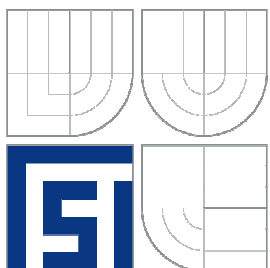


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



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

NÁVRH TECHNOLOGIE PRO UNIVERZÁLNÍ A CNC STROJ

TECHNOLOGICAL DESIGN USING UNIVERSAL MACHINE AND CNC
MACHINE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Adam JURČA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Milan KALIVODA

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2013/14

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Adam Jurča

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:

Návrh technologie pro univerzální a CNC stroj

v anglickém jazyce:

Technological Design Using Universal Machine and CNC Machine

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Úvod.
2. Srovnání technologie na univerzálních strojích a CNC strojích.
3. Představení součástí.
4. Technologický postup pro univerzální stroje.
5. Technologický postup pro CNC stroj.
6. Technicko-ekonomické zhodnocení a ekologické hledisko.
7. Diskuze.
8. Závěr.

Cíle bakalářské práce:

Návrh technologie ve 2 variantách pro různé typy strojů na úrovni TPV dokumentace včetně přiložení NC programu. Porovnání a vyhodnocení variant.

Seznam odborné literatury:

1. FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.
2. PÍŠKA, Miroslav et al. Speciální technologie obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 247 s. ISBN 978-80-214-4025-8.
3. ZEMČÍK, Oskar. Technologická příprava výroby. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2002. 158 s. ISBN 80-214-2219-X.
4. ŠTULPA, Miloslav. CNC obráběcí stroje a jejich programování. 1. vyd. Praha: Technická literatura BEN, 2007. 128 s. ISBN 978-80-7300-207-7.
5. Příručka obrábění, kniha pro praktiky. 1. vyd. Praha: Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.
6. LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3. vyd. Úvaly: ALBRA, 2006. 914 s. ISBN 80-7361-033-7.

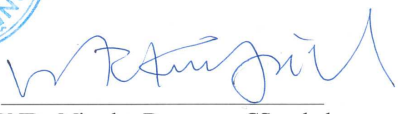
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Kalivoda

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/14.

V Brně, dne 22.11.2013




prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu


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

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zaměřuje na porovnání dvou metod soustružení a to mezi starší technologií na univerzálním soustruhu a novodobou technologií na CNC soustruhu. V dalším bodě se sestavuje technologický postup, vypočítá se strojní čas na obě technologie na závěr se vyhodnotí obě metody dle technicko-ekonomického hodnocení.

Klíčová slova.

hřídel, CNC, univerzální soustruh, výměnná břitová destička, nástroj

ABSTRACT

This bachelor's thesis focuses on the comparison of the two turning methods to the older technology on a universal lathe and modern technology on CNC lathe. In the following paragraph technological process shall be established, the machining time for both technologies will be calculated and in the end both methods will be evaluated according to technical and economic evaluation.

Key words

shaft, CNC, universal lathe, indexable insert, tool

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

JURČA, A. *Návrh technologie pro univerzální a CNC stroj*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 41 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Milan Kalivoda.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Návrh technologie pro univerzální a CNC stroj** vypracoval(a) samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum

Adam Jurča

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Ing. Milanu Kalivodovi z VUT Brno.

Dále děkuji Karlu Blštákovi odborník na broušení nástrojů za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

ABSTRAKT	4
PROHLÁŠENÍ.....	5
PODĚKOVÁNÍ	6
OBSAH.....	7
ÚVOD.....	9
1 SROVNÁNÍ TECHNOLOGIE NA UNIVERZÁLNÍCH STROJÍCH A CNC STROJÍCH.....	10
1.1 Představení základních vlastností obou strojů	10
1.2 Výhody a nevýhody univerzální soustruh,CNC stroj	12
2 PŘEDSTAVENÍ SOUČÁSTI.....	12
2.1 Popis vyráběné součásti	12
2.2 Zhodnocení technologičnosti	12
2.3 Návrh a výpočet polotovaru.....	14
2.4 Výpočet parametrů z jedné válcované tyče	16
3 VOLBA STROJŮ	19
4 TECHNOLOGICKÝ POSTUP UNIVERZÁLNÍ SOUSTRUH	20
4.1 Volba nástrojů a měřidel.....	20
4.2 Technologický postup výroby součásti.....	22
5 TECHNOLOGICKÝ POSTUP CNC SOUSTRUH SP 180.....	25
5.1 Volba nástrojů a měřidel.....	25
5.2 Technologický postup výroby součásti	25
6 TECHNICKO - EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ A EKOLOGICKÉ HLEDISKO.....	27
6.1 Celkový čas na obrobení součásti na CNC soustruhu a Univerzálním soustruhu	27
6.2 Náklady na nástroje, měřidla a materiál	27
6.2.1 Počet potřebných VBD destiček na CNC soustruh při různých sériích	28
6.2.2 Výpočet počtu potřebných nástrojů na univerzální soustruh.....	29
6.3 Výpočet nákladů na mzdu dělníků.....	29
6.4 Výpočet nákladů na provoz strojů	32
6.5 Celkové náklady na výrobu	33
6.6 Ekologické hledisko recyklace použitých třísek.....	35
7 DISKUZE.....	35
4.1 Další podkapitola – návrhy pokračování řešení.... Chyba! Záložka není definována.	
ZÁVĚR	37
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	38
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	39

SEZNAM PŘÍLOH.....	41
--------------------	----

ÚVOD

V dnešní době se člověk, který by chtěl podnikat ve strojírenském odvětví, tak má těžké rozhodnutí. Co bude pro něj výhodnější si koupit za stroj jestli CNC nebo univerzální soustruh a na tohle téma je založená tahle bakalářská práce jaký je rozdíl mezi těmito metodami jak praktický tak i něco teoreticky, a mohla by budoucí podnikatele navést na tu správnou tak zvanou "kolej,, . Tak samotný obsah je jak by se mělo postupovat při výrobě jednoduché hřídele pro jednostupňovou převodovku, od vhodného zvolení polotovaru tak i výrobního postupu a nakonec technicko-ekonomického zhodnocení mezi metodou na CNC a univerzálním soustruhem. Součást ve 3D pohledu je zobrazena na obr. 1



Obr. 1 Zobrazení součásti

1 SROVNÁNÍ TECHNOLOGIE NA UNIVERZÁLNÍCH STROJÍCH A CNC STROJÍCH

Pro porovnání metod na Univerzálním stroji a CNC stroji jsme zvolily dva typy strojů. Pro univerzální stroj byl zvolen univerzální soustruh hrotový SV 18 R (Obr. 1.1, Obr. 1.2) a pro metodu CNC strojů univerzální CNC soustruh SP 180 (Obr. 1.3, Obr. 1.4).

1.1 Představení základních vlastností obou strojů

Základní vlastnosti a požadavky strojů jsou obsaženy v Tab. 1.1 a 1.2 díky, kterým vidíme už počáteční rozdíly mezi stroji viz. Univerzální soustruh je menší oproti CNC stroji ale má přitom větší obráběcí délku než CNC stroj.

Tab. 1.1 Základní vlastnosti soustruhu SV 18 R [1]

Výrobce		TOS Trenčín
Základní	Délka	3020 mm
	Šířka	950 mm
	Váha	1910 kg
Maximální průměr obrábění		215 mm
Maximální délka obrábění		1250 mm
Otáčky		14 – 2800 min ⁻¹
Výkon		6 kW



Obr. 1.1 Univerzální soustruh SV 18 R [1]



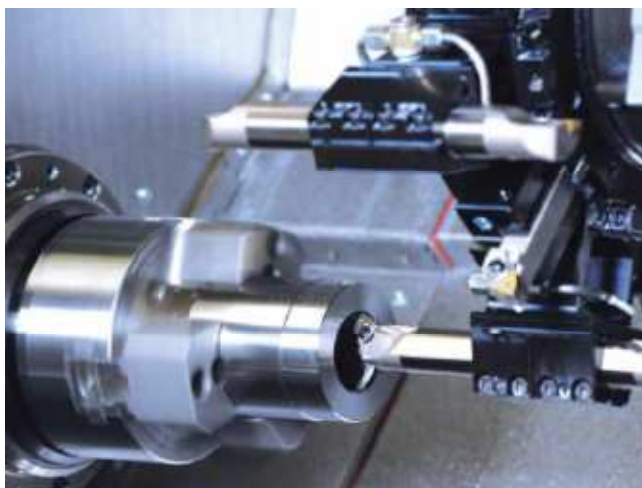
Obr. 1.2 Pracovní prostor univerzální soustruh SV 18 R [2]

Tab. 1.2 Základní vlastnosti CNC soustruhu SP 180 [3]

Výrobce		MAS
Základní	Délka	3875 mm
	Šířka	2122 mm
	Váha	7000 kg
Maximální průměr obrábění		180 mm
Maximální délka obrábění		385 mm
Otáčky		4700 min ⁻¹
Výkon		20 kW



Obr. 1.3 CNC Soustruh SP 180 [4]



Obr. 1.4 CNC Soustruh SP 180 pracovní prostor [3]

1.2 Výhody a nevýhody univerzální soustruh versus CNC stroj

Největší výhodou stroje je jeho cena, která bývá o více jak polovíčku menší než u CNC stroje, dále bych měl pozvednou jeho menší půdorysné rozměry čímž nám ušetří nějaké to místo na dílně a můžeme si tak dovolit více strojů.

Nevýhodou stroje je, že se na něm nedá moc dobře rozvíjet sériová výroba více tisíce kusy, protože by dělník musel u každého kusu najíždět si nulový bod a všechny okolnosti ohledně přednastavení stroje než by začal obrábět. Další nevýhodou je, že můžeme zde upnout jen 4 různé druhy nožů. Dosahujeme zde menších otáček, než na CNC stroji, což se nám někdy v praxi sejde.

2 PŘEDSTAVENÍ SOUČÁSTI

2.1 Popis vyráběné součásti

Vyráběnou součástí je hřídel o celkové délce 184 mm a největším průměrem 30 mm, dále jsou zde průměry, na kterých jsou uloženy ložiska a ozubené kola, na konci hřídele je přidán závit pro pojistnou matici KM, dále je zde zápich pro pojistný kroužek. Hřídel je vyroben z oceli 12 050.1, jejíž třída obrobitelnosti dle normativu řezných podmínek je 14b. Výkres součásti viz. příloha č.1.

2.2 Zhodnocení technologičnosti

Zhodnocení technologičnosti se provádí proto, abychom zjistily zda je součást vyrobitelná a jak by se dala co nejjednodušeji obrobit. Ukazatelé technologičnosti jsou:

- obrobitelnost,
- tvarová náročnost,
- přesnost rozměrů a jakosti povrchu.

Obrobitelnost

Obrobitelnost závisí na vlastnostech materiálu. Materiál je zvolen dle ČSN 12 050.1 (EN ISO 1.0503) má vlastnosti dle tabulky 2.1.

Tab. 2.1. Vlastnosti materiálu 12 050.1 [5]

R _m (MPa)	R _{emin} (MPa)	Tvrdost (HB)	Vlastnosti a použití
530	305	max.225	Konstrukční ocel nelegovaná k zušlechťování a povrchovému kalení. Používá se zejména na hřídele turbokompresorů, čerpadel, elektromotorů.

Tvarová náročnost

Tvarová náročnost se posuzuje z důvodu, abychom vyřešily jaký polotovar bude vůči obráběné součásti nejvýhodnější, pro více strukturované součásti se používá buď to výkovek nebo odlitek z důvodu úspory materiálu při obrábění, u námi navržené součásti budeme používat hutní válcový polotovar.

Ukazatel průměrné přesnosti [6]:

$$U_p = \frac{\sum_{i=1}^h P_i \cdot n_i}{n_t} [-] \quad (2.1)$$

kde: P_i [-] - IT číslo dané operace,
 n_i [-] - četnost výskytu určité tolerance,
 n_t [-] - četnost výskytu všech uvažovaných tolerancí.

$$U_p = \frac{6 \cdot 4 + 8 + 9 \cdot 2 + 11 + 12 + 13 + 14}{11} = 9,09$$

Ukazatel jakosti povrchu obráběné plochy [6]:

$$U_h = \frac{\sum_{i=1}^h H_i \cdot n_{ip}}{n_p} [\mu m] \quad (2.2)$$

kde: H_i [μm] - jakost povrchu,
 n_{ip} [-] - četnost výskytu dané jakosti povrchu,
 n_p [-] - četnost výskytu všech uvažovaných drsností.

$$U_h = \frac{(0,8 \cdot 2) + (1,6 \cdot 2) + (3,2 \cdot 4) + (6,3 \cdot 4)}{12} = 3,56 \mu m$$

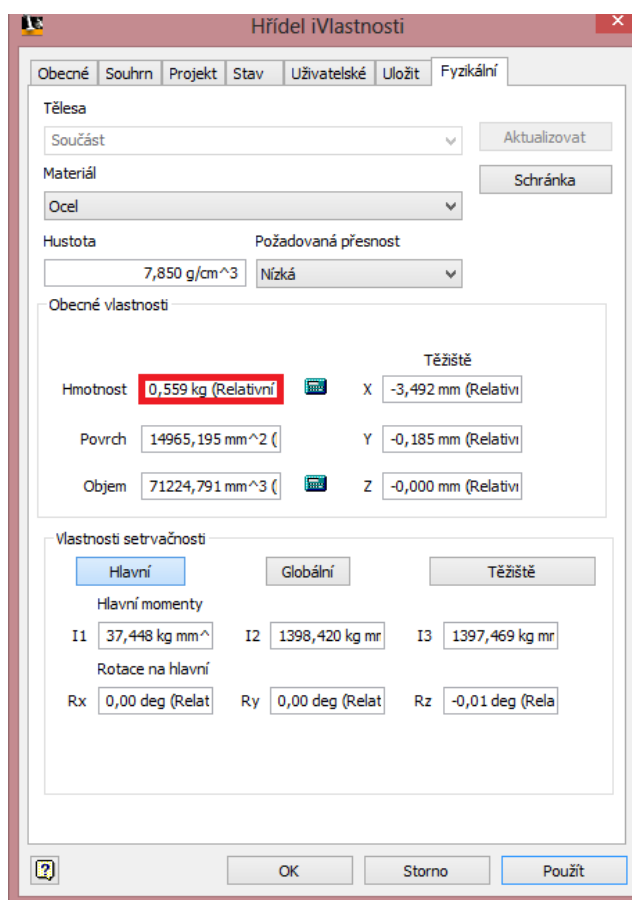
2.3 Návrh a výpočet polotovaru

Rozměry polotovaru

Největším průměrem na hřídeli je 30 mm a drsností dosažitelnou při výrobě polotovaru, tak tedy volím stejný průměr polotovaru a tenhle průměr zůstane tedy neobroben. Příklad na zarovnání čela je 1 mm na každé čelo hřídele. Celková délka hřídele je tedy 186,5 mm.

Výpočet spotřeby materiálu

Hmotnost konečné součásti byla vypočítána pomocí programu Autodesk Inventor 2013, tedy její hmotnost činí 0,559 kg viz. Obr. 6.



Obr. 2.1 Výpočet hmotnosti dle Autodesk Inventor 2013

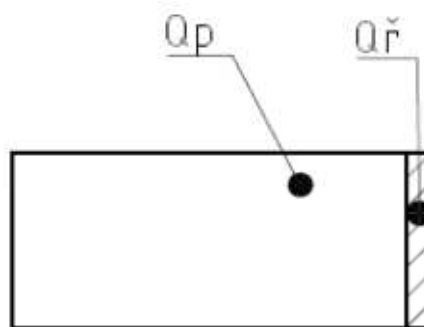
Objem materiálu polotovaru [6]:

$$V_p = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot l \text{ [mm}^3\text{]} \quad (2.3)$$

Kde: D [mm] - průměr polotovaru,

l [mm] - je délka polotovaru.

$$V_p = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot l = \frac{\pi \cdot 30^2}{4} \cdot 186,5 = 131475,65 \text{ mm}^3$$



Obr. 2.2. Zobrazení dělená materiálu na jednu součást

Hmotnost polotovaru [6]:

$$Q_p = V_p \cdot \rho \text{ [kg]} \quad (2.4)$$

Kde: ρ [kg·m⁻³] - hustota oceli,
 V_p [mm³] - objem polotovaru.

$$Q_p = 131475,65 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 1,032 \text{ kg}$$

Ztráta materiálu vzniklá dělením jednoho dílu [6]:

$$q_{\check{r}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot u \cdot \rho \quad (2.5)$$

Kde: $u = 0,9 \text{ mm}$ - šířka pilového pásu

$$q_{\check{r}} = \frac{\pi \cdot 30^2}{4} \cdot 0,9 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 0,004993 \text{ kg}$$

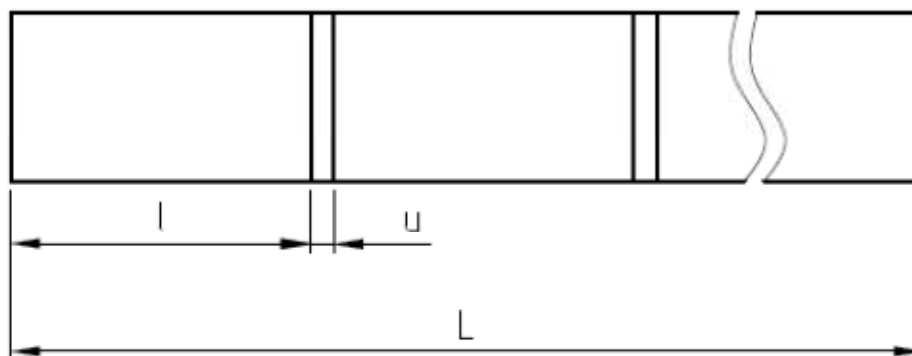
Ztráta vzniklá obráběním materiálu [6]:

$$q_o = Q_p - G_1 \quad (2.6)$$

Kde: Q_p [kg] - hmotnost polotovaru
 G_1 [kg] - hmotnost konečné součásti

$$q_o = 1,032 - 0,559 = 0,473 \text{ kg}$$

2.4 Výpočet parametrů z jedné válcované tyče



Obr.2.3 Zobrazení dělení na jednu tyč

Délka válcované tyče, která bude dodána od dodavatele je 3 metry.

Výpočet kusů z jedné válcované tyče [6]:

$$n_{pi} = \frac{L_i}{l + u} [ks] \quad (2.7)$$

Kde: L_i [mm] - délka jedné tyče,
 l [mm] - délka polotovaru,
 u [mm] - šířka řezného pásu.

$$n_{p3} = \frac{3000}{186,5 + 0,9} = 16,008 = 16 \text{ ks}$$

Délka nevyužitého konce tyče: [6]

$$l_{ki} = L_i - n_{pi} \cdot (l + u) [mm] \quad (2.8)$$

$$l_{k3} = 3000 - 16 \cdot (186,5 + 0,9) = 1,6 \text{ mm}$$

Ztráta nevyužitého konce tyče: [6]

$$q_k = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot l_{k3} \cdot \rho \text{ [kg]} \quad (2.9)$$

Kde: D [mm] - průměr polotovaru

ρ [kg·m⁻³] - hustota oceli

$$q_k = \frac{\pi \cdot 30^2}{4} \cdot 1,6 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 0,008 \text{ kg}$$

Norma spotřeby materiálu na kus [6]:

$$N_m = G_1 + q_k + q_o + q_r \text{ [kg]} \quad (2.10)$$

Kde: G₁ [kg] - hmotnost hotové součásti,

q_k [kg] - ztráta nevyužitého konce tyče,

q_o [kg] - ztráta materiálu při obrábění,

q_r [kg] - ztráta materiálu při dělení.

$$N_m = 0,559 + 0,008 + 0,473 + 0,005 = 1,045 \text{ kg}$$

Celková ztráta materiálu [6]:

$$z_m = q_k + q_o + q_r \text{ [kg]} \quad (2.11)$$

Kde: q_k [kg] - ztráta nevyužitého konce tyče,

q_o [kg] - ztráta materiálu při obrábění,

q_r [kg] - ztráta materiálu při dělení.

$$z_m = 0,008 + 0,473 + 0,005 = 0,486 \text{ kg}$$

Koeficient využití materiálu [6]:

$$k_m = \frac{G_1}{N_m} [-] \quad (2.12)$$

Kde: G_1 [kg] - hmotnost hotové součásti,

N_m [kg] - norma spotřeby material na kus.

$$k_m = \frac{0,559}{1,045} = 0,53$$

Koeficient materiálu pro obrábění při větší sérii by měl dosahovat 0,4-0,8 . Který splňujeme, takže námi zvolený polotovár bude vyhovovat normám ztráty.

3 VOLBA STROJŮ

Jak už bylo zmíněno v předchozích kapitolách, pro soustružení se budou používat dva různé typy strojů, pro dělení materiálu se bude používat pásová pila, na drážky se použije CNC frézka, jelikož nemáme k dispozici brousící stroj tak se součást bude posílat mimo firmu do kooperace, kde mají dostupné stroje na dokončení zadané operace.

Stroje dostupné k výrobě součásti:

Pásová pila: Pegas 240x280 SHI-R [7]

CNC soustruh: SP 180 [3]

Univerzální soustruh: SV 18 R [1]



Obr. 3.1. Pásová Pila Pegas [7]

4 TECHNOLOGICKÝ POSTUP UNIVERZÁLNÍ SOUSTRUH

4.1 Volba nástrojů a měřidel

Nástroje při téhle metodě obrábění jsou vyráběny z HSS oceli a jsou vybírání z velkoobchodu KOVÁŘ-NÁŘADÍ. Měřidla jsou stejná jako při metodě obrábění na CNC soustruhu. Nástroje na soustružení jsou dostupné v tab. 4.1, další nástroje v tab. 4.2 a dostupná měřidla v tab. 4.3.

Tab. 4.1 Soustružnické nástroje na Univerzální soustruh

VUT FSI ÚST BRNO		NÁSTROJOVÝ LIST				
Pozice nástroje	Název nástroje	Výrobce	Rozměry	Mat.	Odkaz na literaturu	Příloha č.
T1	UBÍRACÍ OHNUTÝ	KOVÁŘ-NÁŘADÍ	20x20x125	HSS	[8]	7
T2	UBÍRACÍ STRANOVÝ	KOVÁŘ-NÁŘADÍ	20x20x125	HSS	[8]	8
T3	ROHOVÝ	KOVÁŘ-NÁŘADÍ	20x20x125	HSS	[8]	9
T4	ZAPICHOVACÍ	KOVÁŘ-NÁŘADÍ	16x10x110	HSS	[8]	10
T5	ZAPICHOVACÍ	KOVÁŘ-NÁŘADÍ	16x10x110	HSS	[8]	10
T6	NA VNĚJŠÍ ZAVITÝ	KOVÁŘ-NÁŘADÍ	16x10x110	HSS	[8]	11

Ubírací ohnutý a stranový se použijí výhradně na hrubování, rohový nástroj je spíše specializovaný na dokončovací metody a ostatní nástroje jsou nabroušeny tak, aby jejich profil dával na součásti konečný rozměr.

Seznam dalších nástrojů, které jsou použity u obou metod soustružení totožné jsou dostupné v tab. 4.2.

Tab. 4.2 Seznam použitých nástrojů.

VUT FSI ÚST BRNO		NÁSTROJOVÝ LIST				
Pozice nástroje	Název nástroje	Výrobce	Označení výrobce	Materiál	Odkaz na literaturu	Příloha č.
T7	STŘ.VRTÁK GARANT 5	HOFFMANN GROUP	111000	HSSE	[9]	12
T8	PILOVÝ PÁS 27x3150	HOFFMANN GROUP	17 37 50	HSS	[9]	13

Seznam použitých měřidel se použije taktéž u obou metod soustružení stejný, díky tomu, že jsou zde průměry s danými přesnostmi, tak nám zde nevystačí pouze jen posuvné měřítka, na které nám přesnost měřidla nestačí, z toho to důvodu budeme muset mít třmenové kalibry. Seznam je dostupný v tab. 4.3.

Tab. 4.3 Seznam použitých měřidel

VUT FSI ÚST BRNO		LIST MĚŘIDEL			
Pozice měřidla	Název měřidla	Výrobce	Označení výrobce	Odkaz na literaturu	Příloha č.
M1	DIG.POS.MĚŘIDLO 150 mm	HOFFMANN GROUP	41 2734	[9]	14
M2	DIG.POS.MĚŘIDLO 200 mm	HOFFMANN GROUP	41 2742	[9]	14
M3	KALIBR TŘMENOVÝ $\Phi 18_{js6}$	HOFFMANN GROUP	48 4222	[9]	15
M4	KALIBR TŘMENOVÝ $\Phi 20_{k6}$	HOFFMANN GROUP	48 4222	[9]	15
M5	KALIBR TŘMENOVÝ $\Phi 20_{m7}$	HOFFMANN GROUP	48 4222	[9]	15
M6	KALIBR TŘMENOVÝ $\Phi 20_{h8}$	HOFFMANN GROUP	48 4222	[9]	15
M7	KALIBRAČNÍ KROUŽEK PRO SPRÁVNÝ M20x1	HOFFMANN GROUP	48 6110	[9]	16
M8	KALIBRAČNÍ KROUŽEK PRO ZMETKOVÝ M20x1	HOFFMANN GROUP	48 6210	[9]	16

4.2 Technologický postup výroby součásti

Všechny operace na výrobu součásti jsou zahrnuty v tab. 4.4 , kde jsou zavedeny i všechny pomocné kooperace na výrobu součásti, a z důvodu kooperace se nepočítá strojní čas ten by nám měla poskytnout firma, které kooperaci zadáme. Všechny potřebné řezné podmínky najdeme ve výrobních návodkách v příloze. Všechny použité řezné podmínky v návodkách jsou vybrány z literatury.

Tab. 4.4 Technologický postup výroby na Univerzálním soustruhu

Pracovní postup – rámcový			
Součást: Hřídel		Číslo výkresu: Příloha 1	
Materiál 12 050.1	Polotovar: Ø30-186,5 ČSN EN 10060	Hrubá hmotnost: 1,032 kg	Čistá hmotnost: 0,559 kg
Číslo operace	Pracoviště, typ stroje	Popis práce	Nástroje, měřidla
01/01	Pásová pila Pegas 240x280 SHI-R	Řezat materiál Ø 30 na délku 186,5 Zkontrolovat délku četnost 100%	T11, M2
02/02	Univerzální soustruh SV 18 R	Upnout za Ø 30 do sklíčidla Zarovnat čelo Navrtat středící důlek A5-8 Otočit obrobek Upnout za Ø 30 do sklíčidla Zarovnat čelo Navrtat středící důlek A5-8 Zkontrolovat délku	T1,T7, M2
03/03	Univerzální soustruh SV 18 R	Upnout za Ø 30 do sklíčidla do délky 60 mm Dorazit hrot na středící důlek Hrubovat dle návodky 2 Soustružit na čisto dle návodky 2 Soustružit zápich 2,5 H12 na Ø 19h12	T2,T3,T4,M1
04/04	Univerzální soustruh SV 18 R	Otočit obrobek Dorazit hrot na středící důlek Hrubovat dle návodky 3 Soustružit načisto dle návodky 3 Soustružit zápich Soustružit závit M20x1délky 30 mm	T2,T3,T5,T6,M1
05/05	OTK	Kontrolovat Ø 25m7, Ø 18js6, Ø 20k6, Ø 20h8 s přídavky na broušení a jejich délky,závit M20x1 četnost 60%	M1,M7,M8
06/06	Frézování	Frézovat drážku 6P9 o délce 25 mm na Ø 18js6 Frézovat drážku 8P9 o délce 25 mm na Ø 25m7 Frézovat drážku na 4H14 o délce 33 mm na M20x1	T8,T9,T10
07/07	OTK	Kontrolovat drážky vizuálně, četnost 100% Délku, hloubku a šířku drážek, četnost 60%	M1
08/08	Kalírna	Ochránit drážky pastou Kalit na 40 HRC (kooperace)	
09/09	Broušení	Brousit všechny tolerované rozměry dle výkresu (kooperace)	

10/10	OTK	Kontrolovat vizuálně, četnost 100% Kontrolovat Ø25m7, Ø18js6, Ø 20k6, Ø 20H8, četnost 60% Kontrolovat geometrické tolerance, četnost 60 %	M1,M3,M4,M5,M6
11/11	Expedice sklad	Balení Konzervace Uložení do palet	
Datum: 12. 4. 2013		Zhotovil: Adam Jurča	Schválil:

Vzorce pro výpočty strojních časů

Výpočet otáček pomocí řezné rychlosti [10]:

Řezné podmínky do výrobních návodů byli zvoleny dle literatury [11], [15].

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{\pi \cdot D_o} \quad [min] \quad (4.1)$$

Kde: D_o [mm] - obráběný průměr,

v_c [m·min⁻¹] - řezná rychlost.

Výpočet otáček pro operaci 03/03 na univerzálním soustruhu hrubování:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{\pi \cdot D_o} = \frac{1000 \cdot 140}{\pi \cdot 22} = 2025 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$$

Výpočet strojního času horizontální soustružení a při vrtání [10]:

$$t_{AS} = \frac{l_n + l_o + l_p}{n \cdot f} \quad [min] \quad (4.2)$$

Kde: l_n [mm] - délka náběhu,

n [1·min⁻¹] - otáčky,

f [mm] - posuv na otáčku,

l_p [mm] - délka přeběhu,

l_o [mm] - délka obráběné plochy.

Výpočet strojního času pro operaci 03/03 na univerzálním soustruhu hrubování:

$$t_{AS} = \frac{l_n + l_o + l_p}{n \cdot f} = \frac{4 + 78,6 + 0}{2025 \cdot 0,1} = 0,41 \text{ min}$$

Výpočet strojního času s konstantní řeznou rychlostí vertikální soustružení [10]:

$$t_{AS} = \frac{\pi \cdot [(D_{max} + 2 \cdot l_n)^2 - (D_{min} + 2 \cdot l_p)^2]}{4 \cdot 10^3 \cdot v_c \cdot f} \quad [min] \quad (4.3)$$

Kde: D_{max} [mm]	-	maximální rozměr obráběného průměru,
l_n [mm]	-	délka náběhu,
D_{min} [mm]	-	minimální rozměr obráběného průměru,
l_p [mm]	-	délka přeběhu,
v_c [m·min ⁻¹]	-	řezná rychlost,
f [mm]	-	posuv na otáčku.

Výpočet strojního času pro operaci 02/02 na CNC zarovnání čela:

$$t_{AS} = \frac{\pi \cdot [(D_{max} + 2 \cdot l_n)^2 - (D_{min} + 2 \cdot l_p)^2]}{4 \cdot 10^3 \cdot v_c \cdot f}$$

$$t_{AS} = \frac{\pi \cdot [(30 + 2 \cdot 2)^2 - (0 + 2 \cdot 0)^2]}{4 \cdot 10^3 \cdot 280 \cdot 0,1} = 0,03 \text{ min}$$

5 TECHNOLOGICKÝ POSTUP CNC SOUSTRUH SP 180

5.1 Volba nástrojů a měřidel

Pro volbu nástrojů je zapotřebí technologický postup výroby součásti, nástroje a měřidla jsou vybrány převážně z katalogu PRAMET a Hoffmann Group. Souhrn použitých soustružnických nástrojů je uveden v tabulce 5.1 další použité nástroje v tab. 4.2 a dostupná měřidla v tab. 4.3.

Tab. 5.1 Souhrn použitých soustružnických nástrojů.

VUT FSI ÚST BRNO		NÁSTROJOVÝ LIST			
Pozice nástroje	Výrobce	VBD	Materiál	Odkaz na literaturu	Příloha č.
		Tělo nože			
T9	PRAMET	CNMM 120408E-NR	9325	[11]	17
		DCLNR 2020 K12			
T10	PRAMET	DNMG 150604E-FM	9325	[11]	18
		DDJNL 2020 K15			
T11	PRAMET	LCMF 031602-CM	T8330	[11]	19
		GFIL 1616 H03			
T12	PRAMET	LCMF 031602-F	T8330	[11]	20
		GFIL 1616 H03			
T13	PRAMET	TN 16EL 100 M	T8030	[11]	21
		SEL 2020 K16			

5.2 Technologický postup výroby součásti

Všechny operace na výrobu hřídele jsou dostupné v tab. 4.5 se základními parametry, jelikož broušení se neprovádí ve firmě a posílá se do kooperace, tak bude jen zahrnuto v postupu, ale bez řezných podmínek. Podrobnější rozbor řezných podmínek při soustružení bude rozebrán ve výrobních návodkách v příloze. Z důvodu možných cyklů na CNC stroji budeme hrubovat na co nejmenší počet úběrů. Hrubovací nástroj má maximální doporučenou hodnotu na úběr 8,4 mm, ale z důvodu bezpečnosti a opotřebení nástroje musím volit jen 1/3 břitu nástroje. Nástroj, který je použit pod pozicí nástroje T12 je nástroj, který je vhodný pro zarovnání čel a hrubování součásti, nástroj T13 je používán na dokončování, ostatní soustružnické nástroje jsou specializovány na tvarové dokončení.

Pracovní postup – rámcový			
Součást: Hřídel		Číslo výkresu: Příloha 1	
Materiál 12 050.1	Polotovár: Ø 30-186,5 ČSN EN 10060	Hrubá hmotnost: 1,032 kg	Čistá hmotnost: 0,559 kg
Číslo operace	Pracoviště, typ stroje	Popis práce	Nástroje, měřidla
01/01	Pásová pila Pegas 240x280 SHI-R	Řezat materiál Ø 30 na délku 186,5 Zkontrolovat délku četnost 100%	T8, M2
02/02	CNC Soustruh SP 180	Upnout za Ø 30 do sklíčidla Zarovnat čelo Navrtat středící důlek A5-8 Otočit obrobek Upnout za Ø 30 do sklíčidla Zarovnat čelo Navrtat středící důlek A5-8 Zkontrolovat délku	T9, T7, M2
03/03	CNC Soustruh SP 180	Upnout za Ø 30 do sklíčidla do délky 60 mm Dorazit hrot na středící důlek Hrubovat dle návodky 5 Soustružit na čisto dle návodky 5 Soustružit zápich 2,5 H12 na Ø19h12	T9,T10,T11,M1
04/04	CNC Soustruh SP 180	Otočit obrobek Dorazit hrot na středící důlek Hrubovat dle návodky 6 Soustružit na čisto dle návodky 6 Soustružit zápich Soustružit závit M20x1délky 30 mm	T9,T10,T12,T13,M1
05/05	OTK	Kontrolovat Ø 25m7, Ø 18js6, Ø 20k6, Ø 20h8 s přídávky na broušení a jejich délky,závit M20x1 četnost 60%	M1,M7,M8
06/06	Frézování	Frézovat drážku 6P9 o délce 25 mm na Ø 18js6 Frézovat drážku 8P9 o délce 25 mm na Ø 25m7 Frézovat drážku na 4H14 o délce 33 mm na M20x1	
07/07	OTK	Kontrolovat drážky vizuálně, četnost 100% Délku, hloubku a šířku drážek, četnost 60%	M1
08/08	Kalírna	Ochránit drážky pastou Kalit na 40 HRC (kooperace)	
09/09	Broušení	Brousit všechny tolerované rozměry dle výkresu (kooperace)	
10/10	OTK	Kontrolovat vizuálně, četnost 100% Kontrolovat Ø 25m7, Ø 18js6, Ø 20k6, Ø 20H8,četnost 60% Kontrolovat geometrické tolerance, četnost 60 %	M1,M3,M4,M5,M6
11/11	Expedice sklad	Balení Konzervace Uložení do palet	
Datum: 12. 4. 2013		Zhotovil: Adam Jurča	Schválil:

6 TECHNICKO - EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ A EKOLOGICKÉ HLEDISKO

Jelikož jsou porovnávány jen metody při soustružení tak i v technicko-ekonomickém zhodnocení se bude počítat jen s hodnotami pro CNC soustruh a univerzální soustruh. Výstupem zhodnocení bude graf, ve kterém bude jasně určené při kolika kusech se vyplatí koupit univerzální soustruh a nebo CNC soustruh. Cena staršího univerzálního stroje činí 39 000 Kč a u CNC stroje se nepovedlo nalézt starší stroj, tak po rozhovoru s obchodníkem firmy MAS cena nového stroje činí okolo 2,5 miliónu korun.

6.1 Celkový čas na obrobení součásti na CNC soustruhu a Univerzálním soustruhu

V tabulce 6.1 jsou dostupné strojní časy, k potřebné výrobě součásti na soustruhu, které jsou vypočítány dle výrobních návodů dostupných v příloze. Z důvodu jednoduchosti převodování otáček na CNC jde vidět, že strojní časy jsou menší než na klasickém univerzálním stroji kde jsme nuceni pracovat na při operaci za stejných otáček a tím, abychom pořád nemuseli zastavovat stroj z důvodu změny otáček.

Tab. 6.1 Celkový strojní čas na obou strojích

Strojní časy	Univerzální soustruh	CNC soustruh
t_{as} [min]	2,837	1,061
t_{av} [min]	0,424	0,158
t_a [min]	3,261	1,219

6.2 Náklady na nástroje, měřidla a materiál

Jelikož je materiál a měřidla, které používáme u obou metod totožný tak náklady budou stejné u obou metod, a při porovnání je nemusíme tedy používat, co bude pro nás zásadní jsou náklady na nástroje, které jsou dostupné v Tab. 6.2. U středícího vrtáku hodnota času nástroje v záběru je totožná u obou metod a VBD CNMM 120408E-NR jsou řezné podmínky na max. trvanlivost 15 minut, jelikož u hrubování se nemusíme ohlížet na drsnost tak můžeme její trvanlivost protáhnout až na dvojnásobek tedy 30 minut. Cena u VBD je pro 10 kusů, výjimkou je VBD pro výrobu závitu TN 16EL 100 M je pro 1 ks.

Tab.6.2 Parametry použitých nástrojů

Druh nástroje	Označení	Cena [Kč]	Trvanlivost [min]	Celkový čas nástroje v záběru [min]	Počet břitů/možných naostření nástroje [-]
VBD	CNMM 120408E-NR (T9)	207	30	0,24	4 bř.
	DNMG 150604E-FM (T10)	296	15	0,397	4 bř.
	LCMF 031602-CM (T11)	472	15	0,012	2 bř.
	LCMF 031602-F (T12)	472	15	0,002	2 bř.
	TN 16ER 100 M (T13)	387	15	0,05	3 bř.
Držák VBD	DCLNR 2020 K12	1 854	-	-	-
	DDJNR 2020 K15	1 854	-	-	-

	GFIR 1616 H03	2 222	-	-	-
	GFIR 1616 H03	2 222	-	-	-
	SER 2020 K16	2 369	-	-	-
Ostatní	Středící vrták A4 (T7)	263	30	0,36	2
HSS nástroje	Ubírací ohnutý (T1)	530	60	0,16	11
	Ubírací stranový (T2)	555	60	1,31	11
	Rohový (T3)	435	30	0,93	11
	Zapichovací (T4)	242	30	0,007	4
	Zapichovací (T5)	242	30	0,01	4
	Závitový (T6)	258	30	0,06	4

6.2.1 Počet potřebných VBD destiček na CNC soustruh při různých sériích

V tab. 6.3 jsou vypočítány dle vztahu 6.1 počet potřebných VBD pro různé série, hodnoty jsou použity z tab. 6.2. Některé VBD jsou nakupovány po 10 ks. V ceně je už i zahrnut držák VBD.

Výpočet počtu VBD:

Vzorový výpočet je uváděn pro sérii 5000 ks, a pro hrubovací VBD

$$N_n = \frac{N \cdot t_{ob}}{T_n \cdot i_n} \quad [ks] \quad (6.1)$$

- kde: N [ks] - výrobní série,
 t_{ob} [min] - čas VBD v záběru,
 T_n [min] - trvanlivost VBD
 i_n [-] - počet použití jedné VBD.

$$N_{5000} = \frac{5000 \cdot 0,24}{30 \cdot 4} = 10 \text{ ks}$$

Tab. 6.3 Počet použitých VBD na různé série

Číslo nástroje	Série[ks]								
	200	500	1000	2000	5000	10000	20000	40000	100000
T7	2	3	6	12	30	60	120	240	600
T9	1	1	2	4	10	20	40	80	200
T10	2	4	7	14	34	67	133	265	662
T11	1	1	1	1	2	4	8	16	40
T12	1	1	1	1	1	1	2	3	7
T13	1	1	2	3	6	12	23	45	112
Cena	12881	13144	14320	16581	23068	34375	56898	102120	254989

6.2.2 Výpočet počtu potřebných nástrojů na univerzální soustruh

V tab. 6.4 jsou vypočítány počty HSS nástrojů potřebných na výrobu různé série, dle vztahu 6.1. Ve výsledných nákladech jsou zahrnuty ceny nových nástrojů tak i ceny broušení. Ceny broušení po konzultaci s odborníkem se pohybují od 50 Kč podle složitosti potřebného na přebroušení, u naší výroby si vyberu, že se budu brousit středně složitě tak stanovím cenu u všech broušení 100 Kč na jedno nabroušení. Náklady se budou počítat na nástroj, který bude nabroušen jedenáctkrát, i když by nemusel. Tím nám vzniknou nějaké rezervy, které se můžou použít k dalšímu využití.

Tab. 6.4 Počet použitých HSS nástrojů na různé série

Číslo nástroje	Série[ks]								
	200	500	1000	2000	5000	10000	20000	40000	100000
T1	1	1	1	1	2	3	5	10	25
T2	1	1	2	4	10	20	40	80	199
T3	1	2	3	6	15	29	57	113	282
T4	1	1	1	1	1	1	2	3	6
T5	1	1	1	1	1	1	2	4	9
T6	1	1	1	1	3	5	10	20	50
T7	2	3	6	12	30	60	120	240	600
Cena [kč]	7288	9086	13065	22558	53983	102859	202553	402929	1003295

6.3 Výpočet nákladů na mzdu dělníků

Pro každé pracoviště byl zvolen jeden pracovník, který bude ovládat stroj. Do času, který platíme dělníkovi je započítán čas jednotkový, čas dávkový a čas směnový. Ke spočítání celkového času k výrobě součásti použijeme tyto vzorce:

Koeficient přírážky směnového času[12]:

$$k_c = \frac{T_{SM}}{T_{SM} \cdot t_c} \quad [-] \quad (6.2)$$

kde: $T_{SM}[\text{min}]$ - celkový čas směny,

$t_c[\text{min}]$ - čas směnový.

Do času směnového je započítáno 20 minut na úklid a 20 minut na osobní potřeby.

$$k_c = \frac{480}{480 \cdot 40} = 1,09$$

Strojní čas s přírážkou směnového koeficientu [12]:

Strojní čas pro příklad je použit pro CNC stroj.

$$t_{Ac} = t_A \cdot k_c \text{ [min]} \quad (6.3)$$

kde: k_c [-] - koeficient přírážky směnového času,
 t_A [min] - čas jednotkový.

$$t_{Ac} = 1,219 \cdot 1,09 = 1,33 \text{ min}$$

Tab. 6.5 Strojní časy s přírážkou směnového koeficientu

	Univerzální soustruh	CNC
t_{AC} [min]	3,55	1,33

Dávkový čas:

U dávkového času nám záleží i na velikosti dávky, čím větší je dávky tím menší je dávkový čas i procenta ze strojního času jsou menší. Pro náš případ jsou zvolena procenta předběžným odhadem viz. tab. 6.6. U CNC stroje je menší než u univerzálního stroje, protože u CNC můžeme seřizovat výrobu i při chodu stroje.

Tab. 6.6 Předběžné procenta dávkových časů na vlivu série

Stroj	Do 5000 ks	Do 10000 ks	Do 50000 ks	Do 100000 ks
Univerzální	15 %	13 %	11 %	9 %
CNC	10 %	8 %	6 %	4 %

Dávkový čas vypočítáme tak že strojní čas vynásobíme předběžnými procenty viz. Tab.6.7

Tab. 6.7 Dávkový čas pro různé série t_B [min]

Stroj	Do 5000 ks	Do 10000 ks	Do 50000 ks	Do 100000 ks
Univerzální	0,49	0,42	0,36	0,3
CNC	0,12	0,1	0,07	0,05

Dávkový čas s přírážkou směnového koeficientu [12]:

Ve vzorovém příkladě budeme počítat s hodnotou pro univerzální soustruh pro 5000 ks. Ostatní hodnoty nalezneme v tab.6.8.

$$t_{BC} = t_B \cdot k_c \text{ [min]} \quad (6.4)$$

kde: k_c [-] - koeficient přírážky směnového času,
 t_B [min] - čas dávkový.

$$t_{BC} = 0,49 \cdot 1,09 = 0,53 \text{ min}$$

Tab.6.8 Dávkový čas s přírážkou směnového koeficientu

Stroj	Do 5000 ks	Do 10000 ks	Do 50000 ks	Do 100000 ks
Univerzální	0,53	0,46	0,39	0,327
CNC	0,13	0,11	0,08	0,05

Celkový čas na výrobu součásti [12]:

Vypočítáme tak, že sečteme všechny časy s přírážkou. Ve vzorovém příkladě budeme počítat s hodnotou pro univerzální soustruh pro 5000 ks. Ostatní hodnoty nalezneme v tab. 6.9.

$$t_{OP} = t_{AC} + t_{BC} \text{ [min]} \quad (6.5)$$

kde: t_{AC} [min] - čas strojní s přírážkou,
 t_{BC} [min] - čas dávkový s přírážkou.

$$t_{OP} = 3,55 + 0,53 = 4,08 \text{ min}$$

Tab. 6.9 Celkový čas na výrobu součásti

Stroj	Do 5000 ks	Do 10000 ks	Do 50000 ks	Do 100000 ks
Univerzální	4,08	4,01	3,94	3,88
CNC	1,46	1,44	1,41	1,38

Výpočet nákladů na mzdu dělníka při různé sérii:

Mzdy pro dělníka jsou na CNC stroji 150 Kč/hod na univerzálním stroji 120 Kč/hod. Časy, které budou dostupné v tab. 6.10 budou v hodinách.

Tab. 6.10 Náklady na mzdu dělníka

Série [ks]	Univerzální čas [hod]	Univerzální mzda [Kč]	CNC čas [hod]	CNC mzda [Kč]
200	14	1 680	5	750
500	34	4 080	13	1 950
1 000	78	9 360	25	3 750
2 000	136	16 320	49	7 350
5 000	340	40 800	122	18 300
10 000	669	80 280	240	36 000
20 000	1 314	157 680	470	70 500
40 000	2 627	315 240	940	141 000
100 000	6 467	776 040	2 300	345 000

6.4 Výpočet nákladů na provoz strojů

Na začátku práce v základních parametrech najdeme výkony obou dvou strojů, které jsou pro CNC 20 kW a pro univerzální soustruh 6 kW. Dále cena jedné kWh je dle RWE 1,41 Kč/kWh [13], takže bude počítáno se strojními časy plus 30 % prostoje a chod mimo obrábění.

Tab. 6.11 Základní informace pro výpočet nákladů

Stroj	Příkon stroje [kW]	Doba běhu stroje pro jednu součást [min]	Cena provozu na hodinu [Kč]
Univerzální	6	3,688	8,46
CNC	20	1,379	28,2

Tab. 6.12 Náklady na chod strojů

Série [ks]	Univerzální chod stroje [hod]	Univerzální náklady na provoz [Kč]	CNC chod stroje [hod]	CNC náklady na provoz [Kč]
200	13	18,3	5	7,1
500	31	43,7	12	16,9
1 000	62	87,4	23	32,4
2 000	123	173,4	46	64,9
5 000	308	434,3	115	162,2
10 000	615	867,2	230	324,3
20 000	1230	1734,3	460	648,6
40 000	2459	3467,2	920	1297,2
100 000	6147	8667,3	2299	3241,6

6.5 Celkové náklady na výrobu

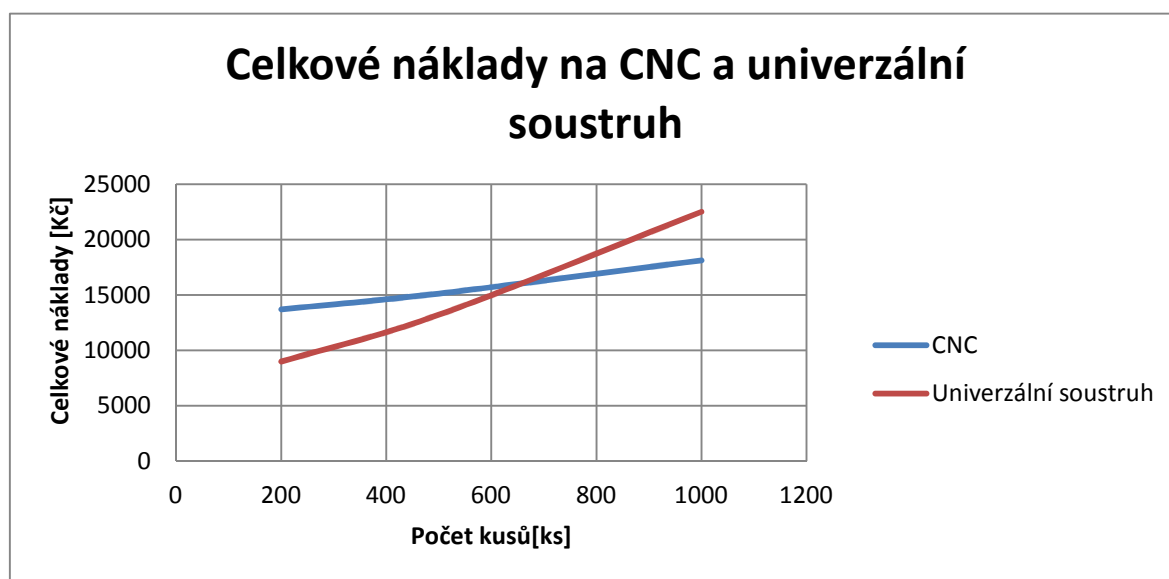
Mezi celkové náklady tedy patří náklady na nářadí, na dělníka a náklady na provoz stroje, které by měli být rozdílné od obou metod, polotovary i měřicí nástroje se používají stejné na obou metodách.

Tab. 6.13 Celkové náklady na výrobu pro různé série Univerzální soustruh

Série [ks]	Nástroje [Kč]	Mzda [Kč]	Provoz [Kč]	Celkově [Kč]
200	7 288	1 680	18,3	8 986,3
500	9 086	4 080	43,7	13 209,7
1000	13 065	9 360	87,4	22 512,4
2000	22 558	16 320	173,4	39 051,4
5000	53 983	40 800	434,3	95 217,3
10000	102 859	80 280	867,2	184 006,2
20000	202 553	157 680	1734,3	361 967,3
40000	402 929	315 240	3467,2	721 636,2
100000	1 003 295	776 040	8667,3	1 788 002,3

Tab. 6.14 Celkové náklady na výrobu pro různé série CNC

Série [ks]	Nástroje [Kč]	Mzda [Kč]	Provoz [Kč]	Celkově [Kč]
200	12 881	750	7,1	13 683,1
500	13 144	1 950	16,9	15 110,9
1000	14 320	3 750	32,4	18 102,4
2000	16 581	7 350	64,9	23 995,9
5000	23 068	18 300	162,2	41 530,2
10000	34 375	36 000	324,3	70 699,3
20000	56 898	70 500	648,6	128 046,6
40000	102 120	141 000	1297,2	244 417,2
100000	254 989	345 000	3241,6	603 230,6



Obr. 6.1 Grafické vyhodnocení celkových nákladů na obě metody

Průnik grafů nám dává hodnotu, od které se nám vyplatí koupit CNC soustruh, hodnota dosahuje přibližně okolo 650 kusů.

6.6 Ekologické hledisko recyklace použitých třísek

Použité třísky se po obrobení dále lisují do tzv. briket. Lisování probíhá ve válcové raznici uzavírané z obou stran lisovacími nástroji o průměru 90, 80 nebo 60 mm. Unikátní způsob lisování materiálu v raznici, kdy tlak působí na obě podstavy válcové brikety, zajišťuje dokonalé prolisování materiálu v celém objemu brikety. Lisovací tlak až 400 MPa je zárukou dobré kvality briket. Vysoká specifická hmotnost briket umožňuje jejich roztavení s nízkou ztrátou kovu. Výkon briketovacího lisu je úměrný specifické hmotnosti lisovaného materiálu. Brikety se používají jako přímá náhrada zlomkového kovu ve slévárnách. Pro lisování delších třísek v malých chuchvalcích jsou vhodné násypky se soustavou čtyř podávacích šneků a přítlačného válce. Důležitým vybavením zvyšujícím přínos briketování je soustava záchytných van s čerpadly pro zachycování vylisovaných chladicích emulsí. Briketování se vyplácí čím dál tím více. Při vzrůstající poptávce na kovové odlitky a klesajícím zdrojům surovin je cesta recyklování odpadů velmi perspektivní technologií, která přináší významné úspory výrobních nákladů. O tento zisk realizovaný ve slévárně se formou zvýšené výkupní ceny přepracovaných třísek do briket dělí všichni partneři [14].



Obr. 6.2. Briketovací lis BrikStar M [14]

7 DISKUZE

Zvoleným polotovarem je přířez, který se jeví jako nejlepší možnost dle výpočtu normy materiálu.

Dále jsou vypočítané hodnoty nákladů na obou strojích, které slouží k porovnání obou metod, která je výhodnější a která zase nevýhodná.

Výroba hřídele bude realizována na CNC stroji nebo na univerzálním soustruhu, na kterém to už je na naše zvážení podle toho jakou dostaneme zakázku. Abychom se dokázaly vyrovnat s konkurencí tak bychom měli zvolit tu novější což je na CNC stroji je to sice dražší varianta, ale do budoucna pokud by se povedlo rozšířit objem firmy tak se díky tomu ušetří, tím že se zmenší výrobní čas skoro o polovinu a pak i tedy náklady na mzdy dělníků. Jedinou nevýhodou je cena, když nemáme jisté zakázky tak nemůžeme zaručit, že se nám náklady na její koupi vyplatí. Pro menší firmy bych měl návrh koupit univerzální soustruh pro úspěšný start firmy. Jak by se firma rozšiřovala, tak by se měl soustruh obměnit za novější technologii.

Část programu je sestavena jen teoreticky pro operaci na CNC stroji 03/03. Vzhledem k časovým kapacitám ve firmě nebylo možno program odladit a ověřit.

ZÁVĚR

Zadáním této práce bylo zjištění, která metoda je vhodná do jaké sériovosti jestli je to starší metoda na univerzálním soustruhu či novější na CNC stroji. Po úvodním představení součásti a zvolených strojů byl navržen polotovar a technologické postupy k obojím metodám se zvolenými nástroji, v závěru bylo vypočítáno ekonomické zhodnocení.

Zvolený polotovar má rozměry průměr 30 mm a délka 186,5 mm, jelikož je polotovar u obou metod totožný tak jsou i náklady stejné.

Při použití doporučených řezných podmínek dle literatury a námi dostupných nástrojů při obou metodách, byli vypočítány strojní časy jejich rozdíl je podstatně rozdílný v dnešní době je výrazně velký rozdíl jestli vyrábím součást o 2 minuty rychleji.

Z vypočítaných nákladů na výrobu a s porovnáním obou metod, kterou metodu lze použít pro úsporu nákladů od jaké kusovitosti. Podle vypočítaných hodnot ekonomického zhodnocení je výhodnější použít univerzální soustruh asi do kusovitosti 650 ks, dále už by byl spíše použitelný CNC soustruh, na který jsou náklady podstatně nižší při vyšších sériích. Samozřejmě jsou to jen teoretické výpočty, v praxi by se i oplátilo experimentovat s řeznými podmínkami a urychlit jak výrobu tak i snížit náklady na nástroje.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. Stroje Svoboda. [online]. [vid. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://strojesvoboda.cz/katalog.php?page=DETAIL&katalog=Stroje/Soustruh&key=&id=2736&ids=2773&o=1>
2. Hyper Inzerce. [online]. [vid. 2014-05-15]. Dostupné z: http://stroje.hyperinzerce.cz/kovoobrabeci-soustruhy/inzerat/5261230-soustruh-sv-18-r-nabidka-kolin/#.U3TsjPl_uSo
3. Kovosvit. [online]. [vid. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://www.kovosvit.cz/upload/products/pdf/sp-180-1384859346.pdf>
4. Svaz Strojírenské Technologie. [online]. [vid. 2014-05-15]. Dostupné z: <http://www.sst.cz/katalog/product/id/46>
5. LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 4., dopl. vyd. Úvaly: Albra, 2008, xiv, 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7.
6. KOCMAN, K., PERNIKÁŘ, J. *ROČNÍKOVÝ PROJEKT II - obrábění* [online]. Strojírenská technologie. Brno: VUT-FSI, Ústav strojírenské technologie. [vid. 2014-05-15]. Dostupné z: http://drogo.fme.vutbr.cz/opory/pdf/RocnikovyProjekt_II-obrabeni.pdf
7. *Pásová pila: PEGAS GONDA 240x280* [online]. 2014 [vid. 2014-04-24]. Dostupné z: http://www.pegas-gonda.cz/cz/pily/pasova-pila-na-kov-pegas_8.htm
8. KOVÁŘ-NÁŘADÍ s.r.o [online]. 2014 [vid. 2014-04-24]. Dostupné z: http://www.kovar-naradi.cz/pdf/soustruzeni/soustr_01.pdf
9. *Hoffmann Group: Katalog nástrojů* [online]. 2014 [vid. 2014-04-24]. Dostupné z: http://www.hoffmann-group.com/fileadmin/user_upload/1_International/catalog/cs/BK_Band1_cs/blaetterkatalog/index.html
10. *Technologie II - 2.díl* [online]. 2014 [vid. 2014-04-24]. Dostupné z: http://home1.vsb.cz/~cep77/PDF/skripta_Technologie_II_2dil.pdf
11. *Pramet: Katalog nástrojů* [online]. 2014 [vid. 2014-04-24]. Dostupné z: <http://ecat.pramet.com>
12. NĚMEC, Vladimír. *Projektový management*. 1. Vyd. Praha: Grada, 2002. 182 s. ISBN 80-247-0392-
13. *Ceník Elektřiny 2014* [online]. [vid. 2014-05-20]. Dostupné z: <http://www.usetreno.cz/energie-elektrina/cena-elektřiny/>
14. Brikliš. [online]. [vid. 2014-05-26]. Dostupné z: <http://www.brikliš.cz/vse-o-briketovani/kovovy-odpad/>
15. JANYŠ, Bohumil. *Dílenské tabulky*. Praha: SNTL, 1972, 516 s. ISBN 04-209-72.
16. Citace: citovat je snadné. *Generátor citací* [online]. 2009 [vid. 2014-05-20]. Dostupné z: <http://www.citace.com/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka	Jednotka	Popis
CNC	[-]	Computer numerical control
ČSN	[-]	Česká stání norma
EN	[-]	Evropská norma
HB	[-]	tvrdost dle Brinella
HSS	[-]	High speed steel
VBD	[-]	Výměnná břitová destička
HRC	[-]	Tvrdost dle Rocwella

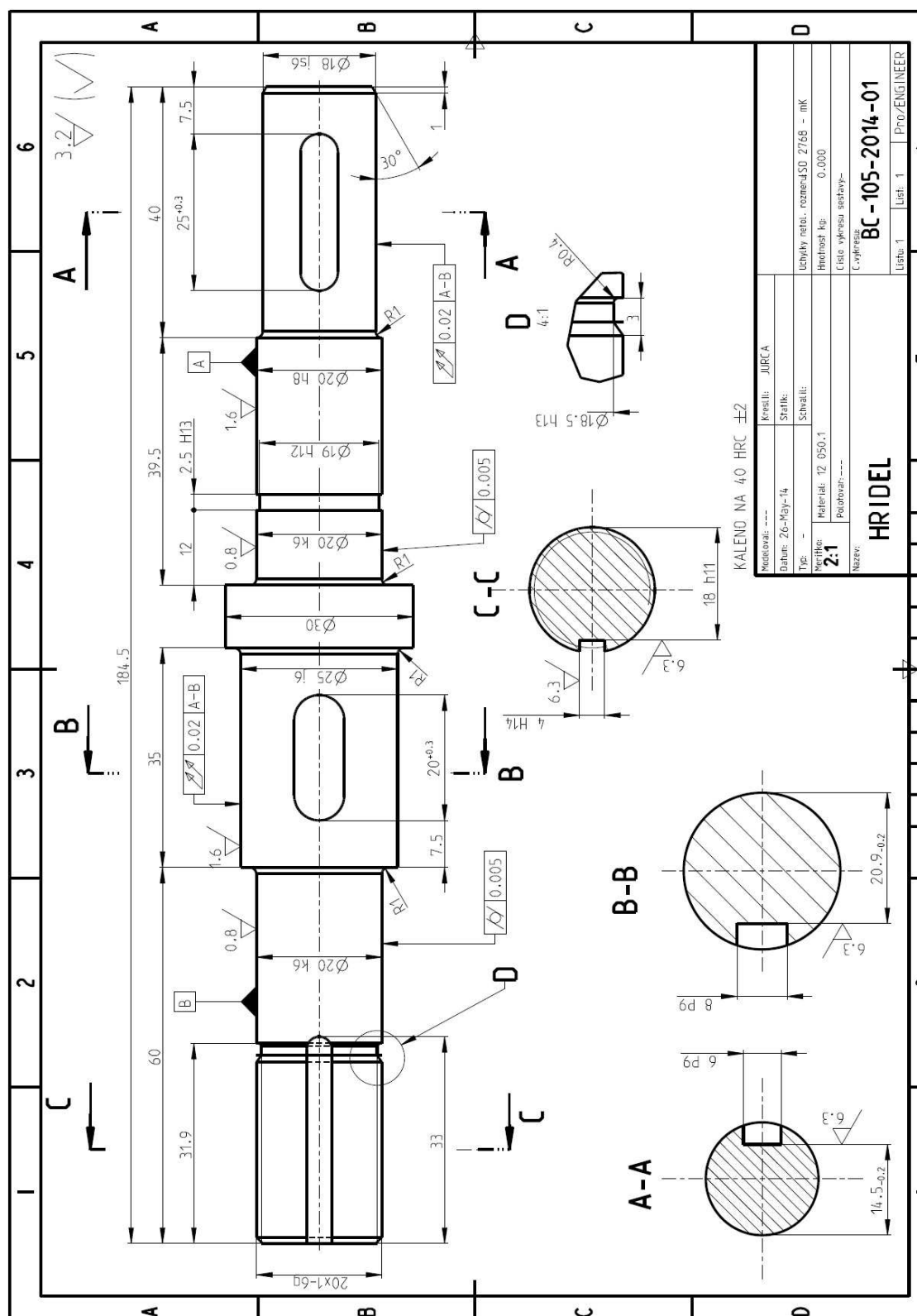
Symbol	Jednotka	Popis
D	[mm]	Průměr polotovaru
D _{max}	[mm]	Maximální rozměr obráběného průměru
D _{min}	[mm]	Minimální rozměr obráběného průměru
D _o	[mm]	Obráběný průměr
G ₁	[kg]	Hmotnost konečné součásti
H _i	[μm]	Jakost povrchu
L _i	[mm]	Délka jedné tyče
N	[ks]	Výrobní série
N _m	[-]	Norma spotřeby materiálu
N _n	[ks]	Počet kusů nástrojů
P _i	[-]	IT číslo dané operace
Q _p	[kg]	Hmotnost polotovaru
R _m	[MPa]	Pevnost v tahu
T _n	[min]	Trvanlivost nástroj
T _{SM}	[min]	Celkový čas směny
U _h	[μm]	Ukazatel jakosti povrchu
V _p	[mm ³]	Objem polotovaru
f	[mm]	Posuv na otáčku
i _n	[-]	Počet použití nástrojů

Symbol	Jednotka	Popis
k_c	[-]	Koeficient přirážky směnového času
k_m	[-]	Koeficient využití materiálu
l	[mm]	Délka polotovaru
l_{ki}	[mm]	Délka nevyužitého konce tyče
l_n	[mm]	Délka náběhu
l_o	[mm]	Délka obráběné plochy
l_p	[mm]	Délka přeběhu
n	[min ⁻¹]	Otáčky
n_i	[-]	Četnost výskytu určité tolerance
n_{ip}	[-]	Četnost výskytu dané jakosti povrchu
n_p	[-]	Četnost výskytu všech uvažovaných drsností
n_{pi}	[-]	Počet kusů z jedné tyče
n_t	[-]	Četnost výskytu všech uvažovaných tolerancí
q_k	[kg]	Ztráta nevyužitého konce tyče
q_o	[kg]	Ztráta vzniklá obráběním
q_f	[kg]	Ztráta vzniklá dělením
t_a	[min]	Čas jednotkový
t_{ac}	[min]	Čas jednotkový s přirážkou
t_{as}	[min]	Strojní čas
t_{av}	[min]	Vedlejší čas
t_b	[min]	Čas dávkový
t_{bc}	[min]	Čas dávkový s přirážkou
t_c	[min]	Čas směnový
t_{ob}	[min]	Čas nástroje v záběru
t_{op}	[min]	Celkový čas na výrobu součásti
u	[mm]	Šířka pilového pásu
v_c	[m.min ⁻¹]	Řezná rychlost
z_m	[kg]	Celková ztráta materiálu
ρ	[kg.m ⁻³]	Hustota

SEZNAM PŘÍLOH

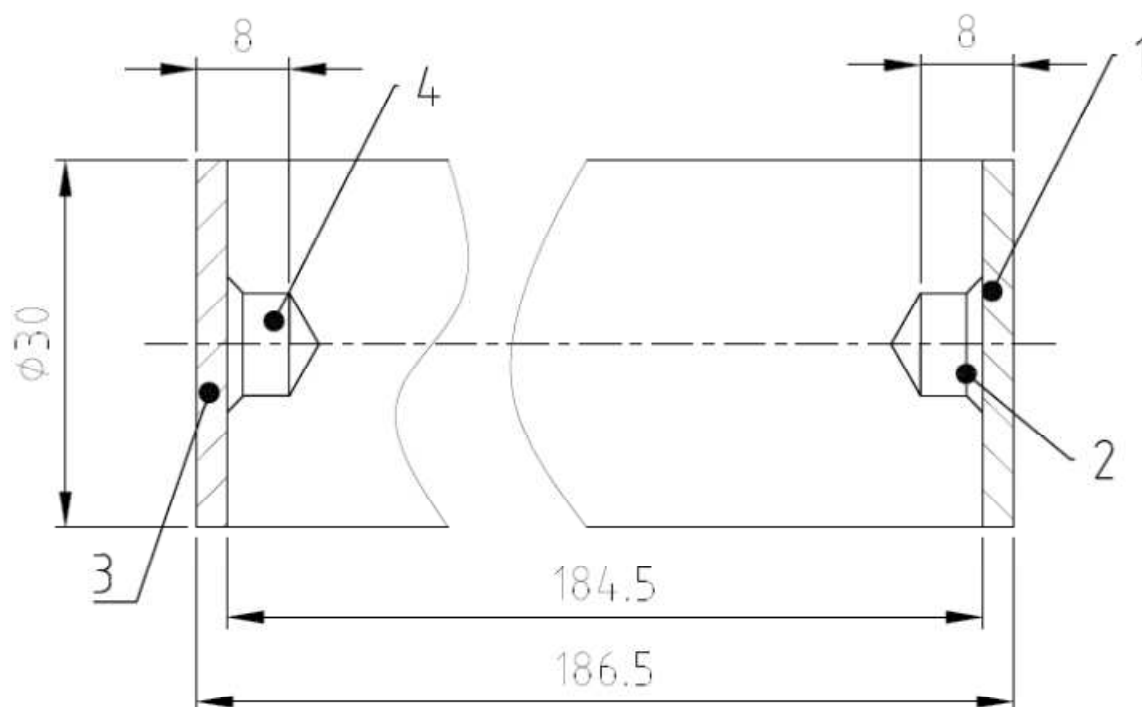
Příloha 1	Výrobní výkres součásti
Příloha 2	Výrobní návodka Univerzální soustruh operace 02/02
Příloha 3	Výrobní návodka Univerzální soustruh operace 03/03
Příloha 4	Výrobní návodka Univerzální soustruh operace 04/04
Příloha 5	Výrobní návodka CNC operace 02/02
Příloha 6	Výrobní návodka CNC operace 03/03
Příloha 7	Výrobní návodka CNC operace 04/04
Příloha 8	Ubírací ohnutý nůž
Příloha 9	Ubírací stranový nůž
Příloha 10	Rohový nůž
Příloha 11	Zapichovací nůž
Příloha 12	Středící vrták
Příloha 13	Pilový pás
Příloha 14	Posuvná měřidla
Příloha 15	Třmenové kalibry
Příloha 16	Závitový kalibr
Příloha 17	Hrubovací nůž Pramet
Příloha 18	Dokončovací nůž Pramet
Příloha 19	Zapichovací nůž Pramet
Příloha 20	Zapichovací nůž Pramet
Příloha 21	Závitový nůž Pramet
Příloha 22	Volba řezných podmínek pro HSS nástroje
Příloha 23	Volba řezných podmínek pro HSS nástroje
Příloha 24	NC Program pro operaci 03/03 CNC Stroj

Výrobní výkres součásti



PŘÍLOHA 2

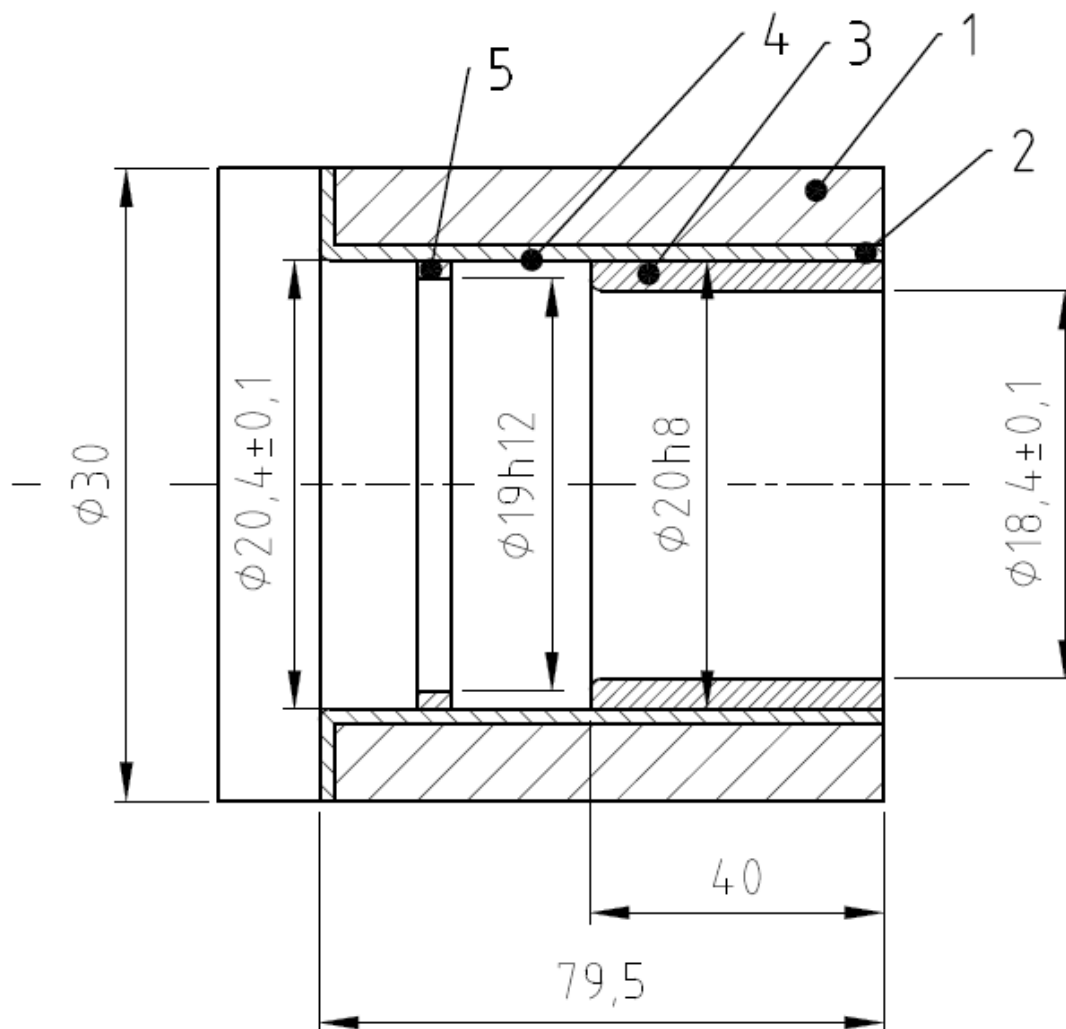
Výrobní návodka Univerzální soustruh operace 02/02



Výrobní návodka									
VUT-FSI-UST	Součást:Hřídel		Stroj: Univerzální Soustruh SV 18 R				Číslo operace: 02/02		
Úsek	i	v_c [m.min ⁻¹]	n [min]	f [mm]	a_p [mm]	l_o [mm]	t_{as} [min]	t_{av} [min]	Výrobní nástroj
Dokončování	1	-	1061	0,21	1	-	0,08	0,012	T1
Vrtání	2	25	1590	0,04	2,5	8	0,18	0,027	T7
Dokončování	3	-	1061	0,21	1	-	0,08	0,012	T1
Vrtání	4	25	1590	0,04	2,5	8	0,18	0,027	T7
Celkem							0,52	0,078	
Datum:11.3.2014			Navrhl:Adam Jurča				Schválil:		

PŘÍLOHA 3

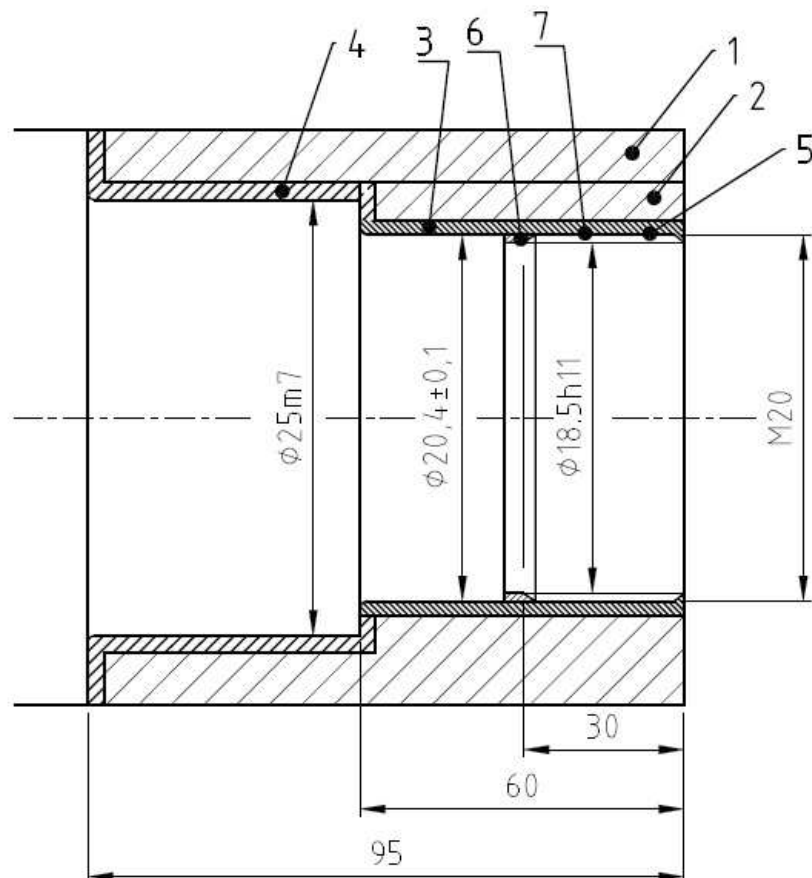
Výrobní návodka Univerzální soustruh operace 03/03



Výrobní návodka									
VUT-FSI-UST	Součást:Hřídel		Stroj: Univerzální Soustruh SV 18 R				Číslo operace: 03/03		
Úsek	i	v_c [m.min ⁻¹]	n [min]	f [mm]	a_p [mm]	l_o [mm]	t_{as} [min]	t_{av} [min]	Výrobní nástroj
Hrubování	1	140	2025	0,1	4	78,7	0,41	0,06	T2
Dokončování	2	-	1563	0,21	0,8	-	0,27	0,04	T3
Dokončování	3	100	1740	0,21	1	40	0,12	0,018	T3
Dokončování	4	100	1593	0,21	0,2	25	0,08	0,012	T4
Zápich	5	-	1911	0,18	0,5	-	0,007	0,001	
Celkem							0,887	0,131	
Datum:11.3.2014			Navrhl:Adam Jurča				Schválil:		

PŘÍLOHA 4

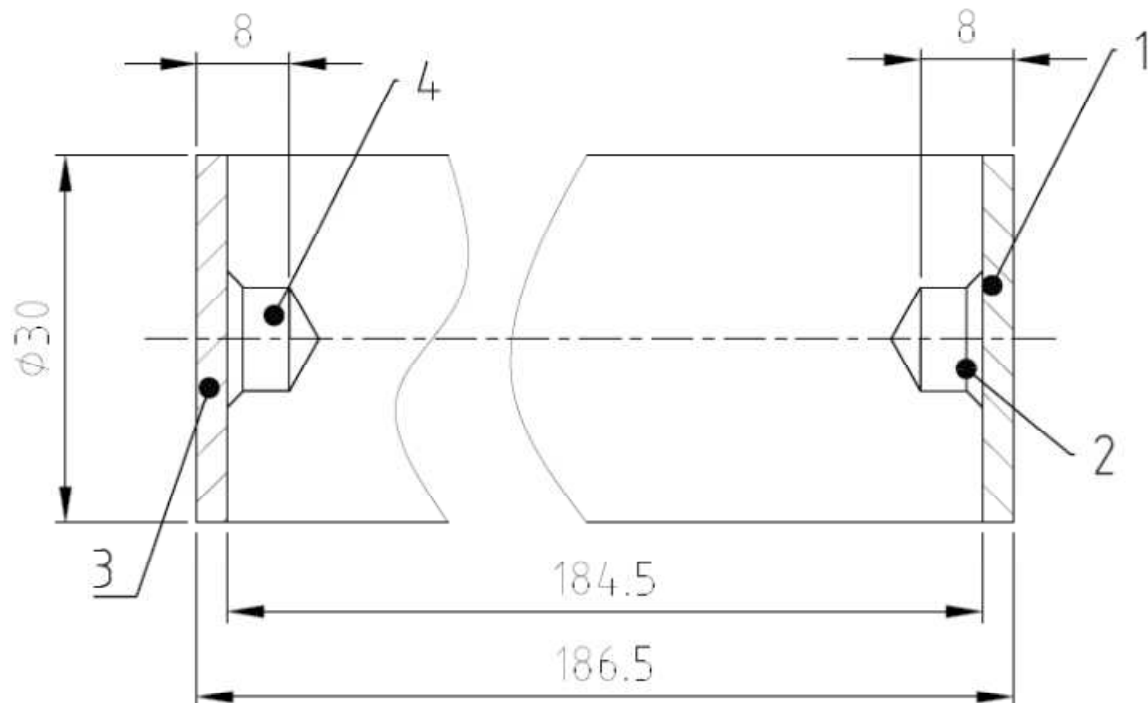
Výrobní návodka Univerzální soustruh operace 04/04



Výrobní návodka									
VUT-FSI-UST	Součást:Hřídel			Stroj: Univerzální Soustruh SV 18 R			Číslo operace: 04/04		
Úsek	i	v_c [m.min ⁻¹]	n [min]	f [mm]	a_p [mm]	l_o [mm]	t_{as} [min]	t_{av} [min]	Výrobní nástroj
Hrubování	1	140	1651	0,1	1,5	94	0,59	0,086	T2
Hrubování	2	140	2025	0,1	2,5	59,2	0,31	0,046	T2
Dokončování	3	-	1563	0,21	0,8	-	0,22	0,033	T3
Dokončování	4	-	1275	0,21	1	-	0,14	0,021	T5
Dokončování	5	100	1593	0,21	0,2	30	0,1	0,015	T6
Zápich	6	-	1593	0,18	0,75	-	0,01	0,001	
Řezání závitů	7x4	-	2070	1	0,15	30	0,06	0,009	
Celkem							1,43	0,215	
Datum:11.3.2014			Navrhl:Adam Jurča				Schválil:		

PŘÍLOHA 5

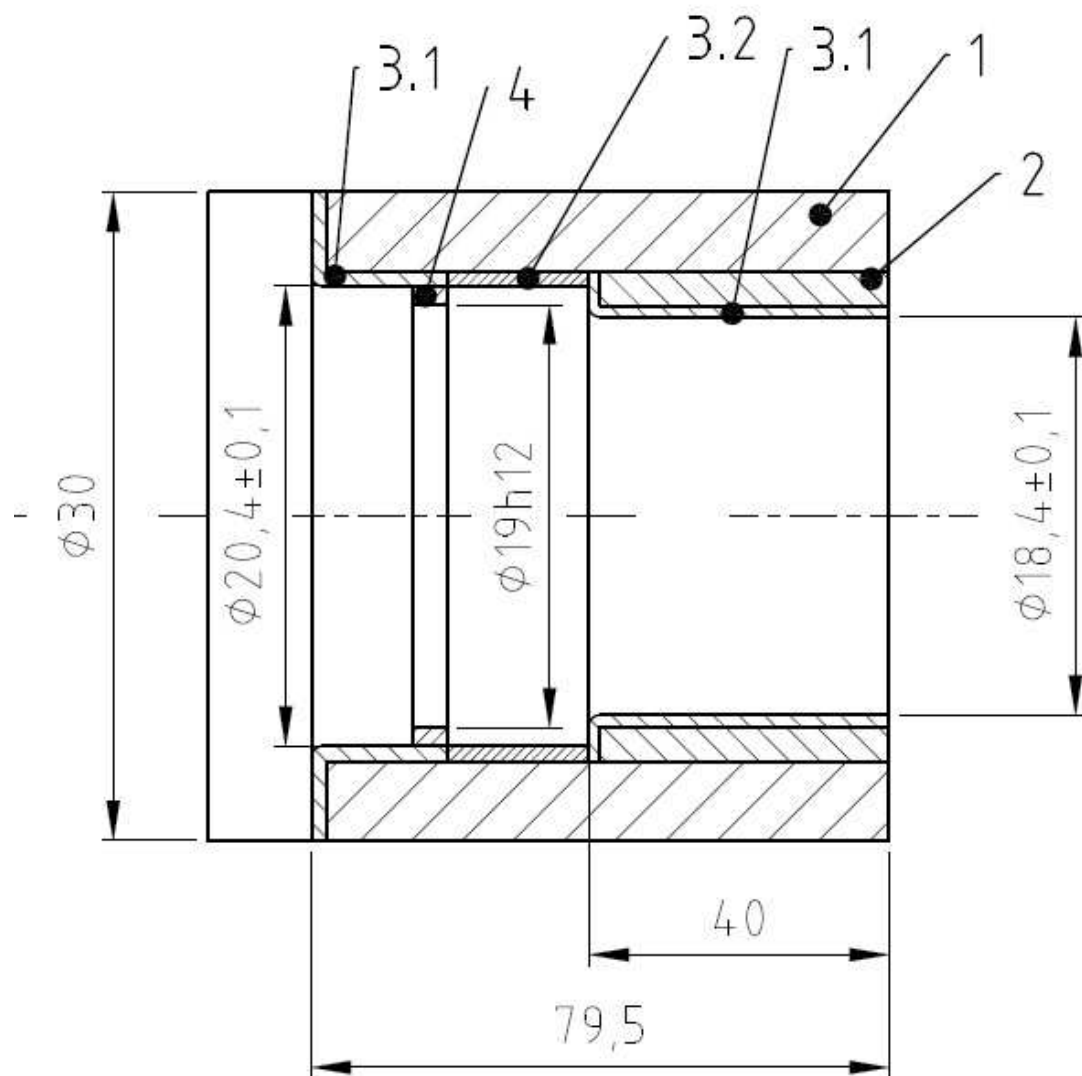
Výrobní návodka CNC operace 02/02



Výrobní návodka									
VUT-FSI-UST	Součást:Hřídel		Stroj: CNC Soustruh SP180				Číslo operace: 02/02		
Úsek	i	v_c [m.min ⁻¹]	n [min]	f [mm]	a_p [mm]	l_o [mm]	t_{as} [min]	t_{av} [min]	Výrobní nástroj
Dokončování	1	280	-	0,1	1	-	0,03	0,004	T12
Vrtání	2	25	1590	0,04	2,5	8	0,18	0,027	T7
Dokončování	3	280	-	0,1	1	-	0,03	0,004	T12
Vrtání	4	25	1590	0,04	2,5	8	0,18	0,027	T7
Celkem							0,42	0,062	
Datum:11.3.2014			Navrhl:Adam Jurča				Schválil:		

PŘÍLOHA 6

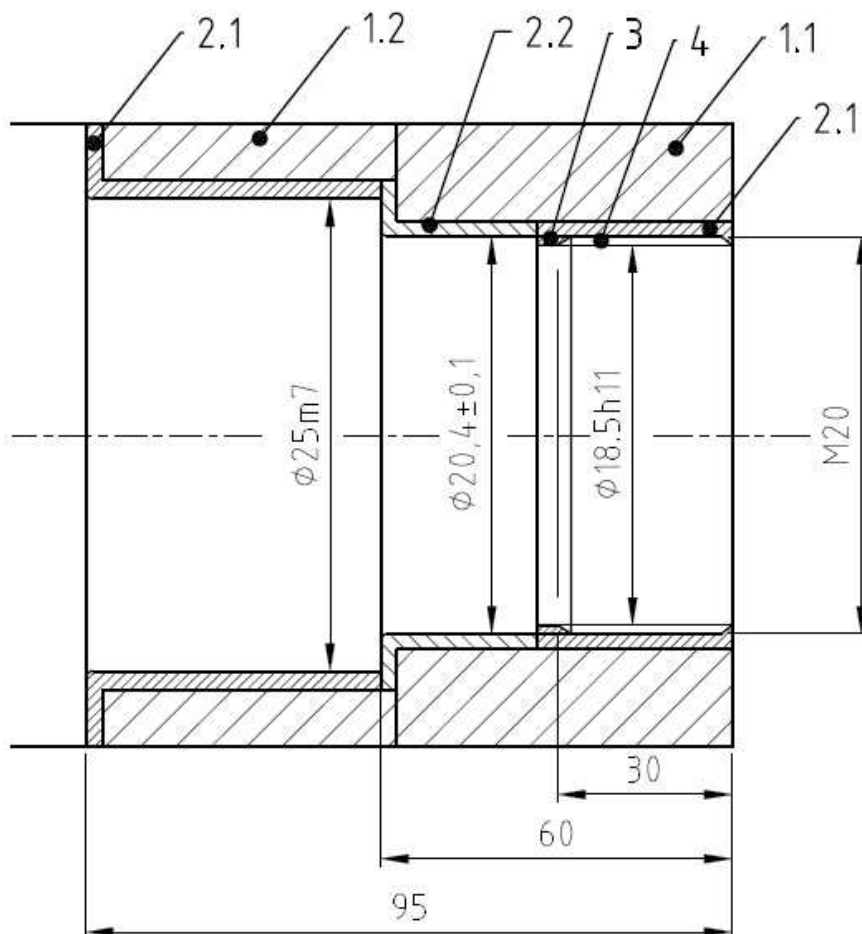
Výrobní návodka CNC operace 03/03



Výrobní návodka									
VUT-FSI-UST		Součást:Hřídel		Stroj: CNC Soustruh SP180			Číslo operace: 03/03		
Úsek	i	v_c [m.min ⁻¹]	n [min]	f [mm]	a_p [mm]	l_o [mm]	t_{as} [min]	t_{av} [min]	Výrobní nástroj
Hrubování	1	140	2025	0,6	4	78,7	0,07	0,01	T9
Hrubování	2	140	2230	0,6	1	39,2	0,03	0,004	T9
Dokončení	3.1	245	-	0,15	0,8	-	0,11	0,016	T10
Dokončení	3.2	245	3902	0,15	0,2	25	0,04	0,006	T10
Zápich	4	100	-	0,15	0,9	-	0,012	0,001	T11
Celkem							0,262	0,037	
Datum:11.3.2014			Navrhl:Adam Jurča				Schválil:		

PŘÍLOHA 7

Výrobní návodka CNC operace 04/04



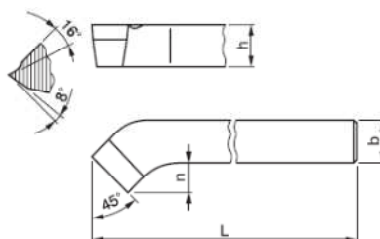
Výrobní návodka									
VUT-FSI-UST		Součást:Hřídel		Stroj: CNC Soustruh SP180			Číslo operace: 04/04		
Úsek	i	v_c	n	f	a_p	l_o	t_{as}	t_{av}	Výrobní nástroj
		[m.min ⁻¹]	[min]	[mm]	[mm]	[mm]	[min]	[min]	
Hrubování	1.1	140	2025	0,6	4	59,2	0,05	0,007	T9
Hrubování	1.2	140	1651	0,6	1,5	34,8	0,03	0,004	T9
Dokončení	2.1	245	-	0,15	1	-	0,195	0,03	T10
Dokončen	2.2	245	-	0,15	0,8	-	0,052	0,008	T10
Zápich	3	100	-	0,175	0,75	-	0,002	0,003	T12
Řezání závitu	4x4	150	2388	1	0,15	30	0,05	0,007	T13
Celkem							0,379	0,059	
Datum:11.3.2014			Navrhl:Adam Jurča				Schválil:		

PŘÍLOHA 8

Ubírací ohnutý nůž

h mm	b mm	n mm	L mm	Code 223520	Code 223521
10	10	6	90	10×10×90	10×10×90
12	12	8	100	12×12×100	12×12×100
16	16	10	110	16×16×110	16×16×110
20	20	14	125	20×20×125	20×20×125
25	25	18	140	25×25×140	25×25×140
32	32	22	170	32×32×170	32×32×170
40	40	28	200	40×40×200	40×40×200
50	32	22	240	50×32×240	50×32×240

Pozn.: 223520 – pravé provedení / right-hand execution
223521 – levé provedení / left-hand execution



UBÍRACÍ OHNUTÝ
BENT ROUGHER

223520, 223521



podobné / acc. DIN 4952

PŘÍLOHA 9

Ubírací stranový nůž

UBÍRACÍ STRANOVÝ
SIDE ROUGHER

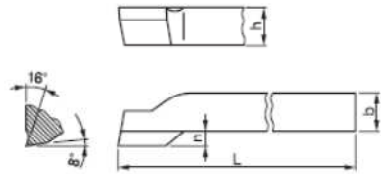
223524, 223525



podobné / acc. DIN 4960

h mm	b mm	n mm	L mm	Code 223524	Code 223525
10	10	4	90	10×10×90	10×10×90
12	12	5	100	12×12×100	12×12×100
16	16	6	110	16×16×110	16×16×110
20	20	8	125	20×20×125	20×20×125
25	25	10	140	25×25×140	25×25×140
32	32	12	170	32×32×170	32×32×170
40	40	14	200	40×40×200	40×40×200

Pozn.: 223524 – pravé provedení / right-hand execution
223525 – levé provedení / left-hand execution



PŘÍLOHA 10

Rohový nůž

h mm	b mm	n mm	L mm	Code 223534	Code 223535
10	10	5	90	10×10×90	10×10×90
12	12	6	100	12×12×100	12×12×100
16	16	8	110	16×16×110	16×16×110
20	20	10	125	20×20×125	20×20×125
25	25	12	140	25×25×140	25×25×140
32	32	16	170	32×32×170	32×32×170
40	40	20	200	40×40×200	40×40×200
16	10	5	110	16×10×110	16×10×110
20	12	6	125	20×12×125	20×12×125
25	16	8	140	25×16×140	25×16×140
32	20	10	170	32×20×170	32×20×170
40	25	12	200	40×25×200	40×25×200

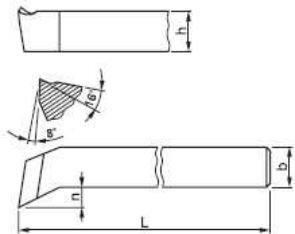
Pozn.: 223534 – pravé provedení / right-hand execution
223535 – levé provedení / left-hand execution

ROHOVÝ
CORNER TOOL

223534, 223535



podobné / acc. DIN 4965



PŘÍLOHA 11

Zapichovací nůž

ZAPICHOVACÍ
PARTING TOOL

223550, 223551

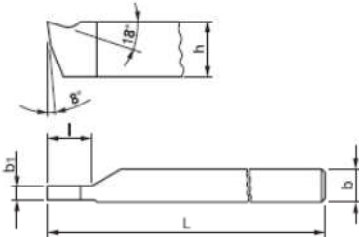


podobné / acc. DIN 4961

h mm	b mm	l mm	b ₁ mm	L mm	Code 223550	Code 223551
16	10	14	4	110	16×10×110	16×10×110
20	12	16	5	125	20×12×125	20×12×125
25	16	20	6	140	25×16×140	25×16×140
32	20	25	8	170	32×20×170	32×20×170
40	25	32	10	200	40×25×200	40×25×200
50	32	40	12	240	50×32×240	50×32×240

Poznámka / Note:

223550 – pravé provedení / right-hand execution
223551 – levé provedení / left-hand execution



Středící vrták

Provedení: Vybroušen z plného materiálu a podbroušen.
Opatřen spirálovou drážkou.

11 1000 Vel. 0,5; 0,8 – Jednostranný.

$v_c = \text{m/min}$	Al Plasty wzdl.	Al wzdl.	Al Litina >10% Si									INOX	INOX	Ti	Litina	CuZn	Grafit GFK CFK	Uni					Air	
ISO-kód:	N	N	N	P	P	P	P	P	H	H	H	M	M	S	K	N	N							
11 1000/1005 –	70	45		40	30	25	10	8								80			o	•	•			

Velikost = jmenovitý Ø k12	11A 11 1000 Středící vrták HSS A	12A 11 1005 Středící vrták HSS A	Pro Ø obrobku	 h8		 <900 N
	mm		mm	mm	mm	f mm/ot
0,5	XXX	—	až 4	3,15	20	0,01
0,8	XXX	—	4 – 6	3,15	20	0,01
1	XXX	XXX	6 – 8	3,15	31,5	0,02
1,25	XXX	XXX	8 – 10	3,15	31,5	0,02
1,6	XXX	XXX	10 – 15	4	35	0,02
2	XXX	XXX	15 – 20	5	40	0,02
2,5	XXX	XXX	20 – 30	6,3	45	0,03
3,15	XXX	XXX	30 – 40	8	50	0,03
4	XXX	XXX	40 – 63	10	56	0,03
5	XXX	XXX	63 – 100	12,5	63	0,04
6,3	XXX	XXX	100 – 150	16	71	0,05
8	XXX	XXX	150 – 250	20	80	0,06
10	XXX	XXX	< 250	25	100	0,09

PŘÍLOHA 13

Pilový pás

Velikost = zubů na palec	17 3740	17 3750	17 3755		Tvar zubů a úhel čela			Šířka x tloušťka mm	Délka mm
	Garant®	HÖNTGEN	HOLEX		17 3740 stupeň	17 3750 stupeň	17 3755 stupeň		
3/4H	—	XXX	XXX	5 ks	—	Combi 10°	Combi 10°	27×0,9	3660
4/6H	—	XXX	XXX	5 ks	—	Combi 10°	Combi 10°	27×0,9	3660
5/6H	—	XXX	XXX	5 ks	—	Combi 10°	Combi 10°	27×0,9	3660
3/4	XXX	XXX	XXX	5 ks	Combi 0°	Combi 0°	Combi 0°	27×0,9	3660
4/6	XXX	XXX	XXX	5 ks	Combi 5°	Combi 0°	Combi 0°	27×0,9	3660
5/8	XXX	XXX	XXX	5 ks	Combi 0°	Combi 0°	Combi 0°	27×0,9	3660
6/8	XXX	—	—	5 ks	Combi 5°	—	—	27×0,9	3660
6/10	XXX	XXX	XXX	5 ks	Combi 0°	Combi 0°	Combi 0°	27×0,9	3660
8/12	XXX	XXX	XXX	5 ks	Combi 0°	Combi 0°	Combi 0°	27×0,9	3660
10/14	XXX	XXX	XXX	5 ks	Combi 0°	Combi 0°	Combi 0°	27×0,9	3660
4H	—	XXX	—	5 ks	—	Normal 10°	—	27×0,9	3660
6H	—	XXX	—	5 ks	—	Normal 10°	—	27×0,9	3660
4	—	XXX	—	5 ks	—	Normal 0°	—	27×0,9	3660
6	—	XXX	—	5 ks	—	Normal 0°	—	27×0,9	3660
8	—	XXX	—	5 ks	—	Normal 0°	—	27×0,9	3660
10	—	XXX	—	5 ks	—	Normal 0°	—	27×0,9	3660

PŘÍLOHA 14

Posuvná měřidla

DIN 862

INOX kalený

mm / inch

Reference Lock

IP 67

A1 Calibration



Provedení: Dobře čitelný kontrastní LCD displej. Indukční voděodolný měřicí systém s referenční aretační funkcí. Měřicí plochy nejjemněji lapované.

41 2742 Vel. 200 – S rohovým hloubkoměrem.

41 2742 Vel. 300 – Bez hloubkoměru.

Rozsah dodávky: Včetně 1 baterie č. 08 1560 vel. CR2032.

Zvláštní příslušenství: 41 2742–2744 – Datový kabel č. 49 8940.

Přednosti systému Reference-Lock:
Obzvláště efektivní zdroj energie: životnost baterie až 3 roky.



Aretační funkce zajišťuje polohu nulového bodu a zamezuje chybnou obsluhu.



Okamžitě připravený k měření pohybem posuvu.

Reference Lock

Velikost = rozsah měření		mm	150	200	300
43A	41 2732 Digitální posuvné měřítko IP 67 s kulatým hloubkoměrem		XXX	—	—
43A	41 2734 Digitální posuvné měřidlo IP67		XXX	—	—
43A	41 2742 Digitální posuvné měřítko IP 67 s hranatým hloubkoměrem a datovým výstupem		XXX	XXX	XXX
43A	41 2743 Digitální posuvné měřítko IP 67 s kulatým hloubkoměrem, datovým výstupem a keramickými měřicími plochami		XXX	—	—
43A	41 2744 Digitální posuvné měřítko IP 67 s datovým výstupem		XXX	—	—
Přepínatelné rozlišení		mm/palce	0,01 / 0,0005		
Mezní chyba		mm	0,03 0,04		
Délka měřicí čelisti		mm	40	50	64



41 2732



41 2734



41 2742_150



41 2743



41 2744

PŘÍLOHA 15

Třmenové kalibry

Oboustranné mezní třmenové kalibry



Norma: Tolerance a odchylky dle DIN 7150-2 a DIN 7163.
Provedení: Oboustranný mezní třmenový kalibr z prvotřídní kalibrační oceli, kalené, zbavené pnutí, broušené a jemně lapované.

48 4222 – Pro **toleranční pole ISO a – cz** v **kvalitách 6 – 13**.

48 4223 – Pro mezirozměry nebo číselnou toleranci.

Použití: Pro kontrolu přechodových nebo čelních lícování hřídelů.

Upozornění:

48 4222 – Definujte požadované lícování. Při objednávání uvádějte **toleranční pole (a – cz)** a kvalitu (6 – 13) např. č. 48 4222 vel. **10f9**.

48 4223 – Příklad: 15,8 m6 nebo 41,04 + 0,01 / – 0,02.



48 4222

Velikost = jmenovitý Ø mm	48 4222 Mezní třmenový kalibr a – cz 6 – 13	Velikost = jmenovitý Ø mm	48 4222 Mezní třmenový kalibr a – cz 6 – 13	Velikost = jmenovitý Ø mm	48 4222 Mezní třmenový kalibr a – cz 6 – 13	Velikost = jmenovitý Ø mm	48 4222 Mezní třmenový kalibr a – cz 6 – 13
4	XXX	15	XXX	30	XXX	50	XXX
5	XXX	16	XXX	32	XXX	55	XXX
6	XXX	17	XXX	34	XXX	60	XXX
7	XXX	18	XXX	35	XXX	65	XXX
8	XXX	19	XXX	36	XXX	70	XXX
9	XXX	20	XXX	38	XXX	75	XXX
10	XXX	22	XXX	40	XXX	80	XXX
11	XXX	24	XXX	42	XXX	85	XXX
12	XXX	25	XXX	44	XXX	90	XXX
13	XXX	26	XXX	45	XXX	95	XXX
14	XXX	28	XXX	46	XXX	100	XXX

Oboustranné mezní třmenové kalibry s mezirozměrem nebo číselnou tolerancí

Velikost = typ	48 4223 Mezní třmenový kalibr s mezirozměrem	Rozsah od – do mm	Velikost = typ	48 4223 Mezní třmenový kalibr s mezirozměrem	Rozsah od – do mm
A	XXX	3,001 – 5,999	J	XXX	40,001 – 43,999
B	XXX	6,001 – 6,999	K	XXX	44,001 – 49,999
C	XXX	7,001 – 10,999	L	XXX	50,001 – 55,999
D	XXX	11,001 – 14,999	M	XXX	56,001 – 62,999
E	XXX	15,001 – 18,999	N	XXX	63,001 – 71,999
F	XXX	19,001 – 22,999	O	XXX	72,001 – 75,999
G	XXX	23,001 – 27,999	P	XXX	76,001 – 82,999
H	XXX	28,001 – 32,999	Q	XXX	83,001 – 92,999
I	XXX	33,001 – 39,999	R	XXX	93,001 – 99,999

PŘÍLOHA 16

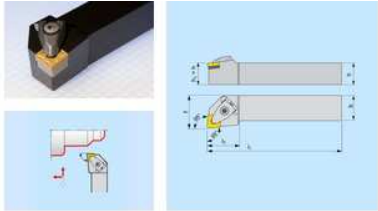
Závitový kalibr

					
Velikost = M x stoupání	 48 6100 Jemný závit, mezní kalibr 6H	 48 6120 Jemný závit, kalibr pro správný rozměr 6H	 48 6130 Jemný závit, kalibr pro zmetkový rozměr 6H	 48 6110 Jemný závit, kalibr, kroužek pro správný rozměr 6g	 48 6210 Jemný závit, kalibr, kroužek pro zmetkový rozm. 6g
8x0,5	XXX	—	—	XXX	XXX
8x0,75	XXX	—	—	XXX	XXX
8x1	XXX	—	—	XXX	XXX
10x0,75	XXX	—	—	XXX	XXX
10x1	XXX	—	—	XXX	XXX
10x1,25	XXX	—	—	XXX	XXX
12x1	XXX	—	—	XXX	XXX
12x1,25	XXX	—	—	XXX	XXX
12x1,5	XXX	—	—	XXX	XXX
14x1	XXX	—	—	XXX	XXX
14x1,25	XXX	—	—	XXX	XXX
14x1,5	XXX	—	—	XXX	XXX
16x1	XXX	—	—	XXX	XXX
16x1,5	XXX	—	—	XXX	XXX
18x1	XXX	—	—	XXX	XXX
18x1,5	XXX	—	—	XXX	XXX
20x1	XXX	—	—	XXX	XXX
20x1,5	XXX	—	—	XXX	XXX
22x1,5	XXX	—	—	XXX	XXX
24x1	XXX	—	—	XXX	XXX
24x1,5	XXX	—	—	XXX	XXX
24x2	XXX	—	—	XXX	XXX
25x1,5	XXX	—	—	XXX	XXX
26x1,5	XXX	—	—	XXX	XXX
27x1,5	XXX	—	—	XXX	XXX
27x2	XXX	—	—	XXX	XXX
28x1,5	XXX	—	—	XXX	XXX
30x1	XXX	—	—	XXX	XXX
30x1,5	XXX	—	—	XXX	XXX
30x2	XXX	—	—	XXX	XXX
32x1,5	XXX	—	—	XXX	XXX
33x1,5	XXX	—	—	XXX	XXX
33x2	XXX	—	—	XXX	XXX
35x1,5	XXX	—	—	XXX	XXX
36x1,5	XXX	—	—	XXX	XXX
36x2	XXX	—	—	XXX	XXX
38x1,5	XXX	—	—	XXX	XXX
40x1,5	XXX	—	—	XXX	XXX



PŘÍLOHA 17

Hrubovací nůž Pramet



Technické informace



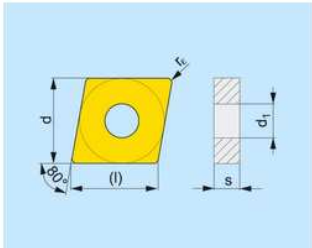
Kusů :

Přiložit do košíku

Zpět

?	Specifikace	h=h1	b	f	l1	l2max	Λs [°]	γo [°]	kg	Strana
●	DCLNR 1616 H 09	16	16	20	100	25	-6	-6	0.2	R
●	DCLNL 1616 H 09	16	16	20	100	25	-6	-6	0.2	L
○	DCLNR 2020 K 09	20	20	25	125	25	-6	-6	0.4	R
○	DCLNL 2020 K 09	20	20	25	125	25	-6	-6	0.4	L
●	DCLNR 2525 M 09	25	25	32	150	25	-6	-6	0.7	R
●	DCLNL 2525 M 09	25	25	32	150	25	-6	-6	0.7	L
●	DCLNR 2020 K 12	20	20	25	125	30	-6	-6	0.4	R

CNMM



Technické informace



Kusů :

Přiložit

Zpět

- Materiál	P	M	K	N	S	H
● 6630	■	■	■	■	■	■
● 6640	■	■	■	■	■	■
● T7335	■	■	■	■	■	■
● T8330	■	■	■	■	■	■
● T9325	■	■	■	■	■	■

Zvolte požadovaný materiál

Legenda

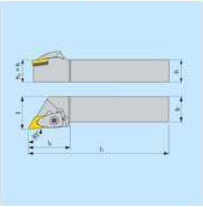
Specifikace	l1	d	d1	s	re	f min	f max	ap min	ap max	Strana
CNMM 120408E-NR	12,9	12,700	5,16	4,76	0,8	0,25	0,60	1,0	8,4	

PŘÍLOHA 18

Dokončovací nůž Pramet

DDJN-Ext

Nástroje
VBD
Náhradní díly



Technické informace



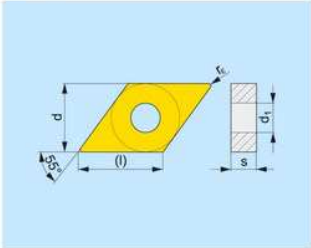

Kusů : 1
Přiložit do košíku
Zpět

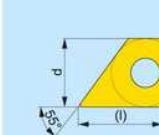
?	Specifikace	h=h1	b	f	l1	l2max	λs [°]	γo [°]	kg	_VBD4	Strana
●	DDJNR 2020 K 15	20	20	20	125	40	-6	-6	0,4	AMG	R

DDJN-Ext

Nástroje
VBD
Náhradní díly

DNMG





Technické informace



Kusů : 10
Přiložit
Zpět

- Materiál	P	M	K	N	S	H
● T7335	■	■	■	■	■	■
● T8315	■	■	■	■	■	■
● T8330	■	■	■	■	■	■
● T9310	■	■	■	■	■	■
● T9315	■	■	■	■	■	■
● T9325	■	■	■	■	■	■
● TT310	■	■	■	■	■	■

Zvolte požadovaný materiál
Legenda

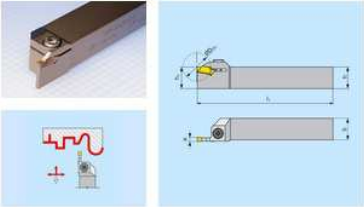
Specifikace	(l)	d	d1	s	re	f min	f max	ap min	ap max	Strana
DNMG 150604E-FF	15,5	12,700	5,16	6,35	0,4	0,06	0,20	0,4	1,5	
DNMG 150604E-FM	15,5	12,700	5,16	6,35	0,4	0,10	0,24	0,5	3,0	

PŘÍLOHA 19

Zapichovací nůž Pramet

GFI, GFK-Ext

Nástroje VBD Náhradní díly

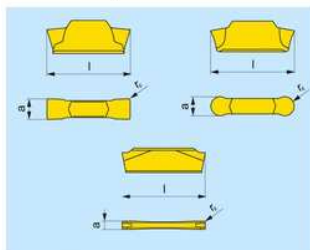


Technické informace

Kusů : 1 Přiložit do košíku Zpět

?	Specifikace	h=h1	b	_f	l1	a	Dmax	_l2max	kg	Strana
●	GFIR 1616 H 03	16	16	100	3	18			0,3	R

LCMF16,20



Technické informace



Kusů : 10

Přiložit

Zpět

- Materiál	P	M	K	N	S	H
● T8330	■	■	■	■	■	■

Zvolte požadovaný materiál

Legenda

Specifikace	a	l	re	f min	f max	ap min	ap max	Strana
LCMF 031602-CM	3,00	16,4	0,2	0,05	0,3			

PŘÍLOHA 20

Zapichovací nůž Pramet

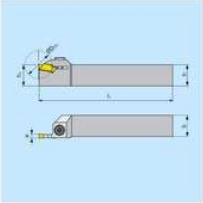
GFI, GFK-Ext

Nástroje

VBD

Náhradní díly





Technické informace



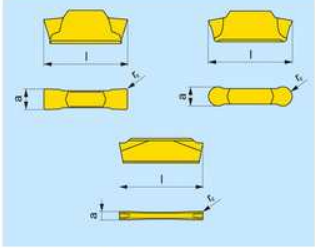
Kusů : 1

Přiložit do košíku

Zpět

?	Specifikace	h=h1	b	_f	l1	a	Dmax	_l2max	kg	Strana
●	GFIR 1616 H 03	16	16		100	3	18		0,3	R

LCMF16,20



Technické informace



Kusů : 10

Přiložit

Zpět

-	Materiál	P	B	K	N	S	H
●	T8330	■	■	■	■	■	■

Zvolte požadovaný materiál

Legenda

Specifikace	a	l	re	f min	f max	ap min	ap max	Strana
LCMF 031602-CM	3,00	16,4	0,2	0,05	0,3			
LCMF 031602-F	3,00	16,4	0,2	0,05	0,17	0,3	3,0	

PŘÍLOHA 21

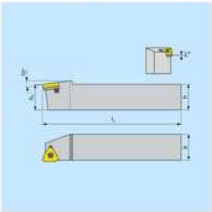
Závitový nůž Pramet

SER

Nástroje

VBD

Náhradní díly

Technické informace



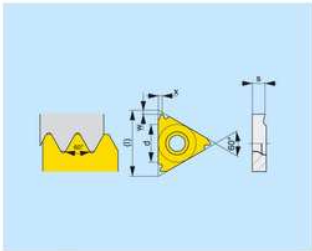

Kusů : 1

Přiložit do košíku

Zpět

?	Specifikace	h=h1	b	l1	kg	Strana
●	SER 2020 K 16	20	20	125	0.5	R

TN M60 Ext



Technické informace



Kusů : 10

Přiložit

Zpět

- Materiál	P	M	K	N	S	H
● T8030	■	■	■	■	■	■

Zvolte požadovaný materiál

Legenda

Specifikace	stoupání	(l)	d	s	x	w	f min	f max	ap min	ap max	Strana
TN 16ER050M	0,50	16,5	9,525	3,47	0,50	1,30	-	-	-	-	
TN 16ER075M	0,75	16,5	9,525	3,47	0,50	1,30	-	-	-	-	
TN 16ER080M	0,80	16,5	9,525	3,47	0,50	1,30	-	-	-	-	
TN 16ER100M	1,00	16,5	9,525	3,47	0,70	1,30	-	-	-	-	

PŘÍLOHA 22

Volba řezných podmínek pro HSS nástroje

OB 1.1.2 Řezná rychlost v_{10} pro hrubovací a břitvými destičkami ze slitinových karbidů									
Materiál tvrdost HB	Slitový karbid	Skupina	Řezná rychlost v_{10} [m/min]						
			Povrch σ [mm/ot]						
			0,1	0,2	0,4	0,8	1,6		
Šedá litina	do 200	G1	I	60	50	40	30	20	
			II	120	105	80	70	55	
			III	200	170	132	112	95	
	200 až 250	H1	I	45	38	30	22	18	
			II	90	75	60	50	40	
			III	150	125	100	85	70	
Šedá litina legovaná	250 až 400	H1	I	30	27	22	18	15	
			II	45	35	28	22	18	
			III	100	90	70	60	50	
Tepelně ošetřena litina	100 až 150	H1 (S1, S2)	I	45	38	30	22	18	
			II	90	75	60	50	40	
			III	150	125	100	90	70	

OB 1.1.3 Řezná rychlost pro soustružení nůž a nástrojové oceli rychlořezné										
Volné hodnoty s, k, t										
Materiál: perlit (kg/mm²) nebo HSS	Hrupný poměr k/t	Řezná rychlost v_{10} [m/min] pro povrch σ [mm/ot]						Přepočtení součinitel pro		
						v_{10}	v_{100}			
0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2					
Oceli	— uhlíkové	do 30	1/3,2	58	43	32	26	18	1,42	0,86
30 až 40	1/4	48	36	27	19	14	1,41	0,84		
40 až 70	1/5	37	28	21	16	12	1,42	0,84		
70 až 85	1/6	29	22	17	13	9,5	1,40	0,83		
85 až 100	1/8	25	18	13	10	7,5	1,40	0,83		
100 až 120	—	23	17	12	9	7,5	1,40	0,83		
— legované	70 až 85	—	29	22	17	13	9,5	1,40	0,83	
85 až 100	—	23	17	12	9	7,5	1,40	0,83		
100 až 140	1/10	20	14	8	5,6	4	1,40	0,83		
— nástrojové	140 až 180	—	11	8,2	4,3	—	—	1,42	0,84	
180 až 200	—	10,5	7,5	3,5	—	—	1,43	0,85		
Litina	— seazok	30 až 50	1/4	49	36	27	20	15	1,43	0,85
50 až 70	1/5	32	24	18	13	10	1,44	0,84		
70 až 100	1/6	19	13	11	8,5	6,3	1,40	0,84		
100 až 120	1/8	16	11	9	7	5,2	1,41	0,84		
120 až 150	1/10	14	10	8	6	4,5	1,42	0,84		
150 až 200	—	10	8	6	4,5	3,5	1,43	0,84		
— tepelně ošetřena	100 až 150	—	36	27	21	16	12	1,43	0,84	
150 až 200	—	34	25	19	14	11	1,42	0,84		
200 až 250	—	32	24	18	13	10	1,43	0,84		
250 až 300	—	30	22	17	12	9,5	1,43	0,84		
300 až 350	—	28	21	16	11	8,5	1,43	0,84		
350 až 400	—	26	20	15	10	8	1,43	0,84		
P46 P18cr Bronz 100 Hliník 1000 Al 2014 Titanium	22 až 32	—	46	53	38	28	21	16	1,20	0,89
32 až 42	—	140	95	63	40	27	21	1,33	0,84	
42 až 56	—	62	42	28	17	12	9	1,01	0,84	
56 až 64	—	226	170	112	67	43	28	1,76	0,76	
		18 až 24	—	84	56	38	25	17	1,11	0,78

OB 1.1.3 Řezná rychlost pro soustružení nůž a nástrojové oceli rychlořezné									
Doporučené maximální velikosti povrchu									
Hloubka	Max. σ [mm/ot]	Hloubka	Max. σ [mm/ot]	Hloubka	Max. σ [mm/ot]	Hloubka	Max. σ [mm/ot]	Hloubka	Max. σ [mm/ot]
10	4	52	1,2	14	2	H1	3		
51	0,6	53	2,0	G1	2	KD	0,5		

OB 1.1.4 Velikost povrchu při soustružení oceli na čisto (pevnost 90 kg/mm²) v závislosti na předchozí dráze povrchu

Dráha povrchu R_a [mm]	Předchozí dráha R_a [mm]	Řezná rychlost [m/min]			
		50	100	120	150
		Povrch σ [mm/ot]			
12,5–6,3	0,5	0,54 až 0,64	0,55 až 0,69	0,51 až 0,69	0,53 až 0,69
	1,0	0,65 až 0,37	0,65 až 0,57	0,65 až 0,57	0,65 až 0,57
	2,0	0,69 až 0,67	0,69 až 0,67	0,69 až 0,67	0,69 až 0,67
6,3–3,2	0,5	0,29 až 0,23	0,34 až 0,29	0,39 až 0,34	0,41 až 0,37
	1,0	0,4 až 0,31	0,46 až 0,38	0,46 až 0,41	0,46 až 0,42
	2,0	0,52 až 0,44	0,51 až 0,48	0,51 až 0,48	0,51 až 0,48
3,2–1,6	0,5	0,15 až 0,11	0,18 až 0,14	0,22 až 0,18	0,25 až 0,21
	1,0	0,21 až 0,16	0,24 až 0,19	0,33 až 0,24	0,34 až 0,25
	2,0	0,28 až 0,21	0,30 až 0,25	0,38 až 0,32	0,39 až 0,33

Operační součinitel pro volbu povrchu při soustružení oceli (úděl pevnosti nad 90 kg/mm²)

Povrch [kg/mm ²]	50	75	90	100
Součinitel	0,7	0,75	1	1,25

OB 1.1.5 Volba řezných podmínek pro soustružení na hrubo

- Tabulky platí pro podélné soustružení nůžem s břitvou destičkou ze slitinového karbidu 11, s hloubkou řezu $a_p = 45^\circ$, s úhlem řezu $\gamma = 10^\circ$ až 15° podle pevnosti utvářené oceli.
- Uvedené trvanlivosti T_{10} se vztahují k jedné třídní soustružnické břitvou destičkou 12. Při praktickém používání najdeme nejprve tabulku, odpovídající výkonu použitého soustružníku. V ní vyhledáme nejbližší vyšší pevnost utvářené oceli a čísla pro určení hloubky řezu a pro určení velikosti povrchu. Povrchovou rychlost v a příslušnou trvanlivost třídní nástroje, popř. P_0 a Q .
- Výpočet skutečné T = skutečná T_{10} [min], v = řezná rychlost [m/min], T = trvanlivost třídní [min] pro 21, Q = produktivita v [cm³/min] utvářené oceli za minutu.

PŘÍLOHA 23

Volba řezných podmínek pro HSS nástroje

Obr. 1.1.5 Volba řezných podmínek pro soustružení na hrubo											
Účelný výkon $N_{d2} = 3 \text{ kW}$; výkon elektromotoru $N_{C1} = 4,3 \text{ kW}$											
Hlubka řezu t [mm]	v [m/min] [T/min]	Převr s [mm/ot]									
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0
Ocel pevnosti do 50 kp/mm ²											
1	v	700	530	420	334	310	250	210	183	164	125
	T	15	40	70	100	150	250	350	400	500	>500
1,5	v	470	340	280	237	206	165	141	122	109	84
	T	80	200	350	>500						
2	v	354	260	210	179	155	124	106	92	81	
	T	250	>500								
3	v	236	174	139	118	103	77	71			
	T	>500									
4	v	177	130	105	89	77					
	T	>500									
Q [cm ³ /min]		70	78	84	88	93	100	103	110	115	125
Ocel pevnosti do 75 kp/mm ²											
1	v	410	323	280	243	196	168	145	129	99	
	T	6	10	20	25	40	50	70	90	130	
1,5	v	372	272	221	187	163	131	112	97	86	66
	T	10	30	50	80	120	200	300	400	>500	
2	v	280	206	167	142	123	98	84	73	65	
	T	40	90	150	300	>500					
3	v	187	137	110	93	82	61				
	T	200	500	>500							
4	v	140	103	83	70	61					
	T	500									
Q [cm ³ /min]		56	61	66	70	74	78	84	87	90	99
Ocel pevnosti do 110 kp/mm ²											
1	v	204	166	141	122	98	84	73	65	50	35
	T	8	12	20	30	50	70	90	120	200	
1,5	v	155	125	106	93	74	63	55			
	T	20	40	60	100	150	200	300			
2	v	140	103	83	70	61					
	T	50	120	250	350	>500					
3	v	105	77	62	53						
	T	200	350	>500							
Q [cm ³ /min]		42	46	50	53	55	59	63	65	68	75

346

Obr. 1.1.5 Volba řezných podmínek pro soustružení na hrubo													
Účelný výkon $N_{d2} = 4 \text{ kW}$; výkon elektromotoru $N_{C1} = 5,7 \text{ kW}$													
Hlubka řezu t [mm]	v [m/min] [T/min]	Převr s [mm/ot]											
		0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0	1,4	
Ocel pevnosti do 50 kp/mm ²													
1	v T	690 10	560 15	470 25	413 40	330 60	282 90	245 120	216 150	167 250			
1,5	v T	626 70	457 90	373 80	315 120	275 200	230 350	188 500	163	145	111	86	
2	v T	470 40	344 150	282 300	238 450	206 500	166 500	141	123	109	83		
3	v T	314 350	232 500	186 500	158 500	137 500	110 500	94 500	81	71			
4	v T	234 500	173 500	144 500	118 500	103 500	82 500	70					
6	v T	115 500	93 500	78 500									
Q [cm ³ /min]		94	104	112	118	126	132	142	147	152	167	181	
Ocel pevnosti do 75 kp/mm ²													
1	v T					338 6	262 10	244 12	204 15	173 20	132 35		
1,5	v T					362 10	296 20	250 30	218 50	175 70	149 90	130 115	88 69
2	v T	372 10	274 30	223 40	188 70	163 100	131 150	112 250	97 300	86 400	66 500		
3	v T	250 50	184 120	148 250	125 350	108 500	87 500	75 500	65				
4	v T	186 200	137 350	114 500	94 500	82 500	65						
6	v T		91 500	74 500									
Q [cm ³ /min]		74	82	89	94	98	105	112	116	121	132	143	
Ocel pevnosti do 110 kp/mm ²													
1	v T									129 8	100 8		
1,5	v T					164 8	132 10	112 15	97 20	86 35	46 40	51 70	
2	v T			168 10	135 15	123 20	99 35	84 50	73 70	65 90	50 130		
3	v T	187 12	138 25	111 40	86 60	71 80	61 120	56 200	46 300				
4	v T	140 50	103 80	86 150	71 250	61 350							
6	v T		49 450	55 500									
Q [cm ³ /min]		56	61	66	71	74	79	84	87	90	100	107	

347

PŘÍLOHA 24

NC Program pro operaci 03/03 CNC Stroj

N10	M6		T9		
N20	G92		X50	Z10	
N30	M3				S2025
N40	M7				
N50	G0	X22	Z2		
N60	G1	X22	Z-78,7	F 0,6	
N70	G0	X24	Z-78,7		
N80	G0	X24	Z2		
N90	G0	X20	Z2		
N100	G1	X20	Z-39,2	F0,6	
N110	M5				
N120	M6	T10			
N130	M3				
N140	G96				S245
N150	M7				
N160	G0	X18,4	Z1		
N170	G1	X18,4	Z-40	F0,15	
N180	G1	X20	Z-40		
N190	G1	X20	Z-65		
N200	G1	X20,4	Z-65		
N210	G1	X20,4	Z-79,5		
N220	G1	X30	Z-79,5		
N230	G97				
N240	M30				