

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 VÍCEDRÁŽKOVÉ ŘEMENICE.

SOLUTION TECHNOLOGY OF MULTIPLE GROOVE GUIDE PULLEY.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

RADEK TEPLÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MILAN KALIVODA

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie
Akademický rok: 2009/10

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Teplý Radek

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 vícedrážkové řemenice.

v anglickém jazyce:

Solution technology multiple groove guide pulley.

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Rozbor technologičnosti součásti. Stanovení obráběcí technologie v závislosti na vyráběném množství. Přiřazení výkonných nástrojů. Ekonomické vyhodnocení.

Cíle bakalářské práce:

Stanovení technologie pro náročnější součást. Logicky a správně směřovaná volba náradí. Ekonomické zhodnocení a posouzení návrhu.

Seznam odborné literatury:

1. CIHLÁŘOVÁ, P., HILL, M. and PÍŠKA, M. Fundamentals of CNC Machining. [online]. Dostupné na World Wide Web: <<http://cnc.fme.vutbr.cz>>.
2. KOČMAN, K. a PROKOP, J. Technologie obrábění. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.
3. ŠTULPA, M. CNC obráběcí stroje a jejich programování. 1. vyd. Praha: Technická literatura BEN, 2007. 128 s. ISBN 978-80-7300-207-7.
4. AB SANDVIK COROMANT - SANDVIK CZ s.r.o. Příručka obrábění - Kniha pro praktiky. Přel. M. Kudela. 1. vyd. Praha: Scientia s.r.o., 1997. 857 s. Přel. z: Modern Metal Cutting - A Practical Handbook. ISBN 91-972299-4-6.
5. HUMÁR, A. Materiály pro řezné nástroje. 1. vyd. Praha: MM publishing s. r. o., 2008. 240 s. ISBN 978-80-254-2250-2.

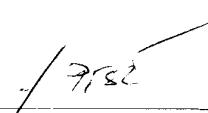
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Kalivoda

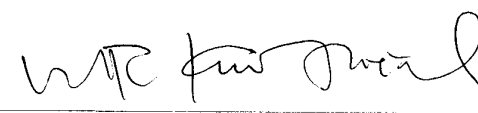
Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/10.

V Brně, dne 20.11.2009

L.S.




prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
Ředitel ústavu


doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Práce zpracovává technologii výroby vícedrážkové řemenice a zhodnocuje technologičnost konstrukce, výběr polotovaru a jejich možné varianty pro danou výrobu. Dále pojednává o zvolení výrobních technologií, výběrů nástrojů, sestavení technologického postupu a sestavení různých variant úběru třísek při výrobě. Práce také představuje ekonomické zhodnocení sériové výroby a určení nejoptimálnější varianty výroby z hlediska výrobních nákladů.

Klíčová slova

Řemenice, výrobní náklady, odlitek, nástroj, technologický postup

ABSTRACT

This essay discusses the production technology of multiple-grooved pulley and evaluates the technology of construction, the choice of the semi-product and their possible variations for production. The next aim is to describe the choice of production technologies, the selection of tools, the composition of technological process and the composition of different ways of chip removal during production. The essay also presents an economic of batch-production and it defines the optimal ways of production with regards to production costs.

Key words

Pulley, production costs, cast, tool, technological process

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

TEPLÝ, Radek. *Návrh technologie vícedrážkové řemenice*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 44 s., 19 příloh. Vedoucí práce Ing. Milan Kalivoda.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Návrh technologie vícedrážkové řemenice* vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

19. 5. 2010

.....
Radek Teplý

Poděkování

Děkuji tímto panu Ing. Milanu Kalivodovi za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

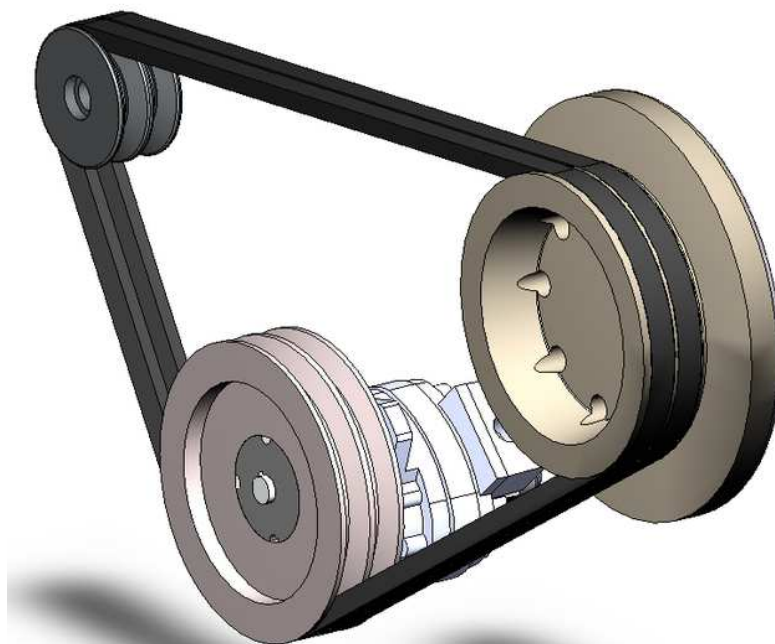
Abstrakt.....	3
Prohlášení.....	5
Poděkování.....	6
Obsah.....	7
Úvod.....	8
1 PŘEVODY KLÍNOVÝMI ŘEMENY.....	9
2 TECHNOLOGIČNOST KONSTRUKCE.....	9
2.1 Volba materiálu polotovaru.....	13
2.1.1 Varianta I. Tyč válcovaná za tepla.....	13
2.1.2 Varianta II. Odlitek.....	16
2.1.3 Zhodnocení polotovarů.....	20
3 UPNUTÍ OBROBKU.....	21
4 TECHNOLOGICKÝ POSTUP.....	23
5 VOLBA OBRÁBĚCÍCH STROJŮ.....	25
6 VOLBA NÁSTROJŮ A MĚŘIDEL.....	26
6.1 Nástroje pro soustružení.....	26
6.2 Nástroje pro vedlejší operace.....	28
6.3 Měřidla.....	29
7 EKONOMICKÁ BILANCE VÝROBY.....	30
7.1 Náklady na nástroje.....	30
7.2 Potřebné množství strojů pro dané varianty.....	34
7.3 Ekonomické zhodnocení výrobních variant.....	37
7.4 Volba výrobní varianty pro zavedení do sériové výroby.....	39
Závěr.....	40
Seznam použitých zdrojů.....	41
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	43
Seznam příloh.....	44

ÚVOD

V této práci je řešen návrh technologie výroby vícedrážkové řemenice. Řemenice jsou součástí řemenových převodů, jejich úkolem je přenos energie z jedné hřídele na druhou a zároveň může měnit její parametry (rychlost otáčení, krouticí moment). Přenos energie se přenáší pomocí třecích sil z ohebného řemene na drážky řemenice. Je to jednoduchá konstrukce, která má řadu výhod.

Z tohoto důvodu jsou řemenové převody velmi často požívané v různých typech strojů a zařízení. Tedy úkolem této práce je sestavit výrobní technologii pro sériovou výrobu o zvolené velikosti 60000 ks za rok, tak aby bylo docíleno co možná nejnižších výrobních nákladů při dodržení požadované kvality a funkčnosti součástí. Snížení výrobních nákladů patří mezi hlavní priority návrhu technologie výroby v sériové výrobě. I malá změna procesu výroby může v celé sérii ušetřit velké úspory, které umožní další vývoj firmy. Dají se využít jako investice do nových technologií a pomoci tak obstát před konkurujícími firmami a zároveň nabídnout zákazníkovi výrobek s nižší cenou.

Snížení nákladů v technologii výroby lze docílit několika způsoby. Mezi hlavní patří úspora materiálu, kterou je možné dosáhnout správnou volbou polotovaru. Proto je nutné vytvořit více variant a zvolit nejvýhodnější z nich. Dalším způsobem je optimalizace výrobního procesu a řezných podmínek, což lze zajistit dodržováním obecně známých pravidel jako jsou optimální podmínky dané výrobcem nástrojů, strojů atd. Při návrhu technologií je důležité se naučit vytvářet několik druhů variant výroby a dokázat určit tu nejvýhodnější z nich a stále ji zdokonalovat.

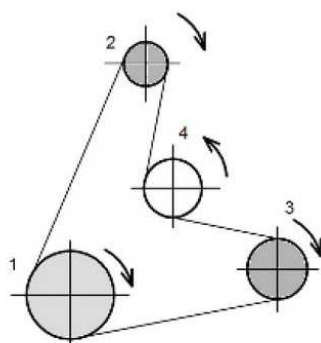


Obr. 1.1 Řemenový převod s více hřídelemi ²¹.

1 PŘEVODY KLÍNOVÝMI ŘEMENY

Řemenových převodů se používá pro přenos menších výkonů. Výkon lze zvětšovat zvýšením počtu řemenů v převodu (vícedrážkové řemenice). Používají se k pohonu kompresorů, čerpadel, obráběcích strojů a různých náhonů od elektromotorů. Základní informace o řemenných převodech ²:

- Výhody:
 - nízké výrobní náklady a údržba, klidný a tichý chod,
 - schopnost přenášet výkon na větší vzdálenosti,
 - prokluz při přetížení má funkci pojistky,
 - jeden řemen může pohanět i více hřídelů, různými způsoby opásání řemenů lze měnit i smysl otáčení (obr 1.1).
- Nevýhody:
 - větší rozměry převodů,
 - nepřesnost převodu a ztráty vznikající třecí vazbou,
 - větší zatížení hřídelů a ložisek z důvodu nutného předepnutí řemene.
 - možnost vzniku statické elektřiny



- 1 - Hnací řemenice
 2,3- Hnané řemenice
 4 - Hnaná řemenice s opačným smyslem otáčení

Obr. 1.1 Schéma převodu s více hřídelemi ²

2 TECHNOLOGIČNOST KONSTRUKCE

Při rozboru technologičnosti konstrukce jednotlivých součástí vycházíme z následujících zásad ¹⁰:

Kritéria technologičnosti konstrukce:

1. Tvar součásti (vedle funkčního a pevnostního hlediska) musí být řešen s ohledem na jednotlivé etapy výroby / výroba polotovarů – vlastní obrábění – montáž.
2. Volba vhodného materiálu pro součást musí vycházet z hlediska maximální životnosti součásti v celku a také z hlediska minimálního počtu druhů materiálu, které se ve výrobku vyskytují.
3. Součást má mít co nejméně a co nejmenší obrobené plochy.

4. Obráběné plochy musí být co nejpřístupnější pro obrábění (použití co nejmenšího počtu speciálních a tvarových nástrojů).
5. Konstrukce má být řešena s ohledem použití vhodných ploch jako základů (snadné polohování, ustavení a upnutí).
6. Součást i uzly mají být řešeny s ohledem na maximální využití typizovaných a normalizovaných částí.
7. Přesnost a drsnost nemají být voleny větší než je nezbytně nutné pro zajištění provozu výrobku.
8. Montáž musí být jednoduchá zejména se zvýšením sériovosti výroby.

- **Tvar součásti** – Řemenice je tvořena kruhovým věncem, na kterém jsou dvě drážky pro řemeny profilu B- DIN 2215, profil drážek je navržen dle ČSN 02 3179 viz. (tab. 2.1 a obr. 2.2.).

Náboj řemenice je opatřen kruhovým otvorem k uložení na hřídeli, otvor je opatřen drážkou pro těsné pero, k přenosu krouticího momentu. Náboj má větší šířku, než věnec a z jedné strany náboj přečnává. Toto představení slouží k vymezení bezpečné vzdálenosti věnce od stěny skříně, a je opatřeno broušenou plochou pro těsnící kroužek Gufero ČSN 02 9401.0 – GP 70x100x10 NBR, k utěsnění motorového prostoru. Broušená plocha je oddělena technologickým zápichem D 2,2x0,3 ČSN 01 4960. Dále na náboji na čelní ploše na nepřecházející straně, se nacházejí šest vnitřních neprůchozích závitů M6-6H, sloužící k připevnění příruby, která zamezuje axiální posuv řemenice. Náboj a věnec je propojen stěnou, která je opatřena šesti odlehčovacemi otvory segmentového tvaru, které budou vyfrézovány z důvodu lepšího vyvážení než u předlitých otvorů v případě polotovaru odlitku.

- **Rozměrová přesnost a kótování** – Nevhodné kótování může ovlivnit technologii výroby, přesnost a zaměnitelnost součástí.

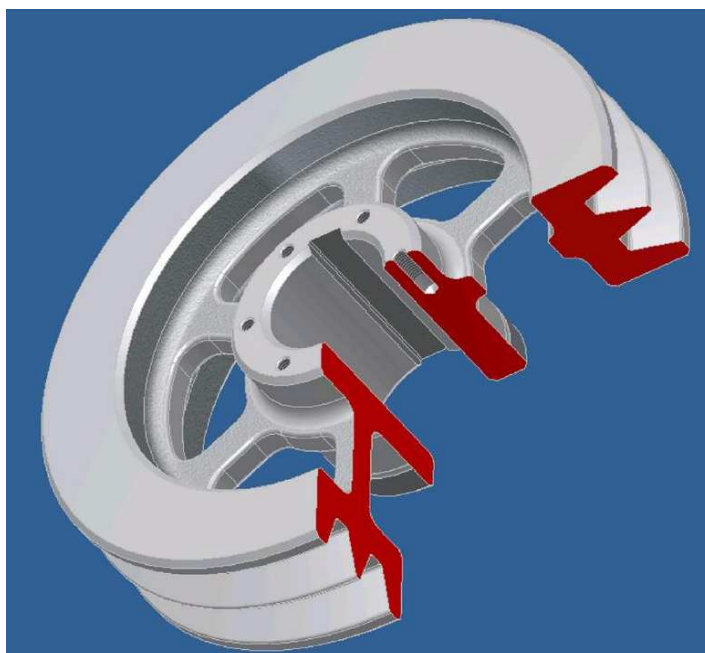
Úchylky tvaru a polohy mohou nepříznivě ovlivnit funkci součásti z hlediska opotřebení, chvění a hlučnosti součásti. Dále mohou ovlivnit pracnost výroby, cenu výrobku.

Nejnižší hodnota přesnosti obrobku je IT 7 s příslušnými geometrickými tolerancemi, proto musíme plochu vystružit. Základnou pro kótování je zvolen válcový otvor pro hřídel o rozměru \square 42H7. Netolerované rozměry jsou stanoveny dle normy ISO 8015, ISO 2768mK.

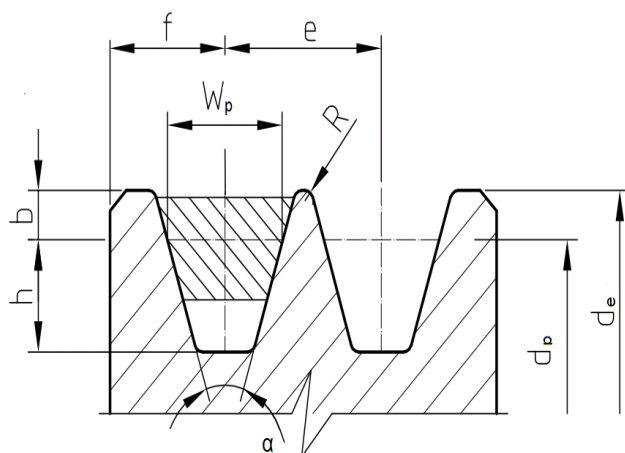
- **Průměrná aritmetická úchylka profilu Ra** (dále jen Ra) – závisí na funkci ploch, životnosti součásti, technologii výroby, hospodárnosti výroby, odolnosti proti opotřebení, pevnosti uložení a požadované životnosti, v neposlední době i na estetickém vzhledu obrobku. Nevhodná volba Ra může zvýšit cenu výrobku. Nejnižší hodnota na součásti je Ra = 0,8 jenž

bude vytvořena broušením a styková plocha drážek řemenice je určena na hodnotu $Ra = 1,6$ která je stanovena dle ČSN 02 3179 pro rychlosti do 10 m.s^{-1} , tato plocha bude soustružena. U řemenice, kde polotovár bude odlitek, bude spodní část věnce a propojovací stěny neobrobena, z důvodu ušetření nákladů na obrábění.

- **Druh použitého materiálu** – jako hlavní polotovár je volen odlitek ze šedé litiny (viz. 2.1 Volba materiálu polotovaru). Pro nouzové řešení například při výpadku dodávky odlitků, nebo pro potřebu malosériové a kusové výroby je volena tyč válcovaná za tepla.



Obr. 2.1 Model řemenice s řezem v programu INVENTOR 2010



W_p – výpočtová šířka řemenice
 b – hloubka drážky nad výpočtovou šířkou
 d_p – výpočtový průměr řemenice
 h – hloubka drážky pod výpočtovou šířkou
 e – vzdálenost mezi drážkami
 f – vzdálenost mezi osou drážky a čelní stranou
 α – úhel drážky
 d_e – vnější průměr řemenice
 R – poloměr zaoblání hrany drážky řemenice

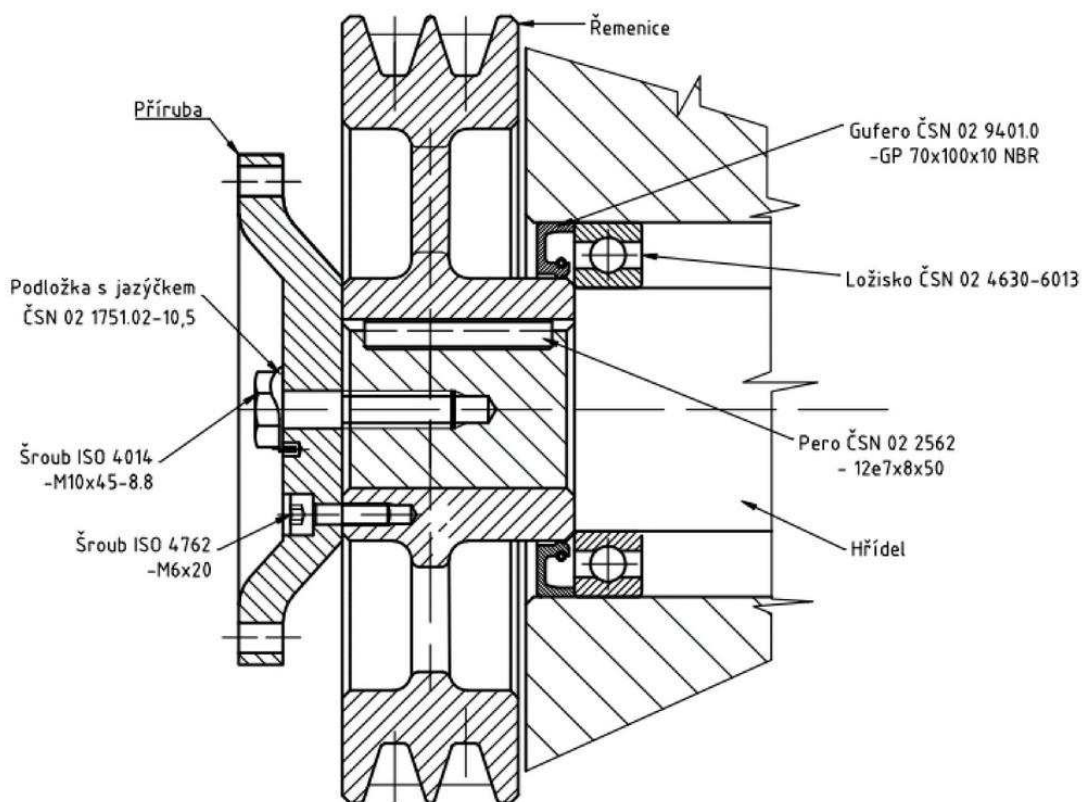
Obr. 2.2 Základní parametry profilu drážek řemenic⁹

Tab.2.1 Rozměry profilu drážek řemenic⁹

Rozměry v mm

Průřez řemene	W_p	b_{min}	h_{min}	e		f	
				jmenovitý	mezní úchylky	jmenovitý	mezní úchylky
Z	8,5	2,5	7	12	0,3	± 8,0	± 1,0
A	11	3,3	8,7	15	0,3	± 10,0	+2,0 -1,0
B	14	4,2	10,8	19	0,4	± 12,5	+2,0 -1,0
C	19	5,7	14,3	25,5	0,5	± 17,0	+2,0 -1,0
D	27	8,1	19,9	37	0,6	± 24,0	+3,0 -1,0
E	32	9,6	23,4	44,5	0,7	± 29,0	+4,0 -1,0

Průřez řemene	R	d_p			
		34°	36°	38°	40°
Z	0,5	50 až 71	80 až 100	112 až 160	180
A	1	75 až 112	125 až 160	180 až 400	450
B	1	125 až 160	180 až 224	250 až 500	560
C	1,5	-	200 až 315	355 až 630	710
D	2	-	315 až 450	500 až 900	1000
E	2	-	500 až 560	630 až 1120	125



Obr. 2.3 Řemenice v sestavě součástí.

2.1 Volba materiálu polotovaru

Materiál pro výrobu řemenice byl původně na výkrese předepsán 12050.0. Jde o konstrukční ocel k zušlechťování. K povrchovému kalení, pro velké výkovky. Svařitelnost obtížná.

Tab.2.2 Mechanické a tepelně technologické vlastnosti oceli 12050.0⁶

Značka ČSN Značka EN Číslo EN	C [%]	R _m [MPa]	R _{e min} [MPa]	HB	Žihání na měkko	Kalení	Popouštění
12 050 C45E4(M2) 1.1191(201)	0,42-0,5	460-1060	275-590	183-300	700 °C	820°C (voda)	600°C (vzduch)

Materiál předepsaný na výkrese se dodává v kruhových tyčích je poměrně drahý cca 28,4 Kč.kg⁻¹ (viz. Feron a.s.¹⁵) a obrábění tyče z plného materiálu bude nevhodné, je volena další materiálová varianta: Litina s lupínkovým grafitem EN- GJL-200. Určená pro odlitky o tloušťce stěny 8-40 mm, pro výrobu strojních součástí, součástí motorů, turbín, válce motorů a kompresorů.

Tab.2.3 Mechanické a tepelně technologické vlastnosti litiny EN-GJL-200⁶.

Značka ČSN Značka EN Číslo EN	R _m [MPa]	R _{p 0,2 min} [MPa]	HB	Žihání na odstranění pnutí	Žihání na zlepšení obrobitelnosti
42 2420 EN-GJL-200 EN-JL1030	380	200	max. 220	450-600°C	700-850 °C

2.1.1 Varianta I. Tyč válcovaná za tepla

- **Rozměr polotovaru**

Přídavek na průměr⁷:

$$p = 0,05 \cdot d + 2 \quad (2.1)$$

$$p = 0,05 \cdot 210 + 2 = \underline{12,5 \text{ mm}}$$

Požadovaný průměr polotovaru⁷:

$$d_{\text{pož.}} = d + p \quad (2.2)$$

$$d_{\text{pož.}} = 210 + 12,5 = \underline{222,5 \text{ mm}}$$

Nejbližší rozměr normalizovaných tyčích dle ČSN 42 5510.11 – tyče válcované za tepla normální přesnosti, je tyč ČSN EN 10060 o rozměru □220 mm. Tímto polotovarem nedocílíme požadovaného přídavku na obrábění, ale tyč o větším průměru by příliš zvýšila náklady na materiál a posléze na obrábění.

Proto je voleno: **Tyč ocelová kruhová válcovaná za tepla EN 10060, EN 10083-2, zn. C45 (1.0503, tepelně nezpracovaná).**

Přídavek na délku ⁷:

$$p = 2 \div 4 \quad (2.3)$$

$$p = 2 \div 4 \text{ mm je volen } 4 \Rightarrow 62 + 4 = 66 \text{ mm}$$

Je volen největší možný délkový přídavek. Jelikož při dělení tyče o velkých rozměrech na pásové pile může dojít k nepřesnosti řezu, a tím znehodnotit polotovar.

Výchozí polotovar **Ø 220 - 66 EN 10060.**

Výchozí polotovar kruhová tyč **Ø 220 délky 6m EN 10060.**

- **Norma spotřeby materiálu:**

Norma spotřeby materiálu na 1 ks ⁷:

$$N_m = Q_s + q_d + q_o + q_k \quad [\text{kg.ks}^{-1}], \quad (2.4)$$

$$N_m = 6,1752 + 0,2668 + 13,3940 + 0,1529 = \mathbf{19,9889 \text{ kg.ks}^{-1}}$$

Kde: Q_s - je hmotnost hotové součásti $[\text{kg.ks}^{-1}]$,
 q_d - ztráta materiálu při dělení tyče $[\text{kg.ks}^{-1}]$,
 q_o - ztráta materiálu při obrábění $[\text{kg.ks}^{-1}]$,
 q_k - ztráta materiálu z nevyužitého konce tyče $[\text{kg.ks}^{-1}]$.

Hmotnost hotové součásti ⁷:

$$Q_s = V_s \cdot \rho \cdot 10^{-6} \quad [\text{kg.ks}^{-1}], \quad (2.5)$$

$$Q_s = 791698,8 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = \mathbf{6,1752 \text{ kg.ks}^{-1}}$$

Kde: V_s - je objem materiálu hotové součásti $[\text{mm}^3]$ – vypočítán pomocí programu INVENTOR 2010,
 $\rho = 7,8 \text{ [kg/dm}^3]$,

Hmotnost polotovaru ⁷:

$$Q_p = V_p \cdot \rho \cdot 10^{-6} \quad [\text{kg.ks}^{-1}], \quad (2.6)$$

$$Q_p = 2508875,893 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = \mathbf{19,5692 \text{ kg.ks}^{-1}}$$

Objem materiálu polotovaru ⁷:

$$V_p = \frac{\pi \cdot d_p^2}{4} \cdot l_p \text{ [mm}^3\text{]}, \quad (2.7)$$

$$V_p = \frac{\pi \cdot 220^2}{4} \cdot 66 = \mathbf{2508875,893 \text{ mm}^3}$$

Kde: l_p - délka polotovaru (přířezu) [mm],
 d_p - průměr polotovaru (přířezu) [mm],

Ztráty materiálu vzniklé při dělení ⁷:

$$q_d = \frac{\pi d_p^2}{4} \cdot l_d \cdot \rho \cdot 10^{-6} \text{ [kg.ks}^{-1}\text{]}, \quad (2.8)$$

$$q_d = \frac{\pi \cdot 220^2}{4} \cdot 0,9 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = \mathbf{0,2668 \text{ kg.ks}^{-1}}$$

Kde: l_d - šířka prořezu [mm],

Ztráta materiálu vzniklá obráběním ⁷:

$$q_o = Q_p - Q_s \text{ [kg.ks}^{-1}\text{]}, \quad (2.9)$$

$$q_o = 19,5692 - 6,1752 = \mathbf{13,3940 \text{ kg.ks}^{-1}}$$

Počet přířezů z tyče ⁷:

$$n_p = \frac{L_t}{l_p + l_d} \text{ [ks]}, \quad (2.10)$$

$$n_p = \frac{6000}{66 + 0,9} = 89,68 \Rightarrow \mathbf{89 \text{ ks}}$$

Délka nevyužitého konce tyče ⁷:

$$l_k = L_t - n_p \cdot (l_p + l_d) \text{ [mm]}, \quad (2.11)$$

$$l_k = 6000 - 89 \cdot (66 + 0,9) = \mathbf{45,9 \text{ mm}}, \quad l_k < l_p,$$

Ztráta materiálu z nevyužitého konce tyče ⁷:

$$q_k = \frac{\pi d_p^2 l_k}{4 n_p} \rho \cdot 10^{-6} \text{ [kg.ks}^{-1}\text{]}, \quad (2.12)$$

$$q_k = \frac{\pi 220^2 45,9}{4.89} 7,8 \cdot 10^{-6} = \mathbf{0,1529 \text{ kg.ks}^{-1}}$$

Celková ztráta materiálu ⁷:

$$z_m = q_d + q_o + q_k \quad [\text{kg.ks}^{-1}], \quad (2.13)$$

$$z_m = \mathbf{0,2668 + 13,3940 + 0,1529 = 13,8137 \text{ kg.ks}^{-1}}$$

Koeficient využití materiálu ⁷:

$$k_m = \frac{Q_s}{N_m} \quad [-], \quad (2.14)$$

$$k_m = \frac{6,1752}{19,9889} = \mathbf{0,3089}$$

Koeficient využití materiálu v obrábění se pohybuje v hodnotách 0,4-0,8 z toho vyplývá, že polotovar nevyhovuje z hlediska využití materiálu.

Počet tyčí na výrobní sérii:

$$P_T = \frac{N}{n_p} \quad [\text{ks}], \quad (2.15)$$

$$P_T = \frac{60000}{89} = 674,157 \Rightarrow \mathbf{675 \text{ kusů tyčí}} \quad \text{N- výrobní série}$$

Hmotnost odpadu ze všech tyčí:

$$m_o = z_m \cdot N = 13,8137 \cdot 60000 = \mathbf{828822 \text{ kg}}$$

2.1.2 Varianta II. Odlitek

Pro správný návrh odlitku, musí být dodrženy pravidla, která vychází z norem. Aby vznik vhodný polotovar pro obrábění. Je volen co nejjednodušší tvar s nejmenším rozdílem tloušťkou stěn a správně volenými poloměry, aby bylo zajištěno minimum staženin, dutin, trhliny a další nehomogenita výrobku.

Pro získání přídatku na obrábění je nutné znát přesnost odlitku, jenž se stanoví podle ČSN 01 4470 ⁸ viz. (tab. 2.4, 2.5 a 2.6.).

Dále je nutný znát základní rozměr **z**, a směrodatný rozměr **s**. viz. (obr. 2.4).

- Základní rozměr **z** je vzdálenost dvou nejvzdálenějších protilehlých bodů na obráběné ploše.
- Směrodatný rozměr **s** je největší měřitelný rozměr odlitku, ležící v rovině kolmé na základní rozměr.

Tab.2.4 Řazení odlitků do hmotnostních tříd⁸.

Odlitek	L-lehký	S-střední	T- těžký
železných kovy	do 100 kg	do 1000 kg	do 1000 kg
neželezných kovy	do 5 kg	do 50 kg	nad 50 kg

Tab.2.5 Stanovení stupně přesnosti odlitku v závislosti na hmotnostní třídě, technologii lití a sériovosti výroby podle ČSN 01 4470⁸.

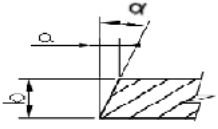
Technologie lití	Hmotnostní třída	Stupeň přesnosti (ČSN 014470)	Drsnost povrchu Ra [μm]	Použití pro: - sériovost výroby - druh slitin
Písková forma. Ruční formování	L S T	.4 .5 -	25 až 100	- Kusová a malosériová výroba - všechny slitiny
Písková forma. Strojní formování	L S T	.3 .4 .5	12 až 100	- Nejběžnější v sériové výrobě - všechny slitiny
Skořepinové formy	L S	.2 .3	12 až 100	- Sériová a velkosériová výroba - všechny slitiny

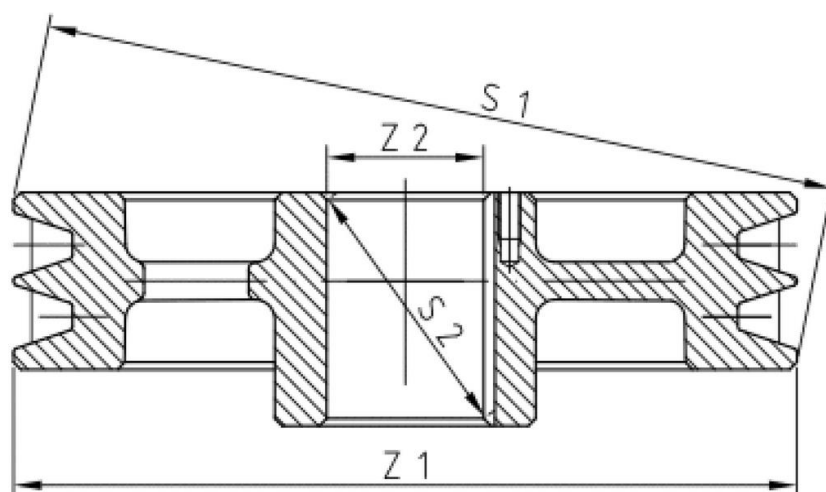
Tab.2.6 Přídavky na obrábění [mm], (na poloměr, na jednu rovinnou plochu)⁸.

Materiál odlitku	Stupeň přesnosti odlitku	Základní rozměr Z [mm]	Směrodatný rozměr s [mm]					
			přes do 30	30 80	80 180	180 315	315 500	500 800
ocel, šedá, tvárná, tem. litina, neželez. kovy	3.	0 – 30	1,5 / 1,5	2 / 1,5	2 / 1,5	2,5 / 2	3 / 2	3 / 2,5
		30 – 80	2 / 1,5	2 / 1,5	2 / 1,5	2,5 / 2	3 / 2	3 / 2,5
		80 – 180	2 / 1,5	2 / 2	2,5 / 2	2,5 / 2	3 / 2	3,5 / 3
		180 – 315	2 / 1,5	2,5 / 2	2,5 / 2	3 / 2,5	3,5 / 3	3,5 / 3
		315 – 500	2 / 2	2 / 2,5	3 / 2,5	3 / 2,5	3,5 / 3	4 / 3
		500 – 800	2,5 / 2	3 / 2,5	3,5 / 2,5	3,5 / 3	3,5 / 3	4 / 3,5
Pro stupeň přesnosti . 4 jsou přídavky o 1 mm větší. Pro stupně přesnosti .5 jsou přídavky o 1,5 až 2 mm větší.								

Technologické úkopy složí pro bezpečné vyjmutí modelu z formy, bez jejího poškození a oprav. Jsou kolmé ke stanovené dělicí rovině, a jsou obvykle do 2°, větší úkopy než 2° jsou konstrukční, jsou dány konstruktérem a v tomto odlitku se nevyskytují. Úkopy jsou závislé především na výšce odlitku **b** od dělicí roviny. V tomto odlitku je výška **b** menší než 40 mm, proto veškeré technologické úkopy jsou voleny 1° viz. (tab. 2.7).

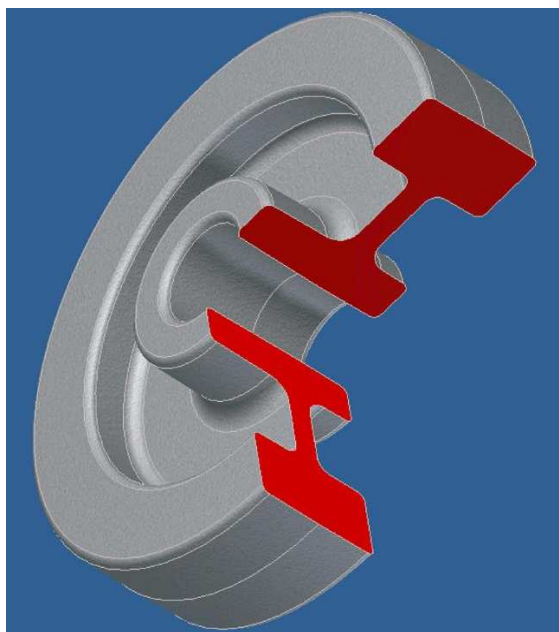
Tab.2.7 Nejmenší technologické úkosy odlitků z železných i neželezných kovů⁸.

	Modely					
	kovové			dřevěné		
Výška b [mm]	a [mm]	≈ a : b	α	a [mm]	≈ a : b	α
do 40	0,8	1 : 55	1°	1	1 : 35	1°40′
40 až 63	1	1 : 55	1°	1,5	1 : 35	1°40′
63 až 100	1	1 : 75	0°45′	2	1 : 40	1°30′
100 až 160	1,5	1 : 75	0°45′	2,5	1 : 50	1°10′
160 až 250	2	1 : 100	0°35′	3	1 : 65	0°50′
250 až 400	2,5	1 : 100	0°35′	4	1 : 75	0°45′
400 až 630	3	1 : 150	0°23′	5	1 : 100	0°35′
630 až 800	-	-	-	6	1 : 120	0°30′

Obr. 2.4 Stanovení základního rozměru z a směrodatného rozměru s

Výrobou odlitku je zvolena slévárna GIFF a.s. ve Frýdlantě nad Ostravicí.

- Cena odlitku je stanovena přibližně na 24 Kč.kg⁻¹odlitku.
- Dále se připočítává pooperační příplatek 22 Kč.ks⁻¹ (otryskání, zabroušení náلتků, dělicí roviny a další potřebné operace).
- Náklady na formovací zařízení je cca 38000 Kč.
- Cena tedy jednoho odlitku vychází na 267,4 Kč.



Obr. 2.5 Model odlitku řemenice s řezem v programu INVENTOR 2010

Tab.2.8 Úběr materiálu z polotovaru.

Polotovar		Vyráběné množství [ks]				
		100	1000	10000	30000	60000
Úběr materiálu v [m ³]	ODLITEK	0,054	0,541	5,41	16,23	32,46
	TYČ	0,171	1,717	17,171	51,51	103,03

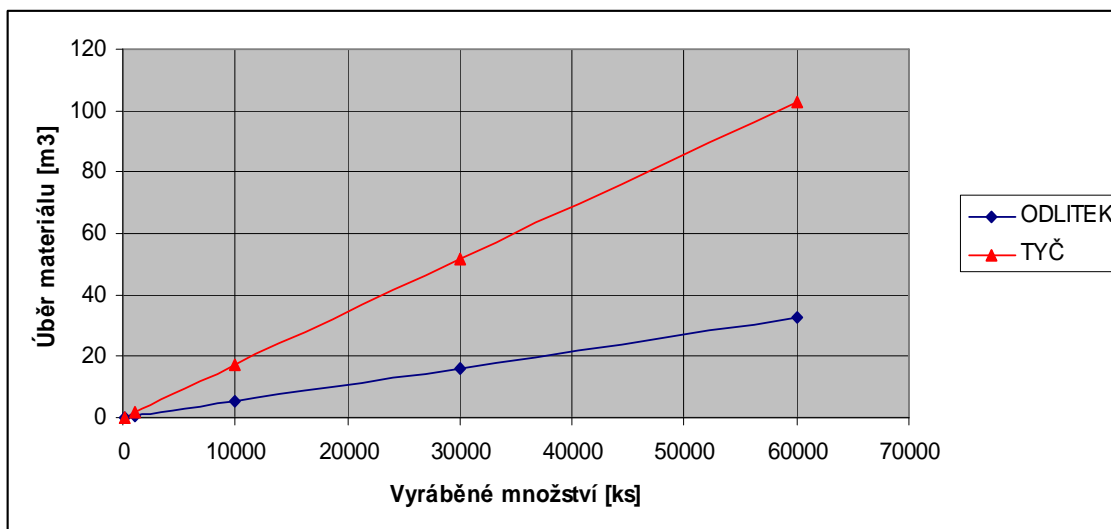
Tab.2.9 Cena polotovarů na vyráběném množství.

Polotovar		Vyráběné množství [ks]				
		100	1000	10000	30000	60000
Cena polotovarů v [Kč]	ODLITEK	64 680	304 800	2 706 000	8 042 000	16 046 000
	TYČ	57 000	570 504	5 705 043	17 115 129	34 275 960

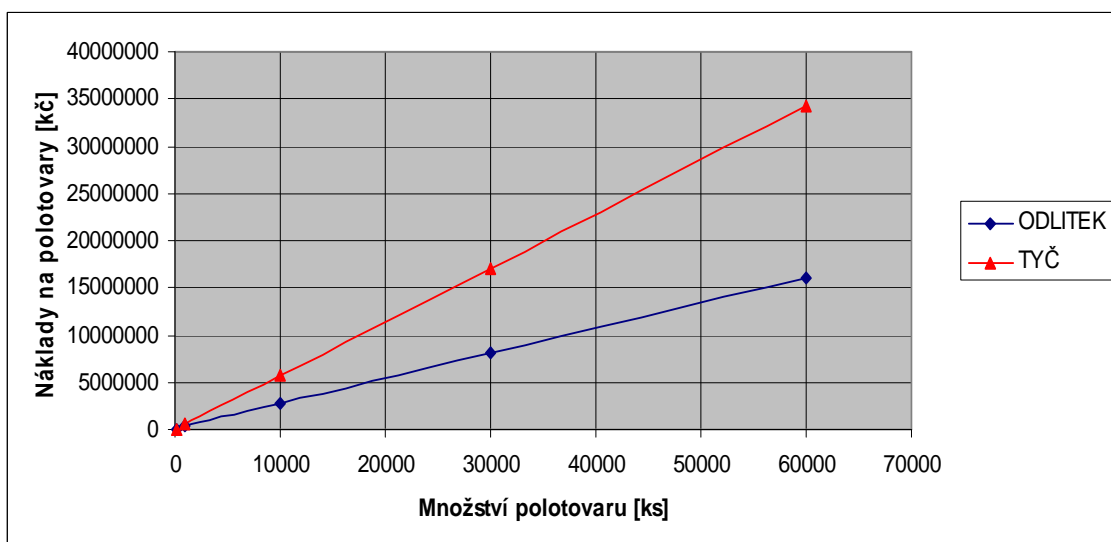
Tab.2.10 Náklady na polotovary.

	TYČ	ODLITEK
Hmotnost polotovarů [kg]	19,98	10,2
Cena materiálu [Kč.kg ⁻¹]	28,4 ¹⁵	24
Cena polotovarů [Kč.ks ⁻¹]	567,4	267,4 [*]
Cena výrobní série (60000ks) [Kč]	34 275 960	16 046 000

*- cena odlitku s pooperačním příplatkem 22,6 Kč.ks⁻¹.



Obr. 2.6 Grafické znázornění úběru materiálu z polotovaru .



Obr. 2.7 Grafické znázornění závislosti ceny materiálu polotovaru na výrobním množství.

2.1.3 Zhodnocení polotovarů

Správnou volbou polotovaru lze výrazně snížit náklady na materiál, dále i náklady na obrábění. Z grafického vyjádření je zřejmé (obr.2.6, 2.7), že nejvhodnějším polotovarem je odlitek. A to tak výrazně, že je o více než polovinu levnější, než tyčový materiál a úspora na materiálu v celé výrobní sérii činí více než 18,2 mil. Kč. Další výrazná úspora bude činit v obrábění řemenic, z důvodu menšího úběru materiálu, tím menší výrobní časy, spotřeba nástrojů, energie.

Z grafického vyjádření bylo zjištěno, že odlitek je výhodný z hlediska nákladů na polovar zhruba od 145 kusů. Pro kusovou a malosériovou výrobu zhruba do 145 kusů je výhodnější tyč. Proto je odlitek volen jako hlavní variantou polotovaru pro sériovou výrobu, výrobní výkres polotovaru č. výkr. 3P3-BP-02.

3 UPNUTÍ OBROBKU

Správné upnutí obrobku je velice důležité z hlediska bezpečnosti a ekonomického hlediska. Při každém upnutí vzniká nepřesnost, která se může projevit na kvalitě výrobku. Též upínání obrobku, je velmi časově náročné, prodlužuje přípravné časy a tím zdražuje výrobu, proto je nutné snížit počet upnutí na minimum.

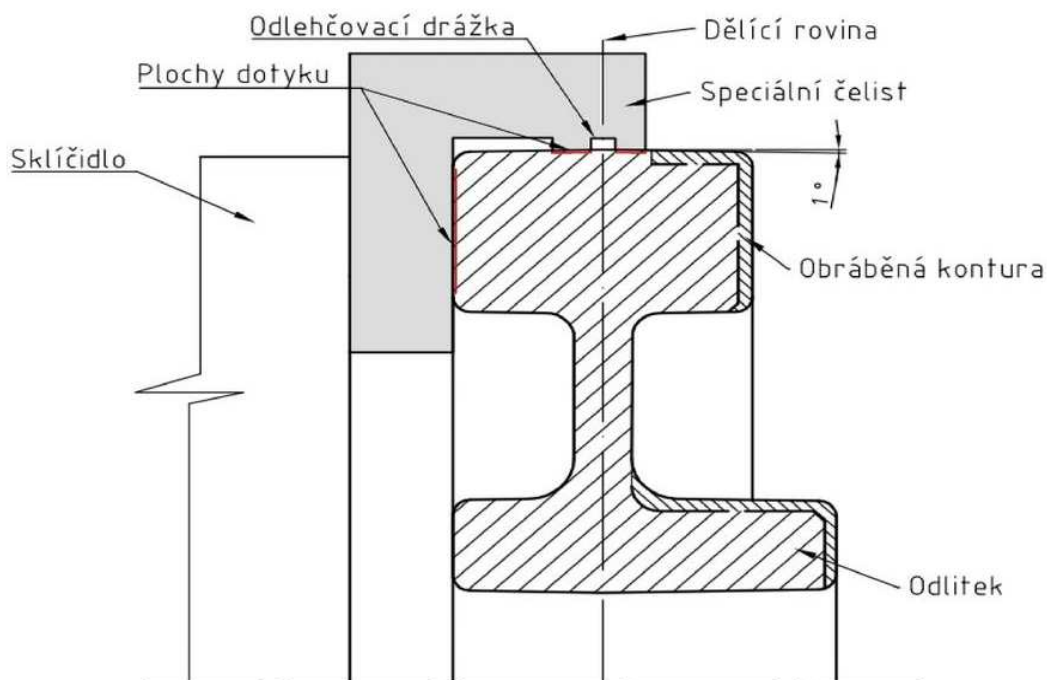
Upnutí polotovaru pro danou součást bude provedeno za největší průměr do tříčelistového sklíčidla se speciálně upravenými čelistmi, které zajistí bezpečné upnutí a nebude tak hrozit nebezpečí z utrhnutí obrobku při soustružení.

Speciální čelisti jsou voleny z důvodu umístění dělicí roviny v ose profilu věnce odlitku. A při upnutí do univerzálních čelistí by hrozilo nebezpečí utržení obrobku, z důvodu malé přidržovací plochy čelistí, která je způsobena technologickým úkosem. Čelisti jsou opatřeny tvarovým vybráním s totožným profilem jako technologické úkosem v oblasti dělicí roviny. Z důvodu nepřesností v oblasti dělicí roviny (způsobena výronky atd.) je opatřeno vybrání drážkou, zamezující styk čelistí v této oblasti.

Pro zhotovení veškerých soustružených ploch bude zapotřebí celkem třech nezbytných upnutí obrobku.

1. upnutí do speciálních čelistí:

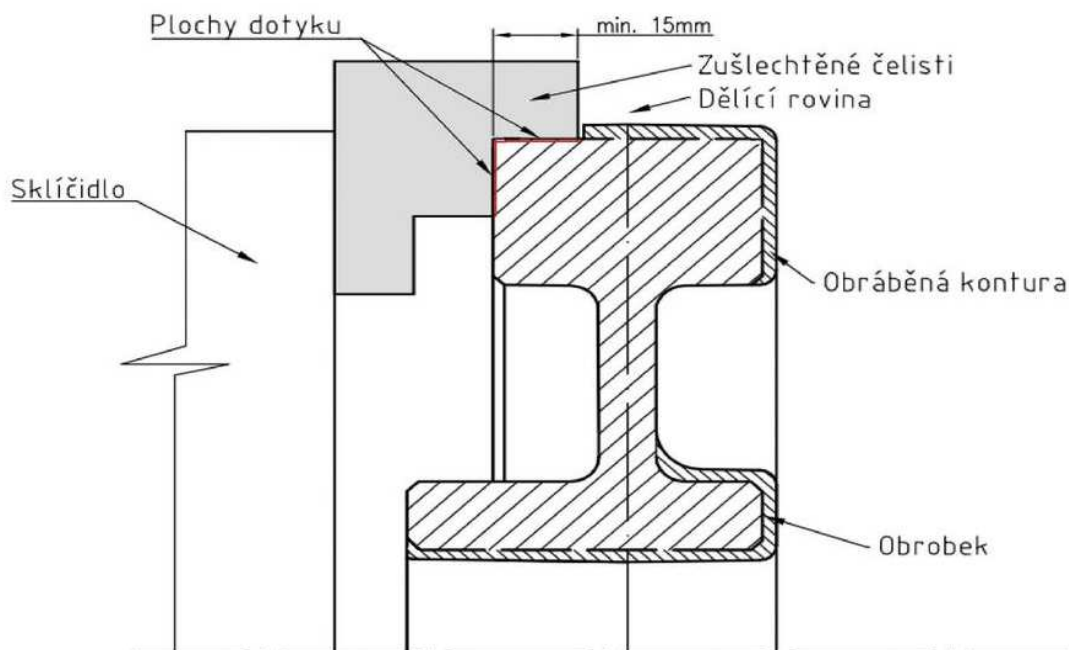
- bude obrobena kontura náboje a věnce, na vnějším průměru bude vytvořena válcová plocha v délce min. 15 mm určená pro upnutí součásti v operaci č.2, která zaručí vyšší přesnost upnutí.



Obr. 3.1 Schéma upnutí odlitku do speciálních čelistí v operaci č.1.

2. upnutí do univerzálních zušlechtěných čelistí:

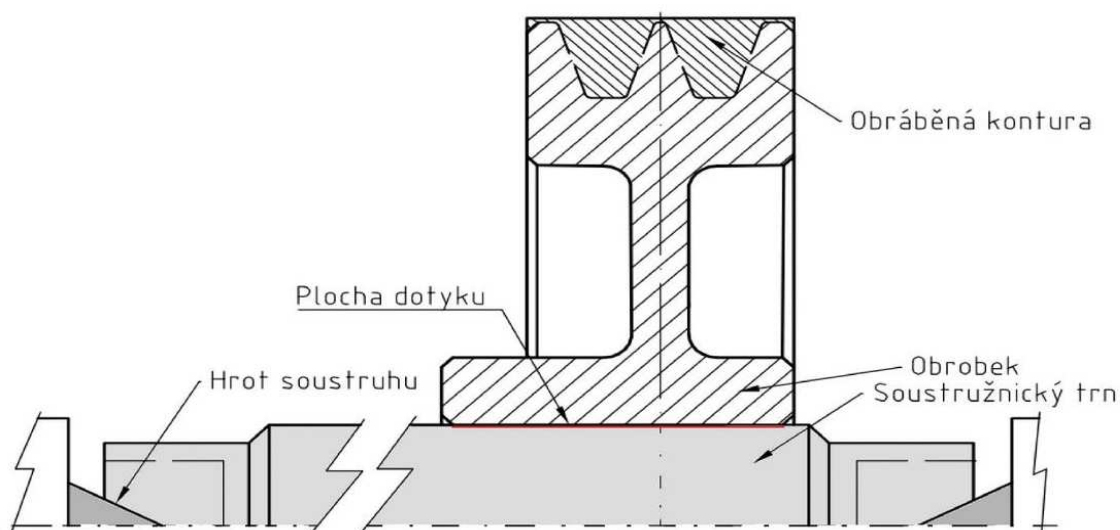
- bude obrobena kontura náboje, věnce. Z důvodu vyšší přesnosti upnutí bude též obroběn přesně vnitřní otvor.



Obr. 3.2 Schéma upnutí odlitku do zušlechtěných čelistí v operaci č.2.

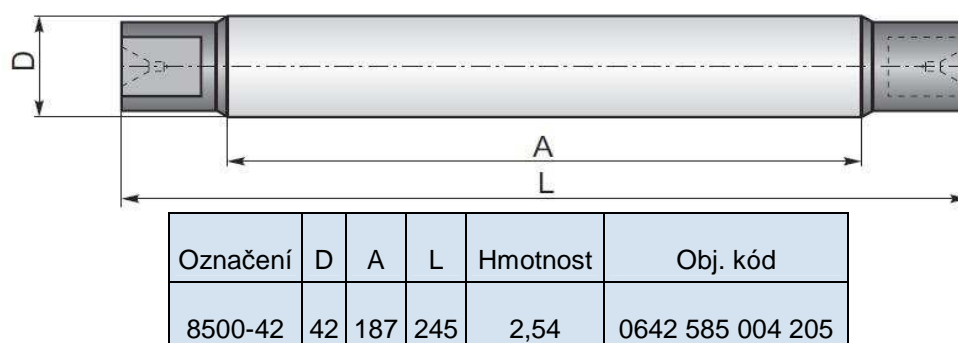
3. upnutí pomocí soustružnického trnu:

- bude obrobena kontura profilů drážek řemenice. Toto upnutí zaručí nepoškození kvality povrchu na válcové ploše náboje, jež bude následně broušena. Přenos kroutícího momentu bude pomocí unášecího srdce.



Obr. 3.3 Schéma upnutí odlitku pomocí soustružnického trnu v operaci č.3.

Pro upnutí součásti v operaci při výrobě klínových drážek je volen soustružnický trn o rozměru $\square 42\text{mm}$ typ 8500 od firmy BISON-BIAL S.A. viz.(obr.3.4)



Obr. 3.4 Soustružnický trn pevný s unášecími ploškami (typ 8500) ČSN 243350¹⁰.

4 TECHNOLOGICKÝ POSTUP

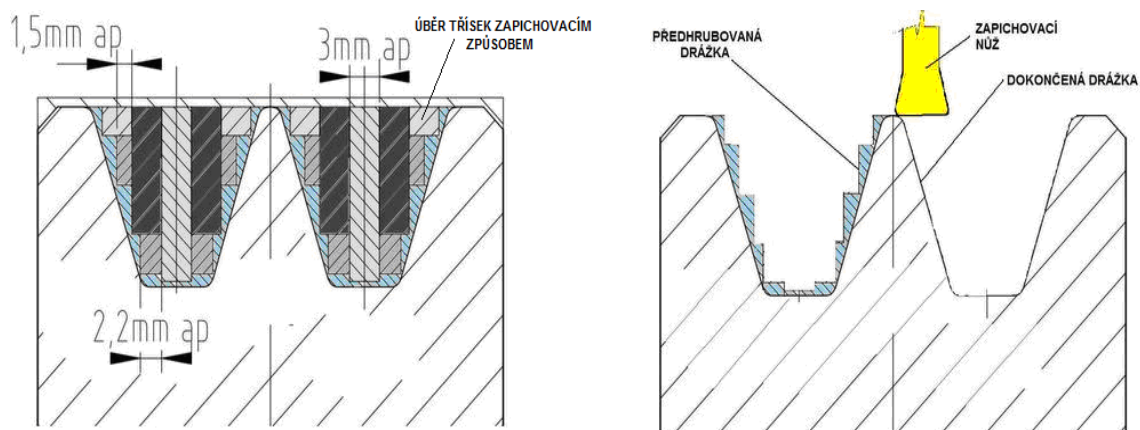
Povrch odlitku se často obrábí hůře, protože licí kůra obsahuje nečistoty, jako strusku, písek atd. Které v tekuté litině vyplavou nahoru a v horní vrstvě se koncentrují, proto bude úběr třísek z povrchu odlitku proveden na dvě třísky.

Jakost obrobeného povrchu zlepšuje, je-li volen při konstantní rychlosti posuvu větší poloměr špičky. Dále je tímto dosaženo lepší utváření třísky a plynulá tloušťka třísky. Proto je volen u většiny hrubovacích VBD poloměr špičky nástroje $r_{\epsilon} = 1,2 \text{ mm}$. Musí být ale dodrženy určité hodnoty posuvu, proto jako směrodatný údaj se doporučuje hodnota posuvu nástroje maximálně $1/3$ poloměru špičky¹.

Rámcový technologický postup je uveden v příloze č.3. Podrobné výrobní návodky s reznými parametry, s úběry třísek a strojními časy jsou uvedeny v příloze č.4-10.

Jsou vyhotoveny tři varianty návodky pro operaci 3/3, v které je vyhotoven věnec s drážkami. Tyto varianty jsou zvoleny v této operaci z důvodu časové náročnosti výroby těchto drážek. Proto je vytvořeno více variant pro určení nejvhodnější z nich.

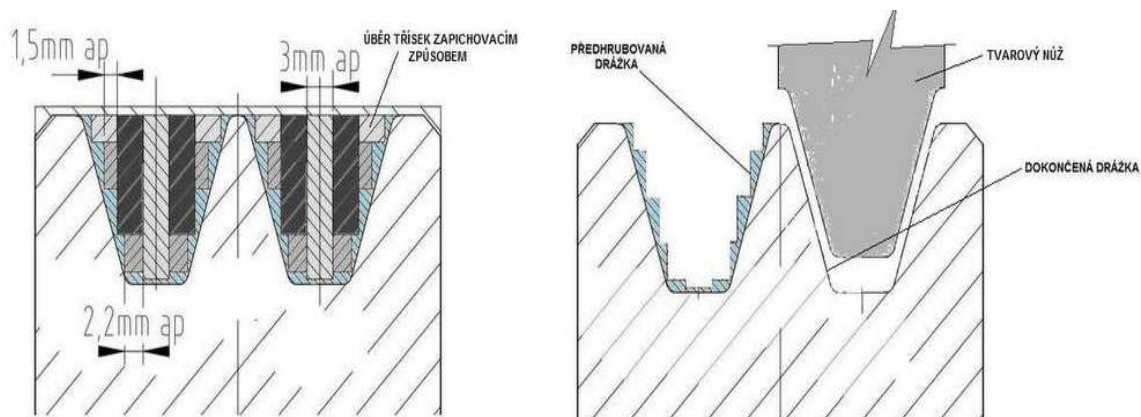
Varianta A) Dokončení drážky pomocí zapichovacího nože - drážky jsou vytvořeny pomocí zapichovacího nože s VBD



Obr. 4.1 Schéma úběru třísek varianty A v soustružnické operaci č.3a/3.

Varianta B) Dokončení drážky pomocí tvarového nože

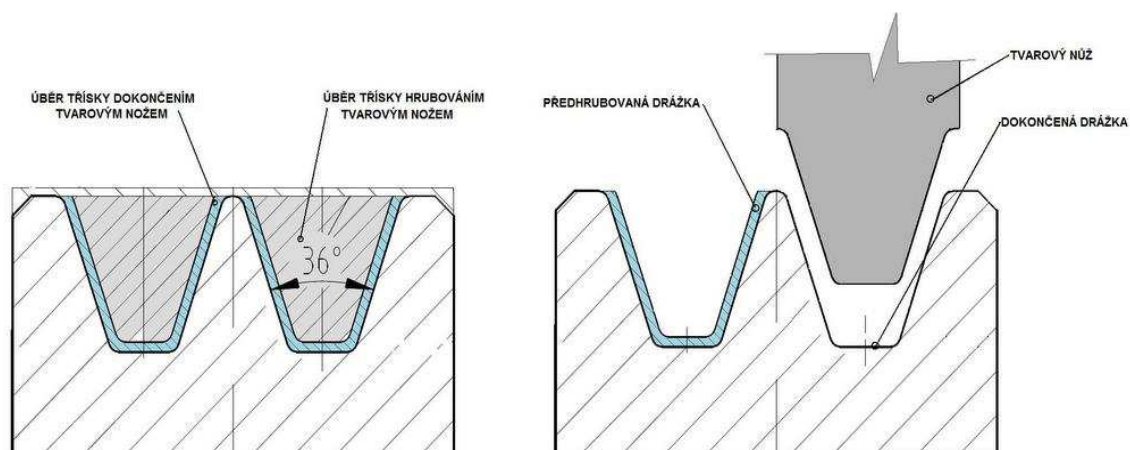
- nůž bude zhotoven vybrušením do požadovaného tvaru dle ČSN 22 35 90 z polotovaru pro soustružnické nože ČSN 22 36 91 z rychlořezné oceli. Je volen rozměr polotovaru 25x20x200 mm.



Obr. 4.2 Schéma úběru třísek varianty B v soustružnické operaci č.3b/3.

Varianta C) zhotovení a dokončení drážky pomocí tvarového nože

- hrubování drážek se provede nožem ČSN 22 35 90, dokončení drážky se provede stejným nožem. Jsou voleny dva nože, zvláště pro hrubování a dokončování drážek z důvodu zajištění potřebné přesnosti a kvality provedení drážek.



Obr. 4.3 Schéma úběru třísek varianty C v soustružnické operaci č.3c/3.

Příklady výpočtu pro hodnotu z návodky 1/3 operace č. 1, 5.:

Strojní čas obrábění ³:

$$t_{as} = \frac{(L_n + l + L_p) \cdot i}{n \cdot f} \quad (4.1)$$

Vedlejší čas obrábění ³ :

$$t_{av} = \frac{(L_n + l + L_p) \cdot i}{v_r} \quad (4.2)$$

Strojní čas obrábění pro čelní plochy při konstantní v_c ⁵ :

$$t_{as} = \frac{\pi \cdot [(D + 2L_p)^2 - (d + 2L_n)^2]}{4 \cdot 10^3 \cdot f \cdot v_c} \quad (4.3)$$

$$t_{as1} = \frac{\pi \cdot [(D + 2L_p)^2 - (d + 2L_n)^2]}{4 \cdot 10^3 \cdot f \cdot v_c} \quad t_{as1} = \frac{\pi \cdot [(214 + 2 \cdot 3)^2 - (151 + 2 \cdot 3)^2]}{4 \cdot 10^3 \cdot 0,3 \cdot 190} = \underline{0,375 \text{ min}}$$

$$t_{as5} = \frac{(L_n + l + L_p) \cdot i}{n \cdot f} \quad t_{av5} = \frac{(L_n + l + L_p) \cdot i}{v_r} \quad n_5 = \frac{1000 \cdot v_c}{\pi \cdot D}$$

$$t_{as5} = \frac{3 + 16,1}{283 \cdot 0,3} \quad t_{av5} = \frac{3 + 16,1}{8000} \quad n_5 = \frac{1000 \cdot 190}{3,14 \cdot 213,6}$$

$$\underline{t_{as5} = 0,223 \text{ min}} \quad \underline{t_{av5} = 0,002 \text{ min}} \quad \underline{n_5 = 283 \text{ min}^{-1}}$$

Kde: L_n, L_n - délka náběhu a přeběhu
 v_c - řezná rychlost [$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$]
 v_r - rychlost rychloposuvu pro soustruh MASTURN 32 = 8000 [$\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$].
 i - počet úběru třísek
 f - pracovní posuv na otáčku vřetene [mm].

5 VOLBA OBRÁBĚCÍCH STROJŮ

Soustružení:

univerzální hrotový soustruh MASCURN 50 CNC MAS KOVOSVIT, a.s. ¹⁶.

- je určen pro přesné soustružnické práce, zejména v kusové a malosériové výrobě. Hlavní obráběcí operací je soustružení povrchových, čelních i vnitřních ploch, jak válcových, tak i kuželových nebo kulových. Dále je možné vrtání. Veškeré informace o stroji viz. příloha č. 11.

Frézování:

vertikální a horizontální frézka FCM 16 CNC SLOVTOS, s.r.o. ¹⁶.

- je určená na obrábění základních druhů materiálů frézováním a vyvrtáváním v souvislém řízení s požadavky na přesnost. Veškeré informace o stroji viz. příloha č. 12.

Broušení:

bruska hrotová univerzální BUA 25 A CETOS, a.s. ¹⁶.

- jsou určeny pro vnější broušení válcových a kuželových ploch obrobků upnutých mezi hroty nebo letmo v unášecím vřeteníku. Veškeré informace o stroji viz. příloha č. 13.

Vrtání a řezání závitů:**otočná vrtačka VO 32 MAS KOVOSVIT, a.s.** ¹⁶.







- stroj je určen k vrtání, vyhrubování, zahlubování a řezání závitů do lehkých a středně těžkých dílců podle narýsování, podle šablony nebo v přípravku. Vyznačuje se snadnou a rychlou obsluhou. Veškeré informace o stroji viz. příloha č. 14.

Protahování drážky:**protahovačka EFAMATIC B - 800 / 10 tun** ¹⁸.

- stroj je vhodný pro zhotovování drážek pro pera, pracuje v automatickém nebo manuálním cyklu. Rychlost protahování je variabilní pomocí frekvenčního inventoru. Stroj nepotřebuje žádné základy. Veškeré informace o stroji viz. příloha č. 15.

6 VOLBA NÁSTROJŮ A MĚŘIDEL

Pro správnou funkci a hospodárnost nástroje, je důležité správně zvolený materiál obrobku. Pro hlavní výrobu řemenice z odlitku je volena skupina ISO K.

 <p>Ocel Referenční materiál: Nízkolegovaná ocel, CMC02.1/ HB 180</p>	 <p>Slitiny hliníku Referenční materiál: Litý, nestárnutý, CMC 30.21/HB 75</p>
 <p>Korozivzdorná ocel Referenční materiál: Austenitická korozivzdorná ocel, CMC 05.21/ HB 180</p>	 <p>Žárovzdorné slitiny Referenční materiál: Na bázi Ni, CMC 20.22/HB 350</p>
 <p>Litina Referenční materiál: Šedá litina, CMC 08.2/HB 220 Nodulární litina, CMC 09.2/HB 250</p>	 <p>Kalená ocel Referenční materiál: Kalený a popouštěný, CMC 04.1/HRC 60</p>

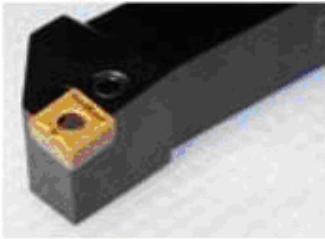
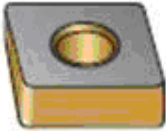
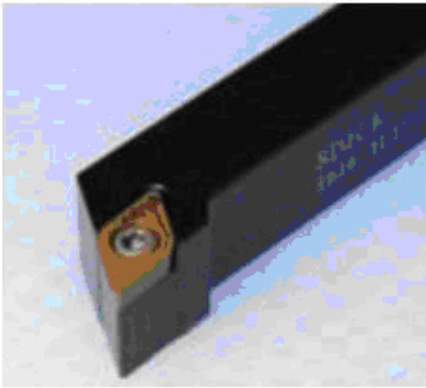

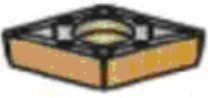
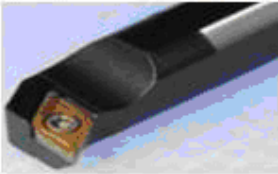



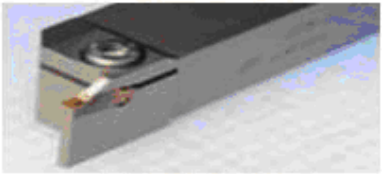



Obr. 6.1 Základní skupiny obráběných materiálů dle ISO ¹⁹.

6.1 Nástroje pro soustružení

Pro základní soustružnické operace na výrobu této řemenice (vnější, vnitřní soustružení a zapichování) jsou voleny výkonné nástroje od firmy SANDVIK Coromant, jenž patří mezi nejlepší výrobce na trhu. Přehled nástrojů je uveden v tab.6.1, podrobné informace o nástrojích jsou uvedeny v příloze č. 16, 17, 18.

Pro soustružení profilu drážek řemenice je vypracována varianta s tvarovým nožem z rychlořezné oceli. Pro tuto variantu je volen nůž dle ČSN 22 35 90, který bude vybroušen z polotovaru pro soustružnické nože ČSN 22 36 91 o rozměrech 20x25x200 mm od firmy M&V, spol. Dále je nůž schopen několikanásobného ostření, velikost možné zbroušené části nože je 7 cm.

Tab.6.1 Přehled nástrojů pro soustružnické operace od firmy SANDVIK Coromant¹⁹.

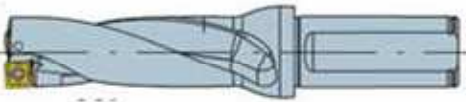

OZNAČENÍ NÁSTROJE	OZNAČENÍ VBD	ŘEZNÉ PODMÍNKY VBD
 PCLNL 2020 K12	 CNMA 120412-KR	$a_p = 4$ (0,3-8)mm $f = 0,45$ (0,2-0,8)mm $v_c = 295$ m·min ⁻¹
 SDJCL 1616 H11	 DCMT 11T312-KR	$a_p = 2$ (1,2-4)mm $f = 0,3$ (0,14-0,42)mm $v_c = 285$ m·min ⁻¹
	 DCMX 11T304-WF	$a_p = 1$ (0,3-3)mm $f = 0,2$ (0,07-0,3)mm $v_c = 215$ m·min ⁻¹
 A2OS-SDUCL 11	 DCMT 11T312-KR	$a_p = 2$ (1,2-4)mm $f = 0,3$ (0,14-0,42)mm $v_c = 285$ m·min ⁻¹
 LF123G10-2020B	 N123G2-0300-0003-GM	$f = 0,08$ (0,05-0,15)mm $v_c = 130$ m·min ⁻¹
 LF123H25-2020BM	 N123H2-0400-0004-TF	$a_p = \text{max. } 5$ mm $f = 0,12$ (0,08-0,16)mm $v_c = 125$ m·min ⁻¹
 Nůž na drážky řemenic dle ČSN 223590 ¹⁷	 polotovar: ČSN 223691 25x20x200 HSS ¹⁷	$f = 0,08-0,18$ mm ⁶ $v_c = 50-87$ m·min ⁻¹

6.2 Nástroje pro vedlejší operace

Přehled nástrojů je uveden v tab.6.2, jedná se o nástroje pro vystružování, vrtání, frézování, broušení, protahování, řezání závitu. Podrobné informace o některých nástrojích jsou uvedeny v příloze č.18.

Tab.6.2 Přehled nástrojů pro vedlejší operace.

OZNAČENÍ NÁSTROJE	PARAMETRY NÁSTROJE	ŘEZNÉ PODMÍNKY
 Výstružník DIN 8054 CANAVA 5000-0420 ¹¹	rozměr: ϕ 42H7 počet zubů: 10 materiál: SK držák: ČSN 24 1210 6MK 5x27mm	$f = 0,6-0,8$ mm $v_c = 12-30$ m·min ⁻¹
 Protahovací trn ČSN 221810 Škoda Plzeň 12P9 ¹²	rozměr: 12 P9 mm materiál: HSS	$v_c = 3-8$ m·min ⁻¹
 CoroDrill® Delta C R840-0500-50-A1A ¹⁹	rozměr: ϕ 5 mm maximální hloubka vrtání: 25 mm materiál: SK přívod řezné kapaliny: vnitřní	$f = 0,15-0,25$ mm $v_c = 70-130$ m·min ⁻¹
 CoroMill® Plura R216.34-16050-AK 32P ¹⁹	rozměr: ϕ 16 mm maximální délka břitu: 32 mm materiál: SK počet břitů: 4	$f_z = 0,05-0,08$ mm $v_c = 131$ m·min ⁻¹
 Fréza rádiusová ZPS ČSN 22226 R2 ¹⁴	rozměr: ϕ 20 mm - R2 materiál: HSS počet zubů: 7	$f_z = 0,11$ mm ⁶ $v_c = 33$ m·min ⁻¹

 <p>CoroDrill® 880</p> <p>880-D2 800L32-02 ¹⁹</p>	<p>$\chi_r = 88^\circ$</p> <p>rozměr: ϕ 28 mm</p> <p>maximální hloubka vrtání: 56 mm</p> <p>materiál VBD: SK</p> <p>přívod řezné kapaliny: vnitřní</p>	<p>$f = 0,1-0,28$ mm</p> <p>$v_c = 100-185$ $m \cdot min^{-1}$</p>
 <p>T1-250x25x76-49C 80K9V01-35 ¹⁷</p>	<p>rozměr: 250x25x76 mm</p> <p>materiál: zelený karbid křemíku</p> <p>keramické pojivo</p> <p>velikost zrna: 80</p>	<p>$v_c = \text{max. } 35 m \cdot s^{-1}$</p>

6.3 Měřidla

Přehled měřidel je uveden v tab. 6.3. Pro kontrolu tolerovaných rozměrů jsou voleny dílenské kalibry pro rychlé určení, zda je obrobená plocha správně vyrobena, dále pro kontrolu ostatních rozměrů jsou volena digitální posuvná měřítka ve dvou velikostech.

Tab.6.3 Přehled zvolených měřidel a kalibrů.

OZNAČENÍ MĚŘIDLA	PARAMETRY MĚŘIDLA
 <p>Kalibr válcový mezní DIN 2245, 42H7 mm ¹³</p>	<p>rozměr: ϕ 42H7</p> <p>$42^{+0,025}_{+0,000}$</p> <p>materiál: kalibrační ocel kalená</p>
 <p>Kalibr závitový mezní ISO2, M6-6H ¹³</p>	<p>rozměr: M6-6H</p> <p>materiál: kalibrační ocel kalená</p>
 <p>Kalibr mezní třmenový ČSN 253172 ¹³</p>	<p>rozměr: 70h9</p> <p>$70^{+0,074}_{+0,000}$</p> <p>materiál: kalibrační ocel kalená</p>

 Digitální posuvné měřítko ČSN 251236-150 Somet 17	měřicí rozsah: 0-150 mm
	rozlišitelnost: 0,001 mm
	mezni chyba: 0,03 mm
 Digitální posuvné měřítko ČSN 251236-150 Somet 17	měřicí rozsah: 0-300 mm
	rozlišitelnost: 0,001 mm
	mezni chyba: 0,04 mm

7 EKONOMICKÁ BILANCE VÝROBY

Tato kapitola je důležitá pro ověření a správnou volbu všech předchozích návrhů. Napomáhá ke zvolení nejvhodnějších výrobních variant, pomocí určení výrobních nákladů, které jsou hlavním ukazatelem správně zvolené varianty. Pro určení celkových výrobních nákladů je nutné znát náklady na nástroje, provoz stroje, obsluhu stroje, polotovaru.

7.1 Náklady na nástroje

Spotřeba VBD na celkovou výrobní sérii (zdroj):

$$k = \frac{t_{as} \cdot N}{T_n \cdot a} \quad (7.1)$$

Příklad výpočtu pro určení počtu VBD potřebné k soustružnické operaci:

Operace 1/3:

VBD CoroTurn 107 DCMX 11 T3 04-WF

$$k_{VBD107} = \frac{t_{as} \cdot N}{T_n \cdot a}$$

$$k_{VBD107} = \frac{0,119 \cdot 60000}{15,2}$$

$$k_{VBD107} = 238ks$$

Kde: t_{as} - strojní čas obrábění

N - výrobní série

a- počet použitelných břitů na jedné VBD

T_n - trvanlivost jednoho břitu dáno výrobcem: - pro hrubování 20 min.

- pro dokončování 15 min.

Tab.7.1 Spotřeba VBD v soustružnických operaci celé série pro variantu A.

Druh soustružnické operace	Druh VBD	Počet použitelných břitů na VBD	t_{as} operace [min ⁻¹]	Počet obrobků obrobených jednou VBD	Počet VBD na danou operaci v celé výrobní sérii	
1/3.	Zarovnání čel	CNMA 120412-KR	4	1,5	53	1132
	Hrubování náboje	DCMT 11T312-KR	2	0,189	212	283
	Dokončení náboje	DCMX 11T304-WF	2	0,119	252	238
2/3.	Zarovnání čel	CNMA 120412-KR	4	1,903	42	1428
	Hrubování náboje	DCMT 11T312-KR	2	0,136	294	204
	Hrubování otvoru	DCMT 11T312-KR	2	0,25	160	375
3/3.	Zarovnání věnce	CNMA 120412-KR	4	0,583	137	438
	Hrubování drážek	N123 G2-0300-0003-GM	2	6,2	6,5	9300
	Dokončení drážek	N123 H2-0400-0004-TF	2	3,018	10	6000

Tab.7.2 Náklady na nástroje celé série pro variantu A.

Druh VBD	Cena jedné VBD [Kč. ks ⁻¹]	Celkový počet VBD výrobní série [ks]	Náklady na VBD výrobní série [Kč]
CNMA 120412-KR	190	2998	569 620
DCMT 11T312-KR	160	862	137 920
DCMX 11T304-WF	200	238	47 600
N123 G2-0300-0003-GM	190	9300	1 767 000
N123 H2-0400-0004-TF	210	6000	1 260 000
CELKEM			3 782 140

Tab.7.3 Spotřeba VBD v soustružnických operaci celé série pro variantu B.

Druh soustružnické operace	Druh VBD	Počet použitelných břitů	t_{as} operace [min ⁻¹]	Počet obrobků obrobených jednou VBD	Počet VBD na danou operaci v celé výrobní sérii	
1/3.	Zarovnání čel	CNMA 120412-KR	4	1,5	53	1132
	Hrubování náboje	DCMT 11T312-KR	2	0,189	212	283
	Dokončení náboje	DCMX 11T304-WF	2	0,119	252	238
2/3.	Zarovnání čel	CNMA 120412-KR	4	1,903	42	1428
	Hrubování náboje	DCMT 11T312-KR	2	0,136	294	204
	Hrubování otvoru	DCMT 11T312-KR	2	0,25	160	375
3/3.	Zarovnání věnce	CNMA 120412-KR	4	0,583	137	438
	Hrubování drážek	N123 G2-0300-0003-GM	2	6,2	6,5	9300
	Dokončení drážek	Tvarový nůž ČSN 223590	140	1,074	4562	14

Tab.7.4 Náklady na nástroje celé série pro variantu B.

Druh VBD	Cena jedné VBD [Kč. ks ⁻¹]	Celkový počet VBD výrobní série [ks]	Náklady na VBD výrobní série [Kč]
CNMA 120412-KR	190	2998	569 620
DCMT 11T312-KR	160	862	137 920
DCMX 11T304-WF	200	238	47 600
N123 G2-0300-0003-GM	190	9300	1 767 000
Tvarový nůž ČSN 22359	650	14	9 100
CELKEM			2 531 240

Tab.7.5 Spotřeba VBD v soustružnických operaci celé série pro variantu C.

Druh soustružnické operace	Druh VBD	Počet použitelných břitů	t_{as} operace [min ⁻¹]	Počet obrobků obroběných jednou VBD/nástrojem	Počet VBD/nástrojů na danou operaci v celé výrobní sérii	
1/3.	Zarovnání čel	CNMA 120412-KR	4	1,5	53	1132
	Hrubování náboje	DCMT 11T312-KR	2	0,189	212	283
	Dokončení náboje	DCMX 11T304-WF	2	0,119	252	238
2/3.	Zarovnání čel	CNMA 120412-KR	4	1,903	42	1428
	Hrubování náboje	DCMT 11T312-KR	2	0,136	294	204
	Hrubování otvoru	DCMT 11T312-KR	2	0,25	160	375
3/3.	Zarovnání věnce	CNMA 120412-KR	4	0,583	137	438
	Hrubování drážek	Tvarový nůž ČSN 223590	140	2,238	2190	28
	Dokončení drážek	Tvarový nůž ČSN 223590	140	0,43	11395	6

Tab.7.6 Náklady na nástroje celé série pro variantu C.

Druh VBD	Cena jedné VBD [Kč. ks ⁻¹]	Celkový počet VBD výrobní série [ks]	Náklady na VBD/nástroje výrobní série [Kč]
CNMA 120412-KR	190	2998	569 620
DCMT 11T312-KR	160	862	137 920
DCMX 11T304-WF	200	238	47 600
Tvarový nůž ČSN 22359	650	28	18 200
Tvarový nůž ČSN 22359	650	6	3 900
CELKEM			777 240

Poznámka: Určení počtu ostatních nástrojů pro další operace je problematické z důvodu přestřívání břitů, a nelze přesně stanovit počet možných přestřívání. Proto tyto výpočty jsou pouze orientační pro následující předběžné výpočty však dostačující. Skutečné přesné výsledky lze zjistit až po zaběhnutí výroby.

Výstružník- CANAVA 5000-0420

Počet možných ostření výstružníku:

Na jedno nabroušení výstružníku počítáme úběr materiálu 0,20mm.

Délka břitu, kterou je možno brousit 5 mm.

a- počet broušení $a = 5/0,2 = 25$

$$k_{CANAVA} = \frac{T_{as} \cdot N}{T_n \cdot a} \quad k_{CANAVA} = \frac{0,488 \cdot 60000}{20 \cdot 25}; \quad \underline{k_{CANAVA} = 59 ks}$$

CoroDrill Delta-C R840-0500-50-A1A

Počet možných ostření vrtáku:

Na jedno nabroušení vrtáku počítáme úběr materiálu 0,20mm

Délka vrtáku, kterou je možno brousit 17 mm

a- počet broušení $a = 17/0,2 = 85$ broušení.

$$k_{DELTA-C} = \frac{t_{as} \cdot N}{T_n \cdot a} \quad k_{DELTA-C} = \frac{0,114 \cdot 60000}{20 \cdot 85} \quad \underline{k_{DELTA-C} = 4 ks}$$

Závitník DIN 317- 1080-M6

Počet možných ostření závitníku: 5x

Trvanlivost závitníku je dána délkovou hodnotou 6m závitu.

$$k_{DIN317} = \frac{l_z \cdot N}{T_n \cdot a} \quad k_{DIN317} = \frac{72.60000}{6000.5} \quad \underline{k_{DIN317} = 144 ks}$$

Kde: l_z - délka závitů na jedné součásti [mm]**Tvarový nůž ČSN 22 35 90**

Počet možných ostření nože:

Na jedno nabroušení nože počítáme úběr materiálu 0,50mm

Délka nože, kterou je možno brousit 70 mm

a- počet broušení $a = 70/0,5 = 140$ broušení

$$k_1 = \frac{t_{as1} \cdot N}{T_n \cdot a} \quad k_2 = \frac{t_{as2} \cdot N}{T_n \cdot a} \quad k_3 = \frac{t_{as3} \cdot N}{T_n \cdot a}$$

$$k_1 = \frac{1,074.60000}{35.140} \quad k_2 = \frac{2,238.60000}{35.140} \quad k_3 = \frac{0,43.60000}{35.140}$$

$$\underline{k_1 = 14 ks} \quad \underline{k_2 = 28 ks} \quad \underline{k_3 = 6 ks}$$

Operace frézování otvorů: VBD 880-050305H-C-GR, 880-0503W08H-P-GR

$$k_{880} = \frac{t_{as} \cdot N}{T_n \cdot a} \quad k_{880} = \frac{0,222.60000}{20.3} \quad \underline{k_{880} = 222 ks}$$

CoroMill Plura R216.34-16050-AK32P

Počet možných ostření frézy:

Na jedno nabroušení vrtáku počítáme úběr materiálu 0,1 mm.

Délka plošky fazetky frézy, kterou je možno brousit 3 mm.

Počet broušení = $3/0,1 = 30$ broušení

$$k_{PLURA} = \frac{t_{as} \cdot N}{T_n \cdot a} \quad k_{PLURA} = \frac{0,588.60000}{20.30} \quad \underline{k_{PLURA} = 59 ks}$$

Fréza rádiusová ZPS ČSN 22226 R2

Počet možných ostření frézy:

Na jedno nabroušení frézy počítáme úběr materiálu 0,30mm

Délka FRÉZY, kterou je možno brousit 5 mm

Počet broušení = $5/0,3 = 17$ broušení

$$k_{R2} = \frac{t_{as} \cdot N}{T_n \cdot a} \quad k_{R2} = \frac{2,424.60000}{20.17} \quad \underline{k_{R2} = 428 ks}$$

Protahovací trn ČSN 221810 12P9

Počet možných ostření protahovacího trnu:

Na jedno nabroušení trnu počítáme úběr materiálu 0,20mm

Délka trnu, kterou je možno brousit 5 mm

Počet broušení = $5/0,2 = 25$ broušení

$$k_{12P9} = \frac{t_{as} \cdot N}{T_n \cdot a} \quad k_{12P9} = \frac{0,116.60000}{60.25} \quad \underline{k_{12P9} = 5 ks}$$

Tab.7.7 Spotřeba nástrojů ve vedlejších operacích celé série.

Druh vedlejší operace	Druh nástroje	Počet možných ostření	t_{as} operace [min ⁻¹]	Počet obrobků obrobeneých jedním nástrojem	Počet VBD/nástrojů na danou operaci v celé výrobní sérii
Vystružování	CANAVA 5000-0420	25	0,488	1017	59
Vrtání	Delta-C R840-0500-50-A1A	85	0,114	15000	4
Řezání závitů	DIN 317- 1080-M6	5	0,25	417	144
Vrtání otvoru	880-050305H-C-GR	3	0,222	270	222
Vrtání otvoru	880-0503W08H-P-GR	3	0,222	270	222
Frézování otvoru	R216.34-16050-AK32P	30	0,588	1017	59
Zaoblení otvorů	ČSN 222226 R2	17	2,424	140	428
Protahování drážky	ČSN 221810 12P9	25	0,116	12000	5

Tab.7.8 Náklady na nástroje celé série ve vedlejších operacích.

Druh nástroje	Cena nástroje [Kč. ks ⁻¹]	Celkový počet nástrojů výrobní série [ks]	Náklady na VBD/nástroje výrobní série [Kč]
CANAVA 5000-0420	4150	59	244 850
Delta-C R840-0500-50-A1A	2300	4	9 200
DIN 317- 1080-M6	344	144	49 536
880-050305H-C-GR	170	222	37 740
880-0503W08H-P-GR	170	222	37 740
R216.34-16050-AK32P	2000	59	118 000
ČSN 222226 R2	410	428	175 480
ČSN 221810 12P9	8000	5	40 000
CELKEM			712 546

7.2 Potřebné množství strojů pro dané varianty

Roční využitelné časové fondy ⁷:

- pro přerušovaný provoz:

$$D = 365 - 52 - 52 - 10 = \mathbf{251 \text{ dnů. rok}^{-1}}$$

Roční fond ručního pracoviště v jedné směně:

$$E_r = D \cdot t_s = 251 \cdot 7,5 = \mathbf{1882,5 \text{ hod. rok}^{-1}}$$

Roční fond strojního pracoviště v jedné směně:

$$E_s = E_r - 0,12 \cdot E_r = 1882,5 - 0,12 \cdot 1957,5 = \mathbf{1656,6 \text{ hod. rok}^{-1}}$$

Efektivní časový fond dělníka:

$$E_d = E_r - (20 + 20) \cdot t_s = 1882,5 - (20 + 20) \cdot 7,5 = \mathbf{1582,5 \text{ hod. rok}^{-1}}$$

Směnnost strojních pracovišť: $s_s = 2$

Koeficient překračování norem:

- strojní: $k_{pns} = 1,20$

Teoretický počet strojů pro i-tou operaci ⁷:

$$P_{th1} = \frac{t_{ac1} \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot s_s \cdot k_{pns}} \quad [-] \quad (7.2)$$

Příklad výpočtu pro určení počtu strojů potřebné k soustružnické operaci:

Teoretický počet strojů P_{th1} pro operaci č. 1/3:

$$P_{th1/3} = \frac{t_{ac1/3} \cdot N}{60 \cdot E_s \cdot s_s \cdot k_{pns}} = \frac{1,864 \cdot 60000}{60 \cdot 1656,6 \cdot 2 \cdot 1,2} = 0,468 \text{ stroje}$$

Skutečný počet strojů P_{sk1} pro operaci č.1/3:

$$P_{sk1} = 1 \text{ stroj}$$

Kde: $t_{ac1} = 1,864 \text{ min}$ $E_s = 1656,6 \text{ hod. rok}^{-1}$
 $N = 60000 \text{ ks. rok}^{-1}$ $s_s = 2$ $k_{pns} = 1,2$

Využití strojů i-té operace ⁷:

$$\eta_{op} = \frac{P_{th}}{P_{sk}} \cdot 100 \quad [\%] \quad (7.3)$$

Při nepokrytí celkového využití strojů se předpokládá, že firma se nezabývá pouze výrobou dané součásti, proto bude stroj využíván i na výrobu jiných součástí.

Pro určení nákladů na provoz stroje se vychází z tarifu pro el. energii 10 Kč.kWh⁻¹, a k této hodnotě se připočítává poplatek na provozování a údržbu stroje, který je zvolen 5 Kč.kWh⁻¹. Takže pro určení nákladů na provoz stroje se celkově počítá s hodnotou 15 Kč.kWh⁻¹.

Tab.7.9 Počet a využití strojů pro variantu A.

Pracoviště	t_{ac} [min]	Teoretický počet strojů $P_{th [-]}$	Využití strojů η_{op} [%]	Skutečný počet strojů $P_{sk} [-]$
MASTURN 50 op.1/3	1,864	0,468	46,8	1
MASTURN 50 op.2/3	2,886	0,725	72,5	1
MASTURN 50 op.3/3	9,831	2,47	82,4	3
FCM 16	3,456	0,869	86,9	1
VO 32	0,444	0,111	11,1	1
BUA 25 A	0,29	0,072	7,2	1
EFAMATIC B-800/10	0,24	0,06	6	1

Tab.7.10 Spotřeba el. energií a náklady na provoz stroje pro variantu A.

Pracoviště	t_{ac} [min]	Provoz stroje výrobní série [h]	Příkon strojů [kW]	Spotřeba el. energie výrobní série [kWh]	Náklady na provoz stroje výrobní série [Kč]
MASTURN 50 op.1/3	1,864	1864	30	55920	838 800
MASTURN 50 op.2/3	2,886	2886	30	86580	1 298 700
MASTURN 50 op.3/3	9,831	9831	3x30	884790	13 271 850
FCM 16	3,456	3456	26	89856	1 347 840
VO 32	0,444	444	3,5	1554	23 310
BUA 25 A	0,29	290	18	5220	78 300
EFAMATIC B-800/10	0,24	240	11	2640	39 600
CELKEM	19,011	19011	208,5	1126560	16 898 400

Tab.7.11 Počet dělníků na pracovišti a náklady na obsluhu strojů pro variantu A.

Pracoviště	Počet dělníků na pracovišti	Provoz stroje výrobní série [h]	Mzdový tarif pracoviště [Kč.hod ⁻¹]	Náklady na obsluhu stroje celé výrobní série [Kč]
MASTURN 50 op.1/3	1	1864	130	242 320
MASTURN 50 op.2/3	1	2886	130	375 180
MASTURN 50 op.3/3	3	9831	3x130	3 834 090
FCM 16	1	3456	130	449 280
VO 32	1	444	70	31 080
BUA 25 A	1	290	130	37 700
EFAMATIC B-800/10	1	240	130	31 200
CELKEM	9	19011	-	5 000 850

Tab.7.12 Počet a využití strojů pro variantu B.

Pracoviště	t_{sc} [min]	Teoretický počet strojů P_{th} [-]	Využití strojů η_{op} [%]	Skutečný počet strojů P_{sk} [-]
MASTURN 50 op.1/3	1,864	0,468	46,8	1
MASTURN 50 op.2/3	2,886	0,725	72,5	1
MASTURN 50 op.3/3	7,892	1,984	99,2	2
FCM 16	3,456	0,869	86,9	1
VO 32	0,444	0,111	11,1	1
BUA 25 A	0,29	0,072	7,2	1
EFAMATIC B-800/10	0,24	0,06	6	1

Tab.7.13 Spotřeba el. energií a náklady na provoz stroje pro variantu B.

Pracoviště	t_{sc} [min]	Provoz stroje výrobní série [h]	Příkon strojů [kW]	Spotřeba el. energie výrobní série [kWh]	Náklady na provoz stroje výrobní série [Kč]
MASTURN 50 op.1/3	1,864	1864	30	55920	838 800
MASTURN 50 op.2/3	2,886	2886	30	86580	1 298 700
MASTURN 50 op.3/3	7,892	7892	2x30	473520	7 102 800
FCM 16	3,456	3456	26	89856	1 347 840
VO 32	0,444	444	3,5	1554	23 310
BUA 25 A	0,29	290	18	5220	78 300
EFAMATIC B-800/10	0,24	240	11	2640	39 600
CELKEM	17,072	17072	178,5	715290	10 729 350

Tab.7.14 Počet dělníků na pracovišti a náklady na obsluhu strojů pro variantu B.

Pracoviště	Počet dělníků na pracovišti	Provoz stroje výrobní série [h]	Mzdový tarif pracoviště [Kč.hod ⁻¹]	Náklady na obsluhu stroje celé výrobní série [Kč]
MASTURN 50 op.1/3	1	1864	130	242 320
MASTURN 50 op.2/3	1	2886	130	375 180
MASTURN 50 op.3/3	2	7892	2x130	2 051 920
FCM 16	1	3456	130	449 280
VO 32	1	444	70	31 080
BUA 25 A	1	290	130	37 700
EFAMATIC B-800/10	1	240	130	31 200
CELKEM	8	17072	-	3 218 680

Tab.7.15 Počet a využití strojů pro variantu C.

Pracoviště	t_{sc} [min]	Teoretický počet strojů P_{th} [-]	Využití strojů η_{op} [%]	Skutečný počet strojů P_{sk} [-]
MASTURN 50 op.1/3	1,864	0,468	46,8	1
MASTURN 50 op.2/3	2,886	0,725	72,5	1
MASTURN 50 op.3/3	3,283	0,817	81,7	1
FCM 16	3,456	0,869	86,9	1
VO 32	0,444	0,111	11,1	1
BUA 25 A	0,29	0,072	7,2	1
EFAMATIC B-800/10	0,24	0,06	6	1

Tab.7.16 Spotřeba el. energií a náklady na provoz stroje pro variantu C.

Pracoviště	t_{sc} [min]	Provoz stroje výrobní série [h]	Příkon strojů [kW]	Spotřeba el. energie výrobní série [kWh]	Náklady na provoz stroje výrobní série [Kč]
MASTURN 50 op.1/3	1,864	1864	30	55920	838 800
MASTURN 50 op.2/3	2,886	2886	30	86580	1 298 700
MASTURN 50 op.3/3	3,283	3283	30	98490	1 477 350
FCM 16	3,456	3456	26	89856	1 347 840
VO 32	0,444	444	3,5	1554	23 310
BUA 25 A	0,29	290	18	5220	78 300
EFAMATIC B-800/10	0,24	240	11	2640	39 600
CELKEM	12,463	12463	148,5	340260	5 103 900

Tab.7.17 Počet dělníků na pracovišti a náklady na obsluhu strojů pro variantu C.

Pracoviště	Počet dělníků na pracovišti	Provoz stroje výrobní série [h]	Mzdový tarif pracoviště [Kč.hod ⁻¹]	Náklady na obsluhu stroje celé výrobní série [Kč]
MASTURN 50 op.1/3	1	1864	130	242 320
MASTURN 50 op.2/3	1	2886	130	375 180
MASTURN 50 op.3/3	1	3283	130	426 790
FCM 16	1	3456	130	449 280
VO 32	1	444	70	31 080
BUA 25 A	1	290	130	37 700
EFAMATIC B-800/10	1	240	130	31 200
CELKEM	7	12463	-	1 593 550

7.3 Ekonomické zhodnocení výrobních variant.

Celkové výrobní náklady:

$$N_{cv} = N_p + N_{os} + N_{ps} + N_n \quad (7.4)$$

Kde: N_p – náklady na polotovary [Kč] (viz. kap. 2.1.2)

N_{os} – náklady na obsluhu strojů [Kč]

N_{ps} – náklady na provoz strojů [Kč]

N_n – náklady na použité nástroje [Kč]

Celkové výrobní náklady výrobní série o velikosti 60000 ks při použití výrobní varianty **A**.

$$N_{cv} = N_p + N_{os} + N_{ps} + N_n$$

$$N_{cv} = 16\,046\,000 + 5\,000\,850 + 16\,898\,400 + (3\,782\,140 + 712\,546) = 42\,439\,936 \text{ Kč}$$

Celkové výrobní náklady výrobní série o velikosti 60000 ks při použití výrobní varianty **B**.

$$N_{cv} = N_p + N_{os} + N_{ps} + N_n$$

$$N_{cv} = 16\,046\,000 + 3\,218\,680 + 10\,729\,350 + (2\,531\,240 + 712\,546) = 33\,237\,816 \text{ Kč}$$

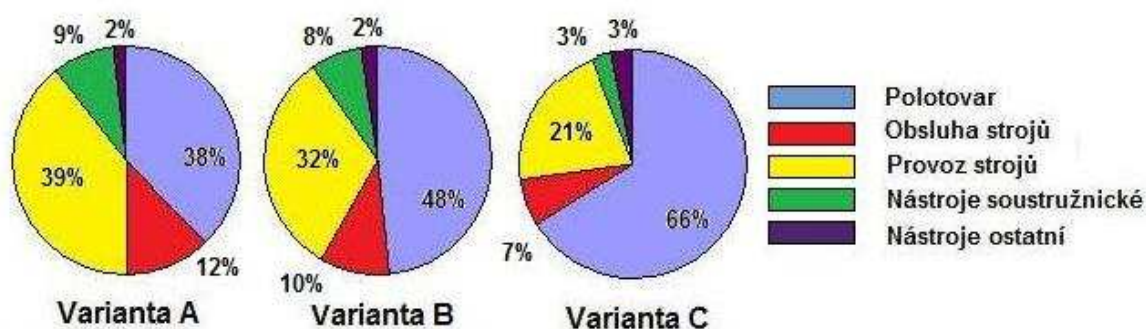
Celkové výrobní náklady výrobní série o velikosti 60000 ks při použití výrobní varianty **B**.

$$N_{cv} = N_p + N_{os} + N_{ps} + N_n$$

$$N_{cv} = 16\,046\,000 + 1\,593\,550 + 5\,103\,900 + (777\,240 + 712\,546) = 24\,233\,236 \text{ Kč}$$

Tab.7.18 Celkové výrobní náklady variant A, B, C pro celkovou sérii 60000 ks a přepočet nákladů na jeden kus řemenice.

Druh nákladů	Náklady na jeden kus [Kč. ks-1]	Výrobní náklady série 60 000 ks Varianta A [Kč]	Náklady na jeden kus [Kč. ks-1]	Výrobní náklady série 60 000 ks Varianta B [Kč]	Náklady na jeden kus [Kč. ks-1]	Výrobní náklady série 60 000 ks Varianta C [Kč]
Náklady na polotovary [Kč]	267,4	16 046 000	267,4	16 046 000	267,4	16 046 000
Náklady na obsluhu strojů [Kč]	83,3	5 000 850	54	3 218 680	27	1 593 550
Náklady na provoz strojů [Kč]	281,6	16 898 400	179	10 729 350	85	5 103 900
Náklady na nářadí soustružnických operací [Kč]	63	3 782 140	42	2 531 240	13	777 240
Náklady na nářadí vedlejších operací [Kč]	12	712 546	12	712 546	12	712 546
CELKEM	707,33	42 439 936	553,96	33 237 816	404,88	24 233 236



Obr. 7.1 Procentuální zobrazení dílčích nákladů na celkových nákladech jednotlivých variant.

Tab.7.19 Celkové výrobní náklady variant A, B, C pro celkovou sérii 60000 ks a celkové výrobní časy na zhotovení jednoho kusu řemenice.

	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Celkový výrobní čas t_{ac} [min]	19,011	17,072	12,463
Celkové výrobní náklady N_{cv} [Kč]	42 439 936	33 237 816	24 233 236

7.4 Volba výrobní varianty pro zavedení do sériové výroby.

Nejvhodnější výběr výrobní variantu pro výrobu drážek řemenice je volen podle výpočtů a kritérií z předešlé kapitoly.

Je zřejmé již z tabulky 7.17, že nejlepší variantou pro výrobu drážek řemenice z hlediska výrobních nákladů a výrobního času je varianta **C**, (tj. hrubování a dokončování profilu drážek řemenice pomocí tvarového nože dle ČSN 22 35 90). Tato metoda dosáhla snížení výrobních nákladů z původní varianty A o 42,8%, a zkrátit výrobní čas o více než 34,4%.

Z tohoto důvodu je tato varianta C volena do výrobního postupu sériové výroby součásti řemenice dle výkresu č. 3P/3-BP-01. Zhotovení této výrobní metody na danou součást je dle výrobní návodky č.op. 3c/3, která je uvedena v příloze č.7.

Ostatní provedené varianty A a B, mohou být použity jako náhradní varianty, například při poškození tvarového nože, nebo varianta A je vhodná pro použití v kusové výrobě, neboť lze zapichovací nůž použít pro jiné následující operace při výrobě jiných součástí.

ZÁVĚR

Pro danou řemenici č.výkr. 3P3-BP-01 byla vypracována technologie výroby stanovená pro sériovou výrobu o velikosti 60000 ks ročně. Je v ní řešena hlavní problematika výroby od volby polotovaru, přes vytvoření technologického postupu s výrobními návodkami po ekonomické zhodnocení vytvořených variant a následná volba varianty nejlépe vyhovující pro danou sériovou výrobu.

Při volbě polotovaru bylo zjištěno, že původní polotovar, tj. kruhová tyč válcovaná za tepla, nevyhovoval z ekonomického hlediska. Proto byl vytvořen pro danou součást nový polotovar, odlitek č.výkr. 3P3-BP-02. Tímto řešením se výrazně sníží náklady na polotovar až o 53%, což znamená, že na celé výrobní sérii dojde k úspoře více než 18,2 mil.Kč. Další porovnání mezi polotovary nebylo provedeno, protože odlitek byl zvolen z předchozího hodnocení jako hlavní varianta.

K dalším zásadnímu zjištění se dospělo při řešení varianty úběru třísek při vytváření klínových drážek. Z důvodu složitějšího procesu oproti ostatním soustružnickým operacím byly vytvořeny tři různé varianty úběru třísek při použití rozdílných nástrojů. Jako nejlepší varianta se ukázala varianta **C** (tj. vytvoření a dokončení drážky pomocí tvarového nože) hodnocená z hlediska výrobních časů a výrobních nákladů. Od varianty B (tj. vytvoření drážky zapichovacím způsobem a dokončení drážky pomocí tvarového nože) se liší tím, že snížila výrobní čas o 4,6 min., což vede k poklesu výrobních nákladů o 27%. Ke větší změně došlo při porovnání s variantou A (tj. vytvoření a dokončení drážky pomocí zapichovacího způsobu) a to je snížení výrobních časů o 6,5 min., čímž výrobní náklady poklesnou o více jak 42,8%.

Tímto srovnáním bylo dokázáno, že varianta **C** se nejlépe hodí do výrobního procesu se sériovou výrobou a byly vypočteny výrobní náklady na výrobu celé série o velikosti 60000 ks.rok⁻¹, jež činí 24 233 236 Kč a přepočtením výrobních nákladů na jeden kus řemenice vychází na 404 Kč.

Důležitým poznatkem bylo zjištění, že správně zvolením nástroje lze docílit výrazného snížení výrobních nákladů. U řešené řemenice bylo zjištěno, že náklady varianty **C** na použité nástroje činí celkově pouze 6%, ale výrazně ovlivnily celkové náklady na obrábění.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. AB SANDVIK COROMANT – SANDVIK CZ s.r.o. *Příručka obrábění – Kniha pro praktiky*. Přel. M. Kundela, 1. vyd. Praha: Scientia s.r.o., 1997. 857s. Přel. z: *Modern Metal Cutting – A practical Handbook*. ISBN 91- 972299-4-6.
2. BOHÁČEK, F. *Části a mechanismy strojů III. Převody*. 2. vyd. Brno: VUT Brno, 1987. 267 s.
3. GARANT: *Příručka obrábění*, 2006. 641 s.
4. HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
5. HUMÁR, A. *Technologie I, Technologie obrábění-1.část* [online]. Studijní opory pro magisterskou formu studia. VUT v Brně, FSI, 2003, 60 s. Dostupné na WWW: <<http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory>>.
6. LEIVEBER, Jan, ŘASA, Jaroslav, VÁVRA, Pavel. *Strojnické tabulky*. 3. dopl. vyd. Praha 6 : Scientia, 1999. 985 s. ISBN 80-7183-164-6.
7. KOČMAN, K. – PERNIKÁŘ, J. *Ročníkový projekt II- obrábění* [online]. Studijní opory pro podporu samostudia v oboru “Strojírenská technologie“ BS studijního programu “Strojírenství“. VUT v Brně, FSI, 2002, 27 s. Dostupné na WWW: <<http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory>>.
8. SOBEK, E. – Brandejs, J. *Základy konstruování: Návodů pro konstrukční cvičení*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. 111 s., obr. př. 11. ISBN 807204-331-5.
9. SVOBODA, P. – BRANDEJS, J. – PROKEŠ, F. *Výběry z norem pro konstrukční cvičení*. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. 2006. 223 s. ISBN 80 – 7204 – 465 – 6.
10. ZEMČÍK, O. *Technologické procesy* [online]. VUT v Brně, FSI, 2002, 54 s. [cit. 2010-04-8]. Dostupné z WWW: <<http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory>>.
11. CANAVA: Výstružníky-výroba, servis, příslušenství. [online]. c2009 [cit. 2010-04-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.canava.cz>>.
12. E-SHOP.: Výkup nástrojů, svařovací technika [online]. c2009 [cit. 2010-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.vykup-nastroju.cz>>.

13. E-SHOP.: Závitníky, záhlubníky, vrtáky [online]. c2009 [cit. 2010-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.i-zavitniky.cz>>.
14. E-SHOP.: Nástroje pro kovoobrábění [online]. c2009 [cit. 2010-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://internetshopping.cz/eshop>>.
15. Feron, a.s.: Velkoobchod s hutním materiálem [online]. c2009 [cit. 2010-02-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.ferona.cz>>.
16. *Katalog obráběcích a tvářecích strojů: Obráběcí stroje* [online]. 2002 [cit. 2009-11-20]. Dostupný z WWW: <http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/vyuka/katalog/kat/view0_1.html>.
17. M&V, spol. s.r.o.: Velkoobchod s nástroji, nářadím a stroji [online]. c2009 [cit. 2010-04-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.mav.cz>>.
18. PEMTEC, s.r.o.: Obchod s nástroji a stroji [online]. c2009 [cit. 2010-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.pemtec.cz/soubor/efamatic/prot.htm>>.
19. Sandvik Coromant, *CoroKey 2008* [online]. 2008, [cit. 2010-04-8]. Dostupný z WWW: <<http://www.coromant.sandvik.com/cz>>.
20. ZPJ, s.r.o.: Autorizovaný distributor BISON-BIAL S.A. [online]. c2009 [cit. 2010-04-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.zjp.cz>>.
21. Wikipedia : Řemenice [online]. 2008 [cit. 2010-02-04]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%98emenice>>.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ


Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
a	[-]	počet použitelných břitů na nástroji
a_p	[mm]	šířka záběru ostří
d_p	[mm]	průměr polotovaru (přířezu)
E_r	[h.rok ⁻¹]	Roční fond ručního pracoviště
E_s	[h.rok ⁻¹]	Roční fond strojního pracoviště
f	[mm]	pracovní posuv na otáčku včetně
HB	[HB]	tvrdost materiálu podle Brinella
HSS	[-]	rychlořezná ocel
i	[-]	počet úběru třísek
k	[-]	spotřeba VBD/nástrojů na výrobní sérii
k_m	[-]	koeficient využití materiálu
k_{pns}	[-]	Koeficient překračování norem strojní
l_d	[mm]	šířka prořezu
l_k	[mm]	délka nevyužitého konce tyče
l_p	[mm]	délka polotovaru (přířezu)
L_p	[mm]	délka přeběhu
L_n	[mm]	délka náběhu
m_o	[kg]	hmotnost odpadu ze všech tyčí
η_{op}	[%]	Využití strojů
N_m	[kg.ks ⁻¹]	norma spotřeby materiálu
N_{cv}	[Kč]	Celkové výrobní náklady
N	[ks]	výrobní série
P_T	[ks]	počet tyčí na výrobní sérii
Q_s	[kg.ks ⁻¹]	hmotnost hotové součásti
Q_p	[kg.ks ⁻¹]	hmotnost polotovaru
q_d	[kg.ks ⁻¹]	ztráta materiálu při dělení tyče
q_k	[kg.ks ⁻¹]	ztráta materiálu z nevyužitého konce tyče
q_o	[kg.ks ⁻¹]	ztráta materiálu při obrábění
R_a	[μ m]	průměrná aritmetická úchylna profilu
$R_{e\ min}$	[MPa]	minimální mez kluzu materiálu
R_m	[MPa]	mez pevnosti materiálu
r_ϵ	[mm]	poloměr špičky nástroje
s	[mm]	směrodatný rozměr
SK	[-]	slinutý karbid
s_s	[-]	Směnnost strojních pracovišť
t_{ac}	[min]	celkový čas obrábění
t_{as}	[min]	strojní čas obrábění
t_{av}	[min]	vedlejší čas obrábění
T_n	[min]	trvanlivost nástroje
VBD	[-]	vyměnitelná břitová destička
v_c	[m.min ⁻¹]	řezná rychlost
v_r	[m.min ⁻¹]	rychlost rychloposuvu
V_s	[mm ³]	objem materiálu hotové součásti
z	[mm]	základní rozměr
Z_m	[kg.ks ⁻¹]	celková ztráta materiálu

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Výkres řemenice 3P/3-BP-01.
- Příloha 2 Výkres polotovaru řemenice (odlitek) 3P/3-BP-02.
- Příloha 3 Rámcový technologický postup.
- Příloha 4 Výrobní návodka soustružnické operace č. 1/3.
- Příloha 5 Výrobní návodka soustružnické operace č. 2/3.
- Příloha 6 Výrobní návodka soustružnické operace č. 3a,b/3 varianta A, B.
- Příloha 7 Výrobní návodka soustružnické operace č. 3c/3 varianta C.
- Příloha 8 Výrobní návodka vrtací operace.
- Příloha 9 Výrobní návodka frézovací operace.
- Příloha 10 Výrobní návodka brousicí operace.
- Příloha 11 Volba obráběcích strojů pro soustružnické operace.
- Příloha 12 Volba obráběcích strojů pro frézovací operace.
- Příloha 13 Volba obráběcích strojů pro brousicí operace.
- Příloha 14 Volba obráběcích strojů pro vrtací operace.
- Příloha 15 Volba obráběcích strojů pro protahovací operaci.
- Příloha 16 Volba VBD pro soustružnické operace.
- Příloha 17 Volba držáků pro soustružnické operace.
- Příloha 18 Volba nástrojů pro frézovací operace.
- Příloha 19 Volba VDI držáků pro soustružnické operace.


Příloha 3 (1/2)

Technologický postup.

		TECHNOLOGICKÝ POSTUP	
NÁZEV SOUČÁSTI: Řemenice		ČÍSLO VÝKRESU: 3P/3-BP-01	
MATERIÁL: EN-GJL-200		POLOTOVAR: Odlitek č.výkr. 3P/3-BP-02	HMOTNOST SOUČÁSTI [kg]: 5,55
		POČET VYRÁBĚNÝCH KS: 60 000 ks/rok	
OPERACE Č.	TRIDÍCI ČÍSLO	PRACOVNÍSTĚ TYP STROJE	POPIS PRÁCE
0/0	09863	OTK	- kontrolovat rozměry d= 215, d= 150, d= 75, d= 38, L= 52, L= 66,5; četnost (5%).
1/1	34125	Soustruh univerzální hrotový MASCURN 50 CNC	- upnout do speciálních čelistí, - zarovnat čela věnce a náboje L= 49,5 a L= 64,5. - soustružit osazení na věnci d= 211, L= 16, - soustružit náboj s přídávkem na broušení na d= 71,2 a srazit hranu, - soustružit náboj na d= 70 v délce L=20, - soustružit zápich tvaru D 2,2x 0,3.
2/2	09863	OTK	- kontrolovat rozměry d= 71,2; d= 70, kontrolovat zápich vizuálně, četnost (5%).
3/3	34125	Soustruh univerzální hrotový MASCURN 50 CNC	- upnout do univerzálního sklíčidla. - zarovnat čela věnce a náboje na L= 47, L= 62, - soustružit věnec na d= 211, L= 31, - soustružit náboj na d= 70 v L= 18,5; srazit hranu - soustružit vnitřní otvor na D= 41, L= 62 a srazit hrany. - vystružit vnitřní otvor na D= 42H7, L= 62.
3a/80	56324	Pračka	- Odmastit
4/4	09863	OTK	- kontrolovat otvor D= 42H7 (100%) - kontrolovat rozměry d= 70, L= 62, L= 47 (5%).
5/5	34125	Soustruh univerzální hrotový MASCURN 50 CNC	- upnout pomocí trnu mezi hroty. - soustružit věnec na d= 210 a srazit hrany. - 2x soustružit zapichováním drážky. - 2x dokončit profil drážek tvarovým nožem.
DATUM VYPRACOVÁNÍ: 23.04.2010		VYPRACOVAL: RADEK TEPLÝ	
		SCHVÁLIL:	

Příloha 3 (2/2)

Technologický postup.

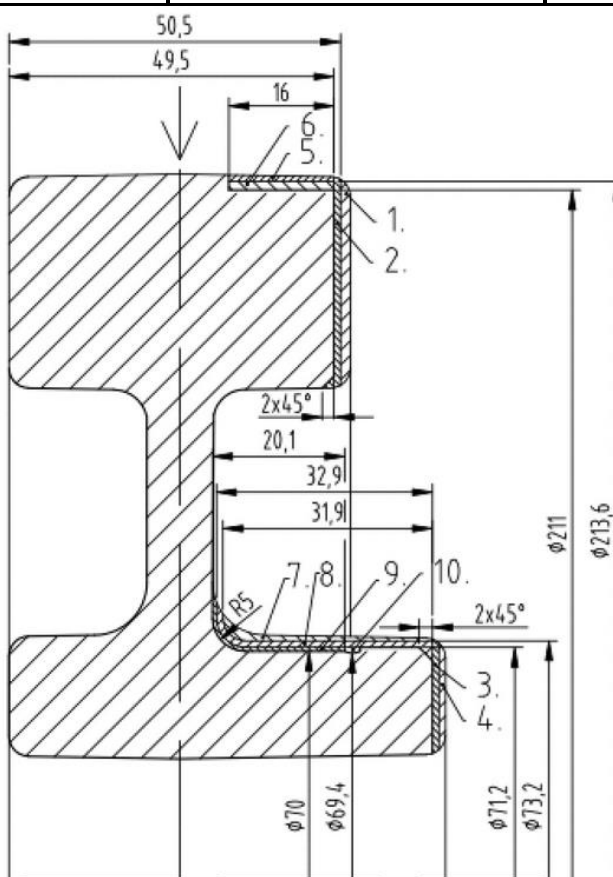
			<h1>TECHNOLOGICKÝ POSTUP</h1>	
NÁZEV SOUČÁSTI: Řemenice			ČÍSLO VÝKRESU: 3P/3-BP-01	
MATERIÁL: EN-GJL-200		POLOTOVAR: Odlitek č.výkr. 3P/3-BP-02	HMOTNOST SOUČÁSTI [kg]: 5,55	POČET VYRÁBĚNÝCH KS: 60 000 ks/rok
OPERACE Č.	TŘÍDÍČÍ ČÍSLO	PRACOVISTĚ TYP STROJE	POPIS PRÁCE	
5a/81	56324	Pračka	- Odmastit.	
6/6	09863	OTK	- kontrolovat rozměry drážek (100%), - kontrolovat Ra = 1,6 (100%).	
7/7	35251	Vertikální a horizontální frézka FCM 16 CNC	- upnout součást. - frézovat 6x odlehčovací otvory+ zaoblit hrany R2.	
7a/82	56324	Pračka	- Odmastit.	
8/8	09863	OTK	- kontrolovat tvar otvorů (5%).	
9/9		Protahovačka EFAMATIC B-800/10	- zhotovit drážku pro pero 12P9.	
10/10	09863	OTK	- kontrolovat rozměry drážky 12P9 (100%).	
11/11	04627	Otočná vrtačka VO 32	- upnout součást za kruhový otvor. - vrtat 6x otvor D 4 pro závit M6 do hloubky L=18, - srazit hrany pro závit M6-6H, - řezat závit 6x M6 do L= 12.	
11a/83	56324	Pračka	- Odmastit.	
12/12	09863	OTK	- kontrolovat závit M6 (10%).	
13/13	05515	Bruska hrotová univerzální BUA 25 A	- upnout pomocí trnu mezi hroty, - brousit vnější průměr d70h9 v délce L= 11.	
14a/84	56324	Pračka	- Odmastit.	
15/15	09863	OTK	- kontrolovat průměr d70h9, kontrola Ra vzhledem (100%) pomocí měrek, - záznam o kontrole.	
16/16	09913	Balárna	- konzervovat nástřikem KONKOR 101, - balit ,expedice.	
DATUM VYPRACOVÁNÍ: 23.04.2010		VYPRACOVAL: RADEK TEPLÝ		SCHVÁLIL:

Příloha 4 (1/2)

Výrobní návodka soustružnické operace č. 1/3.

VÝROBNÍ NÁVODKA

SOUČÁST: ŘEMENICE		ČÍSLO VÝKRESU: č.vykr. 3P3-BP-01	
MATERIÁL: EN-GJL-200	POLOTOVAR: Odlitek č.vykr. 3P3-BP-02	HMOTNOST: 10,2 Kg	
NÁZEV OPERACE: Soustružení čel a upínací drážky.	ČÍSLO OPERACE: 1/3	PRACOVNÍŠTĚ: 34125 MASTURN 50 CNC	



NÁSTROJ	VBD	DRŽÁK	VÝROBCE
1.	T-MAX P CNMA 120412-KR	PCLNL 2020 K12	Sandvik Coromant
2.	CoroTurn 107 DCMT 11T312-KR	SDJCL 1616H11	Sandvik Coromant
3.	CoroTurn 107 DCMX 11T304-WF	SDJCL 1616H11	Sandvik Coromant
-	-	Radiální montáž C5-ASHA-38058-20	Sandvik Coromant
-	-	Axiální montáž C5-ASHL-30098-20	Sandvik Coromant

Příloha 4 (2/2)

Výrobní návodka soustružnické operace č. 1/3.

ČÍSLO OPERACE i	POPIS OPERACE	v _c	n	D	f _n	a _p	l	t _{AS}	t _{AV}	ČÍSLO NÁSTROJE
		[m. min ⁻¹]	[min ⁻¹]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[min]	[min]	
-	Upevnění do speciální čelisti	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.	Hrubování čela	190	konst. Vc	215	0,3	1,5	37,5	0,375	0,004	1.
2.	Dokončování čela	200	konst. Vc	215	0,2	1	38,2	0,537	0,005	1.
3.	Hrubování čela	190	konst. Vc	75	0,3	1	22,5	0,069	0,002	1.
4.	Dokončování čela	200	konst. Vc	75	0,2	1	23,5	0,080	0,013	1.
5.	Hrubování osazení	190	283	213,6	0,3	1	19	0,223	0,002	1.
6.	Hrubování osazení	190	287	211	0,3	1,3	19	0,220	0,009	1.
7.	Hrubování náboje	285	1240	73,2	0,3	1,6	34,9	0,093	0,004	2.
8.	Hrubování náboje +sražení hrany	285	1240	71,2	0,3	1	35,9	0,096	0,002	2.
9.	Dokončení náboje	215	977	70	0,2	0,6	20,1	0,102	0,002	3.
10.	Zápich D2,2x0,3	215	977	69,4	0,2	0,3	2,2	0,017	0,009	3.
							Σ	1,812	0,052	

Příloha 5 (1/2)

Výrobní návodka soustružnické operace č. 2/3.

VÝROBNÍ NÁVODKA			
SOUČÁST: ŘEMENICE		ČÍSLO VÝKRESU: č.vykr. 3P3-BP-01	
MATERIÁL: EN-GJL-200	POLOTOVAR: č.vykr. 3P3-BP-02	HMOTNOST: 10,2 Kg	
NÁZEV OPERACE: Soustružení čel a vnitřního otvoru.	ČÍSLO OPERACE: 2/3	PRACOVÍŠTĚ: 34125 MASTURN 50 CNC	
NÁSTROJ	VBD	DRŽÁK	VÝROBCE
1.	T-MAX P CNMA 120412-KR	PCLNL 2020 K12	Sandvik Coromant
2.	CoroTurn 107 DCMT 11T312-KR	SDJCL 1616H11	Sandvik Coromant
3.	CoroTurn 107 DCMT 11T312-KR	A205-SDUCL 11	Sandvik Coromant
4.	Výstružník DIN 8054 CANAVA 5100-0420	ČSN 24 1210 6MK 5x27 mm	CANAVA
-	-	Axiální montáž C5-ASHL-30098-20	Sandvik Coromant
-	-	Radiální montáž C5-ASHA-38058-20	Sandvik Coromant

Příloha 5 (2/2)

Výrobní návodka soustružnické operace č. 2/3.

ČÍSLO OPE- RACE i	POPIS OPERACE	v _c	n	D	f _n	a _p	l	t _{AS}	t _{AV}	ČÍSLO NÁSTROJE
		[m. min ⁻¹]	[min ⁻¹]	[mm]	[mm]	[m m]	[mm]	[min]	[min]	
-	Upevnění do univerzálních čelistí	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.	Hrubování čela	190	konst. V _c	215	0,3	1,5	37,5+23,5	0,444	0,016	1.
2.	Dokončování čela	200	konst. V _c	215	0,2	1	37,5+23,5	0,617	0,016	1.
3.	Hrubování věnce	190	283	213,6	0,3	1	37	0,424	0,004	1.
4.	Hrubování věnce	190	287	211	0,3	1,3	37	0,418	0,013	1.
5.	Hrubování náboje	285	1240	73	0,3	1,6	20	0,053	0,002	2.
6.	Hrubování náboje+sražení hrany	285	1295	70	0,2	1,5	21,5	0,083	0,011	2.
7.	Hrubování otvoru	285	2326	39	0,3	1	68	0,097	0,019	3.
8.	Dokončování otvoru+sražit hrany	285	2212	41	0,2	1	68	0,153	0,019	3.
9.	Vystružení otvoru	25	190	42	0,7	0,5	65	0,488	0,009	4.
							Σ	2,777	0,109	

Příloha 6 (1/2)

Výrobní návodka soustružnické operace č. 3a,b/3 varianta A, B.

VÝROBNÍ NÁVODKA			
SOUČÁST: ŘEMENICE		ČÍSLO VÝKRESU: č.vykr. 3P3-BP-01	
MATERIÁL: EN-GJL-200	POLOTOVAR: Odlitek č.vykr. 3P3-BP-02	HMOTNOST: 10,2 Kg	
NÁZEV OPERACE: Soustružení klínových drážek.	ČÍSLO OPERACE: 3a,b/3	PRACOVÍŠTĚ: 34125 MASTURN 50 CNC	
NÁSTROJ	VBD	DRŽÁK	VÝROBCE
1.	T-MAX P CNMA 120412-KR	PCLNL 2020 K12	Sandvik Coromant
2.	CoroCut N123G2-0300-0003-GM	LF123G10-2020B	Sandvik Coromant
3.	CoroCut N123H2-0400-0004-TF	LF123H25-2020BM	Sandvik Coromant
4.	Nůž na klínové drážky řemenic dle ČSN 22 35 90 z HSS	Polotovar nože: ČSN 22 36 91- 25x20x200mm	M & V, spol. s.r.o
-	-	Radiální montáž C6-ASHA-45071-25	Sandvik Coromant

Příloha 6 (2/2)

Výrobní návodka soustružnické operace č. 3/3 varianta A, B.

ČÍSLO OPERACE i	POPIS OPERACE	v _c	n	D	f _n	a _p	l	t _{AS}	t _{AV}	ČÍSLO NÁSTROJE
		[m.min ⁻¹]	[min ⁻¹]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[min]	[min]	
-	Upevnění do soustružnického trnu	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.	Hrubování věnce, sražení hran	200	303	210	0,3	0,8	53	0,583	0,006	1.
2.	Zapichování	130	konst. Vc	205	0,12	3	4,5	0,189	0,0005	2.
3.	Zapichování	130	konst. Vc	187	0,12	3	13,2	0,545	0,0017	2.
4.	Zapichování	130	konst. Vc	179	0,12	3	17,3	0,692	0,0021	2.
5.	Zapichování	130	konst. Vc	187	0,12	3	13,2	0,545	0,0017	2.
6.	Zapichování	130	konst. Vc	205	0,12	3	4,5	0,189	0,0005	2.
7.	Zapichování	130	konst. Vc	196	0,12	1,5	6,35	0,265	0,0008	2.
8.	Zapichování	130	konst. Vc	196	0,12	1,5	6,35	0,265	0,0008	2.
9.	Zapichování	130	konst. Vc	180	0,12	2,2	5,5	0,205	0,0007	2.
10.	Zapichování	130	konst. Vc	180	0,12	2,2	5,5	0,205	0,0007	2.
11.(var a)*	Dokončení drážky zapichovacím nožem	125	konst. Vc	178	0,12	0,5	46	1,509	0,0025	3.
11.(var b)*	Dokončení drážky tvarovým nožem	87	konst. Vc	87	0,1	-	7,7	0,537	0,005	4.
12.	Zapichování	130	konst. Vc	205	0,12	3	4,5	0,189	0,0005	2.
13.	Zapichování	130	konst. Vc	187	0,12	3	13,2	0,545	0,0017	2.
14.	Zapichování	130	konst. Vc	179	0,12	3	17,3	0,692	0,0021	2.
15.	Zapichování	130	konst. Vc	187	0,12	3	13,2	0,545	0,0017	2.
16.	Zapichování	130	konst. Vc	205	0,12	3	4,5	0,189	0,0005	2.
17.	Zapichování	130	konst. Vc	196	0,12	1,5	6,35	0,265	0,0008	2.
18.	Zapichování	130	konst. Vc	196	0,12	1,5	6,35	0,265	0,0008	2.
19.	Zapichování	130	konst. Vc	180	0,12	2,2	5,5	0,205	0,0007	2.
20.	Zapichování	130	konst. Vc	180	0,12	2,2	5,5	0,205	0,0007	2.
21(var a)*	Dokončení drážky zapichovacím nožem	125	konst. Vc	178	0,12	0,5	46	1,509	0,0025	3.
21(var b)*	Dokončení drážky tvarovým nožem	87	konst. Vc	87	0,1	-	7,7	0,537	0,005	4.
							Σvar a	9,801	0,03	
							Σvar b	7,857	0,035	

* - jedná se o dva možné způsoby dokončení profilu drážek dvěma rozdílnými nástroji.

Příloha 7

Výrobní návodka soustružnické operace č. 3c/3 varianta C.

VÝROBNÍ NÁVODKA										
<i>SOUČÁST:</i> ŘEMENICE					<i>ČÍSLO VÝKRESU:</i> č.vykr. 3P3-BP-01					
<i>MATERIÁL:</i> EN-GJL-200			<i>POLOTOVAR:</i> Odlitek č.vykr. 3P3-BP-02			<i>HMOTNOST:</i> 10,2 Kg				
<i>NÁZEV OPERACE:</i> Soustružení klínových drážek.			<i>ČÍSLO OPERACE:</i> 3c/3			<i>PRACOVÍŠTĚ:</i> 34125 MASTURN 50 CNC				
<i>NÁSTROJ</i>		<i>VBD</i>			<i>DRŽÁK</i>			<i>VÝROBCE</i>		
1.		T-MAX P CNMA 120412-KR			PCLNL 2020 K12			Sandvik Coromant		
2.		Nůž na klínové drážky řemenic dle ČSN 22 35 90 z HSS			Polotovar nože: ČSN 22 36 91- 25x20x200mm			M &V, spol. s.r.o		
3.		Nůž na klínové drážky řemenic dle ČSN 22 35 90 z HSS			Polotovar nože: ČSN 22 36 91- 25x20x200mm			M &V, spol. s.r.o		
-		Radiální montáž C6-ASHA-45071-25			Radiální montáž C5-ASHA-38058-20			Sandvik Coromant		
ČÍSLO OPERACE i	POPIS OPERACE	v_c	n	D	f_n	a_p	l	t_{AS}	t_{AV}	ČÍSLO NÁSTROJE
		[m.min ⁻¹]	[min ⁻¹]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[min]	[min]	
-	Upevnění do soustružnického trnu	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.	Hrubování věnce, sražení hran	200	303	210	0,3	0,8	53	0,583	0,006	1.
2.	Hrubování drážky	55	konst. V_c	180	0,18	-	17	1,119	0,005	2.
3.	Hrubování drážky	55	konst. V_c	180	0,18	-	17	1,119	0,008	2.
4.	Dokončení drážky	87	konst. V_c	178	0,1	-	3	0,215	0,005	3.
5.	Dokončení drážky	87	konst. V_c	178	0,1	-	3	0,215	0,008	3.
							Σ	3,251	0,032	

Příloha 8

Výrobní návodka vrtacích operací.

VÝROBNÍ NÁVODKA										
SOUČÁST: ŘEMENICE				ČÍSLO VÝKRESU: č.vykr. 3P3-BP-01						
MATERIÁL: EN-GJL-200			POLOTOVAR: Odlitek č.vykr. 3P3-BP-02				HMOTNOST: 10,2 Kg			
NÁZEV OPERACE: Zhotovení vnitřních závitů M6			ČÍSLO OPERACE:				PRACOVÍŠTĚ: 04627 VO 32			
NÁSTROJ		VBD			DRŽÁK			VÝROBCE		
1.		CoroDrill Delta-C R840-0500-50-A1A			-			Sandvik Coromant		
2.		Závitník DIN 317-1080-M6			-			Narex		
ČÍSLO OPERACE i	POPIS OPERACE	v_c	n	D	f_n	a_p	l	t_{AS}	t_{AV}	ČÍSLO NÁSTROJE
		[m.min ⁻¹]	[min ⁻¹]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[min]	[min]	
-	Upevnění do přípravku	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.	Vrtání otvorů 6x + srazit hranu	70	4400	5	0,25	0	21	6x 0,019	0,0007	1.
2.	Řezání závitů 6x	11	600	6	1	-	2x15	6x 0,05	0,0025	2.
							Σ	0,414	0,03	

Příloha 9

Výrobní návodka frézovacích operací.

VÝROBNÍ NÁVODKA										
SOUČÁST: ŘEMENICE				ČÍSLO VÝKRESU: č.vykr. 3P3-BP-01						
MATERIÁL: EN-GJL-200			POLOTOVAR: Odlitek č.vykr. 3P3-BP-02				HMOTNOST: 10,2 Kg			
NÁZEV OPERACE: Zhotovení odlehčovacích otvorů				ČÍSLO OPERACE:			PRACOVÍŠTĚ: 35251 FCM 16 CNC			
NÁSTROJ		VBD				DRŽÁK			VÝROBCE	
1.		880-O50305H-C-GR 880-0503W08H-P-GR				CoroDrill 880 880-D2 800L32-02			Sandvik Coromant	
2.		CoroMill Plura R216.34-16050-AK 32P				-			Sandvik Coromant	
3.		Fréza čtvrtkruhová vyduťá ČSN 222226 R2				-			ZPS	
ČÍSLO OPERACE i	POPIS OPERACE	v_c	n	D	f_n	a_p	l	t_{AS}	t_{AV}	ČÍSLO NÁSTROJE
		[m.min ⁻¹]	[min ⁻¹]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[min]	[min]	
-	Upevnění za otvor	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.	Vrtání otvorů 6x	150	1700	28	0,25	-	16	6x 0,037	6x 0,010	1.
2.	Frézování otvoru 6x	130	2600	16	0,32	10	6x82	6x 0,098	6x 0,009	2.
3.	Zaoblení otvoru	33	525	20	0,77		6x82	6x 0,202	6x 0,009	3.
-	Upevnění za otvor	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.	Zaoblení otvoru	33	525	20	0,77		6x82	6x 0,202	6x 0,009	3.
							Σ	3,234	0,222	

Příloha 10

Výrobní návodka broušící operace.

VÝROBNÍ NÁVODKA										
SOUČÁST: ŘEMENICE				ČÍSLO VÝKRESU: č.vykr. 3P3-BP-01						
MATERIÁL: EN-GJL-200			POLOTOVAR: Odlitek č.vykr. 3P3-BP-02				HMOTNOST: 10,2 Kg			
NÁZEV OPERACE: Broušení náboje			ČÍSLO OPERACE:				PRACOVNÍŠTĚ: 05515 BUA 25 A			
NÁSTROJ		Broušící kotouč				Řezné podmínky			VÝROBCE	
1.		T1-250x25x76-49C 80K9V01-35				$v_c = 26 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ $n = 2000 \text{ min}^{-1}$			M & V, spol. s.r.o	
ČÍSLO OPERACE <i>i</i>	POPIS OPERACE	v_o	n	D	f_n	a_p	l	t_{AS}	t_{AV}	ČÍSLO NÁSTROJE
		[m·min ⁻¹]	[min ⁻¹]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[min]	[min]	
-	Upevnění pomocí trnu mezi hroty	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.	Broušení na čisto	16	72	70	12	0,05	15x 15,6	0,27	0,02	1.
							Σ	0,27	0,02	

Příloha 11 (1/2)

Volba obráběcích strojů pro soustružnické operace ¹⁶.

Univerzální hrotový soustruh MASTURN 50 CNC



MASTURN 50 CNC

MAS KOVOSVIT, a.s.

Výrobce

KOVOSVIT MAS, a.s.

nám. T. Bati 419

Sezimovo Ústí

391 02

Česká republika

Tel.: 00 420(0)361/631111,
741111

Fax: 00 420(0)361/276372

E-mail: mas@kovosvit.cz

www.kovosvit.cz

HLAVNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE

Pracovní rozsah

Oběžný průměr nad ložem	mm	500
Oběžný průměr nad suportem	mm	350
Vzdálenost mezi hroty	mm	800, 1 500
Max. hmotnost obrobku v hrotech	kg	600

Vřeteno

Vrtání	mm	82
Rozsah otáček	min ⁻¹	0–3 000
Výkon hlavního motoru	kW	17,0

Suport

Pracovní posuv podélný	mm.min ⁻¹	2 000
příčný	mm.min ⁻¹	2 000
Rychloposuv podélný	mm.min ⁻¹	7 500
příčný	mm.min ⁻¹	6 000

Stroj

Celkový příkon	kW	30,0
Rozměry		
délka	mm	2 430, 3 130
šířka	mm	1 560
výška	mm	1 845
Hmotnost	kg	2 500, 2 600

Příloha 11 (2/2)

Volba obráběcích strojů pro soustružnické operace ¹⁶.

UŽITÍ STROJE

Stroj MASTURN 50 CNC je určen pro přesné soustružnické práce, zejména v kusové a malosériové výrobě. Hlavní obráběcí operací je soustružení povrchových, čelních i vnitřních ploch, jak válcových, tak i kuželových nebo kulových. Dále je možné vrtání a vyvrtávání středových otvorů a řezání vnějších i vnitřních závitů. Na stroji lze obrábět konstantní řeznou rychlostí. Obrábění je možné provádět v ručním řízení jako na běžném konvenčním soustruhu nebo v automatickém cyklu s využitím souboru archivovaných podprogramů, pomocí konturového programování, nebo DIN programování. Stroj je vybaven automatickou stupňovou převodovkou.

NORMÁLNÍ PŘÍSLUŠENSTVÍ

Osvětlení pracovního prostoru
Unášecí deska pro soustružení v hrotech
1 ks pevný hrot MORSE 5
Redukční vložka do vřetena 90/Mo 5
Chlazení nástrojů vnější
Vana na třísky
Nářadí k obsluze
Průvodní dokumentace
Standardně je stroj vybaven systémem
– HEIDENHAIN MANUAL PLUS 4110
– SIEMENS MANUAL TURN

ZVLÁŠTNÍ PŘÍSLUŠENSTVÍ

Nožový suport
Multifix C
Osmipolohová revolverová hlava
Sklíčidlo Ø 250/3, Ø 250/4, Ø 315/3, Ø 315/4
Luneta posuvná Ø 15–100 – kluzáková
Luneta posuvná Ø 15–100 – kladková
Luneta pevná Ø 15–100 – kladková
Luneta pevná Ø 15–100 – kluzáková
Luneta pevná Ø 95–180 – kladková
Luneta pevná Ø 95–180 – kluzáková
Lící deska Ø 400
Vedení tyčí
Vodítko tyčí
Obal stroje silniční – nevratný

JINÉ PROVEDENÍ STROJE

Palcové provedení
Elektrovýzbroj pro jiné hodnoty než 400 V, 50 Hz
Zakončení vřetena CAMLOCK

Příloha 12 (1/2)

Volba obráběcích strojů frézovací operace ¹⁶.

Vertikální a horizontální frézka FCM 16 CNC



FCM 16 CNC



Výrobce

SLOVTOS, spol. s r.o.

Hlavná ul.

Jasová

941 34

Slovenská republika

Tel.: 00 421(0)35/6477126

Fax: 00 421(0)35/6477103

E-mail: slovtos@slovtos.sk

www.slovtos.sk

UŽITÍ STROJE

Vertikální a horizontální frézka FCM 16 CNC je určená na obrábění základních druhů materiálů frézováním a vyvrtáváním v souvislém řízení s požadavky na přesnost. Konceptním znakem frézky je neměnná výška pracovního stolu, který se pohybuje v podélném směru po příčných saních a společně v příčném směru po pevných ložích. Vřeteník se pohybuje ve svislém vedení stojanu. Stroj umožňuje provozovat frézování, vrtání, vyvrtávací a vystružovací operace v osách X, Y, Z.

Příloha 12 (2/2)

Volba obráběcích strojů pro frézovací operace ¹⁶.

HLAVNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE

		N	R
Ø pracovního vřetena	mm	130	140
Rozsah otáček pracovního vřetena	min ⁻¹	10–2 500	10–3 000
Výsuv pracovního vřetena (W)	mm	800	560
Upínací kužel pracovního vřetena		ISO 50	
Výkon pohonu vřetena	kW	37,0	
Příčné přestavení stolu (X)	mm	2 000, 2 500, 3 000, 3 500	
Svislé přestavení vřeteníku (Y)	mm	1 600, 2 000, 2 500	
Podélné přestavení stojanu (Z)	mm	1 000, 1 250, 1 600	
Upínací plocha stolu	mm	1 600 x 1 800, 1 800 x 2 240	
Maximální hmotnost obrobku	kg	12 000	
Rozsah pracovních posuvů (osy X, Y, Z, W)	mm.min ⁻¹	1–6 000	
Rozsah pracovních posuvů (osa B)	min ⁻¹	0,003–1,5	
Rychloposuv (osy X, Y, Z, W)	mm.min ⁻¹	10 000	
Rychloposuv (osa B)	min ⁻¹	2,0	
Celkový příkon stroje	kW	26,0	
Rozměry stroje			
délka	mm	7 300	
šířka	mm	6 350	
výška	mm	4 550	
Hmotnost stroje	kg	24 500	
WHN 130 Q – stroj s automatickou výměnou nástrojů			
Maximální počet nástrojů v zásobníku		60	
Maximální Ø nástroje při plně obsazeném zásobníku	mm	125–150	
Maximální Ø nástroje při volných sousedních místech	mm	300	
Maximální délka nástroje	mm	500	
Maximální hmotnost nástroje	kg	25	
WHN 130 MC – obráběcí centrum s automatickou výměnou technologických palet			
Počet palet v systému		2	
Upínací plocha palety	mm	1 600 x 1 600, 1 600 x 1 800	
Maximální hmotnost obrobků	kg	8 000	

Příloha 13 (1/2)

Volba obráběcích strojů pro broušící operace¹⁶.

bruska hrotová univerzální BUA 25 A



BUA 25 A



Výrobce

CETOS, a.s.

U Továren 31

Praha 10 - Hostivař

102 12

Česká republika

Tel.: 00 420(0)2/83006111

Fax: 00 420(0)2/83006201

E-mail: mpotenec@cetos.cz

www.cetos.cz

HLAVNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE

Oběžný Ø	mm	250 (315)
Vzdálenost mezi hroty	mm	750, 1 250
Broušící kotouč (max.)	mm	Ø 400 x 40 x Ø 127
Max. šířka kotouče	mm	63
Obvodová rychlost kotouče	m.s ⁻¹	45
Natočení broušícího vřeteníku	°	+15/-45
Natočení unášecího vřeteníku	°	90
Min. přísuv	mm	0,001
Rychlost stolu	m.min ⁻¹	0,005-5
Max. hmotnost obrobku v hrotech	kg	250
Výkon hlavního elektromotoru	kW	5,0
Celkový příkon stroje	kW	18,0
Rozměry stroje při vzdálenosti mezi hroty 750 mm		
délka	mm	3 470
šířka	mm	2 450
výška	mm	1 700
Rozměry stroje při vzdálenosti mezi hroty 1 250 mm		
délka	mm	4 710
šířka	mm	2 450
výška	mm	1 700
Hmotnost stroje při vzdálenosti mezi hroty 750 mm	kg	2 900
Hmotnost stroje při vzdálenosti mezi hroty 1 250 mm	kg	3 100

Příloha 13 (2/2)

Volba obráběcích strojů pro broušící operace ¹⁶.

		N	R
Ø pracovního vřetena	mm	130	140
Rozsah otáček pracovního vřetena	min ⁻¹	10–2 500	10–3 000
Výsuv pracovního vřetena (W)	mm	800	560
Upínací kužel pracovního vřetena		ISO 50	
Příčné přestavení stolu (X)	mm	2 000, 2 500, 3 000, 3 500	
Svislé přestavení vřeteníku (Y)	mm	1 600, 2 000, 2 500	
Podélné přestavení stojanu (Z)	mm	1 000, 1 250, 1 600	
Upínací plocha stolu	mm	1 600 x 1 800, 1 800 x 2 240	
Rozsah pracovních posuvů (osy X, Y, Z, W)	mm.min ⁻¹	1–6 000	
Rozsah pracovních posuvů (osa B)	min ⁻¹	0,003–1,5	
Rychloposuv (osy X, Y, Z, W)	mm.min ⁻¹	10 000	
Rychloposuv (osa B)	min ⁻¹	2,0	
Rozměry stroje			
délka	mm	7 300	
šířka	mm	6 350	
výška	mm	4 550	
Hmotnost stroje	kg	24 500	

WHN 130 Q – stroj s automatickou výměnou nástrojů

Maximální počet nástrojů v zásobníku		60
Maximální Ø nástroje při plně obsazeném zásobníku	mm	125–150
Maximální Ø nástroje při volných sousedních místech	mm	300
Maximální délka nástroje	mm	500
Maximální hmotnost nástroje	kg	25

WHN 130 MC – obráběcí centrum s automatickou výměnou technologických palet

Počet palet v systému		2
Upínací plocha palety	mm	1 600 x 1 600, 1 600 x 1 800
Maximální hmotnost obrobků	kg	8 000

UŽITÍ STROJE

Brusky BUA 25 A jsou určeny pro vnější broušení válcových a kuželových ploch obrobků upnutých mezi hroty nebo letmo v unášecím vřeteníku. Brousit je možno podélným nebo zapichovacím způsobem s pohyblivým, pevným nebo oscilujícím stolem, jehož vrchní část je natáčivá. Také broušící a unášecí vřeteník se dají natáčet. S použitím zařízení pro vnitřní broušení je možné broušit válcovité a kuželovité díry obrobku. Brusky jsou vhodné pro kusovou i sériovou výrobu. Jsou vybaveny univerzálním řídicím systémem pro broušení ve dvou elektronicky řízených osách s ručním ovládním, nebo v automatickém pracovním cyklu.

Příloha 14 (1/2)

Volba obráběcích strojů pro vrtací operace ¹⁶.

Otočná vrtačka VO 32



VO 32

MAS KOVOSVIT, a.s.

Výrobce

KOVOSVIT MAS, a.s.

nám. T. Bati 419

Sezimovo Ústí

391 02

Česká republika

Tel.: 00

420(0)361/631111, 741111

Fax: 00 420(0)361/276372

E-mail: mas@kovosvit.cz

www.kovosvit.cz

UŽITÍ STROJE

Stroj je určen k vrtání, vyhrubování, zahlubování a řezání závitů do lehkých a středně těžkých dílců podle narýsování, podle šablony nebo v přípravku. Vyznačuje se snadnou a rychlou obsluhou.

K přednostem stroje patří:

Pevná konstrukce

Snadné řazení díky protáčení kol

Přívod elektrické energie je instalován mimo pracovní prostor

Pracovní prostor má osvětlení s optimální intenzitou

Elektrická instalace vyhovuje mezinárodním předpisům

Pinola vrtání vřetene je kryta ochranným měchem

Samostatná nádržka chladicí kapaliny

Lehká obsluha a snadný přístup ke všem ovládacím prvkům

Snížení počtu obslužných elementů díky jejich vzájemnému propojení

Široký rozsah otáček (90–4 500 ot/min) umožňuje rovněž opracovávat neželezné kovy a umělé hmoty

Zvýšená dynamická stabilita díky tlumiči chvění

Možnost dodávky stroje se sníženou řadou otáček (50–2 800 ot/min)

Účelný a estetický průmyslový tvar

Příloha 14 (2/2)

Volba obráběcích strojů vrtací operace¹⁶.

HLAVNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE

Pracovní rozsah

Max. průměr vrtání do oceli o pevnosti 600 MPa	<i>mm</i>	32
max. průměr otvoru vrtaného do šedé litiny o pevnosti 250 MPa	<i>mm</i>	45
max. závit řezaný do oceli o pevnosti 600 MPa	<i>M</i>	20 x 2,5
max. závit řezaný do šedé litiny o pevnosti 250 MPa	<i>M</i>	24 x 3,0
Max. svislé přestavení ramena	<i>mm</i>	520
Max./min. vyložení vřetena	<i>mm</i>	1 000/250
Max./min. vzdálenost od konce vřetena k základní desce	<i>mm</i>	1 040/270
Upínací plocha základny	<i>mm</i>	1 150 x 800
Vřeteník		
Max. pohyb vřeteníku po rameni	<i>mm</i>	750
Průměr konce vřetena	<i>mm</i>	65 h6
Kužel ve vřetenu	<i>MORSE</i>	4
Max. zdvih vřetena	<i>mm</i>	250
Rozsah otáček vřetena	<i>ot.min⁻¹</i>	90–4 500
Počet stupňů otáček vřetena	<i>n</i>	12
Rozsah posuvů	<i>mm.of¹</i>	0,031–0,315
Počet stupňů posuvů	<i>n</i>	6
Výkon hlavního el. motoru	<i>kW</i>	2,2
Stroj		
Celkový příkon stroje	<i>kW</i>	3,5
Rozměry		
délka	<i>mm</i>	1 700
šířka	<i>mm</i>	1 046
výška	<i>mm</i>	2 610
Hmotnost	<i>kg</i>	1 800

NORMÁLNÍ PŘÍSLUŠENSTVÍ

Elektrovýzbroj včetně motorů pro vrtání a zvedání ramene

Zářivkové osvětlení

Sada nářadí k obsluze

Protokol o zkoušce přesnosti

Příloha 15

Volba obráběcích strojů pro protahovací operaci ¹⁸.

Protahovačka EFAMATIC B - 800 / 10 tun



B - 800 / 10 tun



Výrobce
EFAMATIC



UŽITÍ STROJE

Stroj má masivní základovou desku. Tažný suport je namontován na výkonných lineárních vodicích lištách a pohon zajišťuje dvojitý řetěz ovládaný 11 kW AC motorem. Rychlost protahování je nekonečně variabilní pomocí frekvenčního invertoru s digitálním displejem, kde je uváděna rychlost v m/min. Tímto systémem se dosahuje přesných rychlostí protahování. Maximální protahovací rychlost je šest metrů za minutu. Stroj je ovládaný PLC a může pracovat v manuálním i automatickém cyklu.

Stroj je zkonstruován pro 1 m dlouhý protahovák. Je vybaven vysokotlakým rozprašovacím systémem, který čistí protahovák při zdvihu dopředu i dozadu. Výška stolu je 1620 mm a stroj proto nevyžaduje žádné základy. Stroj má úspornou mechanickou konstrukci a prostorový požadavek činí pouze 1,7 x 1 m. Do stroje je zabudován elektromagnetický dopravník a tato jednotka účinně odstraňuje piliny z řezného oleje. Volitelné vybavení: Automatické nakládání a vykládání pro kontinuální výrobu bez zásahu operátora.






SPECIFIKACE STROJE

- Ovládaní PLC
- Výška stolu: 1620 mm
- Rozměr stolu: 500 x 500 mm
- Zdvih: 850 mm
- Délka protahováku: 1 m Motor 11 kW AC
- Rychlý návrat protahováku

Příloha 16 (1/2)

Volba VBD pro soustružnické operace ¹⁹.

ISO/ANSI K R	HRUBOVÁNÍ LITINY	
	VBD s pozitivním základním tvarem	

OBJEDNACÍ KÓD		ŘEZNÉ PODMÍNKY, CMC 08.2 / HB 220							
Jednostranné 					Hlubka řezu a_p mm	Posuv f_n mm/ot	Řezná rychlost v_c (m/min)		
		GC3205	GC3210	GC3205	GC3210	GC3215	GC3205	GC3210	GC3215
	DCMT 11 T3 08-KR	☆	☆	☆	★	☆	2 (1-4)	0.25 (0.12-0.35)	355 300 200
	11 T3 12-KR	☆	☆	☆	★	☆	2 (1.2-4)	0.3 (0.14-0.42)	340 285 190

CoroTurn® 107

Jednostranné

Hlubka řezu

a_p

5.0

4.0

3.0

2.0

1.0

0.1

0.2

0.3

0.4

0.5

Posuv

f_n

-KR

CCMT 09 T3 08-KR

$a_p = 1,0 - 4,0$ mm

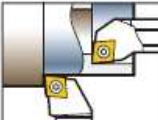
$f_n = 0,12 - 0,35$ mm/ot

-KR

Operace: soustružení, tvarové a čelní obrábění

Součásti: součásti z litiny obecně

Výhody: pozitivní geometrie s dobrými předpoklady pro hrubování a dobrou rovnováhou mezi úběrem kovu a minimálním sklonem k vibracím. Doporučena pro operace, jejichž součásti jsou přerušované řezy.

ISO/ANSI K F	DOKONČOVÁNÍ LITINY	
	VBD s pozitivním základním tvarem	

OBJEDNACÍ KÓD		ŘEZNÉ PODMÍNKY, CMC 08.2 / HB 220						
Jednostranné 					Hlubka řezu a_p mm	Posuv f_n mm/ot	Řezná rychlost v_c (m/min)	
		GC3005	GC3215	GC3005	GC3215	GC3215	GC3005	GC3215
	DCMX 11 T3 04-WF	☆	☆	★	☆	1 (0.3-3)	0.2 (0.07-0.3)	215

CoroTurn® 107

Jednostranné

CCMT 09 T3 04-WF

$a_p = 0,3 - 3,0$ mm

$f_n = 0,07 - 0,3$ mm/ot

CCMT 09 T3 04-KF

$a_p = 0,11 - 2,0$ mm

$f_n = 0,06 - 0,23$ mm/ot

Hlubka řezu

a_p

5.0

4.0

3.0

2.0

1.0

0.1

0.2

0.3

0.4

0.5

Posuv

f_n

-WF

-KF

-WF – pro produktivní dokončovací soustružení

Operace: soustružení a čelní obrábění

Součásti: stabilnější nápravy, hřídele, náboje, ozubená kola, když má prioritu vysoká kvalita povrchu

Výhody: Zdvojnásobení rychlosti posuvu se zachováním kvality povrchu nebo zachování posuvu a poloviční drsnost povrchu. Ideální pro případy, kdy má prioritu vysoká kvalita povrchu.

-KF

Operace: soustružení, tvarové a čelní obrábění

Součásti: součásti z litiny obecně

Výhody: pozitivní geometrie s lehkým řezem a malými řeznými silami pro štíhlé, tenkostěnné nebo nestabilně upnuté součásti

Příloha 16 (2/2)


Volba VBD pro soustružnické operace ¹⁹.

ISO/ANSI
K R

HRUBOVÁNÍ ŠEDÉ LITINY

VBD s negativním základním tvarem



OBJEDNACÍ KÓD					ŘEZNÉ PODMÍNKY, CMC 08.2 / HB 220			
Oboustranné	 r_z	○	◐	●	Hloubka řezu a_p mm	Posuv f_n mm/ot	Řezná rychlost v_c (m/min)	
		GC3205	GC3205	GC3215			GC3205	GC3215
	CNMA 12 04 04-KR	☆	★	☆	2.5 (0.2-5)	0.2 (0.1-0.3)	375	215
	12 04 08-KR	☆	★	☆	4 (0.2-8)	0.35 (0.15-0.6)	325	185
	12 04 12-KR	☆	★	☆	4 (0.3-8)	0.45 (0.2-0.8)	295	170
	12 04 16-KR	☆	★	☆	4 (0.3-8)	0.55 (0.2-1)	275	155

T-Max P

Oboustranné CNMA 12 04 12-KR

$a_p = 0,3 - 8,0$ mm

$f_n = 0,2 - 0,8$ mm/ot

.NMA-KR

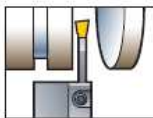
Operace: podélné soustružení, čelní a v určitém rozsahu i tvarové obrábění

Součásti: součásti z litiny všeobecně

Výhody: široká aplikační oblast pro hrubování

Zapichování

CoroCut®



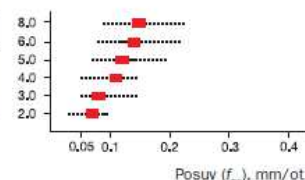
Velikost lůžka ¹⁾	Objednací kód	Rozměry, mm					Doporučené třídy a řezné podmínky		
		GC1105	H13A	GC3115	GC4225	GC1125		CB7015	l_s
Střední posuv	E Dvoubřité CoroCut 2 N123E2 -0200-0002-GM	★	★	★	★	★	2.00 0.20 18.8	0.06 (0.03 - 0.10)	
	G N123G2 -0300-0003-GM	★	★	★	★	★	3.00 0.30 18.2	0.08 (0.05 - 0.15)	
	H N123H2 -0400-0003-GM	★	★	★	★	★	4.00 0.30 23.0	0.11 (0.05 - 0.15)	
	J N123J2 -0500-0004-GM	★	★	★	★	★	5.00 0.40 22.9	0.12 (0.07 - 0.20)	
	K N123K2 -0600-0004-GM	★	★	★	★	★	6.00 0.40 22.7	0.13 (0.07 - 0.20)	
	L N123L2 -0800-0005-GM	★	★	★	★	★	8.00 0.50 28.4	0.14 (0.08 - 0.22)	

-GM



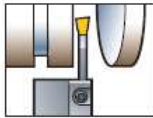
- Vynikající kontrola třísky.
- Snižuje síčku třísek a dává dobrý výsledný povrch součástí.

Radiální posuv
Šířka VBD (l_z), mm



Soustružení

CoroCut®



Velikost lůžka ¹⁾	Objednací kód	Rozměry, mm					Doporučené třídy Řezné podmínky CoroKey ²⁾	
		GC1105	H13A	GC4225	GC1125	GC2135		l_s
Nízký posuv	G Dvoubřité CoroCut 2 N123G2 -0300-0003-TF	★	★	★	★	★	3.00 0.30 18.5 2.6	0.10 (0.03 - 0.14)
	H N123H2 -0400-0004-TF	★	★	★	★	★	4.00 0.40 23.3 5.0	0.12 (0.06 - 0.16)
	J N123J2 -0500-0004-TF	★	★	★	★	★	5.00 0.40 23.3 5.0	0.13 (0.08 - 0.18)
	K N123K2 -0600-0004-TF	★	★	★	★	★	6.00 0.40 23.3 3.8	0.14 (0.07 - 0.19)
	L N123L2 -0800-0008-TF	★	★	★	★	★	8.00 0.80 28.0 7.0	0.18 (0.10 - 0.23)

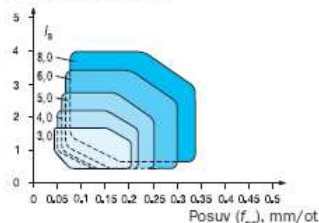
-TF



- Pozitivní geometrie eliminuje nebezpečí tvorby nárůstku na břitech.
- Dobrá kontrola utváření třísky a kvalita povrchu.
- Hladící úprava po stranách.

Axiální posuv

Hloubka řezu (a_p), mm



Příloha 17 (1/2)

Volba držáků pro soustružnické operace ¹⁹.

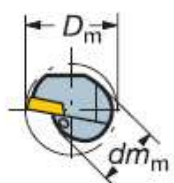
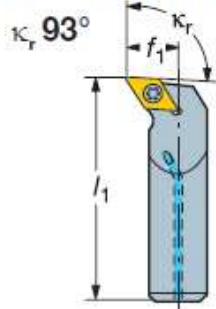


Vnitřní obrábění se systémem CoroTurn® 107,
pozitivní VBD

Průměr tyče 8 – 25 mm

CoroTurn® 107 - upínání šroubem

A...-SDUCR/L...R



Max. vyložení nástroje 4 x dm_m
S vnitřním přívodem rezné kapaliny

Je zobrazeno pravostranné provedení

VBD	Objednací kód	Rozměry, mm					$r_c^{(1)}$	Nm	
		dm_m	D_m min.	f_1	h	l_1			
 93°	07	Válcová ocelová tyč s ploškou					7IP	0.9	
	A10K -SDUCR/L 07	10	13	7	9	125			0.4
	A12M -SDUCR/L 07	12	16	9	11	150			0.4
	A16R -SDUCR/L 07	16	20	11	15	200	0.4	15IP	3.0
	A20S -SDUCR/L 11	20	25	13	18	250	0.8		
A25T -SDUCR/L 11	25	32	17	23	300	0.8			

Stopkové nástroje

T-Max P - upínání pákou

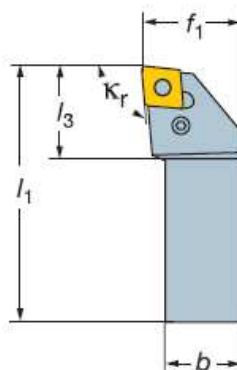
PCLNR/L

$\kappa_r 95^\circ$

Úhel nastavení:



- CNMM, CNGP
- CNMG
- CNMA, CNGA

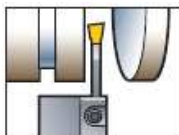


Pokud není uvedeno jinak, je zobrazeno pravostranné provedení

κ_r	Hlavní použití	Objednací kód	Rozměry, mm							Měrné břitové destičky		
			b	f_1	h	h_1	l_1	l_3	$\gamma^{(1)}$	$\lambda_{s(2)}$		
95°		09	PCLNR/L 1616H 09	16.0	20.0	16.0	16.0	100.0	25.0	-6°	-6°	CNMG 09 03 08
		PCLNR/L 2020K 09	20.0	25.0	20.0	20.0	125.0	27.0	-6°	-6°	CNMG 09 03 08	
		PCLNR/L 2525M 09	25.0	32.0	25.0	25.0	150.0	27.0	-6°	-6°	CNMG 09 03 08	
		PCLNR/L 1616H 12-M	16.0	20.0	16.0	16.0	100.0	26.1	-6°	-6°	CNMG 12 04 08	
		PCLNR/L 2020K 12	20.0	25.0	20.0	20.0	125.0	29.4	-6°	-6°	CNMG 12 04 08	

Příloha 17 (2/2)

Volba držáků pro soustružnické operace ¹⁹.

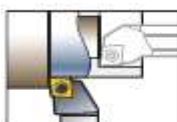


Stopkové nástroje pro vnější upichování, zapichování, tvarové obrábění a soustružení

CoroCut®

Pozor! Při použití dvoubřitých VBD CoroCut 2 udává a_r břitové destičky maximální hloubku řezu.

Velikost lůžka ²⁾	Objednací kód Stopkové nástroje	$a_r^{1)}$ max.	b	f_1	h	h_1	l_1	l_3	Měrná VBD	Nm
H	R/LF123H25-1616B	25	16	17	16	16	125	47	N123H2-0400-CM	4.5
	-2020BM	25	20	21	20	20	125	47		
	-2525BM	25	25	26	25	25	150	47		
	-3225BM	25	25	26	32	32	170	47		
G	R/LF123G10-1616B	10	16	17	16	16	125	30	N123G2-0300-GM	3.5
	-2020B	10	20	21	20	20	125	30		



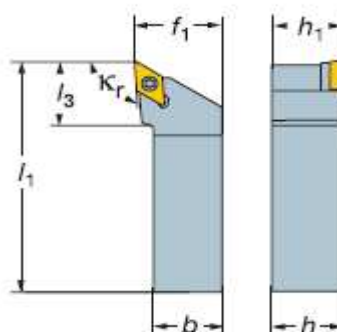
Vnější obrábění se systémem CoroTurn® 107, pozitivní VBD

Rozměry stopky 0808 – 2525

CoroTurn® 107 - upínání šroubem

SDJCR/L

$\kappa_r 93^\circ$



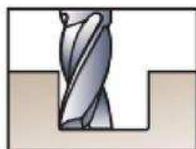
Je zobrazeno pravostranné provedení

	VBD	Objednací kód	Rozměry, mm									Nm
			a_r	h	h_1	b	l_1	l_3	f_1	$r_e^{1)}$		
	07 D	SDJCR/L 1010E07	–	10	10	10	70	17	12	0.4	7IP	0.9
		1212F07	–	12	12	12	80	19	16	0.4		
		1616H07	–	16	16	16	100	19	20	0.4		
		2020K07	–	20	20	20	125	22	25	0.4		
	11	SDJCR/L 1616H11	–	16	16	16	100	24	20	0.8	15IP	3.0
		2020K11	–	20	20	20	125	24	25	0.8		
		2525M11	–	25	25	25	150	28	32	0.8		

Příloha 18 (1/2)

Volba nástrojů pro frézovací operace ¹⁹.

FRÉZOVÁNÍ



Čelní stopkové frézy CoroMill® Plura

Univerzální čelní fréza – Proměnná hloubka drážek pro odvod třísky

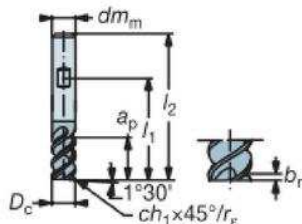
Průměr 4 – 20 mm

Stopka Weldon nebo válcová

ISO/ANSI



Tvrdost: ≤48 HRC
Úhel šroubovice: -50°
Tolerance:
 $D_c = h10$
 $dm_m = h6$



z _n	D _c mm	Objednací kód	Rozměry, mm							P			M			K			S					
			l ₁	l ₂	a _p ⁿ	dm _m	ch ₁	b _n	r _e	GC1620	GC1630	GC1640	GC1620	GC1630	GC1640	GC1620	GC1630	GC1640	GC1620	GC1630	GC1640			
4	6	R216.34-06050-AK13P	–	65	13	6	0.10	0.25	–															
	8	08050-AK19P	–	80	19	8	0.10	0.25	–															
	10	10050-AK22P	–	100	22	10	0.10	0.25	–															
	12	12050-AK26P	–	100	26	12	0.10	0.25	–	☆	★		☆	★		☆	★		★	☆				
	14	14050-AK26P	–	104	26	14	0.15	0.35	–															
	16	16050-AK32P	–	115	32	16	0.15	0.35	–															
	20	20050-AK38P	–	125	38	20	0.15	0.35	–															

ISO/ANSI

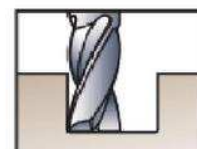


Čelní frézování/tvarové obrábění

CoroMill® Plura

Řezné podmínky – počáteční hodnoty – třída

FRÉZOVÁNÍ



★ První volba ☆ Doplnková třída	ISO/ANSI	CMC	Řezná rychlost m/min				Posuv/zub mm		
			v _c	GC1610	GC1620	GC1630	GC1640	D _c mm	f _z
	P	02.1	188			★	★	1	0.001-0.005
	M	05.21	88			★	★	2	0.005-0.015
	K	08.2	131	★	★	★		3	0.01-0.02
	S	23.22	110		★	★	★	4	0.015-0.034
	H	04.1	70		★			5	0.02-0.03
								6-7	0.02-0.04
							8-9	0.03-0.045	
							10	0.035-0.05	
							12	0.035-0.06	
							14	0.04-0.07	
							18	0.05-0.08	
							18-20	0.06-0.08	


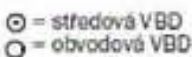

Příloha 18 (2/2)

Volba nástrojů pro frézovací operace ¹⁹.

ISO/ANSI
P N CoroDrill® 880
M S
K H VBD pro CoroDrill 880

VRTÁNÍ



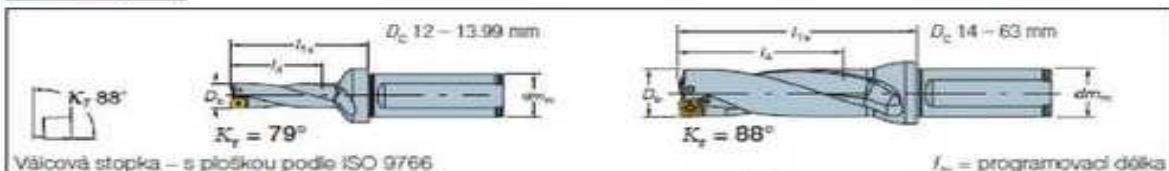
Radiální nastavení			VBD																										
																													
D_c mm		max. D_c	velikost		Objednací kód																								
24	+1.1	26.2	05		P	M	K	N	S	H	1044	4014	4024	4034	4044	1044	4014	4024	4034	4044	H13A	1044	4044	H13A	1044	4044	4024	4044	
24.5	+1.0	26.5	05																										
25	+1.0	27.0	05																										
25.5	+0.9	27.4	05																										
26	+0.9	27.8	05																										
26.4	+0.8	28.0	05																										
26.5	+0.8	28.1	05																										
27	+0.7	28.4	05																										



CoroDrill® 880

Průměr vrtáku 12 – 29,5 mm

Max. hloubka díry: 2-3-4-5 x průměr vrtáku (D_c)



D_c mm	d_{m1}	2 x D_c		3 x D_c		4 x D_c		5 x D_c		
		Objednací kód	l_{1s}	l_{2s}	Objednací kód	l_{1s}	l_{2s}	Objednací kód	l_{1s}	l_{2s}
28	32	880-D2800L32-02	82	56	880-D2800L32-03	109	84	880-D2800L32-04	137	112
28.5		-	-	-	D2850L32-03	111	86	-	-	-
29		D2900L32-02	84	58	D2900L32-03	112	87	D2900L32-04	141	116
29.4		-	-	-	D2940L32-03	115	88	-	-	-
29.5		-	-	-	D2950L32-03	115	89	-	-	-

VRTÁNÍ



CoroDrill® 880

Řezné podmínky (počáteční hodnoty)

Tučně jsou vytištěny doporučené třídy, geometrie a řezné podmínky

ISO/ANSI
P N
M S
K H

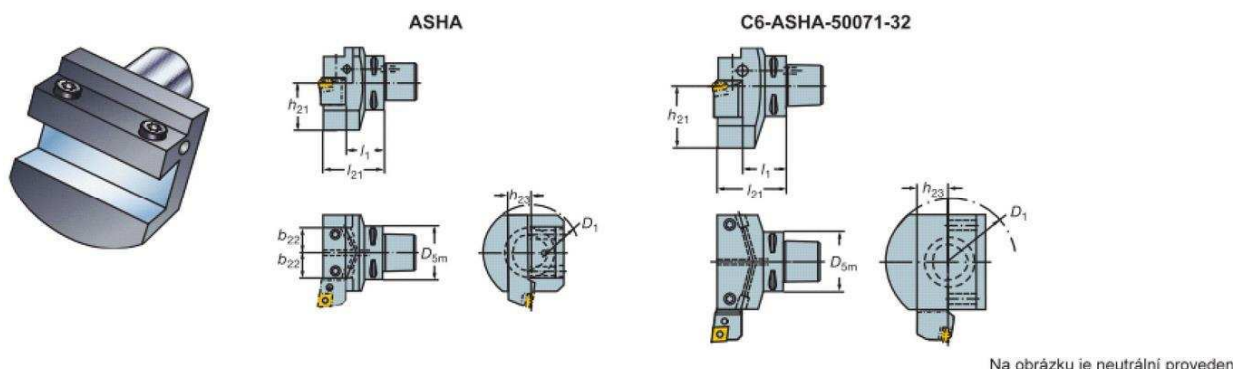
ISO/ANSI	CMC	HB	Průměr vrtáku D_c mm	Třída středové VBD	Třída obvodové VBD	Řezná rychlost v_c m/min	Geometrie / Posuv mm/ot			
							Délka vrtáku 2-3 x D_c			
							-LM f_n	-GM f_n	-GT f_n	-GR f_n
K	08.2	200-330	12.00-13.99	1044	4014*	110-250	0.06-0.10			0.06-0.15
			14.00-16.49				0.06-0.10			0.06-0.16
			16.50-19.99				0.06-0.12	0.06-0.12		0.06-0.18
			20.00-23.99				0.08-0.14	0.08-0.14	0.10-0.16	0.08-0.19
			24.00-29.99				0.08-0.14	0.10-0.16	0.10-0.18	0.10-0.24
			30.00-35.99				0.10-0.16	0.10-0.18	0.10-0.20	0.10-0.28
			36.00-43.99				0.10-0.16	0.10-0.20	0.10-0.20	0.10-0.30
			44.00-52.99				0.10-0.16	0.10-0.20	0.10-0.20	0.10-0.32
			53.00-63.50				0.10-0.16	0.10-0.20	0.10-0.20	0.10-0.32

Příloha 19

Volba VDI držáků pro soustružnické operace¹⁹.

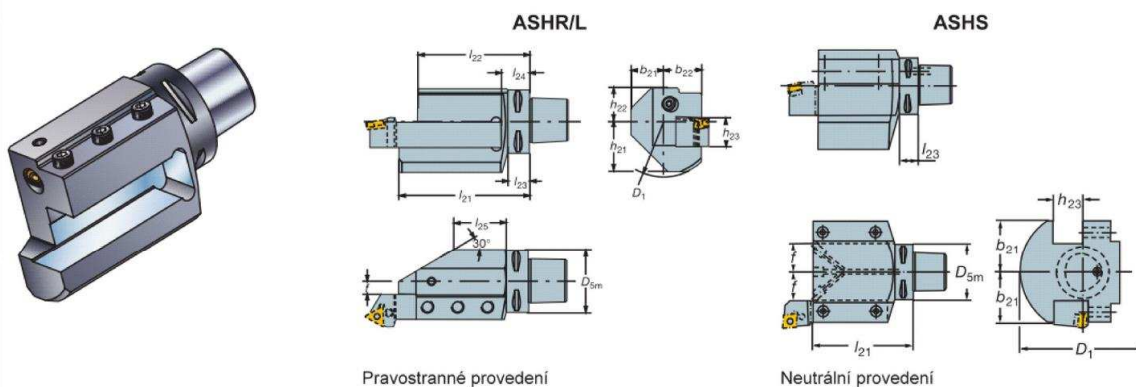
Adaptéry pro stopkové nástroje

Radiální montáž



		Rozměry, mm								
Velikost spojky	Objednávací kód	D_1	D_{5m}	b_{22}	h_{21}	h_{23}	l_1	l_{21}		
C5	C5-ASHA-38058-20	90	50	23	38	20	38	58	1.4	
C6	C6-ASHA-38060-20	90	63	23	38	20	40	60	1.9	
	C6-ASHA-45071-25	110	63	30	45	25	45	71	2.6	

Axiální montáž



		Rozměry, mm												
Velikost spojky	Objednávací kód	D_1	D_{5m}	b_{21}	b_{22}	f	h_{21}	h_{22}	h_{23}	l_{21}	l_{22}	l_{23}	l_{24}	
C5	C5-ASHR/L-30098-20	90	50	29	30	10	41	33	20	98	88	20	23	2.5