



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

OBRÁBĚNÍ SORTIMENTU ZÁVITOVÝCH ELEMENTŮ NA CNC STROJI

CNC MACHINE AND MACHINIG RANGE OF THE THREATED PARTS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Alena PÁVKOVÁ

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Milan KALIVODA

BRNO

2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Alena Pávková

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

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

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

Obrábění sortimentu závitových elementů na CNC stroji

v anglickém jazyce:

CNC Machine and Machining Range of the Threaded Parts

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Úvod.
2. Vytipování sortimentu závitových elementů z produkce firmy.
3. Návrh technologického procesu s návazností na povrchové úpravy.
4. Sestavení NC programu.
5. Zpracování TPV dokumentace pro potřebu firmy.
6. Technicko-ekonomické zhodnocení.
7. Diskuze.
8. Závěr.

Cíle bakalářské práce:

Sestavení technologických procesů daného sortimentu součástí při respektování výrobních možností firmy.

Seznam odborné literatury:

1. PÍŠKA, Miroslav et al. Speciální technologie obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 252 s. ISBN 978-80-214-4025-8.
2. ZEMČÍK, Oskar. Technologická příprava výroby. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2002. 158 s. ISBN 80-214-2219-X.
3. ŠTULPA, Miloslav. CNC obráběcí stroje a jejich programování. 1. vyd. Praha: Technická literatura BEN, 2007. 128 s. ISBN 978-80-7300-207-7.
4. Příručka obrábění, kniha pro praktiky. 1. vyd. Praha: Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.
5. LEINVEBER, Jan, Jaroslav ŘASA a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3. vyd. Praha: Scientia, s. r. o., 2000. 986 s. ISBN 80-7183-164-6.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Kalivoda

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

V Brně, dne 21.11.2014

L.S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu

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

ABSTRAKT

Bakalářská práce obsahuje navrhování technologického procesu pro konkrétní součástky vybrané ze sortimentu firmy zabývající se obráběním. Dále se práce zabývá informacemi o programování CNC strojů a sestavování NC programů, sestavení TPV dokumentace. Cílem práce je sestavení technologických procesů pro daný sortiment z výroby firmy.

Klíčová slova

TPV dokumentace, CNC stroje, NC program, závit.

ABSTRACT

Bachelor work includes designing technological process for a particular component selected from a range of companies engaged in machining. Furthermore, the work deals with information about the programming of CNC machines and compiling NC programs build TPV documentation. The aim is to make technological processes for the production range of the company.

Key words

TPV documentation, CNC machines, NC program, thread.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

PÁVKOVÁ, Alena. *Obrábění sortimentu závitových elementů na CNC stroji*. Brno 2015. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 38 s. 8 příloh. Ing Milan Kalivoda.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Obrábění sortimentu závitových elementů na CNC stroji** vypracovala samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum

Alena Pávková

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji panu Ing. Kalivodovi za cenné rady a připomínky při zpracování bakalářské práce.

Dále děkuji firmě Sanborn a.s. za rady při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

ABSTRAKT	4
PROHLÁŠENÍ.....	5
PODĚKOVÁNÍ	6
OBSAH	7
ÚVOD	9
1 VYTIPOVÁNÍ SORTIMENTU Z PRODUKCE FIRMY	10
1.1 Firma Sanborn a.s.....	10
1.2 Matice 1 5/8“	11
1.2.1 Materiál	12
1.2.2 Polotovar	12
1.2.3 Ukazatel jakosti povrchu obráběné plochy	12
1.3 Svorník	13
1.3.1 Materiál	13
1.3.2 Polotovar	14
1.3.2 Ukazatel jakosti povrchu obráběné plochy	14
2 NÁVRH TECHNOLOGICKÉHO PROCESU S NÁVAZNOSTÍ NA POVRCHOVÉ ÚPRAVY	15
2.1 Technologický proces matice 1 5/8“	15
2.2 Technologický proces svorníku	15
2.2.1 Povrchové úpravy	16
3 SESTAVENÍ NC PROGRAMU	17
3.1 NC program	17
3.1.1 Význam nejpoužívanějších adres.....	17
3.1.2 Funkce M a G	18
3.2 Programy pro výrobu součástí	19
4 ZPRACOVÁNÍ TPV DOKUMENTACE	20
4.1 TPV dokumentace.....	20
4.2 Výrobní postup matice 1 5/8“	20
4.2.1 Strojní časy	21
4.3 Výrobní postup ložiska klikového hřídele	23
4.3.1 Strojní časy	24
4.4 Stroje	24
4.5 Nástroje.....	26

5	TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	28
5.1	Náklady na materiál	28
5.2	Náklady na elektřinu	28
5.3	Náklady na mzdu.....	29
5.4	Náklady na nástroje	29
5.5	Celkové náklady	30
6	DISKUZE	32
	ZÁVĚR	33
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	34
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	36
	SEZNAM PŘÍLOH.....	38

ÚVOD

Obsahem této práce je výroba dvou rotačních součástí sloužících k zajištění spojení dvou částí hlavního ložiska klikového hřídele. Celé spojení je zasazeno do motoru od lokomotivy. Zvolené součásti jsou z produkce firmy Sanborn a.s., zabývající se výrobou spojovacích materiálů pro vysoké teploty, náhradní díly pro lodní a dopravní průmysl. V následujících kapitolách je zpracován technologický proces obou součástí. Součástky budou převážně vyráběny na CNC strojích, krom výroby závitů, které budou prováděny na válcovacím stroji. Na součástce matice je jedna drážka frézována na horizontální frézce. Stroje jsou použity ze strojního parku firmy. Vše je navrženo dle jejich možností. Pro operace prováděné na CNC strojích je sestaven návrh NC programu. V další kapitole je zaznamenán výrobní postup, stroje s technickými parametry a volba nástrojů. V závěru práce je technicko-ekonomické zhodnocení, ve kterém jsou brány ohledy na náklady spojené s materiálem, elektřinou a mzdy dělníků.



Obr. 1 Montáž svorníku.

1 VYTIPOVÁNÍ SORTIMENTU Z PRODUKCE FIRMY

Tato práce se zabývá výrobou dvou spojovacích součástí, jedná se o matici a svorník. Jejich úkolem je společně zajistit spojení ložiska klikového hřídele složeného ze dvou částí. Vše je součástí motoru od společnosti GE Aviation, jedná se o motor do lokomotivy.

1.1 Firma Sanborn a.s.

Sanborn a.s. je strojírenská firma, kdy její začátek můžeme zařadit do dvacátých let minulého století. Do dnešní podoby strojírenského závodu a opravárenské základny byla postupně budována v letech 1970 až 1980 (viz. Obr. 1).



Obr. 1.1 Výrobní hala v letech 1970-1980 [1].

Velkou změnu zažila v době po privatizaci majetku, tedy v roce 1992. V tomto roce se z firmy stává akciová společnost. Pro firmu je to přínos v podobě modernizace provozů, je zajištěno jak zlepšování technologie a kvality výroby díky novým strojům (viz obr. 2), ale i zvětšení prostor v podobě výstavby nových hal.



Obr. 1.2 Nové stroje [1].

V dnešní době jsou hlavním výrobním programem:

- strojírenská výroba,
- výroba speciálního spojovacího materiálu pro vysoké teploty a tlaky, pro tlakové nádoby, plynové kompresory a čerpadla,
- výroba náhradních dílů: energetika- přesné díly pro plynové, parní a vodní turbíny a generátory, teplárny, chemické provozy,
- transport: součásti lokomotiv a železničních strojů, díly dieselelových motorů a převodovek.

Díky modernímu rozsáhlému strojovému parku je firma schopna strojně obrábět ve všech kategoriích. Nabízí soustružení jak klasické, tak na NC či CNC centrech, karuselech či další možnosti obrábění jako je frézování, vrtání, broušení.[1]

1.2 Matice 1 5/8“

Funkcí matice 1 5/8“ je zajistit pevné spojení ložiska klikového hřídele vyrobeného ze dvou součástí. Matice se bude zašroubovávat na svorník, který spojuje části ložiska. Vyráběna bude pro zahraniční firmu, kdy firma dodala rozměry v palcích. Na výrobek jsou požadované mechanické hodnoty, jako je minimální pevnost v tahu, mez kluzu, tažnost a tvrdost. Tyto mechanické vlastnosti jsou zajištěny zušlechtním v ochranné atmosféře. Polotovár pro výrobu je do firmy dopravován v podobě výkovku, kdy je výkovek otryskán. Materiálem výkovku je ocel 12050.6. Výkres součásti je v příloze 1.



Obr. 1.3 Matice 1 5/8".

1.2.1 Materiál

Materiálem pro výrobu matice je ocel 12 050.6. Jedná se o uhlíkovou ocel ušlechtilou nelegovanou vhodnou k zušlechťování a povrchovému kalení. Tento materiál je dobře obrobitelný, má dobrou tvarovou stabilitu po tepelném zpracování. Ocel je vhodná pro velké výkovky, kdy teplota kování se pohybuje od 800 až 1100 °C. [3] Její mechanické vlastnosti jsou zpracovány v tabulce 1.

Tab. 1.1 Mechanické vlastnosti oceli [2].

Jakost oceli	Tep. zpracování	Průměr [mm]	Nejmenší mez kluzu Re [MPa]	Pevnost v tahu Rm [MPa]	Vlastnosti, příklad použití
12 050	.6	do 1000	275	min. 550	K zušlechťování a povrch. Kalení. Velká ozubená kola, čepy, ojnice.

1.2.2 Polotovár

Polotovarem pro výrobu matice je výkovek. Polotovár je do firmy dodávám externím dodavatelem. Polotovary jsou po dodání kontrolovány a přeměřovány. Výkres výkovku je uveden v příloze číslo 3.

1.2.3 Ukazatel jakosti povrchu obráběné plochy

- Ukazatel jakosti povrchu obráběné plochy:

$$U_k = \frac{\sum_{i=1}^h H_i \cdot n_i}{n} [\mu\text{m}] \quad (1.1)$$

Kde: H_i [μm] – jakost povrchu

n_i [-] – četnost výskytu dané jakosti povrchu

n [-] – četnost výskytu všech uvažovaných drsností

$$U_k = \frac{\sum_{i=1}^h H_i \cdot n_i}{n} = \frac{6,3 \cdot 7 + 12,5 \cdot 2}{9} = 7,7 \mu\text{m}$$

1.3 Svorník

Svorník složí ke spojení ložiska klikového hřídele vyrobeného ze dvou částí. Má funkci závrtného šroubu, kdy jedna jeho strana je zašroubována do spodní části ložiska a na druhý konec s vyvrtaným otvorem je nasazena vrchní část ložiska. Toto spojení je zajištěno maticí, které je našroubována na konec svorníku. Otvor ve vrchní části svorníku slouží k umístění závlačky, která zabraňuje uvolnění matice. Výkres svorníku je dodán v příloze 2. Na svorníku je potřeba provedení povrchové úpravy – zinkování, aby bylo zabráněno korozi.



Obr. 1.4 Svorník.

1.3.1 Materiál

Materiálem svorníku je konstrukční ušlechtilá ocel 16341. Jedná se o ocel nízkolegovanou, kde třetí číslice, v tomto případě 3, udává střední obsah legujících prvků. Je legována zejména niklem a chromem. Číslo čtyři na čtvrté pozici ve značení říká, že obsah uhlíku v % je roven 4. Tato ocel je používána ve stavu kaleném, který zajišťuje tvrdost a odolnost materiálu proti opotřebení.[4]

Tab. 1.2 Mechanické vlastnosti oceli [2].

Jakost oceli	Tep. zpracování	Průměr [mm]	Nejmenší mez kluzu Re [MPa]	Pevnost v tahu Rm [MPa]	Vlastnosti, příklad použití
16341	.8	do 300	1 222	min. 1620	K zušlechťování. Na součásti s požadovanou vysokou pevností.

1.3.2 Polotovár

Polotovarem je kruhová tyč $\varnothing$ 42-540 mm do dávání do firmy přímo v rozměrech shodných s rozměry polotovaru pro výrobu.

1.3.2 Ukazatel jakosti povrchu obráběné plochy

- Ukazatel jakosti povrchu obráběné plochy:

$$U_k = \frac{\sum_{i=1}^h H_i \cdot n_i}{n} [\mu\text{m}] \quad (1.2)$$

Kde: H_i jakost povrchu [μm],

n_i četnost výskytu dané jakosti povrchu [-],

n četnost výskytu všech uvažovaných drsností [-] .

$$U_k = \frac{\sum_{i=1}^h H_i \cdot n_i}{n} = \frac{0,4 \cdot 4 + 1,6 \cdot 1 + 6,3 \cdot 2}{7} = 2,3 \mu\text{m}$$

2 NÁVRH TECHNOLOGICKÉHO PROCESU S NÁVAZNOSTÍ NA POVRCHOVÉ ÚPRAVY

2.1 Technologický proces matice 1 5/8"

Polotovár pro výrobu matice je do firmy dodáván ve formě výkovku. Výkovek po přijetí musí být kontrolován dle EN 10204-3.1. Po následné kontrole proběhne zušlechťování v ochranné atmosféře, aby byly dosaženy tyto mechanické vlastnosti:

mez pevnosti v tahu	min. 690 MPa,
mez kluzu	min. 400 MPa,
tažnost	min. 18%.

V první operaci bude polotovár upnut do sklíčidla na NC soustruhu SPT 16, navrtán otvor, opracováno levé čelo a soustružen průměr D66,5. Pro další operaci bude obrobek otočen, soustruženo pravé čelo a osazení na průměru 42,4. Následná operace je frézování průchozí drážky s rádiusem R3,56 v hloubce 11,9 mm, šířka drážky je 7,12 mm. Dalším krokem je vyfrézování dvou bočních drážek na míru 70,1 mm. Šířka obou drážek je 22,2 mm. Následně se soustruží otvor pro závit a závit dle anglického značení 1 5/8", rozměr je dán ze strany zákazníka v palcích, v přepočtu je velký průměr závitu roven 41,3 mm se stoupáním 2,1 mm. Vyrobenou součást je nutno odjehlit. Výstupní kontrola spočívá v kontrole vizuální na povrchové vady, jako jsou trhliny, praskliny, v přeměření všech rozměrů. Poslední fází je kompletní očištění, odmaštění a konzervování v konzervačním prostředku WD 40, což je penetrující mazivo a konzervant.

Při výrobě této součásti je použitý NC soustruh SPT, jehož parametry jsou uvedeny v kapitole 4.

2.2 Technologický proces svorníku

Po přijetí polotovaru do firmy je nutné zkontrolovat vlastnosti a rozměry. Vstupní kontrola bude prováděna dle normy EN 10204- 3.1. Bude následovat zušlechťování v ochranné atmosféře, aby bylo dosaženo následujících mechanických vlastností:

mez pevnosti v tahu	1150 – 1230 MPa,
mez kluzu	1050 – 1175 MPa,
tvrdost	37 – 40 HRC,
tažnost	min. 13,7%.

Kvalitu provedené operace je nutné doložit s podmínkami tepelného zpracování.

Pro kontrolu mechanických vlastností bude provedena tahová zkouška.

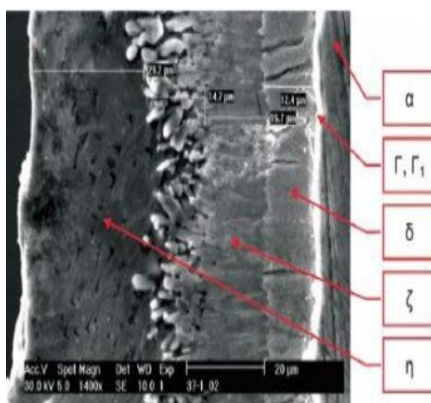
Následuje samotná výroba součásti. Po zarovnání čel následuje soustružení pravé závitové části spolu s úkosalnicemi pro válcování, hrubování ostatních povrchů s přídatkem 1 mm. Obrobek je otočen a proběhne soustružení levé závitové části opět s úkosalnicemi, vrtání otvoru s následným zahloubením. Následná operace bude provedena na válcovačce ORT 2RP, jedná se o válcování závitů na obou koncích. Po skončení všech operací je nutno odstranit

otřepy na celé součásti. V poslední řadě proběhne očištění a odmaštění, zakonzervování a vyexpedování do externího pracoviště, kde proběhne povrchová úprava – zinkování.

2.2.1 Povrchové úpravy

Firma nemá prostředky na děláni povrchových úprav, má smlouvu s nejmenovanou firmou, která se zabývá povrchovými úpravami. Tato spolupráce má nevýhodu pro firmu Sanborn, která krom nákladů zaplacených za povrchovou úpravu, spočívá v problému řešení dopravy.

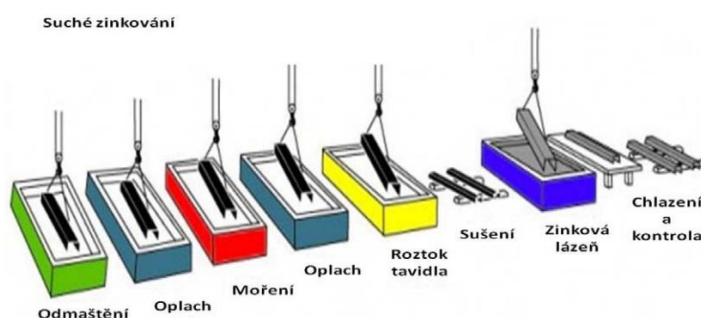
Zinkování bude prováděno dle ČSN EN 4042, zinkovat A2L – zinkový povlak se silou vrstvy 5 mikronů. Odstín zinkování je žlutý až žlutohnědý. V tomto případě se bude jednat o proces žárového zinkování. Zinkování se provádí nejčastěji na součástkách z oceli. Aby bylo dosaženo ochrany, je třeba před procesem povrch zcela zbavit nečistot a mastnot. Správné očištění a odmaštění má vliv na kvalitu zinkování, stejně jako správné nanášení zinkového povlaku. Dalším krokem je nános tavidla, jehož funkcí je zamezení vytváření oxidů. Dle způsobu nanášení rozlišujeme mokré a suché zinkování. V našem případě je používáno zinkování suché, kdy je tavidlo nanášeno ve vaně obsahující chlorid zinečnatý a chlorid amonný. Po namáčení je nutno osušit v peci, je vytvořena vrstva tavidla.



Obr. 2.1 Základní struktura zinkového povlaku[12]

Po usušení je zboží namočeno do roztaveného zinku, kde se utváří zinkovaný povlak. Jeho struktura je zobrazena na obrázku 2.1.

Po vytažení v roztaveného zinku se na povrchu vytváří popel, příčinou jeho vzniku je pálení chloridů. Tato vrstva je nežádoucí a je třeba ji setřít. Tvoří se zde i oxidy zinku, jejich odstranění je také nutné. Předposlední operací je zchlazení ve vodě. Lze chladit i na vzduchu. V závěru je zboží kontrolováno, baleno[11].



Obr. 2.2 Postup suchého zinkování[13]

3 SESTAVENÍ NC PROGRAMU

3.1 NC program

NC programem rozumíme soubor geometrických, technologických, pomocných informací. Tyto informace popisují činnost stroje řízeného číslicově. Pomocí informací geometrických je dána dráha nástroje. Optimální řezné podmínky jsou určeny technologickými informacemi. Úkolem informací pomocných je řízení funkcí jako například zapnutí a vypnutí chlazení, začátek a konec programu. Program činností je sestaven pomocí znaků písmen a číslic. Tyto znaky jsou zapsány do příkazů seřazených v blok. Samotné bloky jsou seřazeny v posloupnosti. [8]

3.1.1 Význam nejpoužívanějších adres

Tab. 3.1 Nejpoužívanější adresy

Písmeno	Význam	Poznámka
X Y Z	Základní osy souřadného systému-pohyby v osách.	Neobsazená písmena abecedy jsou volná, výrobci je obsazují dle specifik svých řídicích systémů, podle možností daných strojů pro které jsou především určena.
A B C	Rotace kolem základních os.	
I J K	Parametry interpolace nebo stoupání závitu ve směru os.	
P Q R	Pohyby paralelně podél základních os.	
R	Parametr v podprogramech.	
U V W	Druhý pohyb paralelně se základními osami.	
T	Nástroj.	
D	Paměť korekce nástrojů.	
G	Přípravná funkce.	
M	Pomocná funkce.	
N	Číslo bloku (věty).	
F	Posuv.	
S	Otáčky vřetene. Konstantní řezná rychlost.	
L	Volání podprogramu.	

3.1.2 Funkce M a G

Funkce M se řadí mezi funkce pomocné. Jsou součástí řízení stroje. V tabulce (Tab. 3.2) jsou zaznamenány nejdůležitější funkce.

Tab. 3.2 Funkce M [8].

Označení funkce	Význam
G00	Lineární interpolace rychloposuvem
G01	Lineární interpolace pracovních posuvem
G02 G03	Kruhová interpolace
G17 G18 G19	Volba pracovní roviny X-Y Z-X Y-Z
G40 G41	Zrušení korekcí Zapnutí korekce
G90 G91	Absolutní programování Přírustkové programování
G95	Posuv f v mm

Funkce G je funkce přípravná. V tabulce (Tab. 3.3) jsou vypsány

Tab. 3.3 Funkce G [8].

Označení funkce	Význam
M03 M04	Otáčky vřetene ve směru hodinových ručiček proti směru hodinových ručiček
M05	Zastavení vřetene
M06	Výměna nástroje
M07-08	Zapnutí čerpadla
M09	Vypnutí čerpadla

M17	Konec podprogramu
M30	Konec hlavního programu

5.2 Programy pro výrobu součástí

NC programy pro výrobu matice i svorníku proběhly ručně. Jsou sepsány a doloženy v přílohách. Příloha 7 obsahuje program pro výrobu matice, příloha 8 je program pro výrobu svorníku.

4 ZPRACOVÁNÍ TPV DOKUMENTACE

4.1 TPV dokumentace

Technologická příprava výroby, TPV, můžeme definovat jako souhrn činností s technicko-organizačním charakterem, jež se zaměřuje na zpracování konstrukční, technologické a projektové dokumentace. Obsahuje informace potřebné k zajištění výroby.

Hlavními úkoly technologické přípravy výroby jsou:

- Zpracování konstrukčně technologických rozborů součástkové základy,
- výběr vhodných polotovarů,
- určení počtu a pořadí technologických, manipulačních a kontrolních etap výroby,
- výběr vhodných výrobních strojů a zařízení, nástrojů, pomůcek,
- výpočet údajů o spotřebě materiálu, času, energie,
- konstrukční a technologická příprava prostředků technologického vybavení,
- kompletace, evidence a archivace výrobní dokumentace. [7]

4.2 Výrobní postup matice 1 5/8“

Tab. 4.1 Výrobní postup matice 1 5/8“.

VUT Brno, FSI - ÚST ODBOR OBRÁBĚNÍ		VÝROBNÍ POSTUP	
NÁZEV SOUČÁSTI : MATICE 1 5/8“		ČÍSLO SOUČÁSTI : S 66427	
MATERIÁL : 12050.6		POLOTOVAR : VÝKOVEK	HMOTNOST [kg] : 0,910 POČET VYRÁBĚNÝCH KS : 120
OPE- RACE ČÍSLO	TŘÍDÍ- CÍ ČÍS- LO:	TYP STROJE/ SŘE- DISKO:	POPIS PRÁCE :
10	34511	NC soustruh STP16	UPNOUT DO DVOUČELISŤOVÉHO SKLÍČIDLA; VRTAT OTVOR S PŘÍDAVKEM 1mm; SOUSTRUŽIT 66,5±0,1 V DÉLCE 32,1 VČETNĚ LEVÉHO ČELA, RADIUSOVOU PLOCHU R 127+0,7 S ÚKOSEM 1x45°

FSI VUT	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	List 21
---------	------------------	---------

20	34511	NC soustruh STP16	UPNOUT ZA $\varnothing 66,5 \pm 0,1$; SOUSTRUŽIT PRAVÉ ČELO NA 15,7, OSAZENÍ $\varnothing 42,4 \pm 0,3$ DO HLOUBKY $12,7 \pm 0,1$; ODJEHLIT FRÉZOVAT PRŮCHOZÍ DRÁŽKU $7,12 \pm 0,2$ DO HLOUBKY $11,9 \pm 0,3$ KOTOUČOVOU FRÉZOU FRÉZOVAT 2x DRÁŽKU $22,2 \pm 0,3$ NA MÍRU $70,1 \pm 0,3$; 2x PLOCHU $55,5 - 0,4$, SOUSTRUŽIT OTVOR PRO ZÁVIT, ŘEZAT ZÁVIT 1 5/8" -12 UN – 2B
30	00176	MEZIOPERAČNÍ KONTROLA	ZMĚŘIT RÁDIUS KOŘENE ZÁVITU
40	09421	PRÁCE ZÁMEČNICKÉ	CELKOVÉ ODJEHLIT; VIZUÁLNÍ KONTROLA NA POVRCHOVÉ VADY
50	09422	BODOVÉ PRÁC. BASIC 150	ZNAČIT DLE VÝKRESU
60	00178	VÝSTUPNÍ KONTROLA	100% KONTROLA VŠECH ROZMĚRŮ
70	11111	BALENÍ, KONZERVACE	OČISTIT, ODMASTIT, BALIT; KONZERVAČNÍ PROSTŘEDEK WD 40
DATUM VYPRACOVÁNÍ: 23.2.2015		VYPRACOVAL: PÁVKOVÁ ALENA	

4.2.1 Strojní časy

Strojní čas potřebný pro výrobu matice byl změřen a zaznamenán při samotné výrobě.

- Strojní čas $t_{AS} = 2,5$ minut.
- Vedlejší čas t_N , tedy čas potřebný na upínání obrobků, zapnutí/vypnutí otáček, výměna nástrojů, očištění, čas pro měření, byl změřen na 0,5 minuty.

Strojní časy pro výrobu jedné součásti včetně časů vedlejších byli zjištěny experimentálně při samotné výrobě. Lze je však ověřit i pomocí následujících výpočtů, avšak časy pomocí výpočtů se mohou od skutečnosti lišit a jsou pouze orientační.

Vzorce pro výpočty časů:

- vztah pro řeznou rychlost:

$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} [m \cdot min^{-1}] \quad (4.1)$$

kde: D průměr obrobku [mm],
n otáčky obrobku [min^{-1}],

- výpočet strojního času pro podélné soustružení a pro vrtání:

$$t_{AS} = \frac{L_n \cdot i}{n \cdot f} = \frac{(l_n + l_i + l_p) \cdot i}{n \cdot f} [m \cdot min^{-1}] \quad (4.2)$$

Kde: n otáčky obrobku [min^{-1}],
f posuv [mm],
 L_n dráha nástroje [mm],
 l_n délka náběhu [mm],
 l_p délka přeběhu [mm],
 l_i délka soustružené plochy,
i počet záběrů [-],

- výpočet strojního času pro čelní soustružení:

$$t_{AS} = \frac{(D_{max} + 2 \cdot l_n) - (D_{min} - 2 \cdot l_p)}{2 \cdot n \cdot f} [m \cdot min^{-1}] \quad (4.3)$$

kde: n otáčky obrobku [min^{-1}],
f posuv [mm],
 D_{max} maximální průměr [mm],
 D_{min} minimální průměr [mm],
 l_n délka náběhu [mm],
 l_p délka přeběhu [mm] [7].

4.3 Výrobní postup ložiska klikového hřídele

Tab. 4.2 Výrobní postup ložiska klikového hřídele.

VUT Brno, FSI - ÚST ODBOR OBRÁBĚNÍ		V Ý R O B N Í P O S T U P	
NÁZEV SOUČÁSTI : LOŽISKO KLIKOVÉHO HŘÍDELE			ČÍSLO SOUČÁSTI : S 65682
MATERIÁL : 16341.3		POLOTOVAR : VÝKOVEK	HMOTNOST [kg] : 5,8 kg POČET VYRÁ- BĚNÝCH KS : 120
OPE- RACE ČÍSLO	TŘÍDÍ- CÍ ČÍS- LO:	TYP STROJE/ SŘEDIS- KO:	POPIS PRÁCE :
10	34517	CNC TMM-250	ZAROVNAT ČELO, NAVRTAT DLE VÝKRESU, SOUSTRUŽIT PRAVOU ZÁVITOVOU ČÁST NA $\varnothing$ 39,8 VČETNĚ ÚKOSŮ
20	34517	CNC TMM-250	ZAROVNAT ČELO NA 536,7, NA- VRTAT DLE VÝKRESU, SOU- STRUŽIT LEVOU ZÁVITOVOU ČÁST NA 39,8 VČETNĚ ÚKOSŮ, VRTAT OTVOR $\varnothing$ 6,3 SE ZAHLOU- BENÍM
30	03924	VÁLCOVAČKA ORT 2RP	VÁLCOVAT ZÁVITY 1 5/8“ S RADIUSOVÝM KOŘENEM OBOUSTRANĚ
40	09421	PRÁCE ZÁMECNICKÉ	ODJEHLIT, ODSTRANIT OTŘEPY
50	00178	VÝSTUPNÍ KONTRO- LA	100% KONTROLA VŠECH ROZ- MĚRŮ
60	11111	BALENÍ, KONZERVA-	OČISTIT, ODMASTIT, BALIT;

		CE	KONZERVAČNÍ PROSTŘEDEK WD 40
DATUM VYPRACOVÁNÍ: 23.2.2015		VYPRACOVAL: PÁVKOVÁ ALENA	

4.3.1 Strojní časy

Strojní čas potřebný pro výrobu svornice byl také změřen a zaznamenán při samotné výrobě.

- Strojní čas $t_{AS} = 3$ minuty.
- Vedlejší čas $t_N = 0,5$ minut.

Teoretické výpočty strojních časů jsou uvedeny v kapitole podkapitole 4.2.1 Strojní časy jako rovnice 4.1, 4.2, 4.3.

4.4 Stroje

Na výrobu součástí byly použity tyto stroje:

- CNC soustruh Takisawa TMM-250 s parametry:

Oběžný průměr nad ložem	780 mm,
max. délka soustružení	760 mm,
max. průměr tyčového materiálu	63 mm,
řídící systém	FANUC,
otáčky vřetene	40 – 4000 min ⁻¹ ,
pojezdové dráhy: X	265 mm
Z	760 mm,
rozměry stroje d x š x v	3800 x 2200 x 2250 mm,
celkový příkon	30 Kw,

hmotnost stroje

8500 kg.



Obr. 4.1 Takisawa TMM-250[5].

- NC soustruh KOVOSVIT SPT 16 s parametry:

Max. průměr soustružení	160 mm,
max. oběžný průměr	340 mm,
max. délka soustružení	500 mm,
max. hmotnost obrobku	50 kg,
otáčky vřetene	40 – 4000 min ⁻¹ ,
hmotnost stroje	3 700 kg,
celkový příkon stroje	45 Kw.



Obr. 4.2 NC soustruh KOVOSVIT SPT 16 [6].

4.5 Nástroje

Tab. 4.3 Nástrojový list [9][14][15].

FSI VUT BRNO	Nástrojový list			
Zobrazení nástroje	Název nástroje	Označení nástroje	Materiál	Pozice
	Nůž pro vnější soustružení VBD	SCLCR 2525 M 12-M-A CCGT 120408F-AL	HSS HF7	T1
	Nůž pro vnitřní soustružení (hrubovací) VBD	11 A20R SDQC DCMT 11T308-F2	HSS TP2000	T2

	Nůž pro vnitřní soustružení (dokončovací) VBD	A32T-PDUNL15 DNGM 150608-MF1	HSS CP500	T3
	Nůž pro vnější závity VBD	SER 2020 K16 TN 16ER150-300M	HSS 8030	T4
	Vrták ø20	A402000V000S	HSS	T5
	Vrták ø5	A210500T000S	HSS	T6
	Záhlubník kuželový 60°	C271216F000S	HSS	T7

Tab. 4.4 Měřicí pomůcky [17][18].

FSI VUT BRNO	Měřicí pomůcky	
Zobrazení	Název nástroje	Označení výrobcem
	Digitální posuvné měřítko	ABSOLUTE DIGIMATIC
	Sada základních koncových měrek	EN ISO 3650

5 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

5.1 Náklady na materiál

Sériovost obou dílu je 120 ks.

- Firma odebírá polotovar pro výrobu matice za cenu 45 Kč za kilogram. Hmotnost jednoho polotovaru je rovna 0,91 kg.

$$m = m_p \cdot s_v [kg] \quad (5.1)$$

kde: m hmotnost materiálů pro celou sérii [kg],

m_p hmotnost polotovaru[kg],

s_v výrobní série [ks].

$$m = 0,91 \cdot 120 = 109,2kg$$

$$C = m \cdot c_{kg} [Kč] \quad (5.2)$$

Kde: C cena pro výrobní sérii [Kč],

m hmotnost polotovaru [kg],

c_{kg} cena za kilogram [kč].

$$C = 109,2 \cdot 45 = 4914Kč$$

- Cena za jeden kilogram polotovaru pro výrobu svorníku je 21 Kč. Hmotnost polotovaru je rovna 5,8 kg.

$$m = 5,8 \cdot 120 = 600kg$$

$$C = 600 \cdot 21 = 12600Kč$$

Svorník bude externí firmou povrchově upraven - zinkován. I toto je potřeba zahrnout do nákladů. Cena žárového zinkování za 1 kg je 15 Kč. Při celé výrobní dávce 120 kusů je celková hmotnost 600kg. Cena zinkování celé série je rovna 9000Kč

5.2 Náklady na elektřinu

Příkony strojů jsou 30 kWh a 45 kWh. Cena elektrické energie se v současné době pohybuje okolo 4,9 Kč za kWh.

CNC soustruh Takisawa TMM-250 použitý pro výrobu matice má celkový příkon 30 kWh.

Tab 5.1 Náklady na elektřinu.

Čas chodu soustruhu pro dávku 120 ks [hod]	Náklady na provoz [Kč]
6	29,4

NC soustruh KOVOSVIT SPT 16 má příkon 45 kWh.

Tab. 5.2 Náklady na elektřinu.

Čas chodu soustruhu pro dávku 120 ks [hod]	Náklady na provoz [Kč]
7	34,3

5.3 Náklady na mzdu

Jelikož výroba součástek probíhá na jiných strojích, lze ji provádět zároveň. Je potřeba dvou dělníků na obsluhu. CNC soustruh Takisawa má čas chodu roven 6 hodinám. K pracovní době stroje musíme připočítat časy na seřízení stroje a na manipulaci. Doba výroby série zaokrouhlíme na 7 hodin. Pracovní doba dělníka je 8,5 hodin, po odečtení přestávky na oběd je čistá pracovní doba dělníka 8 hodiny. Na výrobu 120 kusů matic mu tedy postačí jeden den. Jeho mzda je 112 Kč za hodinu. Čas chodu NC soustruhu KOVOSVIT je 7 hodin. Po připočítání časů na seřízení a podobně se doba výroby celé série pohybuje kolem 8 hodin, což znamená, že pracovníkovi bude na zhotovení celé výrobní dávky stačit jedna směna.

Tab. 5.3 Mzdy dělníků.

Mzda dělníka na CNC soustruhu Takisawa [Kč]	Mzda dělníka na NC soustruhu KOVOSVIT [Kč]
784	896

5.4 Náklady na nástroje

Tab. 5.4 Náklady na nástroje.

Druh nástroje	Počet břitů [-]	Trvanlivost [min]	Cena [Kč]	Celková doba záběhu na celou sérii [min]	Počet na celou sérii [ks]	Cena nástroje při výrobě celé série [min]
VBD CCGT120408 F-AL	4	15	289	108	2	579
VBD DCMT 11T308-F2	4	15	121	96	2	242

VBD DNGM 150608-MF1	4	15	295	17	1	295
VBD TN 16ER150-300M	4	15	371	8	1	371
Vrták A402000V000S	15	15	237	12	1	237
Vrták A210500T000S	2	15	48	7,6	1	48
Záhlubník C271216F000S	2	15	279	9,6	1	279

Nástroje jsou pro oba stroje, v pátém sloupci je uvedená celková doba záběhu na obou dvou strojích, která byla zjištěna měřením při výrobě.

Vzorový výpočet pro počet břitových destiček:

$$N = \frac{t_{cz}}{T \cdot p_b} [ks] \quad (5.3)$$

kde: N počet břitových destiček [ks],
 t_{cz} celková doba záběhu na celou sérii [min],
 p_b počet břitů [ks].

5.5. Celkové náklady

Tab. 5.5 Souhrn celkových nákladů.

Druh nákladů	Součet cen [Kč]	Celkový náklad [Kč]
Náklady na materiál	4914+12600+9000	26 514
Náklady na elektřinu	29,4+34,3	63,9
Náklady na mzdy dělníků	764+896	1 660
Náklady na nástroje	579+242+295+371+237+48+279	2 051

Celkové náklady na výrobu celé série 120 kusů jsou rovny 30288,9Kč.

Náklady na výrobu jednoho kusu lze spočítat následovně:

$$C_{1ks} = \frac{c_v}{s_v} [Kč] \quad (5.4)$$

kde: C_{1ks} náklady na jeden kus [Kč],
 C_v náklady na výrobu celé série [Kč],
 s_v sériovost [ks].

$$C_{1ks} = \frac{30288,9}{240} = 126,2Kč$$

Jelikož se jedná o zakázku pro jednu firmu, kdy firmu zajímá celková cen, nerozlišujeme cenu za výrobu matice a za výrobu svorníku. Cena je zprůměrována a je uvedena pro jeden kus výrobku.

6 DISKUZE

Předmětem bakalářské práce bylo navrhnout technologický postup, NC program a ekonomické zhodnocení. Objekty řešení byly matice a svorník – spojovací části ložiska klikového hřídele. Polotovarem pro výrobu matice byl výkovek, který je do firmy dovážěn. S tím jsou spojeny větší náklady na materiál. Svorník byl vyráběn z oceli 16 341.8, polotovar pro výrobu je do firmy dovážěn. V obou případech musí být polotovary kontrolovány na rozměry i mechanické vlastnosti. Následuje návrh technologie výroby s návazností na úpravu povrchovou, která bude prováděna na svorníku. Jde o metodu žárového zinkování. Firma bohužel nemá prostředky sama provádět povrchové úpravy, a proto tento proces zadává externí firmě. V tomto bodě vidím největší nevýhodu z hlediska nákladů. Byl vytvořen výrobní postup obou součástí se zvolením strojů a nástrojů. Součástí výrobních postupů jsou i výrobní návodky uvedené v přílohách. Strojní časy byly zjištěny při samotné probíhající výrobě. Pro teoretické určení výrobních časů jsou uvedeny vzorce. Teorie a praxe se v mnoha případech nemusí shodovat, teoretické výpočty jsou mnohdy jen orientační. V závislosti na výrobním postupu byl ručně vypracován NC program pro výrobu matice i svorníku. Následovalo technicko – ekonomické zhodnocení, ve kterém byly zváženy všechny náklady. Jedná se o náklady spojené s cenou dodávaného materiálu, energií, mzdou dělníků a náklady na nástroje. Jelikož svorník i matice jsou brána jako jedna zakázka pro stejného odběratele, bylo možné vypočítat průměrnou cenu kusu bez ohledu na typ. Pro potřeby zákazníka byla spočtena celková cena nákladů na sérii 120 kusů svorníků a 120 kusů matic. Cena celé zakázky je vypočítána na 30 288,9 Kč, zaokrouhleno nahoru na 30 289Kč.

ZÁVĚR

V této práci byl proveden rozbor výroby svou součástí ve firmě Sanborn a.s. Jednalo se o dvě součásti spojující ložisko klikového hřídele umístěného v motoru lokomotivy. Pro obě součásti byl navrhnut výrobní program, stroje a nástroje. Byl sestaven NC program. V závěru práce je provedeno technicko-ekonomické zhodnocení, ze kterého byla vypočtena cena jednoho kusu.

Dle mého názoru je zde vhodné uvažovat o výstavbě haly pro povrchové úpravy. To, že firma si povrchové úpravy nechává udělat externí firmou, se odráží na nákladech výroby a zvyšuje tím cenu výrobku. Avšak bylo by třeba vše řádně navrhnout a propočítat návratnost nákladů spojených s novou výrobní halou, s odborností pracovníků a dalšími. Mohlo by to být předmětem dalšího řešení.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. Soustr. poloaut. SPT 16 NC: Popis. Sovex: *Katalog* [online]. 2015 [cit. 2015-04-29]. Dostupné z: <http://www.sovex.cz/katalog/soustruhy/automaty-a-poloautomaty/soustruh-poloaut-spt-16-nc>
2. Mechanické vlastnosti ocelí. In: *T-prom s.r.o* [online]. 2006 [cit. 2015-04-29]. Dostupné z: <http://www.tprom.cz/tabulky/tabulka4.html>
3. TMM: Line up products. *Takisawa machine tools* [online]. [cit. 2015-04-29]. Dostupné z: [http://www.takisawa.co.jp/-e2/products/e02\(tmm\).htm](http://www.takisawa.co.jp/-e2/products/e02(tmm).htm)
4. *Rozdělení a značení ocelí* [online]. 2008 [cit. 2015-05-29]. Dostupné z: <http://www.isstechn.cz/objekty/Ciselne-znacen-oceli-dle-Csn.pdf>
5. Ušlechtilé uhlíkové oceli. *Tumlikovo: Metal cutting technologies* [online]. 2011 [cit. 2015-04-29]. Dostupné z: <http://www.tumlikovo.cz/uslechtile-uhlikove-konstrukcni-oceli-tridy-12-jejich-slozeni-a-tepelne-zpracovani/>
6. SANBORN A. S. *Sanborn* [online]. 2011 [cit. 2015-05-29]. Dostupné z: www.sanborn.cz
7. ZEMČÍK, Oskar. *Technologická příprava výroby*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2002, 158 s. ISBN 80-214-2219-x..
8. ŠTULPA, Miloslav. *CNC obráběcí stroje a jejich programování*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2006, 126 s. ISBN 80-7300-207-8.
9. Pramet: Katalog nástrojů [online]. 2014 [vid. 2015-04-24]. Dostupné z: <http://ecat.pramet.com>
11. Příručka žárového zinkování [online]. Ostrava: Asociace českých a slovenských zinkoven, 2007 [cit. 2015-04-19]. Dostupné z: http://www.zinkoza.sk/prirucka_ziaroveho_zinkovania.pdf
12. KUKLÍK, Vlastimil. Metalurgie tvorby povlaku žárového zinku [online]. [cit. 2014-02-10]. Dostupné z: <http://www.tribotechnika.sk/tribotechnika-12014/metalurgie-tvorbypovlaku-zaroveho-zinku.html>
13. American Galvanizers Association [online]. 2014 [cit. 2015-04-24]. Dostupné z: <http://www.galvanizeit.org/hot-dip-galvanizing/what-is-hot-dip-galvanizing-hdg>
14. Seco Tools CZ s.r.o. Online katalog [online]. Brno, 2014 [vid. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://ecat.secotools.com/>
15. M&V spol. s r.o.: Stimzet. Nástroje na obrábění otvorů [online]. Vsetín, 2013 [vid. 2015-04-25]. Dostupné z: http://stimzet.cz/down/Katalog_STIMZET_2013.pdf.
16. NAREX Ždánice spol. s r.o. Katalog 27 [online]. Ždánice, 2012 [vid. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.narexzd.cz/files/catalogue27.pdf>.

17. Mitutoyo Česko s.r.o. Katalog měřicích přístrojů 2013/2014 [online]. Teplice, 2013 [vid. 201-05-17]. Dostupné z: <http://www.mitutoyo.cz/files/cz-18001.pdf>

18. SOMET CZ s.r.o. Katalog Somet CZ 2013/14 [online]. Bílina, 2013 [vid. 2015-05-17]. Dostupné z: <http://sometcz.com/ke-stazeni>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

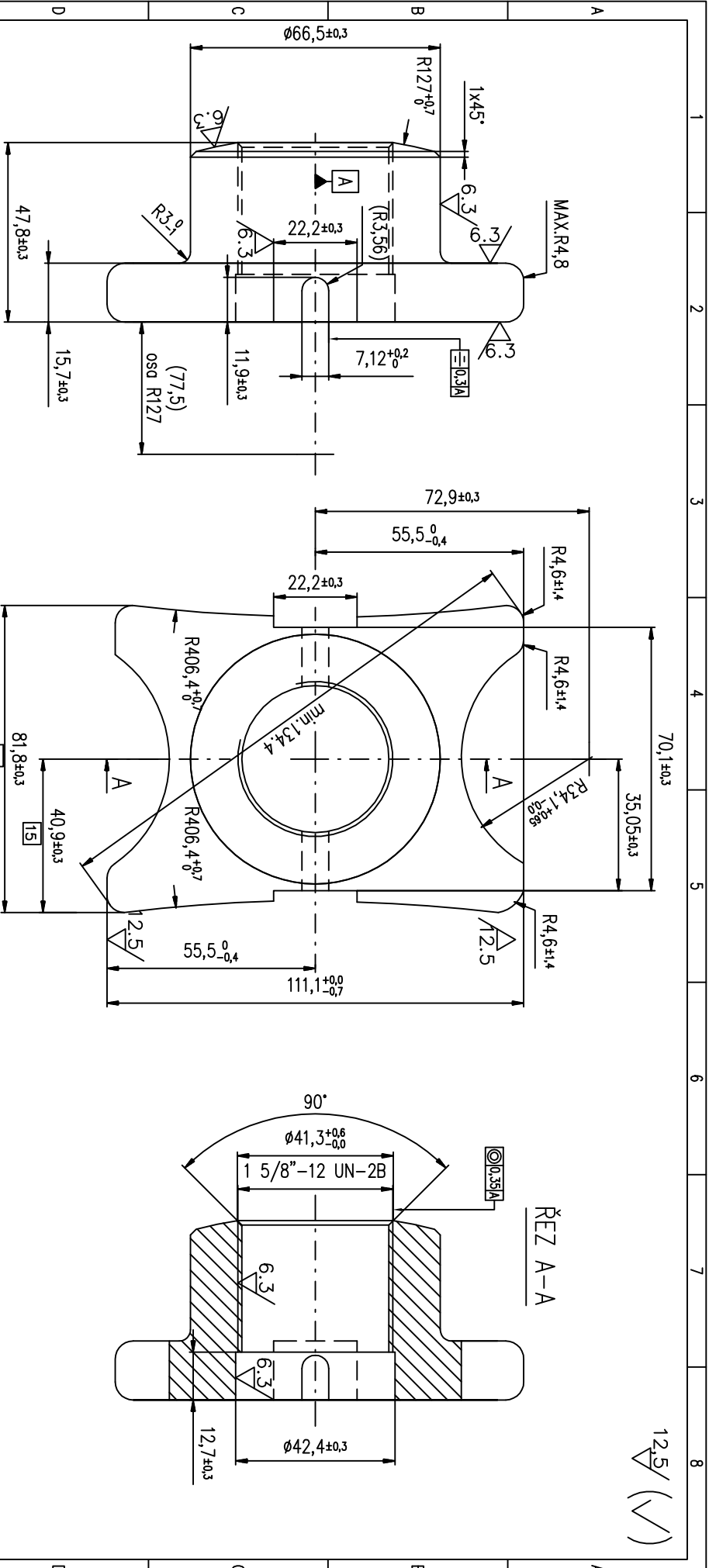
Zkratka	Jednotka	Popis
CNC	[-]	Computer Numeric Control
ČSN	[-]	Česká státní norma
EN	[-]	Evropská norma
NC	[-]	Numeric Control
HSS	[-]	Hight speed steal
TPV	[-]	Technologická příprava výroby
VBD	[-]	Vyměnitelná břitová destička

Symbol	Jednotka	Popis
C	[Kč]	cena pro výrobní sérii
C_{kg}	[Kč]	cena za kilogram
C_{1ks}	[Kč]	cena jednoho kusu
D	[mm]	průměr obrobku
D_{max}	[mm]	maximální průměr
D_{min}	[mm]	průměr díry
f	[mm]	posuv
H_i	[μm]	jakost povrchu
i	[-]	počet záběrů
L	[mm]	délka
l_i	[mm]	délka soustružené plochy
l_n	[mm]	dráha náběhu
l_p	[mm]	délka přeběhu
m	[kg]	hmotnost
m_p	[kg]	hmotnost polotovaru
N	[ks]	počet břitových destiček

n	$[\text{min}^{-1}]$	otáčky
t_{AS}	$[\text{min}]$	strojní čas
t_{cz}	$[\text{min}]$	celková doba záběhu na celou sérii
t_n	$[\text{min}]$	vedlejší čas
v_c	$[\text{m} \cdot \text{min}^{-1}]$	řezná rychlost
s_v	$[\text{ks}]$	výrobní série
p_b	$[\text{ks}]$	počet břitů

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Výkres součásti matice 1 5/8“
Příloha 2	Výkres součásti ložisko klikového hřídele
Příloha 3	Výkres polotovaru výkovku
Příloha 4	Výrobní návodka pro matici
Příloha 5	Výrobní návodka pro svorník
Příloha 6	Norma ČSN EN ISO 4042
Příloha 7	NC program pro výrobu matice
Příloha 8	NC program pro výrobu svorníku



ZÁVIT 1 5/8"-12 UN-2B
MALÝØ = 38,99÷39,44 mm
STŘEDNÍØ = 39,91÷40,09 mm
VELKÝØ = 41,28 mm
STOUPANÍ = 12z/1" = 2,117 mm
Rdno zdv. = min. 0,229

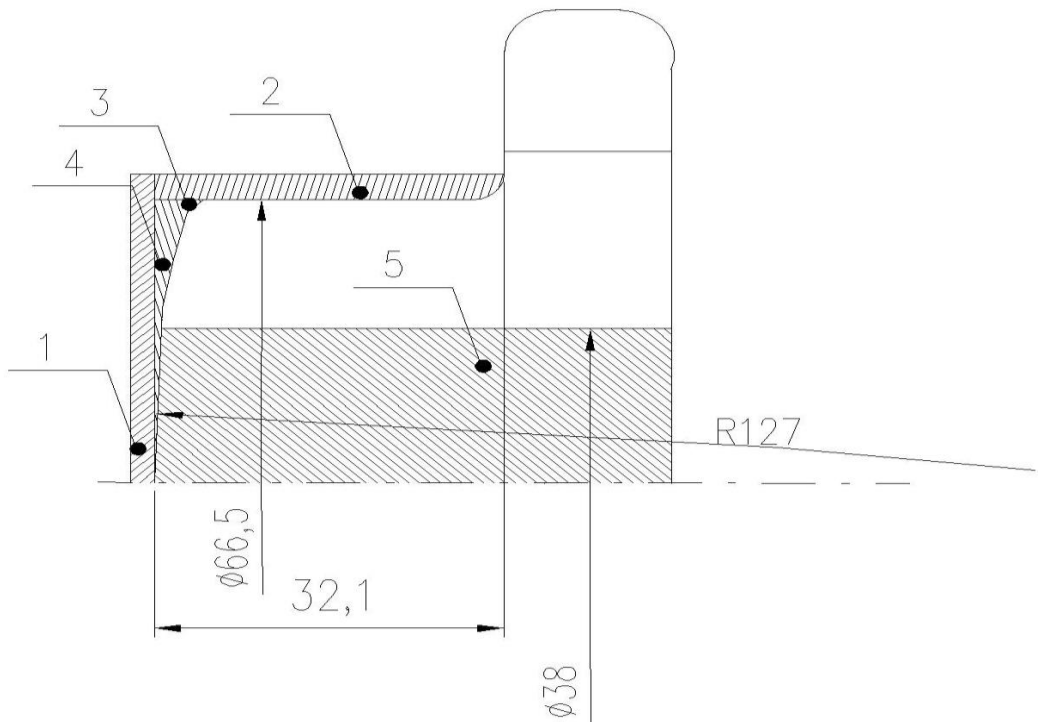
ČSN-ISO 2768-m

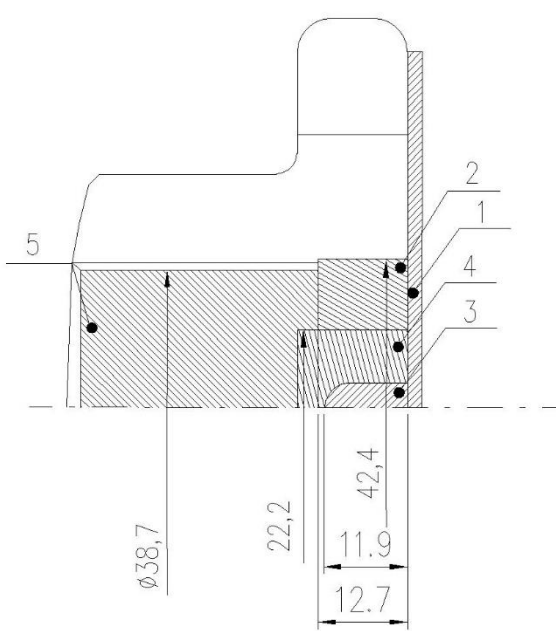
VÝKROVEK		1200	SK1118381400	12050,6	12050,6		
POZICE	NÁZEV - ROZMĚR	POČET KUSŮ	ČÍSLO VÝKRESU	MATERIÁL KONEČNÝ	MATERIÁL VÝCHOZÍ	HMOTNOST	POLOTOVAR - ČÍSLO MODELU
INDEX	POČET ZMĚNA					JMÉNO	DATUM
JMÉNO	NAŘÍKL		KRESLIL	KONTROLOVAL	TECHNOLÓG	PODPIS	
DATUM							
PODPIS							
POZNÁMKA			NÁZEV CELKU			STARÝ VÝKRES	41B520605P1
CELKOVÁ HMOTNOST kg			VÝKRES SESTAVY ČE			ČÍSLO KUSOVNIKU	REV/G
MĚŘITKO			NÁZEV				TP
1:1			SANBORN a.s.			ČÍSLO VÝKRESU	
			ENERGETICKÉ A EKOLOGICKÉ TECHNOLOGIE			S 66427	
							POČET LST
							ČÍSLO

[illegible]

PŘÍLOHA 4

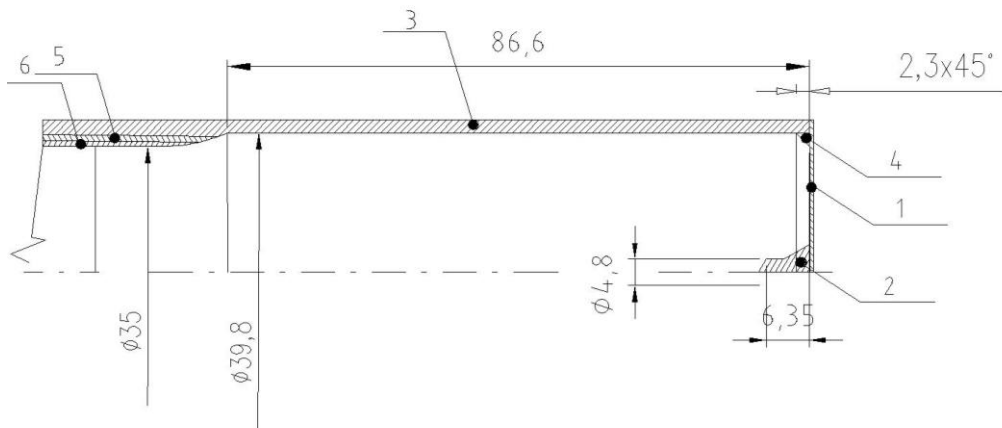
Strana 1/2

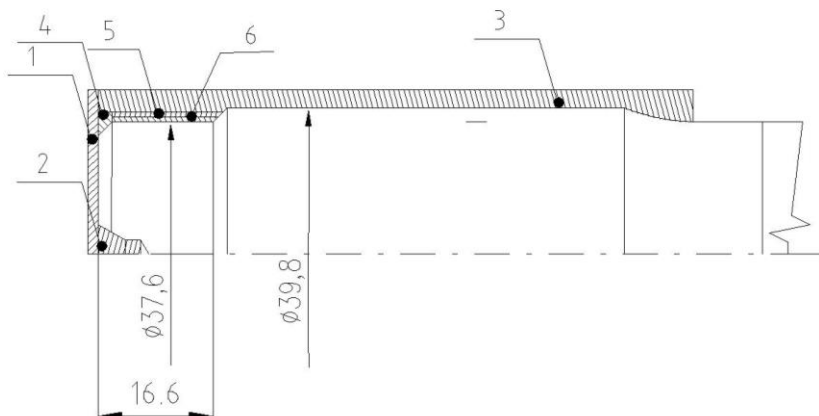
VUT Brno, FSI - ÚST ODBOR OBRÁBĚNÍ		Výrobní návodka	
NÁZEV SOUČÁSTI : MATICE 1 5/8“		ČÍSLO SOUČÁSTI : S 66427	
			
Číslo ope- race	Popis práce	v _c [m·min ⁻¹]	n [min ⁻¹]
11	Zarovnat čelo	200	490
12	Soustružit na hotovo na ø 66,5	250	669
13	Srazit hrany 1x45°	250	1047
14	Radius R127	150	789
15	Vrtat otvor ø38	200	1592

VUT Brno, FSI - ÚST ODBOR OBRÁBĚNÍ		Výrobní návodka	
NÁZEV SOUČÁSTI : MATICE 1 5/8“		ČÍSLO SOUČÁSTI : S 66427	
			
Číslo operace	Popis práce	v_c [m · min ⁻¹]	n [min ⁻¹]
21	Zarovnat čelo	200	490
22	Osazení na $\varnothing$ 42.4 v délce 12,7	250	669
23	Drážka s poloměr 3,55 v délce 11,9	250	669
24	Drážka šířka 22,7 do hloubky 15	200	490
25	Závit	150	1651

PŘÍLOHA 5

Strana 1/2

VUT Brno, FSI - ÚST ODBOR OBRÁBĚNÍ		Výrobní návodka	
NÁZEV SOUČÁSTI : SVORNÍK		ČÍSLO SOUČÁSTI : S 65682	
			
Číslo operace	Popis práce	v_c [m · min ⁻¹]	n [min ⁻¹]
11	Zarovnat čelo	200	490
12	Navrtat 4,8 v délce 6,35	200	669
13	Soustružit pravou část na $\varnothing$ 39,8	250	669
14	Srazit hranu 2,3 x45°	200	490
15	Hrubovat na $\varnothing$ 35,1	200	1592
16	Dokončit na $\varnothing$ 35	150	1651

VUT Brno, FSI - ÚST ODBOR OBRÁBĚNÍ		Výrobní návodka	
NÁZEV SOUČÁSTI : SVORNÍK		ČÍSLO SOUČÁSTI : S 65682	
			
Číslo operace	Popis práce	v_c [m·min ⁻¹]	n [min ⁻¹]
21	Zarovnat čelo na 536,7	200	490
22	Navrtat 4,8 v délce 6,35	200	669
23	Soustružit levou část na $\varnothing$ 39,8	250	669
24	Srazit hranu 2,3 x45°	200	490
25	Hrubovat na $\varnothing$ 38 v délce 16,	200	1592
26	Dokončit na $\varnothing$ 37,6	150	1651

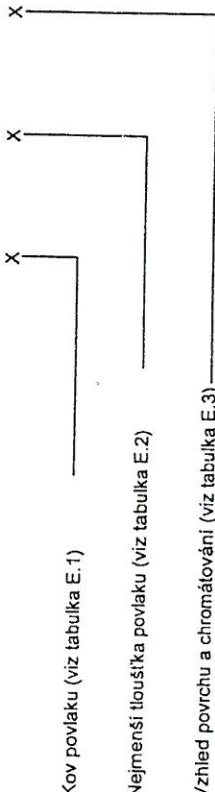
Příloha E (normativní)

Systém kódů A, pro označované elektrolyticky vyloučené povlaky na závitových součástech

POZNÁMKA Systém kódů pro označování viz kapitola 13.

E.1 Systém kódů A

Následující kódový systém daný pro elektrolyticky vyloučené povlaky.



Tabulka E.1 – Kov/slitina povlaku

Kov/slitina povlaku		Převk	Označení
Značka			
Zn	Zinek		A
Cd ^a	Kadmium		B
Cu	Měď		C
CuZn	Mosaz		D
Ni b	Nikl		E
Ni b Cr ^p	Nikl-chrom		F
CuNi b ^b	Mě.-nikl		G
CuNi b Cr ^p	Měď-nikl-chrom ^c		H
Sn	Cín		J
CuSn	Mě.-cín (bronz)		K
Ag	Stříbro		L
CuAg	Měď-stříbro		N
ZnNi	Zinek-nikl		P
ZnCo	Zinek-kobalt		Q
ZnFe	Zinek-železo		R

^a Použití kadmia je v určitých zemích omezeno nebo zakázáno.

^b Klasifikační kódy viz ISO 1456

^c Tloušťka chromu je přibližně 0,3 µm.

ISO 2081 (ČSN EN 12329) ⇒ Zinek Fe/Zn PC2C-žlutý

Tabulka E.2 – Tloušťka povlaku (celková tloušťka povlaku)

Tloušťka povlaku µm		Označení
Jeden kov povlaku	dva kovy povlaku ^a	
tloušťka povlaku není stanovena	–	0
3	–	1
5	2+3	2
8	3+5	3
10	4+6	9
12	4+8	4
15	5+10	5
20	8+12	6
25	10+15	7
30	12+18	8

^a Tloušťky určené pro prvý a druhý kov povlaku jsou použitelné pro všechny kombinace kromě případu, kdy chrom, jehož tloušťka je vždy 0,3 µm, je vrchní povlak.

Tabulka E.3 – Vzhled povrchu a chromátování

Vzhled povrchu	Pasivace chromátováním ^a ; charakteristická barva	Označení
Matný	bezbarvý	A
	namodralý až duhový ^b	B
	žlutý až žlutohnědý, měňavý	C
	olivově zelená až olivově hnědá	D
Pololesklý	bezbarvý	E
	namodralý až duhový ^b	F
	žlutý až žlutohnědý, měňavý	G
	olivově zelená až olivově hnědá	H
Lesklý	bezbarvý	J
	namodralý až duhový ^b	K
	žlutý až žlutohnědý, měňavý	L
	olivově zelená až olivově hnědá	M
Vysocce lesklý	bezbarvý	N
Libovolný	jako B, C nebo D	P
Matný	hnědo-černý až černý	R
Pololesklý	hnědo-černý až černý	S
Lesklý	hnědo-černý až černý	T
Vysocce lesklý	bez úpravy chromátováním ^c	U

^a Úpravy pasivací jsou možné pouze na zinkovém nebo kadmiovém povlaku.

^b Použitelné pouze pro zinkový povlak.

^c Příklad tohoto povlaku je: ASU

PŘÍLOHA 7

// ZAROVNANI CELA //

T1 M6

M03 S 800

G0 X42 Z-3

G64 X42 Z-3 F0,2 S800

G1 X0 Z-1

G0 X100 Y-100

// STREDUCI DULEK//

T2M6

G90 G0 X0 Z-30

G83 R3 Z-7,3 Q2

G80 Z-100

//PRAVA ČÁST//

T3 M6

G90 G0 X42 Z-0,1

M3 S800

G1 Z0 F0,25

G64 X42 Z-0,1 F0,25 S 600

G1 X32,6 F0,25

G1 X37,6 Z2,5

G1 Z16,6

G1 X41,08 Z18,34

G1 Z77,46

T4M6

G90 G0 X50 Z11,1

G0 G90

G81 R3 Z-40 F380

G80 Z100

G0 Z-100 X100

M30 //OTOCENI//

//LEVA ČÁST//

T1 M6

M03 S 800

G 90 G0 X42 Z-3

G64 X42 Z-3 F0,2 S800

G1 X0 Z-1

G0 X100 Y-100

T2M6

G90 G0 X0 Z-30

G83 R3 Z-6,5 Q2

G80 Z-100

T3M6

G90 G0 X42,2 Z-0,1

M3 S 800

G1 Z0 F0,25

G1 X36,08

G1 Z87,13

G64 X36,08 Z87,13 F0,2 S 800

G1 X37,6 Z89,856

G1 Z42,2

G0 X100

G0 Z-100

M30

PŘÍLOHA 8

T1 M6
M03 S 800
G90 G0 X136 Z-3
G1 Z0F0,2
G1 X0
G1 Z-0,1
G0 X100Z-100
T2M6 //VRTAK//
G90 G0 X0 Z-30
G1 Z-3 F2,5
G1 Z50 F0,1
G0 Z-30
G0 Z-100 X100
T3 //VNITRNI NUZ//
G90 G0 X39 Z-1
G1 X41,28
G1 Z35,1 F2,117
G1 X35
G0 Z-100
G0 X100
T4//TVAR//
G90 G0 X39 Z-1
G1 Z0 F0,25
G1 X42,28
G3 X64,5 Z2 R127
G1 X66,5 Z3
G1 Z32,1 R3
G1 X125,4
G3 X 134,4 Z36,6 R4,5
M30