováno s dodavatelem tak, aby bylo možné předlžití otvoru skrze celou součást, protože zhotovení otvoru vrtáním zabírá největší výrobní čas při práci na hrotovém soustruhu.

### Shrnutí výsledků v kusové výrobě

- polotovar pro vřetenou trnu byla volena tyč kovaná za tepla nehrubovaná ø250-694 ČSN 42 9010 s cenou 8 781,- Kč,
- stroje pro výroby byly voleny – hrotový soustruh SUI 63, vodorovná vyvrtávačka W 100 A a hrotová bruska BUB 50 Practic,
- časy do sestaveného výrobního postupu byly voleny na základě konzultací ve firmě,
- v ekonomickém zhodnocení byly vypočteny náklady pracovišť na výrobu jednoho kusu na 11 041,- Kč,
- celková cena na výrobu jednoho kusu po započítání polotovaru na 19 822,- Kč,
- cena výroby jednoho kusu s vypočtenými časy vychází na 13 024,- Kč je o 6 798,- Kč nižší.

### Shrnutí výsledků v sériové výrobě

- výroba na stejných strojích jako v kusové výrobě, doplněna o pilu na dělení tyčí,
- stupeň využití materiálu tyče kované za tepla nehrubované je 26,5 % a pro odlitek 60 %,
- náklady na výrobu 30 kusů součásti z přířezů tyčí kovaných nehrubovaných vychází na 393 428,- Kč,
- náklady na výrobu 30 kusů součásti z odlitkových polotovarů vychází na 421 418,- Kč,
- rozdíl nákladů pracovišť je 20 330,- Kč,
- rozdíl ceny výroby z přířezů kovaných tyčí za tepla a odlitkových polotovarů je 27 990,- Kč,
- pro výrobu 30 kusů součásti je ekonomicky výhodnější varianta přířezů z tyčí kovaných za tepla nehrubovaných.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. Technologické procesy. *Obrábění* [PDF dokument]. *ust.fme.vutbr.cz* [online]. [vid. 2016-01-15]. Dostupné z: <http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TechnProcesy.pdf>.
2. KOČMAN, Karel. *Technologické procesy obrábění*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011. ISBN 978-80-7204-722-2.
3. LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 4., dopl. vyd. Úvaly: Albra, 2008. ISBN 978-80-7361-051-7.
4. NĚMEC, Vladimír. *Projektový management*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002. Poradce. ISBN 80-247-0392-0.
5. SVOBODA, Pavel. *Základy konstruování*. Vyd. 3., upr. a dopl. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2009. ISBN 978-80-7204-633-1.
6. KOČMAN, Karel a Jaroslav PROKOP. *Technologie obrábění*. Brno: CERM, 2001. ISBN 80-214-1996-2.
7. Ročníkový projekt II. *Obrábění* [PDF dokument]. *ust.fme.vutbr.cz* [online]. [vid. 2016-01-15]. Dostupné z: [http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/RocnikovyProjekt\\_II-obrabeni.pdf](http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/RocnikovyProjekt_II-obrabeni.pdf)
8. Hydraulické stroje a zařízení s.r.o. *Hydraulickestroje.cz* [online]. [vid. 2016-01-13]. Dostupné z: <http://www.hydraulickestroje.cz>
9. T-PROM s.r.o. Nákup polotovaru. *tprom.cz* [online]. 2016. [vid. 2016-01-20]. Dostupné z: <http://www.tprom.cz>
10. Tumlikovo. Konstrukční oceli. *tumlikovo.cz* [online]. 2016. [vid. 2016-01-20]. Dostupné z: <http://www.tumlikovo.cz/neuslechtile-uhlikovekonstrukcni-oceli-tridy-11-jejich-slozeni-a-tepelne-zpracovani/>
11. ČSN 11600. Ocel 11600. [PDF dokument]. *czferrosteel.cz* [online]. [vid. 2016-01-20]. Dostupné z: <http://www.czferrosteel.cz/pdf/tyce-11600.pdf>
12. Elektronická učebnice. Druhy výrobních postupů. *eluc.kr-olomoucky.cz* [online]. 2016. [vid. 2016-01-15]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1335>
13. Elektronická učebnice. [PDF dokument]. *eluc.kr-olomoucky.cz* [online]. [vid. 2016-01-15]. Dostupné z: [https://eluc.kr-olomoucky.cz/uploads/attachments/486/Vyrobní\\_technologicke\\_postupy.pdf](https://eluc.kr-olomoucky.cz/uploads/attachments/486/Vyrobní_technologicke_postupy.pdf)
14. Katalog obráběcích a tvářecích strojů VUT. *ust.fme.vutbr.cz* [online]. [vid. 2016-02-05]. Dostupné z: <http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/vyuka/katalog>
15. Hrotové brusky BUB 50 B Practic. *sub.cz* [online]. [vid. 2016-02-05]. Dostupné z: <http://www.sub.cz/tos-celakovice/hrotove/bub-50-b-practic.aspx>
16. Katalog brusek TOS Čelákovice. *sub.cz* [online]. [vid. 2016-02-07]. Dostupné z: <http://www.sub.cz/userfiles/spec/sub/files/TOS/Brusky%20CZ.pdf>

17. Hoffmann Qualitätswerkzeuge CZ s.r.o. *hoffmann-group.com* [online]. [vid. 2016-02-14]. Dostupné z: <https://www.hoffmann-group.com/CZ/cs/hot>
18. Navrtáváky, vrtáky, závitníky. [PDF dokument]. *bos-teplice.cz* [online]. [vid. 2016-02-14]. Dostupné z: [http://www.bos-teplice.cz/dokumenty/1\\_Vrtaky\\_05b.pdf](http://www.bos-teplice.cz/dokumenty/1_Vrtaky_05b.pdf)
19. Pramettools, s.r.o. Katalog soustružení 2014 [online]. [vid. 2016-02-15]. Dostupné z: <http://www.pramet.com/download.php?id=80>
20. Kinex measuring a.s. Katalog měřících přístrojů [online]. [vid. 2016-02-17]. Dostupné z: [http://www.kinexmeasuring.com/KATALOG\\_KINEX.pdf](http://www.kinexmeasuring.com/KATALOG_KINEX.pdf)
21. SOMET CZ s.r.o. [PDF dokument]. *sometcz.com* [online]. [vid. 2016-02-17]. Dostupné z: <http://www.sometcz.com/images/schut/index.html>
22. Ceník – kalibry. [PDF dokument]. *unimetra.cz* [online]. [vid. 2016-02-17]. Dostupné z: [http://www.unimetra.cz/soubory\\_materialy/166\\_1.pdf](http://www.unimetra.cz/soubory_materialy/166_1.pdf)
23. Drsnoměry a vzorkovnice drsnosti. [PDF dokument]. *unimetra.cz* [online]. [vid. 2016-02-17]. Dostupné z: [http://www.unimetra.cz/soubory\\_zbozi/80\\_1.pdf](http://www.unimetra.cz/soubory_zbozi/80_1.pdf)
24. Kotouč T1 500x80x203. *prodej Brusiva.cz* [online]. [vid. 2016-02-17]. Dostupné z: <http://www.prodejbrusiva.cz/kotouc-t1-500x80x203-99ba60k9v50-423665-tyrolit>
25. Kotouč T1 50x50x16. *prodej Brusiva.cz* [online]. [vid. 2016-02-17]. Dostupné z: <http://www.prodejbrusiva.cz/kotouc-t1-50x50x16-89a60j5v50-664708-tyrolit>
26. Pásová pila na kov ARG 300 H.F.. *pilous.cz* [online]. [vid. 2016-02-07]. Dostupné z: <http://pilous.cz/metal/pasove-pily-na-kov/hydraulicko-gravitaeni/arg-300-hf/>
27. Software pro strojírenské navrhování a 3D CAD. *autodesk.cz* [online]. [vid. 2016-01-05]. Dostupné z: <http://www.autodesk.cz/products/inventor/overview>
28. Šmeral Brno a.s. výrobce tvářecích strojů. *smeral.cz* [online]. 2016. [vid. 2016-03-05]. Dostupné z <http://www.smeral.cz>
29. Teichmann, M. Interview: *Výrobní časy kusové výroby*. Jednatel Hydraulické stroje a zařízení s.r.o., spol. s.r.o., Svitavská 500, 678 01 Blansko. 15. 1. 2016.
30. Teichmann, M. Interview: *Počet kusů výroby*. Jednatel Hydraulické stroje a zařízení s.r.o., spol. s.r.o., Svitavská 500, 678 01 Blansko. 15. 1. 2016.
31. Teichmann, M. Interview: *Výpočet vedlejšího času, dávkové a směnové časy*. Jednatel Hydraulické stroje a zařízení s.r.o., spol. s.r.o., Svitavská 500, 678 01 Blansko. 15. 1. 2016.
32. Bartáková, J. Interview: *Hodinové náklady pracoviště*. Vedoucí ekonomického a finančního úseku Hydraulické stroje a zařízení s.r.o., spol. s.r.o., Svitavská 500, 678 01 Blansko. 15. 1. 2016.

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka	Jednotka	Popis
<b>CNC</b>	[-]	Computer numeric control
<b>ČSN</b>	[-]	Česká státní norma
<b>DIN</b>	[-]	Německá norma
<b>EN</b>	[-]	Evropská norma
<b>HRS 600</b>	[-]	Hydraulický rozválcovací stroj 600
<b>HSS</b>	[-]	Rychlořezná ocel
<b>HSSE</b>	[-]	Rychlořezná ocel s povlakem
<b>ISO</b>	[-]	International Organization for Standardization
<b>NC</b>	[-]	Numerical control
<b>OTK</b>	[-]	Oddělení technické kontroly
<b>ÚŘJ</b>	[-]	Úsek řízení jakosti
<b>VBD</b>	[-]	Vyměnitelná břitová destička

Symbol	Jednotka	Popis
<b>A</b>	[-]	Ocelové odlitky
<b>a</b>	[mm]	Přídavek na broušení
<b>B</b>	[-]	Odlitky ze šedé, temperované a tvárné litiny, zvláštních slitin železa a z neželezných kovů
<b>B<sub>k</sub></b>	[mm]	Šířka brousícího kotouče
<b>D</b>	[mm]	Průměr tyče
<b>D<sub>max</sub></b>	[mm]	Největší průměr hotového obrobku
<b>D<sub>p</sub></b>	[mm]	Průměr polotovaru
<b>d<sub>v</sub></b>	[ks]	Výrobní dávka
<b>d<sub>w</sub></b>	[mm]	Průměr obrobku
<b>f</b>	[mm]	Posuv nástroje
<b>f<sub>z</sub></b>	[mm]	Posuv na zub
<b>h</b>	[mm]	Hloubka řezu
<b>H<sub>i</sub></b>	[μm]	Jakost povrchu
<b>i</b>	[-]	Počet třísek
<b>i</b>	[-]	Počet záběrů
<b>IT</b>	[-]	Tolerance rozměrů
<b>i<sub>v</sub></b>	[-]	Počet vyjiskřovacích záběrů
<b>K</b>	[Kč]	Cena tyčí
<b>K<sub>C</sub></b>	[Kč/kg]	Cena jednoho kilogramu oceli
<b>k<sub>c</sub></b>	[-]	Koeficient přirážky směnového času
<b>k<sub>m</sub></b>	[-]	Koeficient využití materiálu
<b>L</b>	[mm]	Dráha nástroje
<b>l</b>	[mm]	Délka obráběné plochy
<b>L<sub>k</sub></b>	[mm]	Nevyužitý konec z jedné tyče
<b>l<sub>n</sub></b>	[mm]	Délka náběhu



Symbol	Jednotka	Popis
$L_p$	[mm]	Délka polotovaru
$l_p$	[mm]	Délka přeběhu
$L_T$	[mm]	Délka tyče
$m$	[kg]	Hmotnost jedné 3 000 mm tyče
$m_T$	[kg]	Hmotnost tyči
$n$	[-]	Celkový počet výskytu drsnosti ploch
$N$	[ks]	Počet přířezů z tyče
$n$	[min <sup>-1</sup> ]	Otáčky vřetene
$N_C$	[Kč]	Náklady pracoviště pro 30 kusů
$N_h$	[Kč/hod]	Hodinové náklady pracoviště
$n_i$	[-]	Četnost výskytu dané drsnosti plochy
$N_m$	[kg]	Norma spotřeby materiálu
$N_p$	[Kč]	Náklady pracoviště
$N_s$	[ks]	Počet vyráběných kusů
$n_w$	[min <sup>-1</sup> ]	Frekvence otáčení obrobku
$p_c$	[mm]	Přídavek materiálu
$P_i$	[μm]	IT číslo dané operace
$q_k$	[kg]	Ztráta z nevyužitého konce jedné tyče
$q_o$	[kg]	Ztráta obráběním přídavků polotovaru
$Q_o$	[kg]	Hmotnost odlitkového polotovaru
$Q_p$	[kg]	Hmotnost polotovaru
$Q_s$	[kg]	Hmotnost konečné součásti
$q_u$	[kg]	Ztráta materiálu vzniklá dělením tyče připadající jeden polotovar
$R_a$	[μm]	Střední aritmetická hodnota drsnosti
$R_e$	[MPa]	Mez kluzu
$R_m$	[MPa]	Pevnost v tahu
$t$	[min]	Čas práce na pracovišti
$t_A$	[min]	Jednotkový čas
$t_{A1}$	[min]	Čas k provedení úkonů pro provedení operace
$t_{A2}$	[min]	Čas obecně nutných přestávek
$t_{A3}$	[min]	Čas podmíněně nutných přestávek
$t_{AC}$	[min]	Jednotkový čas s přírážkou směnového
$t_{AS}$	[min]	Strojní čas
$t_{AV}$	[min]	Vedlejší čas
$t_B$	[min/dáv.]	Dávkový čas
$t_{B1}$	[min]	Čas dávkové práce
$t_{B2}$	[min]	Čas dávkový obecně nutných přestávek
$t_{B3}$	[min]	Čas dávkový podmíněně nutných přestávek
$t_{BC}$	[min/dáv.]	Dávkový čas s přírážkou směnového
$t_C$	[min]	Směnový čas
$t_{C1}$	[min]	Čas směnové práce
$t_{C2}$	[min]	Čas obecně nutných přestávek směnový

Symbol	Jednotka	Popis
$t_{c3}$	[min]	Čas podmienečně nutných přestávek směnový
$T_n$	[ks]	Počet potřebných tyčí
$t_{op}$	[min/ks]	Čas práce pracoviště (30 kusů)
$t_p$	[mm]	Šířka pilového pásu pily
$T_{sm}$	[min]	Čas denní směny
$U_h$	[ $\mu\text{m}$ ]	Ukazatel jakosti povrchu obráběných ploch
$U_p$	[ $\mu\text{m}$ ]	Ukazatel průměrné přesnosti
$v_c$	[ $\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ ]	Řezná rychlost
$V_f$	[ $\text{mm}\cdot\text{min}^{-1}$ ]	Posuvová rychlost
$v_w$	[ $\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ ]	Obvodová rychlost obrobku
$z$	[-]	Počet zubů frézy
$Z_m$	[kg]	Celková ztráta materiálu
$\rho$	[ $\text{kg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ]	Hustota oceli

**SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1 Stroje

Příloha 2 Nástroje

Příloha 3 Tabulky přídavků a úkosů odlitků

Příloha 4 Výrobní postup pro kusovou výrobu

Příloha 5 Výrobní postup pro malosériovou výrobu

Příloha 6 Výrobní postup odlitkový polotovaru

Příloha 7 Výkres odlitkového polotovaru

Příloha 8 Výkres vyráběného dílu

## PŘÍLOHA 1 (1/3) – STROJE

Parametry stroje hrotového soustruhu SUI 63, TRENŠ, a.s.

<b>HLAVNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE</b>		
<b>Pracovní rozsah</b>		
Oběžný průměr nad ložem	mm	630
Oběžný průměr nad suportem	mm	350
Vzdálenost mezi hroty	mm	1 500–4 000
Max. hmotnost obrobku v hrotech	kg	1 600
<b>Vřeteno</b>		
Vrtání	mm	71,0
Rozsah otáček	min <sup>-1</sup>	11,2–1 800
Výkon hlavního motoru	kW	15,0
<b>Suport</b>		
Pracovní posuv podélný	mm.ot <sup>-1</sup>	0,06–1,55
příčný	mm.ot <sup>-1</sup>	0,03–0,775
Rychloposuv podélný	mm.min <sup>-1</sup>	4 800
příčný	mm.min <sup>-1</sup>	2 400
Stoupání řezaných závitů metrických	mm	0,5–160
Whitworthových	záv./1"	40–1/8
modulových	modul	0,25–48
Diametral Pitch	D. P.	80–3/8
<b>Stroj</b>		
Celkový příkon	kVA	20,1
Rozměry		
délka	mm	3 560–10 060
šířka	mm	1 570
výška	mm	1 700
Hmotnost	kg	4 950–8 080

Zdroj: Katalog tvářecích a obráběcí strojů [14]

Parametry stroje vodorovné vyvrtávačky W 100 A, TOS VARNSDORF, a.s.

<b>HLAVNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE</b>		
Ø pracovního vřetena	mm	100
Kuželová dutina pracovního vřetena		ISO 50
Výsuv pracovního vřetena (W)	mm	900
Rozsah otáček pracovního vřetena	min <sup>-1</sup>	7,1–1 120
Výkon hlavního motoru	kW	11,0
Příčné přestavení stolu (X)	mm	1 600
Svislé přestavení vřeteníku (Y)	mm	1 120
Podélné přestavení stolu (Z)	mm	810, 1 250
Upínací plocha stolu	mm	1 250 x 1 250
Maximální hmotnost obrobku	kg	3 000
Pracovní posuvy (18 stupňů)	mm.min <sup>-1</sup>	18–900
Rychloposuv (X, Y, Z, W)	mm.min <sup>-1</sup>	2 800
Rychloposuv otáčení stolu	min <sup>-1</sup>	1
Celkový příkon stroje	kVA	15,0
Půdorysná plocha stroje	mm	5 850 x 3 620
Výška stroje	mm	3 000
Hmotnost stroje včetně elektroskříně	kg	14 000

Zdroj: Katalog tvářecích a obráběcí strojů [14]

## PŘÍLOHA 1 (2/3) – STROJE

Parametry stroje hrotové brusky BUB 50 B Practic

BUB 40(50)B		PRACTIC, PROFI	
Oběžný průměr	mm	400, 500	
Vzdálenost mezi hroty max.	mm	1 000, 1 500, 2 000, 3 000	
Hmotnost obrobku upnutého v hrotech max.	kg	500	
letmo vč. upínače,max.	kg	100(250)*	
mezi hroty a podepřeného v opěrkách	kg	700	
Brousící kotouč (průměr, šířka, díra)	mm	500 x 80 x 203	
Obvodová rychlost brousícího kotouče, max.	m/s	50	
Otáčky vřetená unášecího vřeteníku	1/min	6-170, 30-900	
Natočení brousícího vřeteníku, ruční (Practic, Profi)	°	-15 ÷ +45	
Natočení brousícího vřeteníku programovatelná (Multi)	°		
Natočení unášecího vřeteníku, ruční	°	0 ÷ +90	
Natočení stolu při vzdálenosti hrotů (mm):			
1 000	°	+ 8°30' ÷ -4°30'	
1 500	°	+7 ÷ -4°	
2 000	°	+6°-3'	
3 000	°	+4°30' ÷ -2°	
Síť standardní elektrická		3 x 400 v, 50Hz, TN-C-S	
Výkon elektromotoru brousícího vřeteníku	kW	11	
Celkový příkon stroje	kVA	51	
Tolerance průměru obrobku		IT 4	
Hmotnost brusky při vzdálenosti hrotů (mm):		BUB 40B	BUB 50B
BUB			
1 000	kg	6 750	7 000
1 500	kg	7 250	7 500
2 000	kg	7 750	8 000
3 000	kg	8 650	8 900

Zdroj: Katalog brusek TOS Čelákovice [16]



Zdroj: Katalog brusek TOS Čelákovice [15]

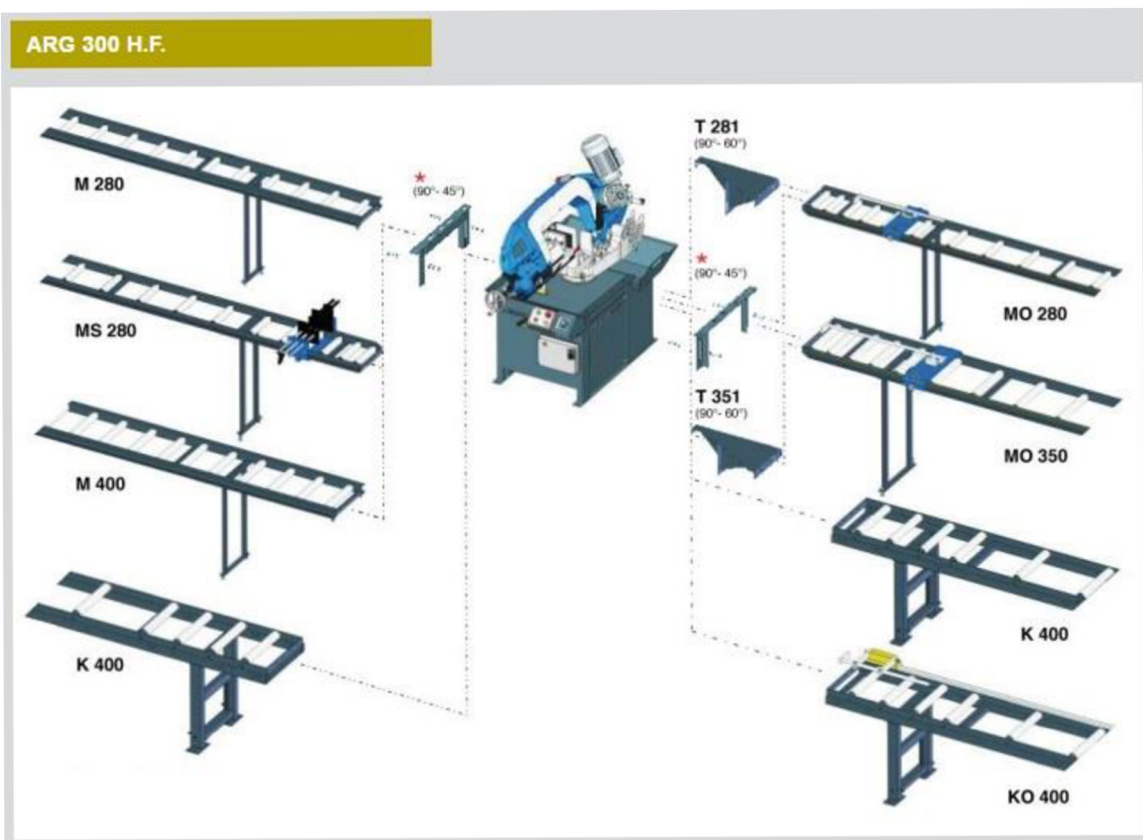
## PŘÍLOHA 1 (3/3) – STROJ

Parametry stroje pásové pily na kov ARG 300 H.F., PILOUS, spol. s.r.o.

### ARG 300 H.F.

Hlavní motor	400 V / 50 Hz / 2,2 kW
Motor čerpadla	400 V / 50 Hz / 0,05 kW
Motor hydraulického agregátu	400 V / 50 Hz / 0,18 kW
Rychlost pásu	15 - 90 m/min.
Pracovní výška svěráku	910 mm
Olej v hydraulickém systému	cca 6 l (ISO 6743/4-HM, DIN 51 524 část 2-HLP)
Nádrž chladicí kapaliny	cca 15 l
Rozměry stroje (min.)	900 x 1750 x 1600 mm
Rozměry stroje (max.)	1650 x 2000 x 2150 mm
Hmotnost stroje	440 kg

Zdroj: Internetové stránky firmy H.F., PILOUS, spol. s.r.o. [26]



Zdroj: Internetové stránky firmy H.F., PILOUS, spol. s.r.o. [26]

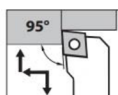
## PŘÍLOHA 2 (1/8) – NÁSTROJE

Středící vrták A6,3 ČSN 22 1110

Vrtáky středící 60°			tvar A – ČSN 22 1110, tvar B – ČSN 22 1112, tvar R – ČSN 22 1116							
tvar A ČSN 22 1110			tvar B ČSN 22 1112			tvar R ČSN 22 1116				
Jmen. průměr	L mm	Průměr upínací stopky d <sub>1</sub>	Jmen. průměr	L mm	Průměr upínací stopky d <sub>1</sub>	Jmen. průměr	L mm	Průměr upínací stopky d <sub>1</sub>	Poloměr zaoblení R	
d	L	d <sub>1</sub>	d	L	d <sub>1</sub>	d	L	d <sub>1</sub>	R	d
1	31,5	3,15	1	35,5	4	1	31,5	3,15	3,15	
1,6	35,5	4	1,6	45	6,3	1,6	35,5	4	5	
2	40	5	2	50	8	2	40	5	6,3	
2,5	45	6,3	2,5	56	10	2,5	45	6,3	8	
3,15	50	8	3,15	60	11,2	3,15	50	8	10	
4	56	10	4	67	14	4	56	10	12,5	
5	63	12,5				5	63	12,5	16	
6,3	71	16				6,3	71	16	20	

Zdroj: Katalog vrtáků B.O.S spol. s.r.o. [18]

Soustružnický nůž PCLNR 3232P12



DIN 4984



250018



Velikost stopky / destičky	25 0018		25 0019		ISO kód držák	Vhodná vyměnitelná břitová destička	mm	mm	mm	Lomená páka	Šroub lomené páky	Sada pružin	Sada pružných kolíků	Podložka
	pravý	levý												
16/09	XXX	XXX			PCLNR/L 1616H09	CN.. 09T3..	20	25	100	259030	259110	259420	259510	259260
20/09	XXX	XXX			PCLNR/L 2020K09	CN.. 09T3..	25	28	125	259030	259110	259420	259510	259260
25/09	XXX	XXX			PCLNR/L 2525M09	CN.. 09T3..	32	33	150	259030	259110	259420	259510	259260
16/12	XXX	XXX			PCLNR/L 1616H12	CN.. 1204..	20	25	100	259000	259130	259400	259500	259200
20/12	XXX	XXX			PCLNR/L 2020K12	CN.. 1204..	25	28	125	259000	259100	259400	259500	259200
25/12	XXX	XXX			PCLNR/L 2525M12	CN.. 1204..	32	33	150	259000	259100	259400	259500	259200
32/12	XXX	XXX			PCLNR/L 3232P12	CN.. 1204..	40	30	170	259000	259100	259400	259500	259200
25/16	XXX	XXX			PCLNR/L 2525M16	CN.. 1606..	32	33	150	259060	259150	259430	259520	259300
32/16	XXX	XXX			PCLNR/L 3232P16	CN.. 1606..	32	33	170	259060	259150	259430	259520	259300
32/19	XXX	XXX			PCLNR/L 3232P19	CN.. 1906..	40	40	170	259070	259162	259435	259525	259302

Zdroj: Hoffman Group [17]

## Vyměnitelné břitové destičky: CNMG 120404 / CNMM 120408


**CNMG Dokončování**




Druh		HB7010	HB7020	HB7025	HB7035	HB7120	HB7135	HB7415	
Hlavní způsob použití		P	P	P	P	M	M	S	
Podmínky řezu		●	●	●	●	●	●	●	
<sup>21G</sup> 25 0050	CNMG 09T304	XXX	XXX	—	XXX	XXX	XXX	XXX	10
<sup>21G</sup> 25 0052	CNMG 09T308	XXX	XXX	—	XXX	XXX	XXX	—	10
<sup>21G</sup> 25 0058	CNMG 120404	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	10
<sup>21G</sup> 25 0060	CNMG 120408	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	10
Lamač třísek		SS	SS	SS	SS	VS	VS	TIS	
a <sub>p</sub>	mm	0,3 – 2,0	0,3 – 2,0	0,3 – 2,0	0,3 – 2,0	0,5 – 4,0	0,4 – 4,0	0,5 – 2,0	
f	mm/ot	0,1 – 0,4	0,1 – 0,4	0,1 – 0,4	0,1 – 0,4	0,15 – 0,5	0,15 – 0,5	0,1	
v <sub>c</sub> hlavní použití	m/min	100 – 330	150 – 400	100 – 260	80 – 240	100 – 200	70 – 160	60 – 70	

Zdroj: Hoffman Group [17]

**KYOCERA**



Druh		CA510	CA525	
Hlavní způsob použití		P	P	
Podmínky řezu		●	●	
<sup>25E</sup> 25 0491	CNMM 120408	XXX	XXX	10
<sup>25E</sup> 25 0492	CNMM 120412	XXX	XXX	10
<sup>25E</sup> 25 0493	CNMM 120416	—	XXX	10
<sup>25E</sup> 25 0496	CNMM 160608	XXX	XXX	10
<sup>25E</sup> 25 0497	CNMM 160612	XXX	XXX	10
<sup>25E</sup> 25 0498	CNMM 160616	XXX	XXX	10
<sup>25E</sup> 25 0502	CNMM 190608	—	XXX	10
<sup>25E</sup> 25 0503	CNMM 190612	XXX	XXX	10
<sup>25E</sup> 25 0504	CNMM 190616	XXX	XXX	10
Lamač třísek		PX	PX	
a <sub>p</sub>	mm	1,0 – 11,0	1,0 – 11,0	
f	mm/ot	0,25 – 0,9	0,25 – 0,9	
v <sub>c</sub> hlavní použití	m/min	80 – 450	70 – 420	

Zdroj: Hoffman Group [17]





## PŘÍLOHA 2 (2/8) – NÁSTROJE

Vyměnitelné břitové destičky: CNMG 120404 / CNMM 120408 – varianta odlitek

CNMG Dokončování									
									
									
Druh		HB7010	HB7020	HB7025	HB7035	HB7120	HB7135	HB7415	
Hlavní způsob použití		P	P	P	P	M	M	S	
Podmínky řezu									
<b>25 0050</b>	CNMG 09T304	XXX	XXX	—	XXX	XXX	XXX	XXX	10
<b>25 0052</b>	CNMG 09T308	XXX	XXX	—	XXX	XXX	XXX	—	10
<b>25 0058</b>	CNMG 120404	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	10
<b>25 0060</b>	CNMG 120408	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	10
Lamač třísek		SS	SS	SS	SS	VS	VS	TIS	
a <sub>p</sub>	mm	0,3 – 2,0	0,3 – 2,0	0,3 – 2,0	0,3 – 2,0	0,5 – 4,0	0,4 – 4,0	0,5 – 2,0	
f	mm/ot	0,1 – 0,4	0,1 – 0,4	0,1 – 0,4	0,1 – 0,4	0,15 – 0,5	0,15 – 0,5	0,1	
v <sub>c</sub> hlavní použití	m/min	100 – 330	150 – 400	100 – 260	80 – 240	100 – 200	70 – 160	60 – 70	

Zdroj: Hoffman Group [17]

CNMM Hrubé obrábění								
								
								
Druh		HB7010	HB7020	HB7025	HB7035	HB7140		
Hlavní způsob použití		P	P	P	P	M		
Podmínky řezu								
<b>25 0452</b>	CNMM 120408	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX		10
<b>25 0453</b>	CNMM 120412	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX		10
<b>25 0458</b>	CNMM 160612	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX		10
Lamač třísek		SR	SR	SR	SR	VR		
a <sub>p</sub>	mm	2,0 – 10,0	2,0 – 10,0	2,0 – 10,0	2,0 – 10,0	2,0 – 8,0		
f	mm/ot	0,4 – 1,2	0,4 – 1,2	0,4 – 1,2	0,4 – 1,2	0,2 – 0,8		
v <sub>c</sub> hlavní použití	m/min	85 – 240	100 – 300	70 – 210	60 – 180	85 – 210		

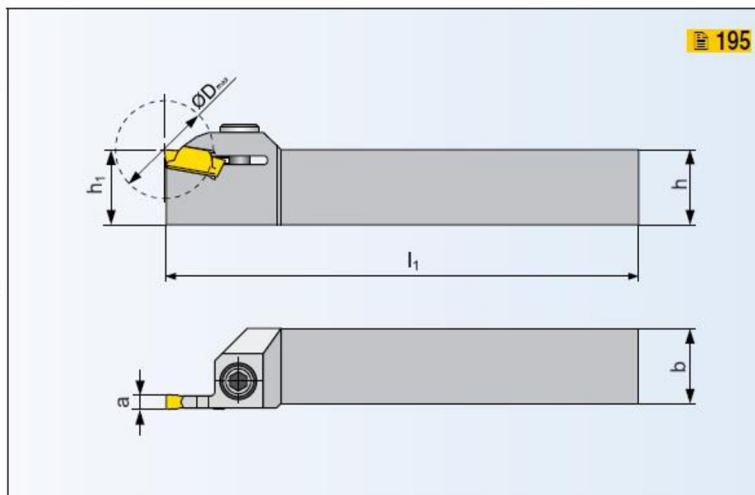
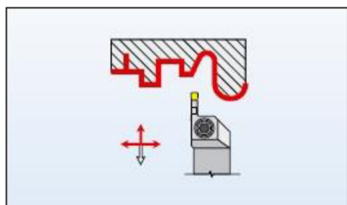
Zdroj: Hoffman Group [17]

## PŘÍLOHA 2 (3/8) – NÁSTROJE

Soustružnický nůž GFIR 2525 M 04

**GFIR/L, GFKR/L**

UPICHOVACÍ A ZAPICHOVACÍ NOŽE  
UPICHOVACIE A ZAPICHOVACIE NOŽE

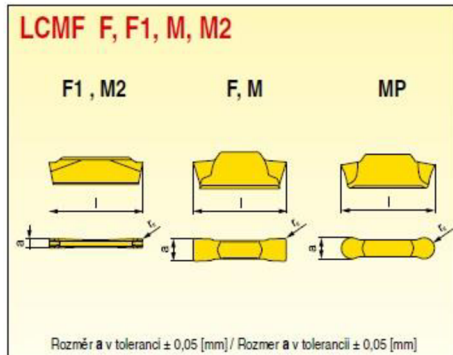


### NŮŽ PRO VNĚJŠÍ SOUSTRUŽENÍ / NŮŽ PRE VONKAJŠIE SÚSTRUŽENIE

ISO	R/L	Rozměry / Rozmery [mm]								kg	ND	VBD VRD
		$h_{n1}$	b	$l_1$	a	$D_{max}$						
GFKR/L 1616 H 02	●/●	16	16	100	2	32				0,30	GL03	LCMF 0220..
GFKR/L 2020 K 02	●/●	20	20	125	2	32				0,40	GL04	LCMF 0220..
GFKR/L 2525 M 02	●/●	25	25	150	2	32				0,60	GL05	LCMF 0220..
GFIR/L 1616 H 03	●/●	16	16	100	3	18				0,30	GL03	LCMF 0316..
GFIR/L 2020 K 03	●/●	20	20	125	3	18				0,40	GL04	LCMF 0316..
GFIR/L 2525 M 03	●/●	25	25	150	3	18				0,60	GL05	LCMF 0316..
GFIR/L 1616 H 04	●/●	16	16	100	4	24				0,30	GL03	LCMF 0416..
GFIR/L 2020 K 04	●/●	20	20	125	4	24				0,40	GL04	LCMF 0416..
<b>GFIR/L 2525 M 04</b>	<b>●/●</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>150</b>	<b>4</b>	<b>24</b>				<b>0,60</b>	<b>GL05</b>	<b>LCMF 0416..</b>
GFIR/L 2020 K 05	●/○	20	20	125	5	28				0,40	GL04	LCMF 0516..
GFIR/L 2525 M 05	●/●	25	25	150	5	28				0,60	GL05	LCMF 0516..
GFIR/L 2020 K 06	○/○	20	20	125	6	28				0,40	GL04	LCMF 0616..
GFIR/L 2525 M 06	●/●	25	25	150	6	28				0,60	GL05	LCMF 0616..
GFIR/L 2525 M 08	●/●	25	25	150	8	48				0,70	GL09	LCMF 0830..
GFIR/L 3225 P 08	●/●	32	25	170	8	48				0,70	GL09	LCMF 0830..

Zdroj: PrametTools, s.r.o. [19]

## Vyměnitelná břitová destička: LCMF 0416MO-MP



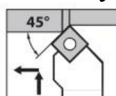
Velikost Velkost	a	l			
0220	2,00	19,50			
0316	3,00	16,40			
0416	4,00	16,40			
0516	5,00	16,40			
0616	6,00	16,40			
0830	8,00	30,00			

	LCMF 0316MO-MP												0,2	0,10	0,40	0,5	1,5
	LCMF 0416MO-MP		○	●									1,5	0,10	0,60	0,8	2,0
	LCMF 0516MO-MP		○	●									2,5	0,10	0,70	0,8	2,5
	LCMF 0616MO-MP		○	●									3,0	0,10	0,80	1,0	3,0

Zdroj: PrametTools, s.r.o. [19]

## PŘÍLOHA 2 (4/8) – NÁSTROJE

### Soustružnický nůž PSSNR 2525M12



DIN 4984



25 1112

Velikost stopky / destičky mm	25 1112		25 1113		ISO kód držák	Vhodná vym. břitová destička	mm	mm	mm	Lomená páka	Šroub prolomenou páku	Sada pružin	Sada pružných kolíků	Podložka
	pravý	levý	pravý	levý										
20/12	XXX	XXX			PSSNR/L 2020K12	SN. 1204..	25	29	125	25 9000	25 9100	25 9400	25 9500	25 9230
25/12	XXX	XXX			PSSNR/L 2525M12	SN. 1204..	32	29	150	25 9000	25 9100	25 9400	25 9500	25 9230
25/15	XXX	XXX			PSSNR/L 2525M15	SN. 1506..	32	35	150	25 9060	25 9150	25 9430	25 9520	25 9304
32/15	XXX	XXX			PSSNR/L 3232P15	SN. 1506..	40	36	170	25 9060	25 9150	25 9430	25 9520	25 9304

Zdroj: Hoffman Group [17]

### Vyměnitelná břitová destička SNMG 120404



Druh		HB7010	HB7020	HB7035	HB7120	HB7135	
Hlavní způsob používání		P	P	P	M	M	
Podmínky řezu		●	●	●	●	●	
ZIG 25 1142	SNMG 120404	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	10
ZIG 25 1144	SNMG 120408	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	10
Lamač třísek		SS	SS	SS	VS	VS	
$a_p$	mm	0,3 – 2,0	0,3 – 2,0	0,3 – 2,0	0,5 – 4,0	0,5 – 4,0	
$f$	mm/ot	0,1 – 0,4	0,1 – 0,4	0,1 – 0,4	0,15 – 0,5	0,15 – 0,5	
$v_c$ hlavní použití	m/min	100 – 330	150 – 400	80 – 240	100 – 200	70 – 160	

Zdroj: Hoffman Group [17]

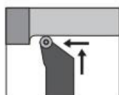
### Vyměnitelná břitová destička SNMG 120404 – varianta odlitek



Druh		HB7010	HB7020	HB7035	HB7120	HB7135	
Hlavní způsob používání		P	P	P	M	M	
Podmínky řezu		●	●	●	●	●	
ZIG 25 1142	SNMG 120404	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	10
ZIG 25 1144	SNMG 120408	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	10
Lamač třísek		SS	SS	SS	VS	VS	
$a_p$	mm	0,3 – 2,0	0,3 – 2,0	0,3 – 2,0	0,5 – 4,0	0,5 – 4,0	
$f$	mm/ot	0,1 – 0,4	0,1 – 0,4	0,1 – 0,4	0,15 – 0,5	0,15 – 0,5	
$v_c$ hlavní použití	m/min	100 – 330	150 – 400	80 – 240	100 – 200	70 – 160	

Zdroj: Hoffman Group [17]

## Soustružnický nůž SRGCR 2525M10



DIN  
4984



260606

Velikost stopky / destičky mm	Soustružnický držák		ISO kód držák	Vhodná vyměnitelná břitová destička				Sada šroubů pro vyměnitelné destičky	Podložka	Šroub pro podložku
	21T 26 0606 pravý	21T 26 0607 levý								
16/10	XXX	XXX	SRGCR/L 1616H10	RC.. 1003	20	12	100	26 9469	26 9064	26 9202
20/10	XXX	XXX	SRGCR/L 2020K10	RC.. 1003	25	13,5	125	26 9469	26 9064	26 9202
25/10	XXX	XXX	SRGCR/L 2525M10	RC.. 1003	32	17	150	26 9469	26 9064	26 9202

Zdroj: Hoffman Group [17]

## Vyměnitelná břitová destička RCMX 1003

### RCMX Střední obrábění





Druh	HB7010	HB7135	
Hlavní způsob používání	P	M	
Podmínky řezu			
21G 26 0640	RCMX 1003	XXX	10
21G 26 0650	RCMX 1204	XXX	10
Lamač třísek	SM	VM	
$a_p$ mm	0,5 – 2,0	0,5 – 2,0	
$f$ mm/ot	0,1 – 0,3	0,1 – 0,3	
$v_c$ hlavní použití m/min	110 – 280	60 – 140	




Zdroj: Hoffman Group [17]

## PŘÍLOHA 2 (5/8) – NÁSTROJE

Vyměnitelná břitová destička RCMX 1003 – varianta odlitek

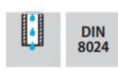
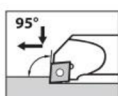
### RCMX Střední obrábění





Druh		HB7010	HB7135	
Hlavní způsob používání		<b>P</b>	<b>M</b>	
Podmínky řezu				
<b>21G 26 0640</b>	RCMX 1003	XXX	XXX	<b>10</b>
<b>21G 26 0650</b>	RCMX 1204	XXX	XXX	<b>10</b>
Lamač třísek		SM	VM	
$a_p$	mm	0,5 – 2,0	0,5 – 2,0	
$f$	mm/ot	0,1 – 0,3	0,1 – 0,3	
$v_c$ hlavní použití	m/min	110 – 280	60 – 140	

Zdroj: Hoffman Group [17]

### Soustružnický nůž A40T PCLNR12



25 0036

Ø stopky / velikost destičky	25 0036		25 0037		ISO kód držák	Vhodná vyměnitelná břitová destička					Lomená páka	Šroub pro lomenou páku	Sada pružin	Sada pružných kolíků	Podložka
	pravá	levá													
20/09	XXX	XXX	A20Q PCLNR/L09	CN. 09T3..	25	13	18	180	25 9050	25 9140	–	–	–	–	–
25/09	XXX	XXX	A25R PCLNR/L09	CN. 09T3..	32	17	23	200	25 9050	25 9160	–	–	–	–	–
25/12	XXX	XXX	A25R PCLNR/L12	CN. 1204..	32	17	24	200	25 9000	25 9130	25 9400	25 9500	25 9200	–	–
32/12	XXX	XXX	A32S PCLNR/L12	CN. 1204..	40	22	31	250	25 9000	25 9100	25 9400	25 9500	25 9200	–	–
40/12	XXX	XXX	A40T PCLNR/L12	CN. 1204..	50	27	38,5	300	25 9000	25 9100	25 9400	25 9500	25 9200	–	–
50/12	XXX	XXX	A50U PCLNR/L12	CN. 1204..	63	35	48	350	25 9000	25 9100	25 9400	25 9500	25 9200	–	–
40/16	XXX	XXX	A40T PCLNR/L16	CN. 1606..	50	27	38,5	300	25 9060	25 9150	25 9430	25 9520	25 9300	–	–
50/16	XXX	XXX	A50U PCLNR/L16	CN. 1606..	63	35	48	350	25 9060	25 9150	25 9430	25 9520	25 9300	–	–

Zdroj: Hoffman Group [17]

## Soustružnický nůž na závitový



DIN 4984



- Provedení:**
- Upínací systém **pro nejvyšší přesnost výměny.**
  - Nejlepší povrch závitů díky **přesnému uložení destičky a upnutí bez vibrací.**

**Rozsah dodávky:** Se standardní podložkou 1,5°.



27 2001

Velikost stopky / destičky mm	Garant Držák		mm	mm	mm	Upínací šroub pro závitovou destičku	Upínací šroubek pro podložku	Standardní podložka 1,5°	
	27 2001 pravý	27 2002 levý						27 2001	27 2002
12/16	XXX	XXX	16	22	83	27 2500	27 2540	27 2600_1,5	27 2610_1,5
16/16	XXX	XXX	16	20	97	27 2500	27 2540	27 2600_1,5	27 2610_1,5
20/16	XXX	XXX	20	30	128	27 2500	27 2540	27 2600_1,5	27 2610_1,5
25/16	XXX	XXX	25	30	153	27 2500	27 2540	27 2600_1,5	27 2610_1,5
32/16	XXX	XXX	32	30	173	27 2500	27 2540	27 2600_1,5	27 2610_1,5
25/22	XXX	XXX	25	36	155	27 2510	27 2550	27 2606_1,5	27 2616_1,5
32/22	XXX	XXX	32	36	175	27 2510	27 2550	27 2606_1,5	27 2616_1,5

Zdroj: Hoffman Group [17]

## Vyměnitelná břitová destička závitová

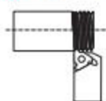


- Provedení:**
- 27 0700-0730 – Destička s plným profilem 60° pro vnější závit dle DIN / ISO R 262 (DIN 13) třída tolerance 6g.
  - 27 0706/0741 – Slinutý lamač třísek CB.
  - 27 0740-0747 – Destička s částečným profilem 60° pro vnější závit.



Vhodnost / v <sub>c</sub> [m/min]	AI Plasty	AI Litina	AI Litina	AI Litina	AI Litina	AI Litina	AI Litina	AI Litina	AI Litina	AI Litina	INOX	INOX	Ti	Litina	CuZn	Grafit GFK CFK	Uni	max
ISO-kód:	N	N	N	P	P	P	P	P	P	H	H	M	M	S	K	N		
HB 7010 –	250	180	150	150	130	100	90	40			100	100	50	130	150			
HB 7020 –	200	180	160	160	120	90	70	30			90	90	50	120	120			
HB 7125 –											120	120	60					

### Plný profil



Stoupání mm	Destička s plným profilem 60°						Destička s plným profilem 60°		mm
	27 0700 pravá	27 0702 pravá	27 0704 pravá	27 0706 pravá CB	27 0710 pravá	27 0712 pravá	27 0720 levá	27 0730 levá	
0,5	HB 7010 XXX	HB 7020 XXX	HB 7125 XXX	HB 7010 XXX	HB 7010 XXX	HB 7020 XXX	HB 7010 XXX	HB 7010 XXX	10
0,7	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	10
0,75	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	10
0,8	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	10
1	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	10
1,25	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	10
1,5	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	10
1,75	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	10
2	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	10

Zdroj: Hoffman Group [17]

## PŘÍLOHA 2 (6/8) – NÁSTROJE

Extra dlouhý vrták ø50x765 DIN 1870

Vrtáky šroubovitě zvlášť dlouhé s kuželovou stopkou

ZV 5001

d (mm)	Řada 1		Řada 2		Řada 3		Morse kužel
	L (mm)	l (mm)	L (mm)	l (mm)	L (mm)	l (mm)	
h8							
14,5	245	147	340	220	425	275	2
15							
15,5	251	153	355	230	445	295	
16							
16,5							
17	257	159	370	245	465	310	
17,5							
18							
18,5	269	171	385	260	490	325	
19							
19,5	275	177	385	260	490	325	
20							
20,5							
21	282	184	405	270	515	345	
21,5							
22							
22,5	289	191	425	270	535	345	
23							
23,5	296	198	440	290	555	365	
24							
24,5							
25	327	206	440	290	555	365	
25							



30							
31	360	239	480	320	610	410	
32	397	248	505	320	635	410	4
33							
34	406	257	530	340	665	430	
35							
36							
37	416	267	555	360	695	460	
38							
39							
40	426	277	585	385	735	490	
41							
42	436	287	605	405	765	510	
43							
44							
45	447	298	605	405	765	510	
46							
47	459	310	605	405	765	510	
48							
49	470	321	605	405	765	510	
50							

Zdroj: Katalog vrtáků B.O.S spol. s.r.o. [18]



## Vrták ø14x169 ČSN 22 1121

### Vrtáky šroubovitě s válcovou stopkou

ČSN 22 1121

**Provedení:** Materiál rychlořezná ocel HSS, Ø 2,0 až 20,0 mm tvářený za tepla; pasivované.  
Průměrová tolerance h8, kuželový podbrus, úhel špičky 118°.

**Použití:** Stabilní, tuhé vrtáky s dobrou trvanlivostí břitů, doporučené pro běžné vrtání v součástkách z nelegované a legované oceli, ocelolity do pevnosti 900 N/mm<sup>2</sup>, šedé, temperované i tvárné litiny, spékáné oceli, hliníkové slitiny s krátkou třískou, bronzu, houževnaté mosazi apod.

øD mm	L mm	I mm	øD mm	L mm	I mm	øD mm	L mm	I mm	øD mm	L mm	I mm
2,00	49	24	5,70	93	57	9,30	125	81	13,00	151	101
2,10	49	24	(5,75)	93	57	9,40	125	81	13,10	151	101
2,20	53	27	5,80	93	57	9,50	125	81	13,20	151	101
2,25	53	27	5,90	93	57	9,60	133	87	13,30	160	108
2,30	53	27	6,00	93	57	9,70	133	87	13,40	160	108
2,40	57	30	6,10	101	63	(9,75)	133	87	13,50	160	108
2,50	57	30	6,20	101	63	9,80	133	87	13,60	160	108
2,60	57	30	(6,25)	101	63	9,90	133	87	13,70	160	108
2,70	61	33	6,30	101	63	10,00	133	87	(13,75)	160	108
2,75	61	33	6,40	101	63	10,10	133	87	13,80	160	108
2,80	61	33	6,50	101	63	10,20	133	87	13,90	160	108
2,90	61	33	6,60	101	63	(10,25)	133	87	14,00	160	108
3,00	61	33	6,70	101	63	10,30	133	87	(14,10)	169	114
3,10	65	36	(6,75)	109	69	10,40	133	87	(14,20)	169	114
3,20	65	36	6,80	109	69	10,50	133	87	14,25	169	114
(3,25)	65	36	6,90	109	69	10,60	133	87	(14,30)	169	114
3,30	65	36	7,00	109	69	10,70	142	94	(14,40)	169	114
3,40	70	39	7,10	109	69	(10,75)	142	94	14,50	169	114
3,50	70	39	7,20	109	69	10,80	142	94	(14,60)	169	114
3,60	70	39	(7,25)	109	69	10,90	142	94	(14,70)	169	114
3,70	70	39	7,30	109	69	11,00	142	94	14,75	169	114
(3,75)	70	39	7,40	109	69	11,10	142	94	(14,80)	169	114
3,80	75	43	7,50	109	69	11,20	142	94	(14,90)	169	114
3,90	75	43	7,60	117	75	(11,25)	142	94	15,00	169	114
4,00	75	43	7,70	117	75	11,30	142	94	15,25	178	120
4,10	75	43	(7,75)	117	75	11,40	142	94	15,50	178	120
4,20	75	43	7,80	117	75	11,50	142	94	15,75	178	120
(4,25)	75	43	7,90	117	75	11,60	142	94	16,00	178	120
4,30	80	47	8,00	117	75	11,70	142	94	16,25	185	125



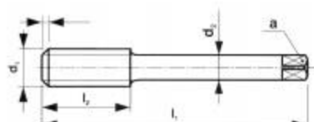
Zdroj: Katalog vrtáků B.O.S spol. s.r.o. [18]

## PŘÍLOHA 2 (7/8) – NÁSTROJE

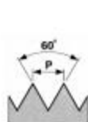
Strojní závitník M16 ČSN 22 3043

### Strojní závitníky

ČSN 223043 M - HSSE  
Metrický závit ISO  
Rozsah: M3-M27



Př. objednávky: ČSN 223043-6700 - M3 - 1 ks



Použití: B



B



A,B,I



A,B,I

Zdroj: Katalog vrtáků B.O.S spol. s.r.o. [18]

Drážkovací fréza  $\varnothing 13$  DIN 327 D / Drážkovací fréza  $\varnothing 19$  DIN 327 D

**Barant HOLEX Drážkovací fréza (na podélné otvory)**

**Provedení:** Geometrie čelních břitů pro zanořování do materiálu.  
19 1050 – Pro nejvyšší nároky na obráběcí výkon.  
19 1070 – Cenově příznivá alternativa.

**Použití:** Pro frézování **klinových drážek** (vrtaných drážek) nebo pro vyfrézování z osy obrodku.

Vhodnost/ Vc [m/min]	AI Plasty e22L	AI Litina >10% Si	AI Litina <10% Si	AI <500 N	AI <750 N	AI <900 N	AI <1100 N	AI <1400 N	AI <55 HRC	AI <60 HRC	AI <67 HRC	INOX <900 N	INOX >900 N	Ti >850 N	Litina	CuZn	Grafit GFK CFK	Uni	max	min	Air
19 1000 –	N	N	N	P	P	P	P	P	H	H	H	M	M	S	K	N	N				
19 1050 –	83	37	28	23	23							23	18		55	110					
19 1070 –		78	55	55								17	14		46	92					

e8	19 1000			19 1050			19 1070			Dc	L1	Lcek	h6	fz
	HSS-Co8	HSS-PM	TiAIN	HSS-Co8	HSS-PM	TiAIN	HSS-Co8	HSS-PM	TiAIN					
1	XXX	---	---	---	---	---	2,5	47	6	0,002	11	70	12	0,016
1,5	XXX	---	---	---	---	---	3	47	6	0,002	11,7	70	12	0,016
2	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	4	48	6	0,003	12	73	12	0,025
2,5	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	5	49	6	0,003	12,7	73	12	0,025
2,8	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	5	49	6	0,003	13	73	12	0,025
3	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	5	49	6	0,003	13,7	73	12	0,025
3,5	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	6	50	6	0,003	14	73	12	0,025
3,8	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	7	51	6	0,003	14,5	73	12	0,025
4	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	7	51	6	0,005	15	73	12	0,025
4,5	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	7	51	6	0,005	15,7	79	16	0,025
4,8	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	8	52	6	0,005	16	79	16	0,030
5	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	8	52	6	0,005	16,5	79	16	0,030
5,5	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	8	52	6	0,005	17	79	16	0,030
5,75	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	8	52	6	0,005	17,7	79	16	0,030
6	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	8	52	6	0,007	18	79	16	0,030
6,5	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	10	60	10	0,007	19	79	20	0,030
6,75	XXX	---	---	---	---	---	10	60	10	0,007	19,7	88	20	0,030
7	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	10	60	10	0,007	20	88	20	0,035

Zdroj: Hoffman Group [17]

Brousící kotouč 50x50x16 89A60J5V50



Zdroj: Internetový katalog prodej Brusiva.cz [25]

Brousící kotouč 500x80x203 99BA60K9V50 423665



Zdroj: Internetový katalog prodej Brusiva.cz [24]

## PŘÍLOHA 2 (8/8) – NÁSTROJE

Parametry drsnoměru SurfTest SJ-210

### Technická data:

Měrná jednotka	metrická / palcová
Princip měření	dotyková metoda
Snímač	indukční, snímací hrot 2 $\mu$ m, měřicí síla 0,7Nm
Parametry	Ra, Rq, Rz, Ry (JIS), Rmax, Rp, Rp (ASME), Rpm(ASME), Rpk, Rk, Rvk, Mr1, Mr2, A1, A2, Vo, Rt, R3z, Rpc, Rmr, tp (JIS, ASME), Rsm, R, Ar, Rx
Měřicí rozsah	350 $\mu$ m, 180 $\mu$ m, 90 $\mu$ m (nastavuje se automaticky)
Rozlišení profilu	32nm, 16nm, 8nm (nastavuje se automaticky)
Filtry (dle ISO/JIS)	Gaussův filtr dle DIN EN ISO 11562, spec. filtr dle DIN EN ISO 13565-1, filtr dle DIN EN ISO 3274 (může být vypnut)
Mezní vlnová délka -Cutoff lc (dle ISO/JIS)	0,25mm, 0,8mm, 2,5mm – automatická volba
Délka posuvu Lt (dle ISO/JIS)	1,75mm, 5,6mm, 17,5mm - automatická volba
Délka posuvu (dle MOTIF)	1mm, 2mm, 4mm, 8mm, 12mm, 16mm
Měřená délka (dle ISO/JIS)	1,25mm, 4,0mm, 12,5mm
Dílčí měřené délky (dle ISO/JIS)	volitelný počet n: 1 až 5
Zkrácený cutoff (dle ISO/JIS)	volitelný
Rychlost posuvu	0,5mm/s
Ostatní funkce	Blokace nastavení, datum, hodiny
Rozměry / hmotnost	140x50x70mm / 400g
Napájení	baterie Li-ion
Rozhraní	USB, MarConnect (RS232)

Zdroj: Unimetra [23]

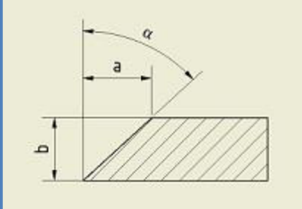
## PŘÍLOHA 3 – TABULKY PŘÍDAVKŮ NA ODLITKY

Stupeň velikosti a přesnosti 5

Základní rozměr z	Poloha plochy při lití	Směrodatný rozměr											
		do 30		30 až 80		80 až 180		180 až 315		315 až 500		500 až 800	
		Materiál											
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
do 30	horní	4,5	4	5	4,5	5	4,5	6	5	8	6	8	8
	spodní, boční	3	2,5	3,5	3	3,5	3	4	3,5	5	4	5,5	5
30 až 80	horní	4,5	4	5	4,5	6	5	6	5	8	7	9	8
	spodní, boční	3	2,5	3,5	3	4	3,5	4	3,5	5	4,5	6	5
80 až 180	horní	5	4,5	5	5	6	5	7	6	8	7	9	8
	spodní, boční	3,5	3	3,5	3,5	4	3,5	4,5	4	5,5	4,5	6	5
180 až 315	horní	5	4,5	5	5	7	6	8	6	8	7	10	9
	spodní, boční	3,5	3	3,5	3,5	4,5	4	5	4	5,5	4,5	7	6
315 až 500	horní	5	5	6	5	7	6	8	7	9	8	10	9
	spodní, boční	3,5	3,5	4	3,5	4,5	4	5	4,5	6	5	7	6
500 až 800	horní	6	5	7	6	8	7	8	8	9	8	10	9
	spodní, boční	4	3,5	4,5	4	5	4,5	5,5	5	6	5,5	7	6

Zdroj: [3, 5]

Technologické úkosy odlitku

	Modely			
	Kovové		Dřevěné	
Výška b [mm]	a [mm]	$\alpha$	a [mm]	$\alpha$
do 40	0,8	1°	1	1°40'
40 - 63	1	1°	1,5	1°40'
63 - 100	1	0°45'	2	1°30'
100 - 160	1,5	0°45'	2,5	1°10'
160 - 250	2	0°35'	3	0°50'
250 - 400	2,5	0°35'	4	0°45'
400 - 630	3	0°23'	5	0°35'

Zdroj: [3, 5]

## PŘÍLOHA 4 - VÝROBNÍ POSTUP PRO KUSOVOU VÝROBU

VUT FSI ÚST BRNO		VÝROBNÍ POSTUP			Název celku: HRS 600	Název skupiny: Support	Název součástky: Vřeteno trnu	Číslo výkresu: M-054-3P-5		Vydání post.:	
Dne: 15.1. 2016		Vyhotožil: Mynář		Kontroloval:		Schválil:	Rozměr polotovaru: ø250-694	Materiál: 11 600,0	Hmot, hrubá: 267,4 kg	Hmotnost čistá: 71,15 kg	Číslo listu:1
Č. op.	Středisko Název stroje	Třídící číslo:	t <sub>AC</sub> [min]	t <sub>BC</sub> [min]	Popis práce v operaci						
01/01	ÚŘJ/OTK	09863	-	-	Kontrolovat po přijetí - polotovar přířez ø250-694						
02/02	Obrobna Hrotový soustruh SUI 63	04133	490	-	Soustružit rozměry s drsností ploch 0,8 s přídavkem na broušení, rozměry s přesností IT8, IT6 nechat přídavek na broušení, ostatní rozměry soustružit podle výkresu na hotovo, vnitřní kuželové plochy s drsností 0.8 soustružit s přídavkem na vnitřní broušení broušení						
03/03	ÚŘJ/OTK	09863	-	-	Kontrolovat po soustružení rozměry podle výkresu, kontrolovat přídavky na broušení, kontrolovat drsnosti ploch						
04/04	Ruční pracoviště	09421	-	-	Rýsovat polohy pro závit M16 8x45° na roztečné kružnici ø175 s protikusem příruba trnu Č.V. M-054-3P-9, odjehlit						
05/05	Obrobna Vodorovná vytváčka W 100 A	14821	120	-	Frézovat dle výkresu drážky 19 a 13, vrtat otvory a následně řezat závit na roztečné kružnici s vyznačenými polohy pro otvory a odjehlit						
06/06	ÚŘJ/OTK	09863	-	-	Kontrolovat rozměry drážek s polohou po frézování, kontrolovat polohu děr na roztečné kružnici s protikusem příruba trnu Č.V.M-054-3P-9, odjehlit						
07/07	Brusírna Hrotová bruska BUB 50 Practic	25532	340	-	Brousit rozměry IT8, IT6 a plochy s drsností 0,8 na hotovo						
08/08	ÚŘJ/OTK	09863	-	-	Kontrola po broušení, kontrolovat konečnou součást podle výkresu, kontrolovat s protikusem trn						

## PŘÍLOHA 5 (1/8) - VÝROBNÍ POSTUP PRO MALOSÉRIOVOU VÝROBU

VUT FSI ÚST BRNO		<b>VÝROBNÍ POSTUP</b>		Název celku : HRS 600	Název skupiny : Support	Název součásti : Vřeteno trnu	Č. V. : M- 054-3P-5	Vydání postupu :			
Datum : 30.1. 2016		Vyhotožil : Mynář		Kontroloval :	Polotovary : Ø250-694 ČSN 42 9010		HT :	Číslo listu : <b>1</b>			
Číslo op. pořadové :	Název, označení stroje, zařízení, pracoviště :	Dílňa :	Popis práce v operaci :	Výrobní nástroje, přípravy, měřidla, pomůcky :	Materiál nástroje :	Výrobní podmínky :					
	Orientační :					Třídící číslo :	$v_c$ m.min <sup>-1</sup>	n f	$a_c$ $a_p$	l i	$t_{AS}$ [min.ks <sup>-1</sup> ] $t_{AV}$ [min.ks <sup>-1</sup> ]
01/01	Pásová pila Pilous ARG 300 H.F. 05967	Sklad	Upout tyč za Ø250 Řezat mat. Ø250 na délku 694±0.5	PILOVÝ PÁS NA KOV 3110x27x0,9 M3 2/3z	HSS	60	76 0.1		250 3	21.92 6.57	31.34
02/02	OTK 09863	UŘJ	Kontrolovat délku polotovaru 694±0.5 Četnost kontroly rozměrů 100%	POSUVNÉ ANALOG. MĚŘIDLO M3 DIN 862							
03/03	Hrotový soustruh SUI 63 04133	Obrobna	Upnout do sklíčidla Ø250 Ustavit lunetu na Ø250 na délce 600 od sklíč. Zarovnat čelo 692±0.5 Kontrolovat obvodové házení Navrtat středící důlek A6.3  Odepnout lunetu, opřít hrotem  Hrubovat z Ø250 na $\phi 111_{-0,35}^{+0}$ v délce 206  Hrubovat z $\phi 111_{-0,35}^{+0}$ na $\phi 96_{-0,35}^{+0}$ v délce 72  Hrubovat z Ø250 na $\phi 161_{-0,40}^{+0}$ v délce 436  Hrubovat z $\phi 161_{-0,40}^{+0}$ na $\phi 141_{-0,40}^{+0}$ v délce 47  Hrubovat z $\phi 161_{-0,40}^{+0}$ na $\phi 149_{-0,40}^{+0}$ v délce 222  Hrubovat z $\phi 161_{-0,40}^{+0}$ na $\phi 151_{-0,40}^{+0}$ v délce 23 v délce 23  Soustružit z $\phi 96_{-0,40}^{+0}$ na $\phi 95,4_{-0,140}^{+0}$ v délce 72 Ra≤6.3  Soustružit z $\phi 111_{-0,35}^{+0}$ na $\phi 110,40_{-0,140}^{+0}$ v délce 137 Ra≤3.2 konec s radiusem R4  Soustružit z Ø141 na $\phi 140,45_{-0,160}^{+0}$ v délce 47 Ra≤6.3	MĚŘIDLA DLE LISTU MĚŘIDEL M1-16 SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CCT 120404 STŘEDÍCÍ VRTÁK A6,3 ČSN 22 1110  SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMM 120408 SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMM 120408 SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMM 120408 SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMM 120408 SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMM 120408 SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMM 120408 SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMM 120408 SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMM 120408 SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMG 120404	P10  HSS  P10 P10 P10 P10 P10 P10 P10 P10 P10 P10 P10 P10 P10 P10 P10 P10	180  30  130 130 130 130 130 130 130 130 130 130 130 130 200 200 200	 0.2 0.05  165 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.8 0.2 0.2 0.2	2 1 1 8 7.5 8 8 8 8 6 1 5 0.6 0.6  0.6	250 1 6 2 206 72 436 47 222 23 72 137 72 137 47 47	2.72 2.18 1.24 0.99 14.04 11.24 0.24 0.19 19.81 15.85 0.23 0.18 0.18 0.86 0.11 0.08 0.53 0.42 1.79 1.43 0.52 0.42	5.17  2.35  27.80 0.48 39.14 0.45 2.15  0.22 1.04 1.57  1.03

## PŘÍLOHA 5 (2/8) - VÝROBNÍ POSTUP PRO MALOSÉRIOVOU VÝROBU

VUT FSI ÚST BRNO		VÝROBNÍ POSTUP		Název celku : HRS 600	Název skupiny : Support	Název součásti : Vřetenno trnu	Č. V. : M- 054-3P-5	Vydání postupu :		
Datum : 30.1. 2016		Vyhotovil : Mynář	Kontroloval :	Polotovar : Ø250-694 ČSN 42 9010		HT : -		Číslo listu : <b>2</b>		
Číslo op. pořadové :	Název, označení stroje, zařízení, pracoviště :	Dílňa :	Popis práce v operaci :	Výrobní nástroje, přípravky, měřidla, pomůcky :	Materiál nástroje :	Výrobní podmínky :				
	Orientační :					Třídící číslo :	$v_c$ m.min <sup>-1</sup>	n	$a_c$	l
						f	$a_p$	i		
			Soustružit z $\varnothing 161_{-0,40}^{+0}$ na $\varnothing 148 \pm 0.5$ v délce 222 Ra=6.3	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMG 120404	P10	200	430	222	2.57	
			Soustružit z $\varnothing 151_{-0,40}^{+0}$ na $\varnothing 150,45_{-0,160}^{+0}$ v délce 23 Ra≤6.3	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMG 120404	P10	200	430	23	0.09	5.09
			Soustružit z $\varnothing 161_{-0,40}^{+0}$ na $\varnothing 160,45_{-0,160}^{+0}$ v délce 150 Ra≤3.2, konec s radiusem R4	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD SRGCR 2525M10 - RCMX 1003	P10	200	400	150	1.88	0.17
			Srazit hranu 1x45° na Ø95, Ø148, Ø150	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PSSNR 2525M12 - SNMG 120404	P10	150	400	2	0.16	
			Srazit hranu 2.5x45° na Ø110	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PSSNR 2525M12 - SNMG 120404	P10	150	400	3	0.13	0.30
			Srazit hranu 2x45° na Ø140, Ø230	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PSSNR 2525M12 - SNMG 120404	P10	150	400	2	0.21	0.40
			Srazit hranu 5x45° na Ø160	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PSSNR 2525M12 - SNMG 120404	P10	150	400	3	0.17	0.05
			Srazit hranu 2x45°	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PSSNR 2525M12 - SNMG 120404	P10	150	300	7	0.04	0.10
			Soustružit zápich na Ø110 šířka 8 hloubka 3 poloměr zápichu 8	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PSSNR 2525M12 - SNMG 120404	P10	150	400	3	0.07	0.67
			Soustružit zápich na Ø160 šířka 8 hloubka 3 poloměr zápichu 8	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PSSNR 2525M12 - SNMG 120404	P10	150	400	3	0.06	0.143
			Řezat závit M110x2-6g v délce 56	GFIR 2525 M 04 - LCMF 0416MO-MP	8030	180	520	5	0.46	0.87
			Řezat závit M160x2-6g v délce 34	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD GFIR 2525 M 04 - LCMF 0416MO-MP	8030	180	360	5	0.37	0.67
				SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD 27 2001 DIN 4984 - 32/16	P20	150	434	56	0.58	
				27 0700			2	1	9	0.46
				SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD 27 2001 DIN 4984 - 32/16	P20	150	300	34	0.51	1.10
				27 0700			2	1	9	0.41
									0.41	1.00



## PŘÍLOHA 5 (3/8) - VÝROBNÍ POSTUP PRO MALOSÉRIOVOU VÝROBU

VUT FSI ÚST BRNO		VÝROBNÍ POSTUP		Název celku : HRS 600	Název skupiny : Support	Název součásti : Vřetenno trnu	Č. V. : M- 054-3P-5	Vydání postupu :																		
Datum : 30.1. 2016		Vyhotovil : Mynář	Kontroloval :	Polotovar : Ø250-694 ČSN 42 9010		HT : -		Číslo listu : 3																		
Číslo op. pořadové :	Název, označení stroje, zařízení, pracoviště :	Dílna :	Popis práce v operaci :	Výrobní nástroje, přípravky, měřidla, pomůcky :	Materiál nástroje :	Výrobní podmínky :																				
	Orientační :					Třídící číslo :	$v_c$ m.min <sup>-1</sup>	n f	$a_c$ $a_p$	l i	$t_{AS}$ [min.ks <sup>-1</sup> ] $t_{AV}$ [min.ks <sup>-1</sup> ]	$t_{AC}$ [min]														
04/04	Hrotový soustruh SUI 63 04133	Obrobná	Ustavit lunetu na $\varnothing 110,40^{+0}_{-0,140}$ Ra≤6.3	MĚŘIDLA DLE LISTU MĚŘIDEL M1-16	HSS	25	150	-	520	34.66	65.86															
			Kontrolovat obvodové házení Vrtat dlouhým šroubovým vrtákem s kuželovou stopkou	EXTRA DLOUHÝ VRTÁK ø50x765 ZV5001								P10	100	600	42	0.7										
			Soustružit vnitřní plochu z $\varnothing 50^{+0,160}_{+0}$ na $\varnothing 52 \pm 0.2$ Ra=6.3 v délce 40	A40T PCLNR 12 - CNMG 120404													0.2	1	2	0.56	1.39					
			Hrubovat vnitřní hranu 9x30° na $\varnothing 52 \pm 0.2$	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD A40T PCLNR 12 - CNMM 120408																		P10	130	830	12	0.10
Soustružit 10x30° na $\varnothing 52 \pm 0.2$	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD A40T SCLCR 12 - CNMG 120404	P10	150	900	12	0.4																				
												0.2	0.3	3	0.32	0.76										
05/05	Hrotový soustruh SUI 63 04133	Obrobná	Upnout na $\varnothing 110,40^{+0}_{-0,140}$ Ra≤6.3 do sklíčidla s měkkými čelistmi - nepoškodit povrch	MĚŘIDLA DLE LISTU MĚŘIDEL M1-17	P10	180			250	1.81	3.44															
			Ustavit na $\varnothing 160,45^{+0}_{-0,160}$ Ra≤6.3 do lunety Kontrolovat obvodové házení Zarovnat čelo z délky 692±0.5 na 690±0.5									HSS	30	900	6	1.24										
			Navrtat středící důlek A6.3 opřít hrotem	STŘEDÍCÍ VRTÁK A6,3 ČSN 22 1110													0.05	1	2	0.99	2.35					
			Hrubovat z $\varnothing 250$ na $\varnothing 231^{+0}_{-0,46}$ v délce 56	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMG 120404																		P10	130	230	56	1.39
			Soustružit z $\varnothing 231^{+0}_{-0,46}$ na $\varnothing 230,5^{+0}_{-0,185}$ Ra=6.3 v délce 56	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMG 120404													P10	200	280	56	1					
			Hrubovat z $\varnothing 231^{+0}_{-0,46}$ na $\varnothing 220,5^{+0}_{-0,46}$ v délce 17	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMG 120404																		P10	130	180	17	0.12
			Soustružit z $\varnothing 220,5^{+0}_{-0,46}$ na $\varnothing 220 \pm 0.5$ Ra 6.3	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMG 120404													P10	200	280	17	0.30					
			Vrtat šroubovým vrtákem	EXTRA DLOUHÝ VRTÁK ø50x765 ZV5001																		HSS	25	150	185	8.22
			Hrubovat z $\varnothing 50^{+0,160}_{+0}$ na $\varnothing 84^{+0,54}_{+0}$ v délce 212	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD A40T PCLNR 12 - CNMM 120408													P10	100	630	212	1.34					

## PŘÍLOHA 5 (4/8) - VÝROBNÍ POSTUP PRO MALOSÉRIOVOU VÝROBU

VUT FSI ÚST BRNO		VÝROBNÍ POSTUP		Název celku : HRS 600	Název skupiny : Support	Název součásti : Vřeteno trnu	Č. V. : M- 054-3P-5	Vydání postupu :				
Datum : 30.1. 2016		Vyhotovil : Mynář	Kontroloval :	Polotovar : Ø250-694 ČSN 42 9010		HT : -		Číslo listu : 4				
Číslo op. pořadové :	Název, označení stroje, zařízení, pracoviště :	Dílna :	Popis práce v operaci :	Výrobní nástroje, přípravky, měřidla, pomůcky :	Materiál nástroje :	Výrobní podmínky :						
	Orientační :					Třídící číslo :	$v_c$ m.min <sup>-1</sup>	n f	$a_c$ $a_p$	l i	$t_{AS}$ [min.ks <sup>-1</sup> ]	$t_{AV}$ [min.ks <sup>-1</sup> ]
			<p>Soustružit z <math>\varnothing 84^{+0,54}_{+0}</math> na <math>\varnothing 85 \pm 0.3</math> Ra=6.3</p> <p>Srazit hranu 2x45° na Ø220</p> <p>Hrubovat vnitřní úhel natočeních nožových pod úhlem 5°42'30" v délce 175±0.5 mm z <math>\varnothing 85 \pm 0.3</math> na <math>\varnothing 119,5^{+0,35}_{+0}</math></p> <p>Soustružit vnitřní úhel s natočeních nožových saní pod úhlem 5°42'30" v délce 175±0.5 mm na hotovo s přidavkem na broušení z <math>\varnothing 119,5^{+0,35}_{+0}</math> na <math>\varnothing 119,45^{+0,160}_{+0}</math> Ra≤3.2</p> <p>Srazit hranu 3x45° na <math>\varnothing 119,45^{+0,160}_{+0}</math></p> <p>Vyčistit sračením vzduchem</p>	<p>SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD A40T PCLNR 12 - CNMG 120404</p> <p>SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PSSNR 2525M 12 - SNMG 120404</p> <p>SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD A40T PCLNR 12 - CNMG 120408</p> <p>SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD A40T PCLNR 12 - CNMG 120404</p> <p>SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PSSNR 2525M 12 - SNMG 120404</p>	P10	150	950		212	1.12		
					P10	150	400	0.2 0.5	2	0.9	2.21	
					P10	100	380	0.2 0.5	3	0.06	0.143	
					P10	100	380	0.6 5	2	1.22	3.04	
					P10	150	400	0.2 0.55	1	1.75	4.32	
					P10	180	490	0.2 0.5	4	0.03	0.06	
06/06	OTK 09863	UŘJ	<p>Kontrolovat <math>\varnothing 230,5^{+0}_{-0,185}</math> Ra=6.3, <math>\varnothing 95,40^{+0}_{-0,140}</math> délce 77 Ra≤6.3, <math>\varnothing 110,40^{+0}_{-0,140}</math> v délce 206 Ra≤6.3, <math>\varnothing 140,45^{+0}_{-0,160}</math> v délce 47 Ra≤6.3, <math>\varnothing 148 \pm 0.4</math> v délce 221 Ra=6.3, <math>\varnothing 150,45^{+0}_{-0,160}</math> v délce 23 Ra≤6.3, <math>\varnothing 160,45^{+0}_{-0,160}</math> v délce 148 Ra≤6.3, kontrolovat sražení hran dle výkresu Ra=6.3, kontrolovat <math>\varnothing 119,45^{+0,160}_{-0}</math>, <math>\varnothing 85 \pm 0.3</math> Ra≤3.2, <math>\varnothing 50</math> Ra≤12.5, <math>\varnothing 52 \pm 0.3</math> Ra=3.2, kontrolovat sražení hran</p> <p>Kontrolovat vnitřní úhel 11°25'±3'</p> <p>Četnost kontroly rozměrů 100%</p>	<p>MĚŘIDLA DLE LISTU MĚŘIDEL M 1-17</p> <p>DRSNOMÉR Surf test SJ-210</p>								
07/07	Ruční pracoviště 09421	Obrobna	Rýsovat polohy pro závit M16 8x45° s protikusem příruba trnu Č.V. M-054-3P-9 na roztečné kružnici Ø175	Rýsovací deska, rýsovací jehla důkovač, M2								

## PŘÍLOHA 5 (5/8) - VÝROBNÍ POSTUP PRO MALOSÉRIOVOU VÝROBU

VUT FSI ÚST BRNO		VÝROBNÍ POSTUP		Název celku : HRS 600	Název skupiny : Support	Název součásti : Vřeteno trnu	Č. V. : M- 054-3P-5	Vydání postupu :				
Datum : 30.1. 2016		Vyhotovil : Mynář	Kontroloval :	Polotovár : Ø250-694 ČSN 42 9010		HT : -		Číslo listu : <b>5</b>				
Číslo op. pořadové :	Název, označení stroje, zařízení, pracoviště :	Dílňa :	Popis práce v operaci :	Výrobní nástroje, přípravky, měřidla, pomůcky :	Materiál nástroje :	Výrobní podmínky :						
	Orientační :					Třídící číslo :	$v_c$ m.min <sup>-1</sup>	n f	$a_c$ $a_p$	l i	$t_{AS}$ [min.ks <sup>-1</sup> ] $t_{AV}$ [min.ks <sup>-1</sup> ]	$t_{AC}$ [min]
08/08	Vodorovná vyvrtávačka W 100 A 14821	Obrobna	Upnout za Ø148±0.4 do prizmatického svěráku	VRTÁK ø14x169 ČSN 22 1121	HSS	25	570	-	32	0.22·8 = 1.79		
			Vrtat díry 8x45° Ø14 do hloubky 30 na roztečné kružnici Ø175 Ra=6.3					0.25	1	1.432		3.54
			Řezat závity 8xM16-6H do hloubky 25	STROJNÍ ZÁVITNÍK M16 ČSN 22 3043	HSSE	5	140	-	27	0.19·8 = 1.54		3.04
							1	1	1.232			
			Frézovat drážku 13±0.2 v délce 64±0.3 mm Ra=6.3	DRÁŽKOVACÍ FRÉZA ø13 DIN 327 D	HSS- -Co8	7	170	2.5	64	15.05		
Frézovat drážku 19±0.2 v délce 40±0.3 mm Ra=6.3	DRÁŽKOVACÍ FRÉZA ø19 DIN 327 D	HSS- -Co8	7	120	2.5	40	11.11	21.99				
Odjehlit, vyčistit stlačeným vzduchem	MĚŘIDLA DLE LISTU MĚŘIDEL M1-17											
09/09	OTK 09863	UŘJ	Kontrolovat drážku 13±0.2 v délce 64±0.3 Kontrolovat drážku 19±0.2 v délce 40±0.3 Kontrolovat hloubku závitů Kontrolovat M16 8x45° s protikusem příruba trnu Č.V. M-054-3P-9 Kontrolovat drsnost drážek Ra 6,3 Četnost kontroly rozměrů 100%	MĚŘIDLA DLE LISTU MĚŘIDEL M1, M12 DRSNOMĚR Surftest SJ-210								

## PŘÍLOHA 5 (6/8) - VÝROBNÍ POSTUP PRO MALOSÉRIOVOU VÝROBU

VUT FSI ÚST BRNO		VÝROBNÍ POSTUP		Název celku : HRS 600	Název skupiny : Support	Název součásti : Vřeteno trnu	Č. V. : M- 054-3P-5	Vydání postupu :			
Datum : 30.1. 2016		Vyhotovil : Mynář	Kontroloval :	Polotovár : Ø250-694 ČSN 42 9010		HT : -		Číslo listu : <b>6</b>			
Číslo op. pořadové :	Název, označení stroje, zařízení, pracoviště :	Dílňa :	Popis práce v operaci :	Výrobní nástroje, přípravky, měřidla, pomůcky :	Materiál nástroje :	Výrobní podmínky :					
	Orientační :					Třídící číslo :	$v_c$ m.min <sup>-1</sup>	n f	$a_c$ $a_p$	l i	$t_{AS}$ [min.ks <sup>-1</sup> ] $t_{AV}$ [min.ks <sup>-1</sup> ]
10/10	Hrotová bruska BUB 50 Practic 25532	Obrobná	<p>Upnout hrot 60° na Ø52±0.2 Ra=3.2</p> <p>Upnout velký hrot 90° Ø119,45<sup>+0,160</sup><sub>-0</sub> Ra=6.3</p> <p>Upnout unašeč za přírubu Ø230</p> <p>Kontrolovat obvodové házení</p>	<p>MĚŘIDLA DLE LISTU MĚŘIDEL M1, M7, M8, M9, M10, M11, M12, M16</p>							
			Hrubovat plochu Ø230,5 <sup>+0</sup> <sub>-0,160</sub> Ra≤6.3 na Ø230,05 <sup>+0</sup> <sub>-0,063</sub> v celé délce	BROUSÍCI KOTOUČ 500x80x203 99BA60K9V50 423665	99BA	19	38 56	130 0.039	10	0.61 0.61	1.34
			Hrubovat plochu Ø160,45 <sup>+0</sup> <sub>-0,160</sub> Ra≤6.3 na Ø160,05 <sup>+0</sup> <sub>-0,063</sub> v celé délce	BROUSÍCI KOTOUČ 500x80x203 99BA60K9V50 423665	99BA	19	38 56	193 0.039	10	0.9 0.9	1.98
			Hrubovat plochu Ø150,45 <sup>+0</sup> <sub>-0,160</sub> Ra≤6.3 na Ø150,05 <sup>+0</sup> <sub>-0,063</sub> v celé délce	BROUSÍCI KOTOUČ 500x80x203 99BA60K9V50 423665	99BA	19	40 56	105 0.039	10	0.46 0.46	1.01
			Hrubovat plochu Ø140,45 <sup>+0</sup> <sub>-0,160</sub> Ra≤6.3 na Ø140,05 <sup>+0</sup> <sub>-0,063</sub> v celé délce	BROUSÍCI KOTOUČ 500x80x203 99BA60K9V50 423665	99BA	19	43 56	127 0.039	10	1.00 1,00	2.2
			Hrubovat plochu Ø110,40 <sup>+0</sup> <sub>-0,140</sub> Ra≤6.3 na Ø110,05 <sup>+0</sup> <sub>-0,054</sub> v celé délce	BROUSÍCI KOTOUČ 500x80x203 99BA60K9V50 423665	99BA	19	55 56	165 0.035	9	0.48 0.48	1.06
			Hrubovat plochu Ø95,40 <sup>+0</sup> <sub>-0,140</sub> Ra≤6.3 na Ø110,05 <sup>+0</sup> <sub>-0,054</sub> v celé délce	BROUSÍCI KOTOUČ 500x80x203 99BA60K9V50 423665	99BA	19	64 56	80 0.003	9	0.20 0.20	0.44
			Brousit Ø230,05 <sup>+0</sup> <sub>-0,063</sub> na Ø230 <sup>+0</sup> <sub>-0,072</sub> Ra 0.8	BROUSÍCI KOTOUČ 500x80x203 99BA60K9V50 423665	99BA	10	20 24	130 0.003	17	4.88 4.88	10.73
			Brousit plochu Ø160,05 <sup>+0</sup> <sub>-0,063</sub> na Ø160 <sup>+0,014</sup> <sub>-0,011</sub> Ra 1.6 v celé délce	BROUSÍCI KOTOUČ 500x80x203 99BA60K9V50 423665	99BA	10	20 24	193 0.003	17	7.23 7.23	15.91
			Brousit plochu Ø150,05 <sup>+0</sup> <sub>-0,063</sub> na Ø150 <sup>+0</sup> <sub>-0,063</sub> Ra 0.8 v celé délce	BROUSÍCI KOTOUČ 500x80x203 99BA60K9V50 423665	99BA	10	21 24	105 0.003	17	3.75 3.75	8.25

## PŘÍLOHA 5 (7/8) - VÝROBNÍ POSTUP PRO MALOSÉRIOVOU VÝROBU

VUT FSI ÚST BRNO		VÝROBNÍ POSTUP		Název celku : HRS 600	Název skupiny : Support	Název součásti : Vřeten trnu	Č. V. : M- 054-3P-5	Vydání postupu :			
Datum : 30.1. 2016		Vyhotovil : Mynář	Kontroloval :	Polotovár : Ø250-694 ČSN 42 9010		HT : -		Číslo listu : 7			
Číslo op. pořadové :	Název, označení stroje, zařízení, pracoviště :	Dílňa :	Popis práce v operaci :	Výrobní nástroje, přípravky, měřidla, pomůcky :	Materiál nástroje :	Výrobní podmínky :					
	Orientační :					Třídící číslo :	$v_c$ m.min <sup>-1</sup>	n	$a_c$	l	$t_{AS}$ [min.ks <sup>-1</sup> ]
						f	$a_p$	i	$t_{AV}$ [min.ks <sup>-1</sup> ]	$t_{AC}$ [min]	
			Brousit plochu $\varnothing 140,05^{+0}_{-0,063}$ na $\varnothing 140^{+0}_{-0,063}$ Ra 0.8 v celé délce	BROUSÍCI KOTOUČ 500x80x203 99BA60K9V50 423665	99BA	10	23		127	4.14	
			Brousit plochu $\varnothing 110,05^{+0}_{-0,054}$ na $\varnothing 110^{+0,013}_{-0,009}$ Ra 1.6 v celé délce	BROUSÍCI KOTOUČ 500x80x203 99BA60K9V50 423665	99BA	10	30		165	4.13	
			Brousit plochu $\varnothing 95,05^{+0}_{-0,054}$ na $\varnothing 95^{+0}_{-0,054}$ Ra 0.8 v celé délce	BROUSÍCI KOTOUČ 500x80x203 99BA60K9V50 423665	99BA	10	34		80	1.76	
			Brousit pomocnou plochu $\varnothing 148$ Ra $\leq$ 6.3 na $\varnothing 148$ h8 v délce 120	BROUSÍCI KOTOUČ 500x80x203 99BA60K9V50 423665		10	21		120	4.28	
							24	0.003	17	4.28	9.42
								0.003	17	4.14	9.19
								0.003	17	4.13	9.09
								0.003	17	1.76	3.87
								0.003	17	4.28	
								0.003	17	4.28	9.42
11/11	Hrotová bruska BUB 50 Practic 25532	Obrobná	Upnout hrot na $\varnothing 52 \pm 0.2$ a $\varnothing 119,45^{+0,160}_{-0}$ vystředit, upnout upnout lunetu na pomocnou plochu $\varnothing 148$ Ra $\leq$ 6.3 Upnout do sklíčidla $\varnothing 95$ h8, nepoškodit broušený povrch, odepnout hrot na $\varnothing 119,45^{+0,160}_{-0}$ kontrola obvodové házení  Natočit pracovní stůl brusky o úhel 5°42'30" Hrubovat vnitřní z $\varnothing 119,45^{+0,160}_{-0}$ Ra $\leq$ 3.2 v plné délce na $\varnothing 119,05^{+0,054}_{-0}$ od začátku kužele  Brousit vnitřní z $\varnothing 119,05^{+0,054}_{-0}$ v plné délce na $\varnothing 119$ Ra=0.8	MĚŘIDLA DLE LISTU MĚŘIDEL M1, M12, M16, M17 PROTIKUS TRN  BROUSÍCI KOTOUČ 50x50x16 89A60J5V50  BROUSÍCI KOTOUČ 50x50x16 89A60J5V50	89A  89A	30  25	80  25		180  28	2.52  3.78	6.93
								0.0025	20	2.14	5.89
								0.0025	20	3.21	5.89



## PŘÍLOHA 6 (1/4) - VÝROBNÍ POSTUP ODLITKOVÝ POLOTOVAR

VUT FSI UST BRNO		VÝROBNÍ POSTUP			Název celku : HRS 600	Nézev skupiny : Support	Název součásti : Vřetenno trnu	Č.V. : M- 054-3P-5- O	Vydání postupu :			
Datum : 30.1. 2016		Vyhotovil : Mynář	Kontroloval :	Polotovár : Odlitek ČSN 42 2660.5			HT :	Číslo listu : <b>1</b>				
Číslo op. pořadové :	Název, označení stroje, zařízení, pracoviště :	Dílňa :	Popis práce v operaci :	Výrobní nástroje, přípravy, měřidla, pomůcky :	Materiál nástroje :	Výrobní podmínky :						
	Orientační :					Třídící číslo :	$v_c$ m.min <sup>-1</sup>	n f	$a_c$ $a_p$	l i	$t_{AS}$ [min.ks <sup>-1</sup> ]	$t_{AV}$ [min.ks <sup>-1</sup> ]
01/01	OTK 09863	URJ	Kontrolovat rozměry odlitku podle výkresu Četnost kontroly rozměrů 100%	POSUVNÉ ANALOG. MĚŘIDLO M3 DIN 862						-	-	
02/02	Hrotový soustruh SUI 63 04133	Obrobna	<p>Upnout do sklíčidla Ø247</p> <p>Ustavit lunetu na Ø127 na délce 600 od sklíč. Zarovnat čelo 692±0.5</p> <p>Kontrolovat obvodové házení Navrtat středící důlek A6.3</p> <p>Odepnout lunetu, opřít hrotem</p> <p>Hrubovat z Ø112 na <math>\varnothing96_{-0,35}^{+0}</math> v délce 72</p> <p>Hrubovat z Ø127 na <math>\varnothing111_{-0,35}^{+0}</math> v délce 137</p> <p>Hrubovat z Ø157 na <math>\varnothing141_{-0,40}^{+0}</math> v délce 47</p> <p>Hrubovat z Ø165 na <math>\varnothing149_{-0,40}^{+0}</math> v délce 222</p> <p>Hrubovat z Ø167 na <math>\varnothing151_{-0,40}^{+0}</math> v délce 23</p> <p>Hrubovat z Ø177 na <math>\varnothing161_{-0,40}^{+0}</math> v délce 148</p> <p>Soustružit z <math>\varnothing96_{-0,40}^{+0}</math> na <math>\varnothing95,4_{-0,140}^{+0}</math> v délce 72 Ra≤6.3</p> <p>Soustružit z <math>\varnothing111_{-0,35}^{+0}</math> na <math>\varnothing110,40_{-0,140}^{+0}</math> v délce 137 Ra≤3.2 konec s radiusem R4</p> <p>Soustružit z Ø141 na <math>\varnothing140,45_{-0,160}^{+0}</math> v délce 47 Ra≤6.3</p>	<p>MĚŘIDLA DLE LISTU MĚŘIDEL M1-16</p> <p>SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CCT 120404</p> <p>STŘEDÍCÍ VRTÁK A6,3 ČSN 22 1110</p> <p>SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMM 120408</p> <p>SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMM 120408</p> <p>SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMM 120408</p> <p>SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMM 120408</p> <p>SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMM 120408</p> <p>SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMM 120408</p> <p>SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMM 120408</p> <p>SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMG 120404</p> <p>SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD SRGCR 2525M10 - RCMX 1003</p> <p>SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMG 120404</p>	M10	180			250	2.72		
					HSS	30	900	0.2	2	1	2.18	5.17
								0.05	1	2	0.99	2.35
					M30	130	165			72	0.54	
								0.8	8	1	0.44	1.07
					M30	130	325			137	0.53	
								0.8	8	1	0.42	1.05
					M30	130	260			47	0.23	
								0.8	8	1	0.18	0.45
					M30	130	250			222	1.11	
								0.8	8	1	0.88	2.20
					M30	130	250			23	0.16	
								0.8	8	1	0.09	0.28
					M30	130	230			150	0.80	
								0.8	8	1	0.64	1.59
					M10	200	680			72	0.53	
								0.2	0.6	1	0.42	1.04
					M30	200	580			137	1.79	
								0.2	0.6	1	1.43	1.57
					M10	200	450			47	0.52	
								0.2	0.6	1	0.42	1.03

## PŘÍLOHA 6 (2/4) - VÝROBNÍ POSTUP ODLITKOVÝ POLOTOVAR

VUT FSI UST BRNO		VÝROBNÍ POSTUP		Název celku : HRS 600	Nézev skupiny : Support	Název součásti : Vřeteno trnu	Č.V. : M- 054-3P-5- O	Vydání postupu :			
Datum : 30.1. 2016		Vyhotovil : Mynář	Kontroloval :	Polotovár : Odlitek ČSN 42 2660.5		HT : -		Číslo listu : <b>2</b>			
Číslo op. pořadové :	Název, označení stroje, zařízení, pracoviště :	Dílňa :	Popis práce v operaci :	Výrobní nástroje, přípravky, měřidla, pomůcky :	Materiál nástroje :	Výrobní podmínky :					
	Orientační :					Třídící číslo :	$v_c$ m.min <sup>-1</sup>	n f	$a_c$ $a_p$	l i	$t_{AS}$ [min.ks <sup>-1</sup> ]
			Soustružit z $\varnothing 161_{-0,40}^{+0}$ na $\varnothing 148 \pm 0.5$ v délce 222 Ra=6.3	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMG 120404	M10	200	430		222	2.57	
			Soustružit z $\varnothing 151_{-0,40}^{+0}$ na $\varnothing 150,45_{-0,160}^{+0}$ v délce 23 Ra≤6.3	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PCLNR 3232P12 - CNMG 120404	M10	200	430	0.2 0.6	1	2.06	5.09
			Soustružit z $\varnothing 161_{-0,40}^{+0}$ na $\varnothing 160,45_{-0,160}^{+0}$ v délce 150 Ra≤3.2, konec s radiusem R4	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD SRGCR 2525M10 - RCMX 1003	M30	200	400	0.2 0.55	1	0.08	0.17
			Srazit hranu 1x45° na $\varnothing 95, \varnothing 148, \varnothing 150$	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PSSNR 2525M12 - SNMG 120404	M10	150	400	0.2 0.5	2	0.16	
			Srazit hranu 2.5x45° na $\varnothing 110$	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PSSNR 2525M12 - SNMG 120404	M10	150	400	0.2 0.5	3	0.13	0.30
			Srazit hranu 2x45° na $\varnothing 140, \varnothing 230$	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PSSNR 2525M12 - SNMG 120404	M10	150	400	0.2 0.5	2	0.17	0.40
			Srazit hranu 5x45° na $\varnothing 160$	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PSSNR 2525M12 - SNMG 120404	M10	150	300	0.2 0.5	7	0.05	0.10
			Srazit hranu 2x45°	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PSSNR 2525M12 - SNMG 120404	M10	150	400	0.2 0.5	3	0.04	0.10
			Soustružit zápich na $\varnothing 110$ šířka 8 hloubka 3 poloměr zápichu 8	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD GFIR 2525 M 04 - LCMF 0416MO-MP	8030	180	520	0.1 0.5	5	0.46	
			Soustružit zápich na $\varnothing 160$ šířka 8 hloubka 3 poloměr zápichu 8	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD GFIR 2525 M 04 - LCMF 0416MO-MP	8030	180	360	0.1 0.5	3	0.37	0.87
			Řezat závit M110x2-6g v délce 56	27 2001 DIN 4984 – 32/16 27 0700	P20	150	434		56	0.58	
			Řezat závit M160x2-6g v délce 34	SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD 27 2001 DIN 4984 – 32/16 27 0700	P20	150	300	2 1	9	0.46	1.10
								2 1	9	0.51	1.00





## PŘÍLOHA 6 (4/4) - VÝROBNÍ POSTUP ODLITKOVÝ POLOTOVAR

VUT FSI UST BRNO		<b>VÝROBNÍ POSTUP</b>		Název celku : HRS 600	Název skupiny : Support	Název součásti : Vřeteno trnu	Č.V. : M- 054-3P-5- O	Vydání postupu :				
Datum : 30.1. 2016		Vyhotovil : Mynář	Kontroloval :	Polotovár : Odlitek ČSN 42 2660.5		HT : -		Číslo listu : <b>4</b>				
Číslo op. pořadové :	Název, označení stroje, zařízení, pracoviště :	Dílňa :	Popis práce v operaci :	Výrobní nástroje, přípravky, měřidla, pomůcky :	Materiál nástroje :	Výrobní podmínky :						
	Třídící číslo :					$v_c$ m.min <sup>-1</sup>	n	$a_c$	l	$t_{AS}$ [min.ks <sup>-1</sup> ]	$t_{AV}$ [min.ks <sup>-1</sup> ]	$t_{AC}$ [min]
Orientační :						f	$a_p$	i				
			<p>Soustružit z <math>\varnothing 84^{+0,54}_{+0}</math> na <math>\varnothing 85 \pm 0.3</math> Ra=6.3</p> <p>Srazit hranu 2x45° na <math>\varnothing 220</math></p> <p>Hrubovat vnitřní úhel natočeních nožových pod úhlem 5°42'30" v délce 175±0.5 mm z <math>\varnothing 85 \pm 0.3</math> na <math>\varnothing 118^{+0,35}_{+0}</math></p> <p>Soustružit vnitřní úhel s natočeních nožových saní pod úhlem 5°42'30" v délce 175±0.5 mm na hotovo s přidavkem na broušení z <math>\varnothing 118,5^{+0,35}_{+0}</math> na <math>\varnothing 118,45^{+0,160}_{+0}</math> Ra≤3.2</p> <p>Srazit hranu 3x60° na <math>\varnothing 118,45^{+0,160}_{+0}</math></p> <p>Vyčistit sračením vzduchem</p>	<p>SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD A40T PCLNR 12 - CNMG 120404</p> <p>SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD PSSNR 2525M12 - SNMG 120404</p> <p>SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD A40T PCLNR 12 - CNMG 120408</p> <p>SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD A40T PCLNR 12 - CNMG 120404</p> <p>SOUSTRUŽNICKÝ NŮŽ - VBD A40T PCLNR 12 - CNMG 120404</p>	<p>M10</p> <p>M10</p> <p>M30</p> <p>M10</p> <p>M10</p>	<p>150</p> <p>150</p> <p>100</p> <p>150</p> <p>180</p>	<p>950</p> <p>400</p> <p>380</p> <p>400</p> <p>490</p>	<p>0.2</p> <p>0.2</p> <p>0.6</p> <p>0.2</p> <p>0.2</p>	<p>0.5</p> <p>0.5</p> <p>5</p> <p>0.55</p> <p>0.5</p>	<p>212</p> <p>3</p> <p>175</p> <p>175</p> <p>4</p>	<p>1.12</p> <p>0.07</p> <p>1.54</p> <p>1.75</p> <p>0.41</p>	<p>2.21</p> <p>0.143</p> <p>3.04</p> <p>4.32</p> <p>0.811</p>
05/05	OTK 09863	UŘJ	<p>Kontrolovat <math>\varnothing 230,5^{+0}_{-0,185}</math> Ra=6.3, <math>\varnothing 95,40^{+0}_{-0,140}</math> délce 77 Ra≤6.3, <math>\varnothing 110,40^{+0}_{-0,140}</math> v délce 206 Ra≤6.3, <math>\varnothing 140,45^{+0}_{-0,160}</math> v délce 47 Ra≤6.3, <math>\varnothing 148 \pm 0.4</math> v délce 221 Ra=6.3, <math>\varnothing 150,45^{+0}_{-0,160}</math> v délce 23 Ra≤6.3, <math>\varnothing 160,45^{+0}_{-0,160}</math> v délce 148 Ra≤6.3, kontrolovat sražení hran dle výkresu Ra=6.3, kontrolovat <math>\varnothing 118,45^{+0,160}_{-0}</math>, <math>\varnothing 85 \pm 0.3</math> Ra≤3.2, <math>\varnothing 50</math> Ra≤12.5, <math>\varnothing 52 \pm 0.3</math> Ra=3.2, kontrolovat sražení hran</p> <p>Kontrolovat vnitřní úhel 11°25'±3'</p> <p>Četnost kontroly rozměrů 100%</p>	<p>MĚŘIDLA DLE LISTU MĚŘIDEL M1-17</p> <p>DRSNOMĚR Surf test SJ-210</p>								
06/06	Ruční pracoviště 09421	Obrobna	<p>Rýsovat polohy pro závit M16 8x45° s protikusem příruba trnu Č.V. M-054-3P-9 na roztečné kružnici <math>\varnothing 175</math></p>	<p>Rýsovací deska, rýsovací jehla důkovač, M2</p>								