

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

OBRÁBĚNÍ SOUČÁSTI CHARAKTERU VÍKO- PŘÍRUBA

CUTTING OPERATION OF COVER PARTS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Lukáš Koblíha

VEDOUČÍ 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): Koblíha Lukáš

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

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

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

Obrábění součástí charakteru víko-příruba.

v anglickém jazyce:

Cutting operation of cover parts.

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Rozbor součástí. Základní principy technologie. Doporučené nářadí a stroje. Uvedení typických situací formou zpracování na úrovni TPV.

Cíle bakalářské práce:

Vystižení typických zákonitostí pro přírubové technologie, rotační i prostorové. Orientace ve výběru použitého nářadí. Vyhodnocení trvanlivosti nářadí. Uvedení konkrétní situace.

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

V této bakalářské práci je zpracován návrh na výrobu zadané součásti víko. Práce obsahuje rozbor součásti a rozbor možných technologií použitelných pro výrobu včetně konkrétně zvolených strojů a nástrojů. Vypracován je i technologický postup, návodka pro práci na soustruhu a teoretický počet kusů vyrobený za rok v závislosti na směnnosti se spotřebou výměnných břitových destiček pro soustružení.

Klíčová slova

Obrobitelnost, vyměnitelná břitová destička, trvanlivost břitu, nástroj.

ABSTRACT

In This thesis is elaborated a proposal for the manufacture of specified parts of the cover. The The work contains an analysis of components and analysis of possible technologies usable for the production, including concretely selected machines and tools. Elaborated is also a technological process, manual for to work on a lathe, and the theoretical number of units produced per year, depending on the shift working consumption indexable cutting inserts for turning.

Key words

Machinability, indexable cutting inserts, durable cutting edge, tool.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KOBLIHA, Lukáš. *Obrábění součásti charakteru víko-příruba*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 38 s., 10 příloh. Vedoucí práce Ing. Milan Kalivoda.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Obrábění součásti charakteru víko-příruba vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum

.....
Lukáš Kobliha

Poděkování

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

OBSAH

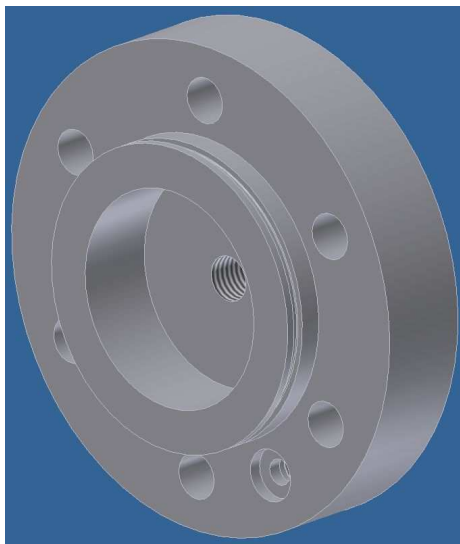
Abstrakt	4
Prohlášení.....	5
Poděkování.....	6
Obsah.....	7
Úvod	8
1 TECHNOLOGICKÝ ROZBOR SOUČÁSTI	9
1.1 Tvar součásti	9
1.2 Materiál	9
1.2.1 Vlastnosti	9
1.2.2 Obrobitelnost.....	9
1.3 Přesnost výroby.....	10
1.4 Polotovar	11
2 NÁVRH TECHNOLOGIE PRO PŘÍRUBOVÉ SOUČÁSTI.....	12
2.1 Dělení materiálu	12
2.1.1 Strojní pily	12
2.1.2 Porovnání strojních pil.....	12
2.2 Obrábění kontury	12
2.2.1 Druhy soustruhů	13
2.2.2 Soustružnické práce	13
2.3 Zhotovení děr.....	13
2.3.1 Druhy vrtaček.....	14
2.3.2 Vrtací operace.....	14
3 ZVOLENÁ TECHNOLOGIE	15
3.1 Volba strojů	15
3.1.1 Pila.....	15
3.1.2 Soustruh.....	15
3.1.3 Vrtačka	15
3.2 Volba nástrojů.....	15
3.2.1 Pilový pás	16
3.2.2 Nástroje pro soustružení	17
3.2.3 Vrtací operace.....	26
3.3 Technologický postup.....	28
4 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	30
4.1 Trvanlivost břítu nástroje.....	30
4.2 Výrobnost a spotřeba	31
4.3 Posouzení výsledků návrhu	32
Závěr	34
Seznam použitých zdrojů	35
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	37
Seznam příloh.....	38

ÚVOD

Tato bakalářská práce řeší celý výrobní postup zvolené součásti Obr. 1 přírubového charakteru. V první části je technologický rozbor součásti s návrhem možných technologií použitých pro výrobu. Dále jsou pak v závislosti na tvaru, složitosti a dalších vlastnostech vybrány konkrétní stroje pro výrobu součásti od polotovaru až po hotový výrobek včetně nástrojů.

Práce obsahuje i pracovní postup, v kterém jsou vybrané stroje seřazeny podle operací, jak budou při výrobě po sobě následovat. Pro soustružnické operace je zhotovena i návodka. V návodce jsou znázorněny jednotlivé třísky, pro které jsou podle nástrojů volené řezné podmínky s ohledem na trvanlivost bříty nástroje.

Podle řezné rychlosti a posuvu je určena teoretická výrobnost jaké by měl zvolený soustruh dosáhnout. Podle počtu kusů, které je třeba vyrobit se poté určí zda na stroji bude jedno, dvou nebo třisměnný provoz včetně teoretického potřebného počtu výměnných břitových destiček na sérii.



Obr. 1. Víko

1 TECHNOLOGICKÝ ROZBOR SOUČÁSTI

Hodnocení součásti z hlediska tvaru, materiálu a požadované přesnosti, z kterých se určí, jaké budou použity výrobní procesy při výrobě.

1.1 Tvar součásti

Součást je rotačního tvaru. Víko obsahuje ve středu díru s průchozím závitem. Po roztečné kružnici o průměru 87 mm je rozmístěno šest děr, které jsou vůči sobě posunuty o 60° a jedna o 30° s neprůchozím závitem. Po obvodu víka je vyrobena drážka.

1.2 Materiál

Víko je z materiálu ČSN 11 600 (EN 355, DIN E335, W.-nr 1.0060).

1.2.1 Vlastnosti

Tato konstrukční ocel (Tab. 1.1) obsahuje uhlík do 0,5 %. Svařitelnost je obtížná. Používá se pro strojní součásti namáhané staticky, dynamicky a na součásti vystavované velkému tlaku. [6]

Tab. 1.1 Mechanické vlastnosti [9]

Mez pevnosti R_m [MPa]	590 až 705
Mez kluzu $R_{e\min}$ [MPa]	295
Tvrdość [HB]	Max. 205

1.2.2 Obrobitelnost

Obrobitelnost je vlastnost materiálu charakterizující jeho vhodnost k obrábění. Je ovlivněna mechanickými a fyzikálními vlastnostmi, chemickým složením, tepelným zpracováním, způsobem výroby polotovaru. Obrobitelnost je závislá i na způsobu obrábění a řezných podmínkách při výrobě. Jednotlivé materiály jsou rozděleny do devíti skupin, označených písmeny malé abecedy (oceli - b). Každá z těchto skupin má stanovený etalonový materiál (b – ČSN 12 050.1). K tomuto etalonu se vztahuje relativní obrobitelnost ostatních materiálu skupiny. Součinitel obrobitelnosti K_v je potom dán poměrem [7]:

$$K_v = \frac{v_{cT/VB} \cdot z_k}{v_{cT/VB} \cdot et} \quad (1.1)$$

Kde: K_v je součinitel obrobitelnosti

$v_{cT/VB}$ [$m \cdot min^{-1}$] řezná rychlost při trvanlivosti T pro opotřebení hřbetu VB

z_k je zkoušený materiál

et je etalonový materiál

Etalonové materiály mají $K_v = 1$. Pro soustružnické práce se obvykle vychází z trvanlivost $T = 15$ min a opotřebení $VB = 0,3$ až $0,4$ mm. V každé skupině se materiály zařazují do dvaceti tříd obrobitelnosti. Třída obrobitelnosti 1 je nejhůře obrobitelná a třída 20 nejlépe obrobitelná. Jednotlivé třídy mají

příslušný součinitel obrobiteľnosti, odstupňovaný v geometrické řadě s kvocienem $q = 10^{1/10} = 1,2589$ (Tab. 1.2). [7]

Tab. 1.2 Součinitel obrobiteľnosti a třídy obrobiteľnosti [7]

Součinitel obrobiteľnosti K_v		Třída obrobiteľnosti pro skupiny materiálu			
Od – do	střed. hodnota	a	b	c	d
0,045 – 0,054	0,050		1 b		
0,055 – 0,069	0,065		2 b		
0,07 – 0,089	0,080		3 b		
0,09 – 0,11	0,10		4 b		
0,12 – 0,14	0,13		5 b		
0,15 – 0,17	0,16		6 b		
0,18 – 0,221	0,20		7 b		
0,23 – 0,28	0,25		8 b		
0,29 – 0,35	0,32		9 b		
0,36 – 0,44	0,40	6 a	10 b	7 c	6 d
0,45 – 0,56	0,50	7 a	11 b	8 c	7 d
0,57 – 0,71	0,63	8 a	12 b	9 c	8 d
0,72 – 0,89	0,80	9 a	13 b	10 c	9 d
0,90 – 1,12	1,0	10 a	14 b	11 c	10 d
1,13 – 1,41	1,26	11 a	15 b	12 c	11 d
1,42 – 1,78	1,59	12 a	16 b	13 c	12 d
1,79 – 2,24	2,0	13 a	17 b	14 c	13 d
2,25 – 2,82	2,5		18 b		
2,83 – 3,55	3,15		19 b		
3,56 – 4,47	4,0		20 b		

Ocelová tyč válcovaná za tepla z materiálu ČSN 11 600 patří do třídy obrobiteľnosti 14 b pro operace soustružení, vrtání i frézování. To je stejná obrobiteľnost, jako má etalonový materiál. [9]

1.3 Přesnost výroby

Žádný rozměr se nedá vyrobit ve jmenovité hodnotě, proto je každý tolerovaný. Stanovené úchytky rozměrů a jakosti povrchu musí splňovat funkci a vyměnitelnost součástí. Hodnoty rozměrů a kvality povrchu se volí optimální pro plnění funkce a výroby. Při zbytečně úzké toleranci a jakosti jsou vyšší nároky na metody obrábění, počet operací a použití vyšších řezných rychlostech s nižšími posuvy. Tyto hlediska ovlivňují dobu výroby součástí a celkové náklady na její zhotovení. [2]

Výkres (Příloha 1) obsahuje dvě plochy s vyššími nároky na průměrnou aritmetickou úchytkou profilu R_a povrchu a jeden rozměr v přesnosti IT 8 na vnější rotační ploše. Této přesnosti ještě lze dosáhnout obráběním na soustruzích (Tab. 1.3). Při přesnostech IT 7 a vyšších už bývá zapotřebí použití dalších dokončovacích operací jako broušení, lapování apod.

Tab. 1.3 Přesnosti obrobených ploch [7]

Metoda obrábění		Přesnost IT		Velikost Ra [μm]	
		střední	rozsah	střední	rozsah
Vnější rotační plochy	Soustružení	13	11 až 14	25	12,5 až 50
	hrubování	10	9 až 11	3,2	1,6 až 12,5
	dokončování jemné slin. karbidem	8	7 až 9	0,8	0,4 až 1,6
Vnitřní rotační plochy	Soustružení	12	11 až 13	25	12,5 až 50
	hrubování	10	9 až 12	3,2	1,5 až 12,5
	Vrtání šroubovým vrtákem bez vedení s vedením	13	12 až 14	6,3	6,3 až 25
		12	10 až 13	3,2	3,2 až 25
	Vyvrtávání hrubování dokončování jemné slin. karbidem	12	11 až 14	25	12,5 až 50
		10	9 až 11	3,2	1,6 až 6,3
6		5 až 8	0,8	0,4 až 1,6	

1.4 Polotovár

Polotovár muže být buď normalizovaný (válcové a tažené kruhové, pásové nebo trubkové materiály s rozměry uvedenými v normě) nebo nenormalizovaný (odlitky, výkovky, výlisky). Zásadou při volbě je, aby odpad byl co nejmenší. [1]

Zvolený polotovár na vyrobení součásti je ocelová tyče kruhová válcovaná za tepla dle ČSN EN 10060 (ČSN 42 5551). Velikost přídávku na průměr se vypočítá pomocí empirického vzorce [2]:

$$p = 0,05 d + 2 \quad (1.2)$$

Kde: p [mm] přídavek na průměr

d [mm] největší průměr obrobku

$$p = 0,05 \cdot 112 + 2 = 5,6 + 2 = 7,6 \text{ mm}$$

Průměr polotovaru:

$$d_p = d + p \quad (1.3)$$

Kde: p [mm] přídavek na průměr

d [mm] největší průměr obrobku

$$d_p = 112 + 7,6 = 119,6 \text{ mm}$$

Průměr polotovaru se volí takový, který je normalizovaný nejbližší vyšší. V tomto konkrétním případě je to průměr 120 mm. Přídavek na délku se stanoví podle způsobu dělení, a přesnostech čelních ploch. Na danou součást je zvolen přídavek 3 mm na každou stranu.

2 NÁVRH TECHNOLOGIE PRO PŘÍRUBOVÉ SOUČÁSTI

Na konkrétní součásti jsou potřeba technologie na dělení polotovaru z tyče, obrobení kontury a zhotovení děr.

2.1 Dělení materiálu

Základní polotovar může být dělen různými způsoby (řezání pilou, plamenem, laserem, stříháním, lámáním apod.). Pro dělení tyčí o větším průměru je nejvhodnější z metod řezání strojní pilou. Strojní pily mohou být rámové, pásové nebo kotoučové pily.

2.1.1 Strojní pily

- Rámové pily mohou řezat polotovary z kulatiny až do průměru 500 mm. Posuv pilového listu do řezu při pracovním záběru je tlačěn jen vlastní hmotností rámu. Při zpětném pohybu je nadzvednut. [10]
- Pásové pily je možné použít pro malé i velké délky řezu. Pilový pás má tloušťku 0,65 až 1,3 mm díky čemuž je úzký řez a malá ztráta materiálu. [10]
- Kotoučovými pilami lze řezat kulatinu do průměru přibližně 140 mm, protože kotouč se do materiálu může zařiznou přibližně do jedné třetiny svého průměru. Posuv do řezu může být řízen číslicově, pak se kotouč posouvá do řezu s konstantní řeznou silou, závisující na průměru řezu. [10]

2.1.2 Porovnání strojních pil

Dělení pilovým pásem a kotoučem je produktivnější (Tab. 2.1) než dělení rámovou pilou. To je dáno tím, že rámová pila při zpětném pohybu neodebírá třísku.

Tab. 2.1 Porovnání řezných výkonů [9]

Metoda dělení	Plocha řezu při dělení ocelí středních pevností [cm ² ·min ⁻¹]	
	Běžné pily	Moderní pily
Rámové strojní pily	5 až 15	20 až 35
Pásové pily	10 až 45	50 až 200
Kotoučové pily	10 až 60	100 až 600

2.2 Obrábění kontury

Pro obrábění rotačních součástí se používá soustružení. Soustružení představuje nejjednodušší způsob obrábění a je velmi často využívanou ve strojírenství. Soustruhy se rozdělují podle konstrukce na hrotové, revolverové, svislé, speciální a podle stupně automatizace na ovládané ručně, poloautomatické, automatické. [7]

2.2.1 Druhy soustruhů

- Hrotové soustruhy jsou určeny pro kusovou a malosériovou výrobu na soustružení hřídelových a přírubových součástí. Lze obrábět vnější i vnitřní rotační plochy, rovinné čelní plochy, závity, kužele popřípadě tvarové plochy. Maximální velikost soustruženého obrobku je dána vzdáleností mezi hroty. [7]
- Na Revolverových soustruhách se vyrábí menší a střední série s využitím většího počtu nástrojů. Při porovnání s hrotovými soustruhy jsou rychlejší a vzhledem k upnutí obrobku je přesnější nastavení nástroje. Revolverové soustruhy mohou soustružit podélně i příčně, v ose vrtat, vyvrtávat, vystružovat a řezat závit. Řízení pracovního cyklu vykonává obsluha nebo automatizovaný cyklus. [7]
- Svislé soustruhy (karusely) se používají pro kusovou a malosériovou, některé typy v sériové výrobě středních a velkých rotačních součástí s malým poměrem délky k průměru obrobku. Na svislých soustruzích lze obrábět vnější a vnitřní válcové plochy, kuželové plochy, závity, popřípadě tvarové plochy pokud je stroj vybaven kopírovacím zařízením. Aplikuje se na nich číslicové řízení. [7]
- Speciální soustruhy slouží pro výrobu jednoho typu součástí (čelní nebo lícni, podtáčecí, na klikové nebo válečkové hřídele, na závity, apod.). [1]
- Poloautomatické soustruhy mají automatický pracovní cyklus nástrojů, k opakování cyklu je nutný zásah obsluhy. Automatizace se dosahuje pomocí kopírovacích systémů a aplikací CNC. Poloautomaty se uplatňují v středně sériové a velkosériové výrobě. Podle způsobu upnutí se rozlišují dva typy poloautomatických soustruhů, hrotové (kopírovací, několikanožové) a sklíčovité (revolverové, suportové). [7]
- Automatické soustruhy slouží k obrábění složitých rotačních součástí. Pracovní postup probíhá automaticky. Tyto soustruhy mohou mít různé aplikace řízení (křivkové, bezkřivkové, CNC), konstrukční uspořádání (revolverové, zapichovací), počet vřeten. Mohou být vybaveny dalším příslušenstvím k obrábění i nesoustružnických operací jako frézování drážek, vrtání děr kolmých k ose apod. [7]

2.2.2 Soustružnické práce

Soustružnické práce prováděné na zvolené součásti jsou zapichování, podélné i příčné soustružení vnějších i vnitřních ploch a vrtání v ose.

2.3 Zhotovení děr

Válcové díry se obrábí vrtáním. Vrtací nástroj svým tvarem určuje parametry díry. Vrtání, vyhrubování, vystružování a zahlubování se nejčastěji provádí na vrtačkách. Vrtačky se podle konstrukce rozdělují na stolní, sloupové, stojanové, otočné a speciální. [7]

2.3.1 Druhy vrtaček

- Stolní vrtačky mají ze všech nejjednodušší konstrukci. Otáčky se mění pomocí stupňové řemenice, na které se ručně přesouvá klínový řemen. Posuv do řezu je ruční. Provedení vrtačky může být jednovřetenové nebo řadové. [7]
- Sloupové vrtačky mají vřeteník i stůl posuvný vertikálně na sloupu. Posuv vřetená je prováděn mechanicky. [7]
- Stojanové vrtačky jsou podobné sloupovým vrtačkám, ale místo sloupu mají stojan pro větší tuhost. Stojan nedovoluje natáčení vřeteníku a pracovního stolu. Tyto vrtačky se používají k vrtání děr až do průměru 80 mm. [1]
- Otočné vrtačky se používají na vrtání děr do těžkých a větších obrobků. Vřeteník se pohybuje vodorovně po rameni. Rameno je umístěno na stojanu a je výškově přestavitelné. [7]
- Speciální vrtačky se využívány pro specializované operace. Jsou to vrtačky na hluboké díry, souřadnicové vrtačky, vícevřetenové vrtačky apod. [7]

2.3.2 Vrtací operace

Vrtací operace prováděné na obrobku budou vrtání, zahlubování a řezání závitu.

- Vrtáním se zhotovují díry určitého průměru. Nástroje je možné rozdělit na výrobu krátkých a dlouhých děr. Pro krátké díry jsou šroubové, kopinaté a frézovací vrtáky. Pro hluboké díry jsou hlavňové vrtáky, korunové a trepanační hlavy. [7]
- Zahlubování je třískové obrábění předvrtané díry. Záhlubník může být kuželový a válcový. Používá se pro vytvoření dosedacích ploch šroubů, odstranění otřepů a ostrých hran děr. Válcové záhlubníky mají pevný nebo vyměnitelný vodící čep k centrování s vytvořenou dírou. [10]
- Závity se řezou na vrtačkách jedním závitníkem. Díra pro řezání závitu nesmí být menší než jmenovitý průměr zmenšený o stoupání, jinak by došlo k zlomení závitníku. Při řezání do slepého otvoru musí být předvrtaná díra delší, než bude délka závitu, kvůli výběhu závitníku. [10]

3 ZVOLENÁ TECHNOLOGIE

Volí se takové stroje a nástroje, na kterých je součást možno vyrobit.

3.1 Volba strojů

Nevolí se jen podle technologických vlastností obráběcího stroje, ale také z hlediska hospodárnosti.

3.1.1 Pila

Pásová pila na kov AGR 200 (Příloha 2) má otočný stůl, který umožňuje nastavit řezný úhel. V kolmém směru na dělený materiál je maximální průměr řezané tyče 200 mm. Posuv do řezu je zajištěn hmotností ramene pilového pásu s regulací škrťícího ventilu olejového tlumiče, umístěného na předním panelu. Robustní provedení zabezpečuje vysokou tuhost a životnost stroje. K podstavci může být instalován válečkový dopravník. [4]

3.1.2 Soustruh

CNC soustruh SF 43/1000 CNC (Příloha 3) má vodorovné lože pracující ve dvou osách (X, Z). Jsou určeny pro obrábění rotačních součástí z děleného, tyčového materiálu a hutních polotovarů. Umožňuje tři režimy ovládání a to manuální, poloautomatické a plně automatické. Vyznačuje se vysokou tuhostí, čímž je zajištěna stabilita obráběcího procesu a dosažení požadovaných parametrů výroby. Před vřetenem má vyjímatelnou část loží pro zvýšení oběžného průměru. Součásti se upínají do tříčelistového manuálního sklíčidla. Soustruh obsahuje ovládací panel s 11" barevnou LCD obrazovkou. Nástrojová hlava má osm pozic s hydraulickým otáčením a diskem pro nástroje s držáky se čtvercovým profilem ve standardním vybavení nebo hlava s diskem pro držáky VDI30. Posuv v osách X, Z se provádí pomocí servomotorů. [5]

3.1.3 Vrtačka

Strojní vrtačka a závitorez BZ-25B/400 PROMA (Příloha 4) mění otáčky pomocí klínového řemene. Počet stupňů rychlosti, které lze nastavit je 5, od 290 do 2150 otáček za minutu. Maximální průměr vrtané díry je 25 mm a řezaný závit do M14. Do vřetene pasuje Morse kužel 3. Vrtačka má prodloužený zdvih vřetene, má lehké nastavení pracovní výšky a je vhodná pro řezání závitu, které je výhodou protože není potřeba dokoupení závitorezné hlavy. [8]

3.2 Volba nástrojů

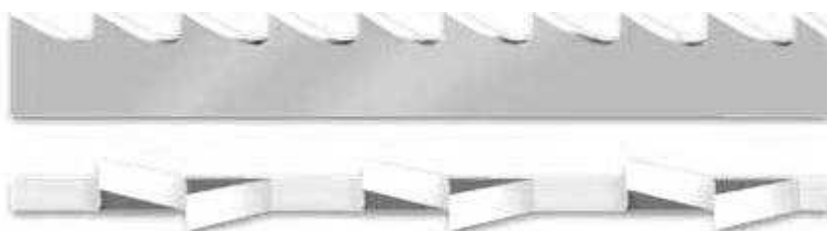
Nástroje se volí podle obráběného materiálu a použitého stroje. Ohled se taky bere na ekonomičnost.

3.2.1 Pilový pás

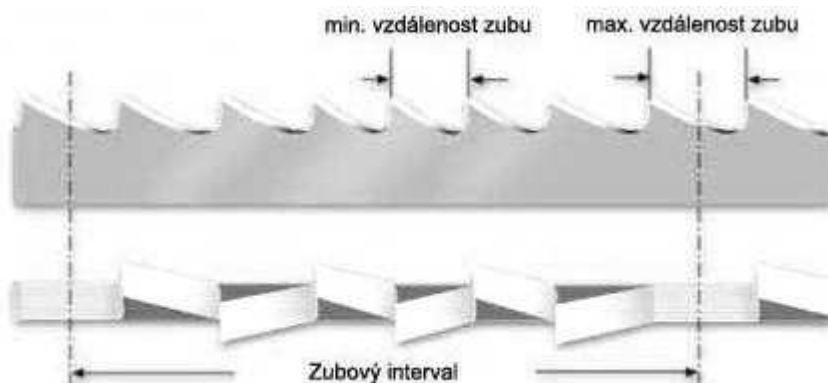
Délka a šířka závisí na pile, do které pilový pás volíme. Tvar zubu a počet zubů na palec se odvozuje podle druhu řezaného materiálu a jeho průměru. [4]

- Kritéria volby

Prvním kritériem je zvolení délky a šířky pásu. Délka se volí podle stroje, u vertikálních pil se pilové pásy používají v určitém rozsahu. Čím je pilový pás širší tím má lepší pevnost a stabilitu. Každý pilový pás je udáván s hodnotou počtu zubů na palec (25,4 mm). Ta může být konstantní (Obr 3.1) nebo variabilní (Obr. 3.2). U konstantního ozubení je jednotná rozteč zubů. Používá se na plný materiál. Variabilní ozubení má proměnlivou rozteč zubů. Rozteč zubů se udává pomocí dvou čísel, kde první označuje maximální rozteč zubů a druhá minimální. To je vhodné na profilový materiál a řezání svazku, protože proměnlivá rozteč potlačuje vznik vibrací. Tím se zvyšuje životnost pásu a jeho výkon. Zároveň má větší rozsah průměrů řezaného materiálu. [4]



Obr. 3.1 Konstantní vzdálenost zubů [4]

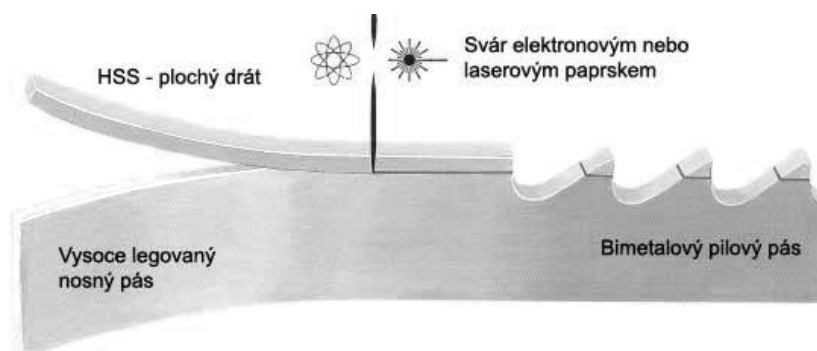


Obr. 3.2 Variabilní vzdálenost zubů [4]

Volba řezné rychlosti (Příloha 5) se volí nejen podle materiálu a průměru, který řezeme, ale také z jakého materiálu je pilový pás (diamant, bimetál, tvrdokov). Při řezání se přivádí chladicí kapalina pro chlazení a odvod třísky. Tvarem třísky se dá určit, je-li nastavena správná rychlost pilového pásu a jeho posuv do řezu. Při tenké a práškové třísce se zrychlí posuv nebo sníží rychlost. Při tlusté nebo modré třísce se snižuje posuv nebo zvyšuje rychlost. [4]

- Zvolený nástroj

Na stroj AGR 200 je potřeba pás o rozměrech 2490 x 20 x 0,9 mm. Pilový pás na ocel 11 600 je vhodný se třemi až čtyřmi zuby na palec. Zvolený pás je bimetalový (Obr. 3.3) ECOCUT 2490x20x0,9 M42 4z s čtyřmi zuby na palec. Tento pás je pro pásovou pilu ARG 200 a AGR 200 PLUS. Špička zubů je tvořena rychlořeznou ocelí (HSS) M 42, která je vhodná pro širokou paletu materiálů, včetně ocelí do tvrdosti 45 HRC. [4, 3]



Obr. 3.3 Bimetalový pás [4]

Řezná rychlost v_c při řezání konstrukční oceli 11600 o průměru 120 mm bimetalovým pásem je doporučena v rozsahu 50 až 70 m·min⁻¹.

3.2.2 Nástroje pro soustružení

Nástroje pro soustružení se volí podle druhu operace (vnitřní, vnější soustružení apod.), materiálu a stroje.

- Druhy soustružnických nožů a VBD

Volba nástroje a řezných podmínek závisí na obráběném materiálu. Ty jsou rozděleny normou ISO 513 do šesti skupin (P, M, K, N, S, H) kde jsou materiály s podobnými typy zatížení na břit. Průřez držáku je většinou volen podle možnosti obráběcího stroje a možnosti upnutí maximálního průřezu držáku. Do držáků se volí vyměnitelná břitová destička (VBD) dle druhu technologické operace. Rádus destičky se vybírá co největší. S větším poloměrem roste odolnost proti plastické deformaci a lze použít vyšší posuvy. Zároveň ale musí být zajištěna větší tuhost soustavy stroj-nástroj-obrobek. Pokud je definovaný požadavek hodnoty R_a , volí se podle toho poloměr špičky destičky (Tab. 3.1). [11]

Tab. 3.1 Teoretická hodnota nerovnosti povrchu [11]

Poloměr špičky	Hodnota R_a [μm]							
	Posuv f [$\text{mm}\cdot\text{ot}^{-1}$]							
	0,10	0,12	0,16	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
0,2	2,7	3,9	6,7	10,1	15,4	-	-	-
0,4	1,4	2,0	3,4	5,2	7,9	11,1	14,8	-
0,5	1,1	1,6	2,7	4,2	6,3	8,9	11,9	15,3
0,8	0,7	1,0	1,8	2,6	4,0	5,7	7,6	9,7
1,0	0,6	0,8	1,4	2,1	3,2	4,6	6,0	7,8
1,2		0,65	1,2	1,8	2,7	3,8	5,1	6,6
1,5			0,95	1,4	2,2	3,1	4,1	5,3
1,6			0,9	1,35	2,0	2,9	3,9	5,2
2,4			0,6	0,9	1,4	1,9	2,6	3,4

Hodnoty R_a uvedené v tabulce platí pro soustružení VBD základních tvarů T, S, D, K, V. Při soustružení VBD tvarů C a W se dosahuje nižších hodnot R_a , než jsou uvedeny v tabulce. Důvodem je nízká hodnota úhlu nastavení vedlejšího ostří κ_r' , čímž dochází k seřiznutí nerovností. [11]

Soustružnické nože mají značení, které udávají způsob upnutí VBD a další základní rozměry. Značení vnitřních (Tab. 3.2) a vnějších (Tab. 3.3) nožů se trochu odlišuje (Příloha 6). Nože na zapichování a upichování (Příloha 7) mají také svoje značení nožů (Tab. 3.4).

Tab. 3.2 Značení vnitřního nože [11]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A	40	T	-	P	C	L	N	L	12	-	x
Význam označení											
1	provedení držáku				6	tvar nože, úhel nastavení					
2	průměr držáku				7	úhel hřbetu					
3	celková délka				8	směr řezu					
4	způsob upnutí				9	velikost destičky					
5	tvar destičky				10	údaje výrobce					

Tab. 3.3 Značení vnějšího nože [11]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
P	C	L	N	R	-	32	25	L	12	-	S
Význam označení											
1	způsob upnutí				6	výška držáku					
2	tvar destičky				7	šířka držáku					
3	tvar nože, úhel nastavení				8	celková délka					
4	úhel hřbetu				9	velikost destičky					
5	směr řezu				10	údaje výrobce					

Tab. 3.4 Značení upichovacích a zapichovacích nožů vnějších [11]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
G	F	I	L	25	25	M	03	R	030	017	
Význam označení											
1	způsob upnutí					7	délka				
2	úhel nastavení					8	šířka destičky				
3	maximální hloubka zapichování					9	směr zakřivení planžety				
4	verze (pravý/levý)					10	maximální průměr				
5	výška držáku					11	minimální průměr				
6	šířka držáku										

Držák je pouze pro určitý typ VBD (Příloha 8), které se do něj dají upnout. Tím je určen např. tvar a délka rezné hrany. Parametry destičky (Tab. 3.5), které se dají volit při výběru, jsou rádius špičky nástroje nebo utvařeč. Tyto parametry se volí z hlediska operace (hrubování, dokončování) apod.

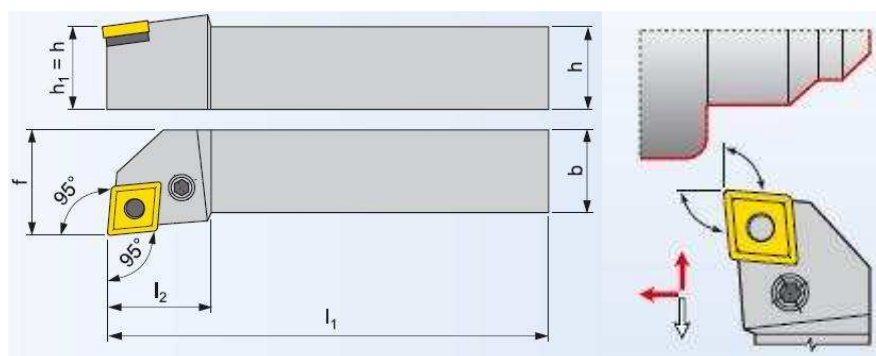
Tab. 3.5 Značení VBD [11]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
T	N	U	G	22	04	08	E	N	-	M	
Význam označení											
1	tvar destičky					6	tloušťka				
2	úhel hřbetu					7	rádius špičky				
3	tolerance					8	provedení rezné hrany				
4	provedení					9	směr posuvu				
5	délka rezné hrany					10	utvařeč				

- Zvolené nástroje na soustružení

Na soustruhu je osmi-polohová nástrojová hlava TB-120 s diskem VDI-30. Držáky VBD budou uchyceny ve VDI adaptérech. Pro výrobu součástí jsou potřeba nože pro vnitřní a vnější soustružení, zapichování a vrtáky pro vyvrtání děr. Obráběná uhlíková ocel je třídy 11 (11 600) a patří do skupiny P. [5, 11]

Pro hrubovací práci se použije nůž PCLNR 2020 K 12 (Obr. 3.4). Tímto nožem se zarovnávalo čelo z obou stran a hrubuje vnější kontura. Tento držák udává některé parametry VBD která je v držáku upevněna (CNM. 1204.). [11]



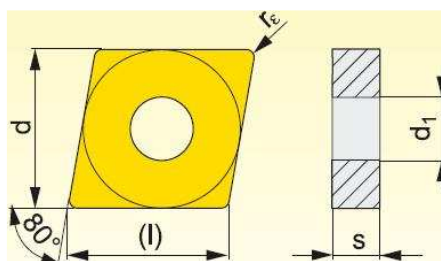
Obr. 3.4 Nůž PCLNR 2020 K 12 [11]

Tab. 3.6 Rozměry nože PCLNR 2020 K 12 [11]

$h = h_1$ [mm]	b [mm]	f [mm]	l_1 [mm]	l_{2max} [mm]	λ_s [°]	γ_o [°]
20	20	25	125	36	-6	-6

Hodnota λ_s je úhel sklonu ostří. To je úhel v nástrojové rovině ostří. Úhel γ_o je úhel čela. Tento úhel je v rovině ortogonální, která je kolmá na rovinu ostří.

V nožovém držáku je umístěna VBD CNMG 120416E-R (Obr. 3.5). Tato destička se používá na polohrubovací a hrubovací soustružení hlavně na materiál P a K. Je vhodná pro kontinuální i přerušovaný řez. Posuv a šířka záběru ostří se musí pohybovat v doporučených hodnotách (Tab. 3.7) uvedených výrobcem. [11]



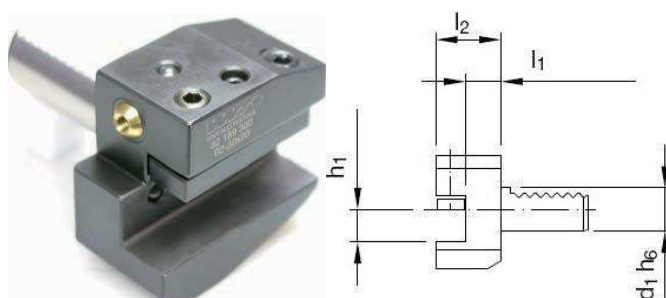
Obr. 3.5 VBD CNMG 120416E-R [11]

Tab. 3.7 Rozměry a doporučené řezné podmínky VBD CNMG 120416E-R [11]

l [mm]	d [mm]	d_1 [mm]	s [mm]	r_e [-]	f [mm]	a_p [mm]
12,9	12,7	5,16	4,76	1,6	0,3 až 0,8	2 až 6

Použitý povlakovaný typ materiálu je 6615 (příloha 9). Tento substrát má nízký obsah kobaltu. Používá se na dokončovací až hrubovací operace materiálů P a K s podmíněnou aplikací pro skupinu M. Ke kontinuálnímu řezu a za určitých podmínek lze použít i na přerušovaný řez. [11]

Nožový držák s VBD je uchycen v radiálním držáku nástrojů se čtyřhrannou stopkou. Tvar držáku je B2 levý, krátký (Obr. 3.6). [12]



Obr. 3.6 VDI adapter [12]

Tab. 3.8 Rozměry VDI adaptéru [12]

d_1 [mm]	h_1 [mm]	l_1 [mm]	l_2 [mm]
30	20	22	40

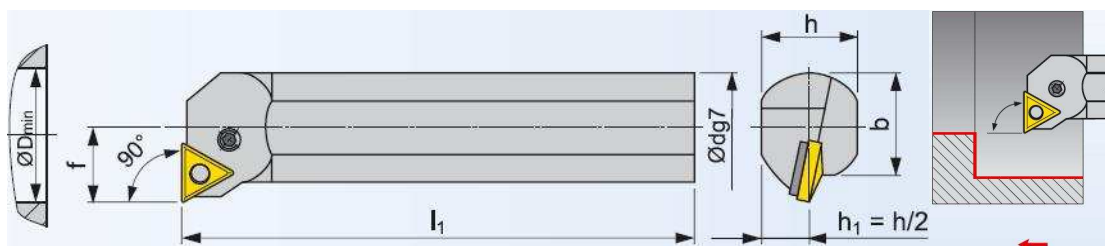
Na dokončení vnější kontury je použit opět držák PCLNR 2020 K 12 (Obr. 3.4) a je uchycen ve stejném VDI adaptéru (Obr. 3.6). Použita VBD je jiná. Destička CNMG 120408E-F má stejné rozměry až na poloměr špičky. Liší se také v rozsahu, použitích posuvů a šířce záběru (Tab. 3.9), jelikož má jiný utvařeč. Touto destičkou se provádí jemné a dokončovací soustružení skupin materiálů P a M s dalším použitím na skupinu K. [11]

Tab. 3.9 doporučené řezné podmínky VBD CNMG 120416E-F [11]

r_ϵ [-]	f [mm]	a_p [mm]
0,8	0,08 až 0,35	0,8 až 3

Povlakovaný typ materiálu je 6610 (Příloha 9). Obsah kobaltu je relativně nízký. Rozsah soustružnických operací a vhodnost použití na skupiny materiálů jsou stejné jako u povlakového materiálu 6615. [11]

Pro vyhrubování díry se použije držák A25R-PTFNR 16 (Obr. 3.7). Do tohoto držáku pasuje trojúhelníková VBD (TNM. 1604.). Minimální průměr díry do, které je použitelný je 32 mm. Řezným procesem vznikají kolmé stěny.[11]

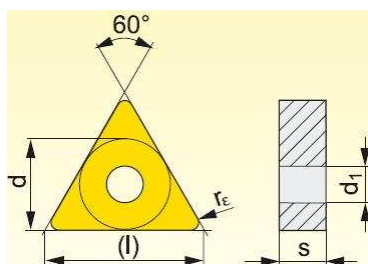


Obr. 3.7 Nůž A25R-PTFNR 16 [11]

Tab. 3.10 Rozměry nože S16M-CTFPR 11 [11]

Ødg7 [mm]	f [mm]	l_1 [mm]	h [mm]	b [mm]	ØD_{\min} [mm]	λ_s [°]	γ_o [°]
25	17	200	23	23	32	-12	-6

Použitá VBD pro hrubování díry je TMNG 160412E-R (Obr. 3.8). Touto destičkou se provádí polohrubování a hrubování. Hlavní využití pro skupiny P, K a M s podmíněným užitím pro skupinu H. Je vhodná pro kontinuální i přerušovaný řez. [11]



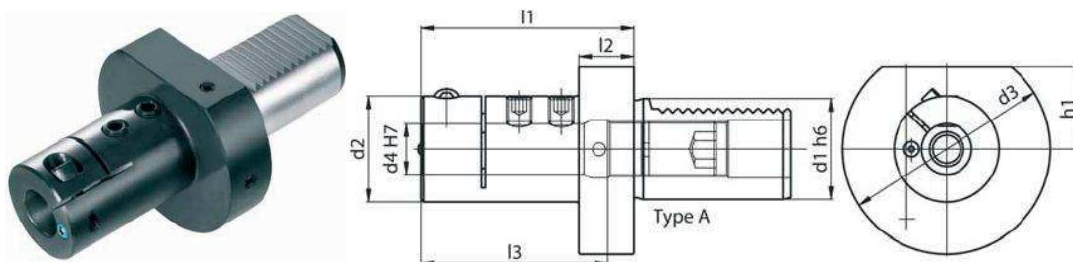
Obr. 3.8 VBD TNMG 160412E-R [11]

Tab. 3.11 Rozměry a doporučené řezné podmínky VBD TNMG 160412E-R [11]

l [mm]	d [mm]	d ₁ [mm]	s [mm]	r _ε [-]	f [mm]	a _p [mm]
16,5	9,525	3,81	4,76	1,2	0,25 až 0,7	2 až 5

Typ povlakovaného materiálu je 6615 (Příloha 9).

Vnitřní nůž je upnut ve VDI držáku vnitřních nástrojů tlumící vibrace tvaru E2 (Obr 3.9). Je zvláště vhodný pro práci s velkým vyložením. Tento držák snižuje vibrace při obrábění a tím zvyšuje životnost nože. [12]

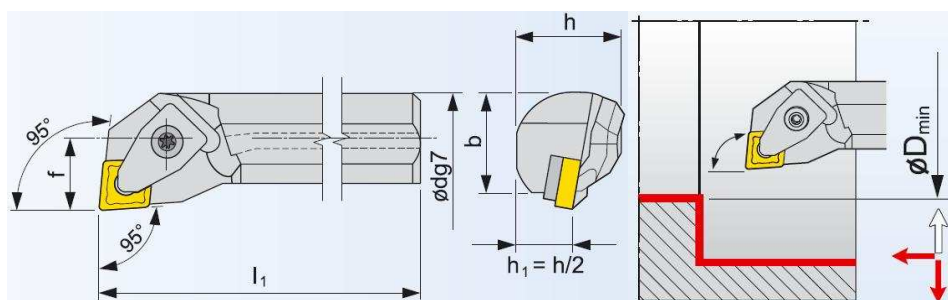


Obr. 3.9 VDI adapter [12]

Tab. 3.12 Rozměry VDI adaptéru [12]

d1 [mm]	d2 [mm]	d3 [mm]	d4H7 [mm]	h1 [mm]	l1 [mm]	l2 [mm]	l3 [mm]	typ
30	48	68	25	28	75	22	61	B

Díra je dokončena držákem A25T-DCLNR 12 (Obr. 3.10). Vložená VBD musí být tvaru C (CNM. 1204.). Tímto nožovým držákem se může soustružit díra, která má průměr minimálně 32 mm. [11]



Obr. 3.10 Nůž A25T-DCLNR 12 [11]

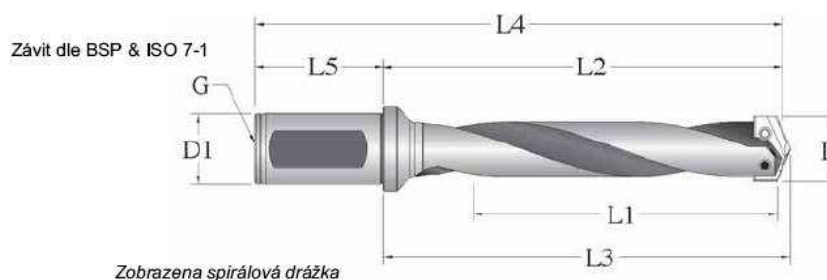
Tab. 3.13 Rozměry nože A25T-DCLNR 12 [11]

$\varnothing dg_7$ [mm]	f [mm]	l_1 [mm]	h [mm]	b [mm]	$\varnothing D_{min}$ [mm]	λ_s [°]	γ_o [°]
25	17	300	23	23	32	-11	-6

Použitá VBD je stejná jako na dokončení vnějšího tvaru. Typ povlakovaného materiálu je také stejný (6610).

Vnitřní nůž na dokončení díry je upnut ve stejném VDI držáku (Obr 3.9) jako nůž pro vnitřní hrubování.

V ose obrobku je vrtaná díra pro průchozí závit M12x1,5-6H. Průměr díry pro tento závit je 10,5 mm. Zhotovení bude provedeno pomocí vrtáku s VBD. Do vybraného držáku 240Y0H-20FMHS (Obr. 3.11) je možno upnout destičky pro řezání průměru od 9,5 do 11,07 mm. Tento držák je s šroubovou drážkou. Vrtaná díra je průchozí celým obrobkem. [13]



Obr. 3.11 Držák 240Y0H-20FMHS [11]

Tab. 3.14 Rozměry držáku 240Y0H-20FMHS [13]

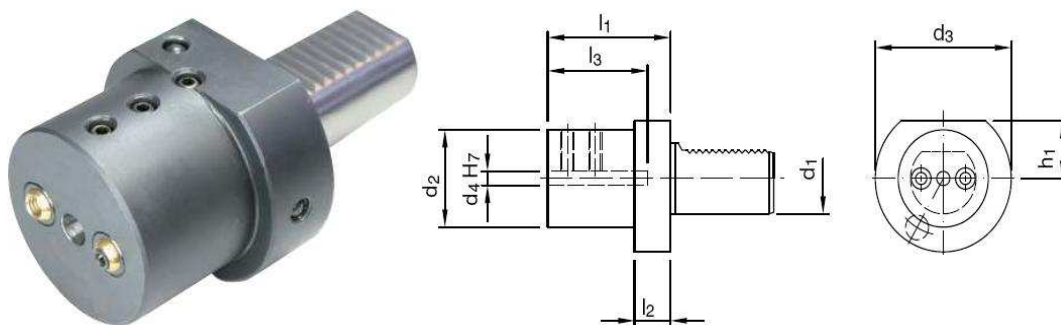
Rozsah vrtání D [mm]	Max. hloubka vrtání L1 [mm]	Délka drážky L2 [mm]	Celková délka L4 [mm]	Délka stopky L5 [mm]	Průměr stopky D1 [mm]
9,5 až 11,07	60	89,7	131,6	41,9	20

Do držáku je upnuta VBD 15YT-10.5 o průměru 10,5 mm. Destička je z rychlořezné oceli (HSS) s povlakem TiN pro zvýšení řezných rychlostí a posuvu na otáčku (Tab. 3.15). Má všeobecné využití pro materiály s tvrdostí do 350 HB. [13]

Tab. 3.15 Doporučené řezné podmínky [13]

Vrtaný materiál	Tvrdost [HB]	Řezná rychlost v_c [m·mm ⁻¹]	Posuv f [mm]
Konstrukční ocel (11 600)	150 až 250	37	0,13

Vrták 240Y0H-20FMHS je upnut ve VDI držáku vnitřních nástrojů, s tvarem E2 (Obr. 3.12). Do tohoto držáku se upínají nástroje s válcovou stopkou. [12]



Obr. 3.12 VDI adapter [12]

Tab. 3.16 Rozměry VDI adaptéru [12]

d_1 [mm]	d_2 [mm]	d_3 [mm]	d_4 [mm]	h_1 [mm]	l_1 [mm]	l_2 [mm]	l_3 [mm]
30	55	68	20	28	60	22	51

Na vyhrubování díry je třeba díra o průměru 32mm. To je minimální průměr, který může obrábět vybraný vnitřní nůž. Držák 21020S-32FMHS (Obr. 3.11) má rozsah vrtaných děr od 24,41 do 35,05 mm. Tento typ držáku je extra krátký s přímou drážkou. [13]

Tab. 3.17 Rozměry držáku 21020S-32FMHS [13]

Rozsah vrtání D [mm]	Max. hloubka vrtání L1 [mm]	Délka drážky L2 [mm]	Celková délka L4 [mm]	Délka stopky L5 [mm]	Průměr stopky D1 [mm]
24,41 až 35,05	57	88,5	146,4	57,9	32

Prvně se použije na vyvrtání díry VBD 132T-32 (Tab. 3.18) o průměru 32 mm s povlakem TiN. Tato destička je vhodná pro všeobecné použití, jako většina jakostních ocelí, litiny, žárovečné slitiny a slitiny hliníku s pevností do 275 HB. [13]

Tab. 3.18 Doporučené řezné podmínky [13]

Vrtaný materiál	Tvrdość [HB]	Řezná rychlost v_c [m·mm ⁻¹]	Posuv f [mm]
Konstrukční ocel (11 600)	150 až 250	37	0,30

Poté se VBD s rovným dnem 152T-32-FB (Tab. 3.19) také průměru 32 mm zarovná dno díry. Touto destičkou se zahlubují nebo zarovnávají dna předvrtaných otvorů. Na destičce z HSS je pro lepší řezné vlastnosti povlak TiN. Obě destičky jsou upnuty ve stejném držáku 21020S-32FMHS. [13]

Tab. 3.19 Doporučené řezné podmínky [13]

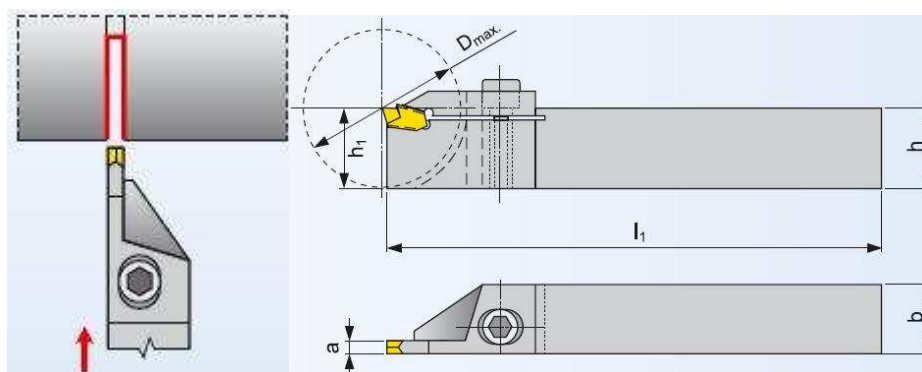
Vrtaný materiál	Tvrdość [HB]	Řezná rychlost v_c [m·mm ⁻¹]	Posuv f [mm]
Konstrukční ocel (11 600)	150 až 250	32	0,25

Vrták 21020S-32FMHS je upnut ve VDI držáku vnitřních nástrojů, s tvarem E2 (Obr. 3.12). [12]

Tab. 3.20 Rozměry VDI adaptéru [12]

d_1 [mm]	d_2 [mm]	d_3 [mm]	d_4 [mm]	h_1 [mm]	l_1 [mm]	l_2 [mm]	l_3 [mm]
30	68	68	32	28	75	22	61

Drážka je soustružena vnějším nožem GLCCR 2020 K 2.65 (Obr. 3.13) pro upichování a zapichování. Do nože patří VBD (LSMX 02050) se šířkou 2,65 mm. [11]

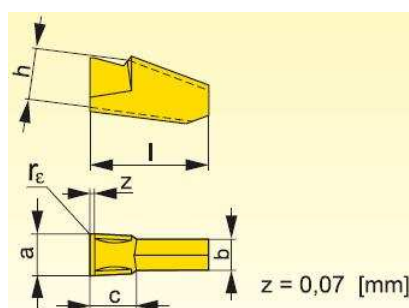


Obr. 3.13 Nůž GLCCR 2020 K 2.65 [11]

Tab. 3.21 Rozměry nože GLCCR 2020 K 2.65 [11]

$h=h_1$ [mm]	b [mm]	l_1 [mm]	a [mm]	$\varnothing D_{max}$ [mm]
20	20	130	2,65	40

VBD v držáku je LCMX 020502TN (Obr. 3.14). Používá se na upichování a zapichování materiálů P a K. Je vhodná pro kontinuální, popřípadě mírně přerušovaný řez. [11]



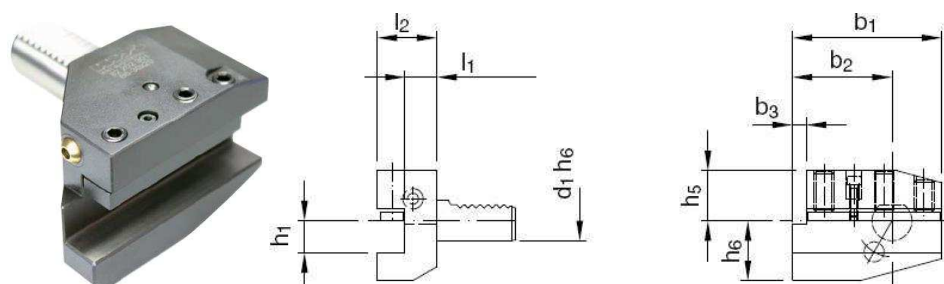
Obr. 3.14 VBD LCMX 020502TN [11]

Tab. 3.22 Rozměry a doporučené řezné podmínky VBD LCMX 020502TN [11]

a [mm]	b [mm]	c [mm]	h [mm]	l [mm]	r_E [-]	f [mm]
2,65	2,20	4,90	5,00	13,50	0,2	0,05 až 0,15

Typ povlakovaného materiálu je 6640 (Příloha 9). Tento povlak obsahuje nosnou vrstvu s TiCN. Je vhodná pro materiály skupin P a K. Používá se při nižších až středních rychlostech na přerušovaný řez a nepříznivé podmínky při obrábění.

Nožový držák s VBD jsou upnuty ve VDI radiálním držáku nástrojů se čtyřhrannou stopkou. VDI adaptér je tvaru B6 levý, dlouhý (Obr. 3.15). [12]



Obr. 3.15 VDI adapter [12]

Tab. 3.23 Rozměry VDI adaptéru [12]

d_1 [mm]	b_1 [mm]	b_2 [mm]	b_3 [mm]	h_1 [mm]	h_5 [mm]	h_6 [mm]	l_1 [mm]	l_2 [mm]
30	100	65	10	20	28	38	22	40

3.2.3 Vrtací operace

Na obrobku jsou vrtány díry se zahloubením a řezané závit.

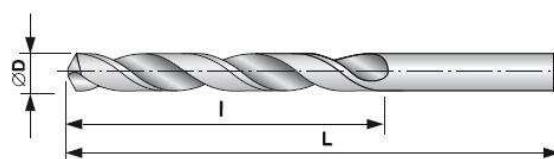
- Možnosti volby druhu nástrojů

Vrtákem se vyvrtává díra o stejném průměru jako vrták. Vrtáky mohou být celistvé nebo s VBD, z HSS nebo slinutého karbidu (SK) v různých provedeních (šroubovou nebo rovnou drážkou, vnitřním chlazením apod.). Upínají se buď do upínací hlavičky, nebo do kuželového trnu. [7]

Závit se řeže na vrtačkách závitníkem. Díra pro závit se vyvrtá o velikosti řezaného závitu zmenšený o stoupání. Druhů závitů je několik (metrický, Whitworthův, apod.). Na obrobku je metrický závit, který se před velikostí označuje velkým písmenem M.

- Zvolené nástroje pro vrtačku

Do polotovaru se vrtá díra o průměru 6 mm a 10,5 mm (Obr 3.16). Na tyto díry jsou použity pravořezné vrtáky s válcovou stopkou z HSS. Při vrtání se vrták chladí emulzí. [14]

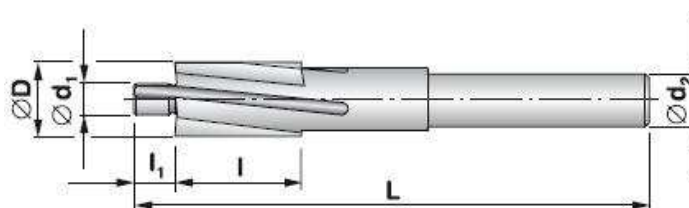


Obr. 3.16 Vrták s válcovou stopkou [14]

Tab. 3.24 Rozměry vrtáků [14]

$\varnothing D$ [mm]	L [mm]	L [mm]	f [mm]	v_c [m·mm ⁻¹]
6	93	57	0,1	23
10,5	133	87	0,16	23

Vrtané díry jsou zahloubeny. Na zahloubení o průměru 18 mm je použit záhlubník s válcovou stopkou a vodícím čepem (Obr 3.17). Vodící čep slouží k vystřelení záhlubníku. Materiál nástroje je z HSS. [14]

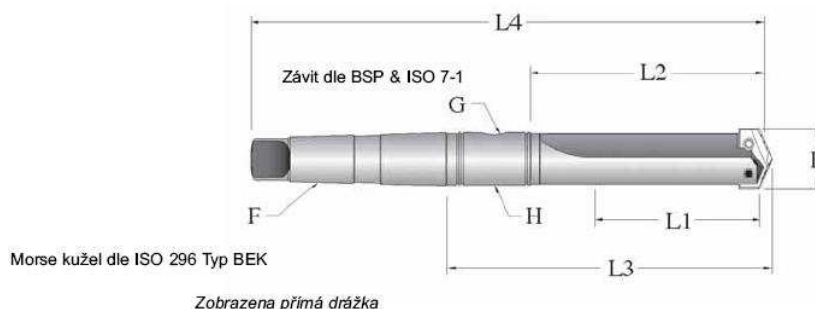


Obr. 3.17 záhlubník s válcovou stopkou a vodícím čepem [14]

Tab. 3.25 Rozměry záhlubníku [14]

$\varnothing D_{z9}$ [mm]	$\varnothing d_{1e8}$ [mm]	$\varnothing d_{2h9}$ [mm]	L [mm]	l [mm]	l_1 [mm]	v_c [m·min ⁻¹]	f [mm]
18	10,5	12,5	100	22	10	25 až 30	0,15

Jedno zahloubení má průměr 12 mm. Toto zahloubení je provedeno vrtákem s VBD. Označení držáku je 2Z0Z0S-002MHS (Obr 3.18). Tento držák má přímou krátkou drážku. [13]



Obr. 3.18 Držák 2Z0Z0S-002MHS [13]

Tab. 3.26 Rozměry držáku 240Y0H-20FMHS [13]

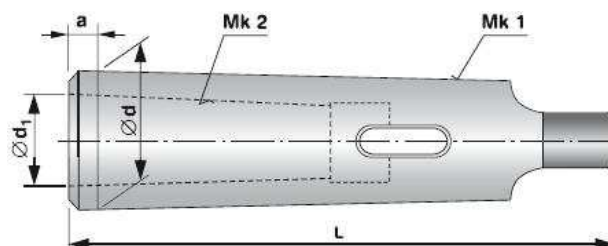
Rozsah vrtání D [mm]	Max. hloubka vrtání L1 [mm]	Délka drážky L2 [mm]	Celková délka L4 [mm]	Morse kužel
11,10 až 12,95	32	51,2	160,3	2

Použitá VBD 15ZT-12-FB má rovné dno. V extra krátkém nebo krátkém držáku se používá pro zahloubení předvrtaných otvorů. Destička je z HSS s povlakem TiN díky čemuž při vrtání mohou být použity vyšší rezní rychlosti (Tab. 3.27). [13]

Tab. 3.27 Doporučené řezné podmínky [13]

Vrtaný materiál	Tvrdość [HB]	Řezná rychlost v_c [$m \cdot min^{-1}$]	Posuv f [mm]
Konstrukční ocel (11 600)	150 až 250	32	0,1

Kužel vřetene má Morse kužel 3. Pro upnutí držáku VBD 2Z0Z0S-002MHS je použito redukční pouzdro (Obr 3.19). [14]



Obr. 3.19 Redukční pouzdro [14]

Tab. 3.28 Rozměry redukčního pouzdra [14]

Mk1	Mk2	$\text{Ø}d$ [mm]	$\text{Ø}d_1$ [mm]	L [mm]	a [mm]
3	2	23,825	17,780	112	18

Vybraný strojní závitník řeže závit M12 se stoupáním 1,5 mm (Obr 3.20). Je vhodný do průchozí i slepé díry. [15]



Obr. 3.20 Závitník M12x1,5 [15]

3.3 Technologický postup

Technologický postup obsahuje činnost strojů a zařízení, která jsou potřeba pro výrobu součástí. Postup dělíme na jednotlivé operace podle technologie nebo pracovní činnosti. Operace je souvislá technologicky stejnorodá část výrobního postupu, která je vykonána na jednom pracovišti. Operace se provádí při jednom seřízení stoji, pokud se nedá provést při jednom seřízení je potřeba ji rozdělit na více operací. K operacím na soustruhu jsou vypracovány návody (Příloha 10) kde jsou uvedeny nástroje potřebné k výrobě s podrobnějším postupem výroby kde jsou uvedeny řezné rychlosti, posuvy apod. [2]

Pracovní postup – rámcový

Součást: Víko		Číslo výkresu: 3-F43-11/02	
Materiál: 11 600	Polotovar: Ø120 x 38 mm	Hmotnost: hrubá: 3,4 kg	čistá: 1,5 kg
Číslo operace	Typ stroje	Popis práce	
10	Pásová pila ARG 200	Řezat na délku 38	
20	Technologická pračka	Odmastit	
30	OTK	Kontrolovat – 10 % Délku 38	
40	Soustruh SF 43/1000 CNC	Upnout za Ø120 / 8 mm Zarovnat čelo Vrtat díru Ø10,5 Hrubovat Ø114 / 23 mm Soustružit načisto Ø112±0,3 / 23±0,2	
50	Soustruh SF 43/1000 CNC	Upnout za Ø112 / 20 Zarovnat čelo Hrubovat Ø71,6 / 9 Soustružit načisto Ø 70 ⁰ _{-0,046} / 10±0,2, R _a 1,6 Soustružit drážku Ø67±0,1 / 2,7±0,1 Vrtat díru Ø32 / 18 Zarovnat dno díry Ø32 / 18 Hrubovat díru Ø48 / 18 Soustružit načisto Ø50±0,3 / 19 ±0,2	
60	Technologická pračka	Odmastit	
70	OTK	Kontrolovat – 10 % Ø120, Ø112, Ø70h8, Ø50 Délky 10, 19, 32 Velikost Ra1,6	
80	Vrtačka BZ-25B/400	Upnout do přípravku Vrtat díru Ø6 – 1x Vrtat díru Ø10,5 – 6x, Vrtat díru Ø10,5 / 14,5 – 1x Zahloubit Ø18 / 10 – 6x Zahloubit Ø18 / 2 – 2x Řezat závit M12x1,5-6H – 1x Řezat závit M12x1,5-6H / 10,5 – 1x	
90	Vrtačka BZ-25B/400	Zahloubit Ø12 / 3	
100	Technologická pračka	Odmastit	
110	OTK	Kontrolovat – 10 % Závit M12x1,5-6H	
120	Balírna	Konzervace, balení	

4 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Vyhodnocení trvanlivosti břítu VBD, strojních časů, počtu vyrobených kusů za rok.

4.1 Trvanlivost břítu nástroje

Trvanlivost je doba trvání řezného procesu během, kterého nástroj efektivně funguje. Po uplynutí této doby vznikají na břítu nástroji poruchy, kterými končí jeho provozuschopný stav. Doba trvanlivosti břítu nástroje se udává v minutách. Trvanlivost břítu se počítá pomocí Taylorova vztahu. [7]

$$T = f(v_c) = C_T \cdot v_c^{-m} \quad (4.1)$$

Kde: T [min] trvanlivost
 v_c [m·min⁻¹] řezná rychlost
 C_T [-] konstanta
 m [-] exponent

Pro soustružnické operace jsou v návodkách (Příloha 10) pro VBD od firmy Pramet Tools voleny řezné podmínky na trvanlivost břítu pro 15 minut. U destiček do vrtáku od firmy Stim Zet není uváděna trvanlivost břítu, dále se tedy počítá také s trvanlivostí pro dobu záběru na 15 minut. Řezné rychlosti v tabulkách prospektu Pramet jsou pouze startovní a musí se přepočítat podle tvrdosti materiálu, stavu stroje apod. [7]

$$v_c = v_{15} \cdot k_{vx} \cdot k_{vT} \cdot k_{vHB} \quad (4.2)$$

Kde: v_c [m·min⁻¹] výsledná řezná rychlost
 v_{15} [m·min⁻¹] startovací rychlost
 k_{vx} [-] korekční součinitel
 k_{vT} [-] korekce na trvanlivost
 k_{vHB} [-] korekce na tvrdost obrobku

Řezná rychlost je tedy nastavena pro trvanlivost břítu destiček Pramet Tools na dobu 15 minut. Při výrobě jedné součásti je, břit v záběru jen určitý čas t_{AS} (Tab. 4.1). Tento jednotkový strojní čas závisí na dráze nástroje a posuvové rychlosti. [7]

$$t_{AS} = \frac{L}{v_f} \quad (4.3)$$

Kde: t_{AS} [min] jednotkový strojní čas
 L [mm] dráha nástroje
 v_f [mm·min⁻¹] posuvová rychlost

Tab. 4.1 Tabulka strojních časů při soustružení jedné součásti

VBD	t_{AS} [min]
PRAMET CNMG 120416E-R - počet břitů na VBD 2x2	0,250
PRAMET CNMG 120408E-F - počet břitů na VBD 2x2	0,507
PRAMET TNMG 160412E-R - počet břitů na VBD 3x2	0,058
PRAMET LCMX 020502TN - počet břitů na VBD 1x1	0,012
STIM ZET 15YT-10.5	0,244
STIM ZET 132T-32	0,172
STIM ZET 152T-32-FB	0,239
Jednotkový strojní čas všech VBD	1,482

Dráha nástroje je delší než délka obráběné plochy. K této délce se přičítá délka náběhu a přeběhu kdy nástroj neodebírá třísku, ale posuvová rychlost je stejná jako při záběru. [7]

$$L = l_n + l + l_p \quad (4.4)$$

Kde: L [mm] dráha nástroje
 l_n [mm] délka náběhu
 l [mm] délka soustružené plochy
 l_p [mm] délka přeběhu

Velikost posuvové rychlosti v_f závisí na posuvu a na otáčkách. [7]

$$v_f = f \cdot n \quad (4.5)$$

Kde: v_f [mm·min⁻¹] posuvová rychlost
 f [mm] posuv na otáčku
 n [min⁻¹] otáčky

Počet otáček, které obrobek vykoná za minutu, se vypočítá z řezné rychlosti a průměru na který je obrobek soustružen. Při snižujícím se průměru potřebné otáčky k dosažení stejné řezné rychlosti rostou. [11]

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} \quad (4.6)$$

Kde: n [min⁻¹] otáčky
 v_c [m·min⁻¹] řezná rychlost
 D [mm] průměr

Hodnoty řezných rychlostí, posuvů na otáčku včetně všech řezných podmínek jsou uvedeny v návodce (Příloha 10).

4.2 Výrobnost a spotřeba

Počet vyrobených kusu a spotřeba VBD se odvíjí od doby trvanlivosti břitů, která je ovlivněna nástrojem, řeznými podmínkami a obrobkem.

Jednotkový vedlejší čas t_{AV} se určí na základě technologického postupu, stroje, počtu upnutí apod. Určení skutečného času a ověření toho teoretického se dá až praktickým provedením.

$$t_{AV} = t_{AS} \cdot 1,2 \quad (4.7)$$

Kde: t_{AV} [min] jednotkový vedlejší čas

t_{AS} [min] jednotkový strojní čas

$$t_{AV} = 1,482 \cdot 1,2 = 1,778 \text{ min}$$

Celkový čas t_A všech soustružnických operací na jedné součástce je určen součtem jednotkových strojních a vedlejších časů.

$$t_A = t_{AS} + t_{AV} \quad (4.8)$$

Kde: t_A [min] celkový čas

t_{AV} [min] jednotkový vedlejší čas

t_{AS} [min] jednotkový strojní čas

$$t_A = 1,482 + 1,778 = 3,26 \text{ min}$$

V tabulce 4.2 je vypočítaná teoretická výrobnost zadané součásti na jednom soustruhu SF 43/1000 CNC za rok v závislosti na směnnosti a předpokládaná spotřeba VBD. Roční fond stroje E_s se snižuje o jedenáct procent jako předpokládané ztráty při opravách stroje.

Tab. 4.2 Výrobnost a spotřeba VBD za rok

Směnnost s [-]	Pracovních dnů v roce 2010 [dny]	Roční fond stroje E_s [hod·rok ⁻¹]	Celkový výrobní čas t_A [min]	Kusů ročně [ks]
1	261	1858	3,26	34196
2		3716		68392
3		5574		102588
Spotřeba VBD				
VBD	1 směna	2 směny	3 směny	
PRAMET CNMG 120416E-R	143	285	428	
PRAMET CNMG 120408E-F	289	578	867	
PRAMET TNMG 160412E-R	23	45	67	
PRAMET LCMX 020502TN	28	55	83	
STIM ZET 15YT-10.5	557	1113	1669	
STIM ZET 132T-32	393	785	1177	
STIM ZET 152T-32-FB	545	1090	1635	

4.3 Posouzení výsledků návrhu

Ke zhotovení zvolené součásti jsou vybrány pásová pila AGR 200 s pilovým pásem pro dělení materiálu z tyče. Pro obrobení tvaru je vybrán soustruh SF 43/1000 CNC se všemi noži pro vnější i vnitřní soustružení, vrtání a VDI adaptéry pro uchycení v nástrojové hlavě. Na vyvrtání děr po obvodu, zahloubení a vyřezání závitů je použita strojní vrtačka a závitověz BZ-25B/400.

Před tím než součástka přejde na další pracoviště je vždy zařazena kontrola pro vyřazení zmetkových kusů. Celkový jednotkový stroj čas při výrobě na soustruhu je 1,482 minuty. Jednotkový vedlejší čas je teoreticky určen na základě složitosti součásti a dalších faktorech na 1,778 minuty. Při sečtení těchto časů dostaneme celkovou dobu výroby jednoho kusu na soustruhu, která by teoreticky měla trvat 3,26 minuty. V tabulce 4.3 jsou uvedeny teoreticky spočítané mezní počty kusů pro zvolení směnnosti na soustruhu ve výrobě.

Tab. 4.3 Počet vyrobených kusů podle směnnosti

Směnnost s [-]	Kusů ročně [ks]
1	34196
2	68392
3	102588

ZÁVĚR

Pro výrobu přírubové součásti je zvoleno na dělení základního materiálu pásová pila. Obrobení kontury z vnějšku a vnitřku je provedeno na CNC soustruh z hlediska tvaru a složitosti součásti. Na vrtací operace je použita vrtačka a závitořez.

Práce obsahují i pracovní postup kde sled operací sestaven na základě tvaru součásti a požadavků na přesnost. Polotovár, z kterého je součást vyráběna je z ocelové tyče proto je prvně dělena na pile. Poté je vhodnější prvně tvar soustružit, po kterém vzniknou plochy pro přesnější upnutí v přípravku na vrtačce.

V příloze 10 je návodka pro soustružnické práce, v které jsou popsány všechny nástroje použité při výrobě i s řeznými rychlostmi, posuvy a dalšími řeznými podmínkami u soustružnických operací. Ty jsou voleny pro trvanlivost bříty po dobu 15 minut.

Na závěr je teoreticky spočítaná doba výroby jednoho kusu součásti. Pomocí tohoto času je spočítaná výrobnost soustruhu při zadaných řezných podmínkách. Na vybraném soustruhu je možno vyrobit při jednosměnném provozu 34196 kusů ročně řešené součásti a při třísměnném provozu až 102588 kusů. Tyto výsledky byly vypočteny na základě teoretických znalostí a dají se ověřit až reálným provedením.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. LIDMILA, Z. a SVOBODA, E. *Strojírenská technologie*. 1. Vyd. Brno: [s.n.], 2007. 250 s. ISBN 978-80-7231-220-7.
2. KOČMAN, Karel a PERNÍKÁŘ, Jiří. *Ročníkový projekt 2 - obrábění* [online]. [cit. 2010-03-11]. Zpracováno v rámci projektu studijních opor v kombinované formě bakalářského studia "Strojírenská technologie". VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2002, 26 s. Dostupné na World Wide Web: <http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/RocnikovyProjekt_II-obrabeni.pdf>.
3. KARAS s.r.o. *Pilové pásy* [online]. [cit. 2010-04-10]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.pilove-pasy.cz>>.
4. FIPAS. *Pilové pásy*. [online]. [cit. 2010-04-09]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.fipas.cz>>.
5. FERMAT CZ s.r.o. *Nové stroje: CNC soustruhy*. [online]. [cit. 2010-03-15]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.fermatmachinery.com/cs>>.
6. SVOBODA, P., BRANDEJS, J. a PROKEŠ, F. *Výběry z norem: pro konstrukční cvičení*. 2. Vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007. 223 s. ISBN 978-80-7204-534-1.
7. KOČMAN, K. a PROKOP, J. *Technologie obrábění*. 1. Vyd. Brno: Akademické nakladatelství CEMR, 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.
8. PROMA CZ. *Obráběcí stroje*. [online]. [cit. 2010-04-26]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.promashop.cz>>.
9. BENEŠ, V. a kolektiv. *Dílenské tabulky: pro školu a praxi*. 1. Vyd. Úvaly: Albra, 2008. 880 s. ISBN 978-80-7361-062-3.
10. DILLINGER, J. a kolektiv. *Moderní strojírenství pro školu i praxi*. Přel. J. Handlíř. 1. Vyd. Praha: Europa-Sobotáles, 2007. 608 s. Přel. z: Fachkunde Metall. ISBN 978-80-86706-19-1.
11. PRAMET TOOLS s.r.o. *Soustružení / Sústruženie*. [online]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.pramet.com/download/katalog/pdf/Turning%202009%20CZSK%20screen.pdf>>.
12. WNT s.r.o. *VDI adaptéry + poháněné nástroje*. [online]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.wnt.com/download/16_VDI_adaptery___pohanene_nastroje.pdf>.
13. STIM ZET a.s. *Katalog standardních výrobků T-A systém*. [online]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.blueboard.cz/dcounter.php?hid=0b3arhp24n277b4jhh82s5a5no9ub7&down=true&url=http://www.stimzetvsetin.cz/data/Katalog_AMEC_standard_CZ.zip>.

14. STIM ZET a.s. *Katalog výrobků STIM ZET a.s. 2009*. [online]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.blueboard.cz/dcounter.php?hid=5hiidafn5hah8s3bboaf61d6tn663j&down=true&url=http://www.stimzetvsetin.cz/data/Katalog_STIM_ZET_2009.zip>.
15. MAISTER s.r.o. *Obrábění a měření*. [online]. [cit. 2010-04-26]. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.maister.cz/index.aspx>>.
16. SVOBODA, P., BRANDEJS, J. a PROKEŠ, F. *Základy konstruování*. 1. Vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007. 203 s. ISBN 978-80-7204-535-8.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

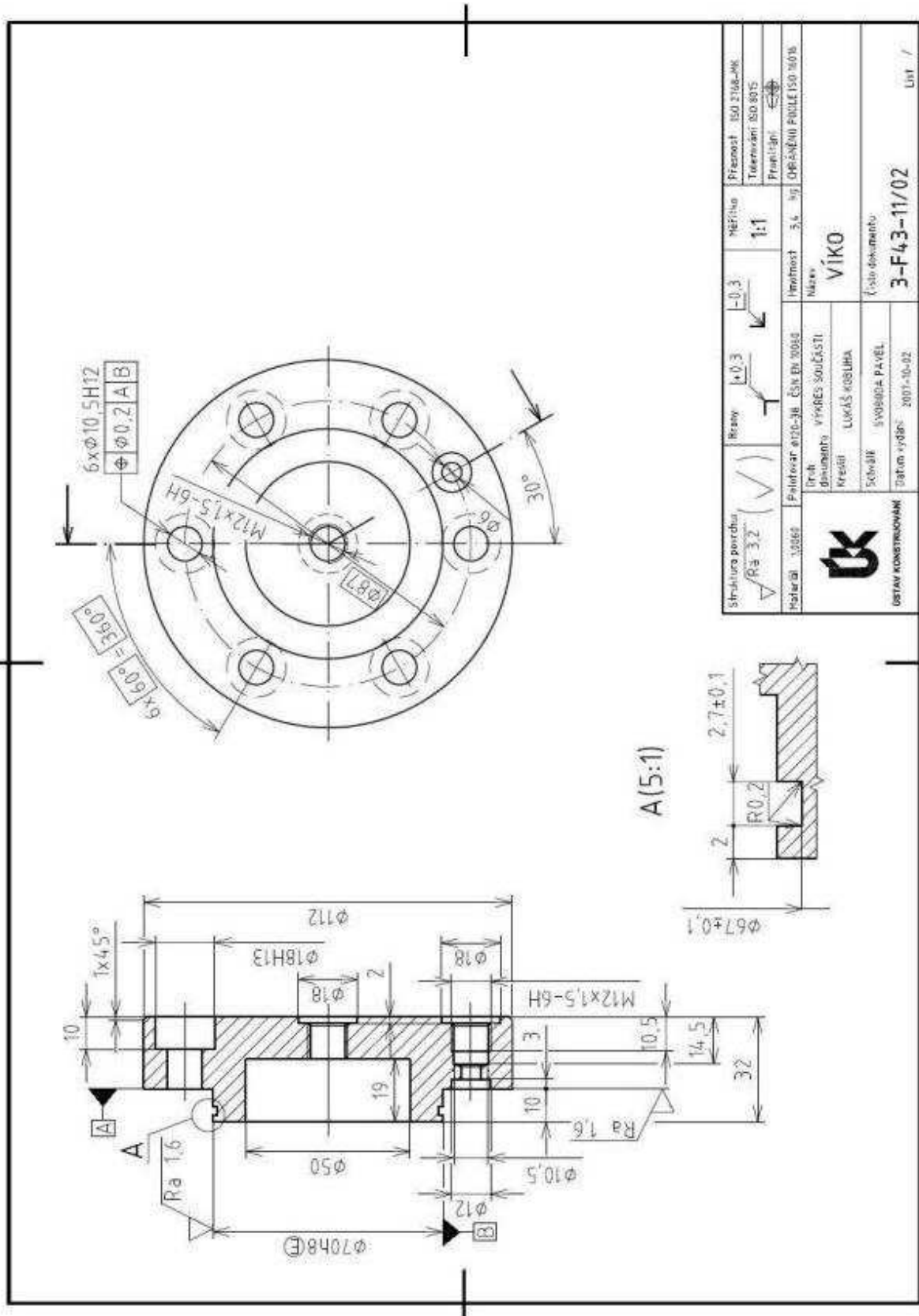
Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
CNC		počítačem číslicové řízení (computer numerical control)
E_s	$[\text{hod}\cdot\text{rok}^{-1}]$	roční fond stroje
HSS		rychlořezná ocel (high speed steel)
K_v		součinitel obrobitelnosti
L	[mm]	dráha nástroje
R_a	$[\mu\text{m}]$	průměrná aritmetická úchylka profilu
R_e	[MPa]	mez kluzu
R_m	[MPa]	mez pevnosti
T	[min]	trvanlivost bříty
VB	[mm]	opotřebení hřbetu
VBD		vyměnitelná břitová destička
a_p	[mm]	šířka záběru ostří
d	[mm]	průměr obrobku
f	[mm]	posuv na otáčku
l_n	[mm]	délka náběhu
l_p	[mm]	délka přeběhu
n	$[\text{min}^{-1}]$	otáčky
p	[mm]	přídavek na průměr
r_ϵ		rádus špičky nástroje
s		směnnost
t_A	[min]	celkový čas
t_{AS}	[min]	jednotkový strojní čas
t_{AV}	[min]	jednotkový vedlejší čas
v_c	$[\text{m}\cdot\text{min}^{-1}]$	řezná rychlost
v_f	$[\text{mm}\cdot\text{min}^{-1}]$	posuvová rychlost
γ_o	[°]	úhel čela v ortogonální rovině
K_r'	[°]	úhel nastavení vedlejšího ostří
λ_s	[°]	úhel sklonu ostří

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Výkres součásti víko
- Příloha 2 Pásová pila AGR 200
- Příloha 3 Soustruh SF 43/1000 CNC
- Příloha 4 Strojní vrtačka BZ-25B/400
- Příloha 5 Řezná rychlost pilového pásu
- Příloha 6 Značení nožů
- Příloha 7 Značení upichovacích a zapichovacích nožů
- Příloha 8 Značení VBD
- Příloha 9 Povlakované materiály
- Příloha 10 Návodky pro operace na soustruhu

Příloha 1

Výkres součásti víko [16]



Příloha 2

Pásová pila AGR 200 [4]



Technické parametry pily AGR 200

Hlavní motor	400 V, 1,05kW		
Rozměr stroje	1350 x 660 x 1450 mm		
Hmotnost stroje	190 kg		
Pilový pás	2490 x 20 x 0,9 mm		
Řezný rozsah	90°	45°	60°
Ø kruhu	200 mm	160 mm	100 mm

Příloha 3

Soustruh SF 43/1000 CNC [5]



Technické parametry soustruhu SF 43/1000 CNC

Obrobek	
Max. točný průměr	425 mm
Max. točná délka	1000 mm
Max. hmotnost obrobků podepřených koníkem	1000 kg
Vřeteno	
Vrtání vřetena	46 mm
Otáčky vřetena	5000 ot./min
Výkon motoru	7,5/11 kW
Nástrojová hlava	
Počet pozic nástrojové hlavy	8
Průřez těla nástroje	20 x 20 mm
Typ držáku nástroje	VDI-30
Osy	
Rychloposuv v ose X, Z	15 m/min
Rozměry	
Délka	3020 mm
Šířka	1920 mm
Výška	2020 mm
Hmotnost	2900 kg

Příloha 4

Strojní vrtačka BZ-25B/400 [8]



Technické parametry vrtačky BZ-25B/400

Maximální průměr vrtáku	25 mm
Řezání závitu	M 14
Vzdálenost vřetene a základní desky	630 mm
Kužel vřetene	MK 3
Otáčky vřetene	290 - 2150 ot./min
Počet rychlostních stupňů	5
Zdvih vřetene	125 mm
Celková výška	1127 mm
Napětí	400 V
Příkon	1100 W
Hmotnost	690 kg

Příloha 5

Řezná rychlost pilového pásu [4]

Základní informace / Řezné rychlosti a koncentrace chladících kapalin

Skupina materiálů	ČSN	DIN	Řezná rychlost (m / min)					Chladící kapalina
			Extra / Diamant Ø < 100 mm	Bimetal Ø 100-100	Bimetal Ø 100-500 mm	Bimetal Ø > 500 mm	Tvrdokov Hartmetall	
Stavební a konstrukční oceli	11301 - 11420	St 37/42	40-60	90-100	70-90	50-70	100-130	10%
	11500 - 11600	St 52/60	35-50	70-90	60-70	40-50	90-120	10%
Slitínové oceli	12010 - 12024	C 10/C 15	50-70	95-110	80-95	60-80	110-140	15%
	14220	16 MnCr 5	35-45	65-75	55-65	40-55	80-100	10%
	15124 - 15412	20 CrMo 5	35-45	65-75	55-65	40-55	80-100	10%
	-	21NiCrMo 2	35-45	55-65	45-55	35-45	70-90	10%
Nitridační oceli	-	34 CrAlNi 7	-	40-45	30-40	20-30	45-60	5%
	-	34 CrAlMo 5	-	40-45	30-40	20-30	45-60	5%
Automatové oceli	11107 - 11110	9 S 20	50-70	100-130	80-120	60-80	100-160	15%
Oceli k zušlechťení	19063, 19083 - 12040, 12060	C 35/45	40-60	75-90	60-75	40-60	90-120	5%
	15142	42 CrMo 4	35-45	60-70	50-60	40-50	70-90	5%
	16342, 16343	34 CrNiMo 6	35-45	60-70	50-60	40-50	70-90	5%
Oceli pro válcová ložiska	14100	100 Cr 6	25-35	65-75	55-65	30-50	70-90	3%
	15220	100 CrMo 7 3	20-30	50-60	40-50	30-40	60-80	3%
Pružinové oceli	13270, 13180	65 Si 7	30-40	60-70	40-60	30-40	65-85	3%
	15260	50 CrV 4	30-40	60-70	40-60	30-40	65-85	3%
Nelegované nástrojové oceli	19255	C 125 W	30-40	50-65	40-50	30-40	65-80	3%
	19150	C 80 W 1	30-40	55-70	45-55	35-45	70-85	3%
Nástrojové oceli pro práci za studena	-	125 Cr 1	30-40	50-65	40-50	30-40	65-80	3%
	19436, 19452, 19721, 19740	X 210 Cr 12	20-30	30-40	20-30	15-20	40-50	na sucho / 2%
	Poldi - 2002, 2002K	X 155 CrV Mo 12 1	20-30	30-40	20-30	15-20	40-50	na sucho / 2%
	-	100 MnCrW 4	20-30	50-60	40-50	30-40	60-80	3%
	-	90 MnCrV 8	20-30	35-45	30-35	20-30	45-55	3%
Nástrojové oceli pro práci za tepla	19520	40 CrMnMo 7	-	25-35	20-25	15-20	70-90	5%
	19552	X 40 CrMoV 5 1	-	22-30	18-22	12-18	60-80	5%
	19663	56 NiCrMoV 7	-	30-40	25-30	20-25	50-70	5%
	-	40 CrMnNiMo 8 6 4	-	25-35	20-25	15-20	35-50	5%
Rychlořezné oceli	19830	S 6-5-2	20-30	45-50	35-45	25-35	50-60	3%
	19820	S 3-3-2	20-30	50-55	40-50	30-40	55-65	3%
	-	S 2-10-1-8	20-30	40-45	30-40	20-30	45-60	3%
	19861	S 10-4-3-10	20-30	40-45	30-40	20-30	45-60	3%
	19842	S 18-0-1	20-30	40-45	30-40	20-30	45-60	3%
Kyselinovzdorné a nerezavějící oceli	17345, 17240, 17042	X 5 CrNi 18 10	-	40-50	30-40	20-30	70-80	10%
	-	X 6 CrNiMoTi 17 12 2	-	40-50	30-40	20-30	65-75	10%
	17022	X 20 Cr 13	-	40-50	30-40	25-35	80-100	10%
Ventilové oceli	17155	X 45 CrSi 9 3	-	45-55	35-45	25-35	50-60	5%
	17465	X 45 CrNiW 18 9	-	40-50	30-40	20-30	40-50	5%
Oceli s vysokou pevností za vysokých teplot	-	X 12 CrCoNi 21 20	-	25-30	20-25	15-20	30-40	10%
	-	X 20 CrMoWV 12 1	-	35-40	30-35	25-30	80-100	10%
Oceli s vysokou tepelnou odolností	17255	X 15 CrNiSi 25 20	-	20-25	15-20	10-15	30-40	15%
	17253	X 12 NiCrSi 36 16	-	20-25	15-20	10-15	30-40	15%

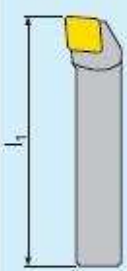








































Příloha 6 (1/2)




Značení vnitřních nožů [11]

1	
Provedení držáku Prevedenie držáka	
S	Ocelový držák Ocelový držák
A	Ocelový držák s chladičím otvorem Ocelový držák s chladičím otvorem

2				
Průměr držáku [mm] Priemer držáka [mm]				
08	10	12	16	20
25	32	40	50	60

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A	40	T	-	P	C	L	N	L	12	-	X

3		4		5		6										
Celková délka Celková dĺžka		Způsob upínání Spôsob upínania		Tvar destičky Tvar doštičky		Tvar nože - úhel nastavení Tvar noža - uhol nastavenia										
	l_1 [mm]	C		S		A		B		C		D		D		
	D	60	D		T		E		F		G		H		J	
	E	70	P		R		K		L		M		N		P	
	F	80	M		K		Q		R		S		S		T	
	H	100	S		W		U		V		W		X		Y	
	J	110	X		L		Z									
	K	125	G		X											
	L	140														
	M	150														
	N	150														
	P	160														
	Q	170														
	R	180														
	S	200														
	T	250														
	U	300														
	V	350														
W	400															
X	450															
Y	500															

7			9								10		
Úhel hřbetu Uhol chrbta			Velikost destičky Veľkosť doštičky								Údaje výrobce Údaje výrobcu		
	N	$\alpha_n=0^\circ$	S	C	D	V	K	W	T	R	X	Speciální provedení stopky Špeciálne prevedenie stopky	
	C	$\alpha_n=7^\circ$.	Hodnota úhlu x u nože tvaru "Z" Hodnota úhlu x pri noži tvaru "Z"	
	P	$\alpha_n=11^\circ$.		
8													
Směr řezu Smer rezu													
R			6,00								87		
			6,35	06	07	11			11		90		
L			8,00								93		
			9,525	09	09	11	16	19	06	16	.		
			10,00								.		
			12,00								.		
			12,70	12	12	15			08	22	12		
			15,875	15	16					27	15		
			16,00								16		
		19,05	19	19						19			
		20,00								20			
		25,00								25			
		25,40	25	25						25			

Příloha 6 (2/2)

Značení vnějších nožů [11]

1	2	3	4
Způsob upínání Spôsob upínania	Tvar destičky Tvar doštičky	Tvar nože - úhel nastavení Tvar noža - uhol nastavenia	Úhel hřbetu Uhol chrbta
C	S C	A B C D D	α_n N $\alpha_n=0^\circ$ C $\alpha_n=7^\circ$ P $\alpha_n=11^\circ$
D	T D	E F G H J	5 Směr řezu Smer rezu
P	R K	K L M N P	
M	W V	Q R S S T	R
S	L X	U V W X Y	L
X		Z	N
G			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
P	C	L	N	R	-	32	25	L	12	-	S

6						8		9								
Výška držáku [mm] Výška držáka [mm]						Celková délka Celková dĺžka		Velikost destičky Velkosť doštičky								
						l_1 [mm]										
08	10	12	16	20	25	D	60	d [mm]								
32	38	40	45	50	60	E	70	6,00								06
7								6,35	06	07	11				11	
Šířka držáku [mm] Šírka držáka [mm]								8,00								08
08	10	12	16	20	25	K	125	9,525	09	09	11	16	19	06	16	
32	38	40	45	50	60	L	140	10,00								10
10								12,00								12
Údaje výrobce Údaje výrobcu								12,70	12	12	15					12
Údaje výrobce Údaje výrobcu								15,875	15	16				08	22	15
Způsob upínání "S" s podložkou Spôsob upínania "S" s podložkou								16,00								16
Se seřizovacími šrouby S nastavovacími skrutkami								19,05	19	19						19
								20,00								20
								25,00								25
								25,40	25	25						25
								38,10	38							

Příloha 7

Značení upichovacích a zapichovacích nožů [11]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
G	F	I	L	25	25	M	03	R	030	017

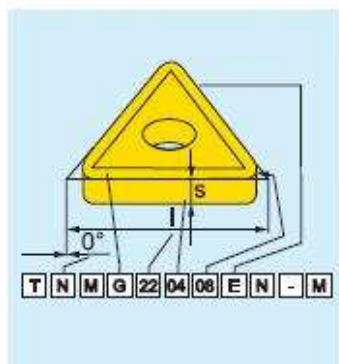


1	2	3	4																										
Způsob upínání Spôsob upínania	Úhel nastavení Uhol nastavenia	Max. hloubka zapichování (soustružení) Max. hĺbka zapichovania (sústruženia)	Verze (pravý / levý) Verzia (pravý, ľavý)																										
G 	 <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">α</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>G = 0°</td> <td>K = 75°</td> </tr> <tr> <td>R = 15°</td> <td>F = 90°</td> </tr> <tr> <td>T = 20°</td> <td>B = 105°</td> </tr> <tr> <td>S = 45°</td> <td>E = 120°</td> </tr> <tr> <td>W = 60°</td> <td>D = 135°</td> </tr> </tbody> </table>	α		G = 0°	K = 75°	R = 15°	F = 90°	T = 20°	B = 105°	S = 45°	E = 120°	W = 60°	D = 135°	 <table border="1"> <tbody> <tr> <td>G = 2,0 × a</td> <td>N = 5,5 × a</td> </tr> <tr> <td>H = 2,5 × a</td> <td>O = 6,0 × a</td> </tr> <tr> <td>I = 3,0 × a</td> <td>P = 6,5 × a</td> </tr> <tr> <td>J = 3,5 × a</td> <td>Q = 7,0 × a</td> </tr> <tr> <td>K = 4,0 × a</td> <td>R = 7,5 × a</td> </tr> <tr> <td>L = 4,5 × a</td> <td>S = 8,0 × a</td> </tr> <tr> <td>M = 5,0 × a</td> <td>T = 8,5 × a</td> </tr> </tbody> </table>	G = 2,0 × a	N = 5,5 × a	H = 2,5 × a	O = 6,0 × a	I = 3,0 × a	P = 6,5 × a	J = 3,5 × a	Q = 7,0 × a	K = 4,0 × a	R = 7,5 × a	L = 4,5 × a	S = 8,0 × a	M = 5,0 × a	T = 8,5 × a	
α																													
G = 0°	K = 75°																												
R = 15°	F = 90°																												
T = 20°	B = 105°																												
S = 45°	E = 120°																												
W = 60°	D = 135°																												
G = 2,0 × a	N = 5,5 × a																												
H = 2,5 × a	O = 6,0 × a																												
I = 3,0 × a	P = 6,5 × a																												
J = 3,5 × a	Q = 7,0 × a																												
K = 4,0 × a	R = 7,5 × a																												
L = 4,5 × a	S = 8,0 × a																												
M = 5,0 × a	T = 8,5 × a																												
Výška držáku [mm] Výška držáka [mm]	Šířka držáku [mm] Šírka držáka [mm]	Délka Dĺžka	Šířka destičky Šírka doštičky																										
 <table border="1"> <tbody> <tr> <td>12 = 12 mm</td> </tr> <tr> <td>16 = 16 mm</td> </tr> <tr> <td>20 = 20 mm</td> </tr> <tr> <td>akd.</td> </tr> </tbody> </table>	12 = 12 mm	16 = 16 mm	20 = 20 mm	akd.	 <table border="1"> <tbody> <tr> <td>12 = 12 mm</td> </tr> <tr> <td>16 = 16 mm</td> </tr> <tr> <td>20 = 20 mm</td> </tr> <tr> <td>akd.</td> </tr> </tbody> </table>	12 = 12 mm	16 = 16 mm	20 = 20 mm	akd.	 <table border="1"> <tbody> <tr> <td>H = 100 mm</td> </tr> <tr> <td>K = 125 mm</td> </tr> <tr> <td>M = 150 mm</td> </tr> <tr> <td>P = 170 mm</td> </tr> <tr> <td>R = 200 mm</td> </tr> </tbody> </table>	H = 100 mm	K = 125 mm	M = 150 mm	P = 170 mm	R = 200 mm	 <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">a [mm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>02</td> <td>2,0</td> </tr> <tr> <td>03</td> <td>3,0</td> </tr> <tr> <td>04</td> <td>4,0</td> </tr> <tr> <td>05</td> <td>5,0</td> </tr> <tr> <td>06</td> <td>6,0</td> </tr> </tbody> </table>	a [mm]		02	2,0	03	3,0	04	4,0	05	5,0	06	6,0	
12 = 12 mm																													
16 = 16 mm																													
20 = 20 mm																													
akd.																													
12 = 12 mm																													
16 = 16 mm																													
20 = 20 mm																													
akd.																													
H = 100 mm																													
K = 125 mm																													
M = 150 mm																													
P = 170 mm																													
R = 200 mm																													
a [mm]																													
02	2,0																												
03	3,0																												
04	4,0																												
05	5,0																												
06	6,0																												
Směr zakřivení planžety Smer zakrivenia planžety	Maximální průměr Maximálny priemer	Minimální průměr Minimálny priemer																											
 Dopňujúci informácie pro ostření obrábění.	 Dopňujúci informácie pro ostření obrábění.	 Dopňujúci informácie pro ostření obrábění.																											

Příloha 8 (1/2)

Značení VBD [11]

1				2		4	
Tvar destičky / Tvar doštičky				Úhel hrubetu / Úhol chrbta		Provedení / Prevedenie	
H	O	P	R	A	B	N	R
S	T	C	D	C	D	F	A
E	M	V	W	E	F	M	G
L	A	B	K	G	N	W	T
					Speciální Špeciálny		Speciální Špeciálne
				P	O	Q	X



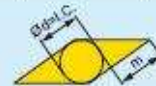
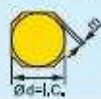
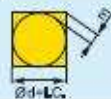
ISO kód

1	2	3	4
T	N	U	N
T	N	M	G

ANSI kód

1	2	3	4
T	N	U	N
T	N	M	G

Označení / Označenie	Tolerance / Tolerancia					
	Tolerance / Tolerancia [mm]			Tolerance / Tolerancia [Palce]		
	m (±)	s (±)	d = I.C. (±)	m (±)	s (±)	d = I.C. (±)
A	0,005	0,025	0,025	0,0002	0,001	0,0010
F	0,005	0,025	0,013	0,0002	0,001	0,0005
C	0,013	0,025	0,025	0,0005	0,001	0,0010
H	0,013	0,025	0,013	0,0005	0,001	0,0005
E	0,025	0,025	0,025	0,0010	0,001	0,0010
G	0,025	0,130	0,025	0,0010	0,005	0,0010
J	0,005	0,025	0,05 + 0,13	0,0002	0,001	0,002 + 0,005
K	0,013	0,025	0,05 + 0,13	0,0005	0,001	0,002 + 0,005
L	0,025	0,025	0,05 + 0,13	0,0010	0,001	0,002 + 0,005
M	0,08 + 0,18	0,130	0,05 + 0,13	0,003 + 0,007	0,005	0,002 + 0,005
N	0,08 + 0,18	0,025	0,05 + 0,13	0,003 + 0,007	0,001	0,002 + 0,005
U	0,05 + 0,38	0,130	0,08 + 0,25	0,005 + 0,015	0,005	0,003 + 0,010



Příloha 8 (2/2)

Značení VBD [11]

d=LC _s		Délka řezné hrany / Dĺžka rezného hrany						
mm	Palce	R	S	T	C	D	V	W
3,97	5/32"			06				
5,00		05						
5,56	7/32"			09				03
6,00		06						
6,35	1/4"			11	06	07		04
8,00		08						
9,525	3/8"	09	09	16	09	11	16	06
10,0		10						
12,0		12						
12,7	1/2"	12	12	22	12	15		08
15,875	5/8"	15	15	27	16			
16,0		16						
19,05	3/4"	19	19	33	19			
20,0		20						
25,0		25						
25,4	1"	25	25		25			
31,75	1 1/4"	31						
32,0		32						
38,1	1 1/2"		38					

Tloušťka / Hrúbka		
Označ.	mm	Palce
01	1,59	1/16"
T1	1,98	
02	2,38	3/32"
03	3,18	1/8"
T3	3,97	5/32"
04	4,76	3/16"
05	5,56	1/4"
06	6,35	1/4"
07	7,94	5/16"
09	9,52	3/8"

Rádus špičky / Rádus špičky		
Označ.	r _E	
	mm	Palce
00	0	0"
02	0,2	
04	0,4	1/64"
08	0,8	1/32"
12	1,2	3/64"
16	1,6	1/16"
24	2,4	3/32"
32	3,2	1/8"

Kruhové destičky / Kruhové doštičky	
d=LC	Označ.
Palce	00
mm	M0


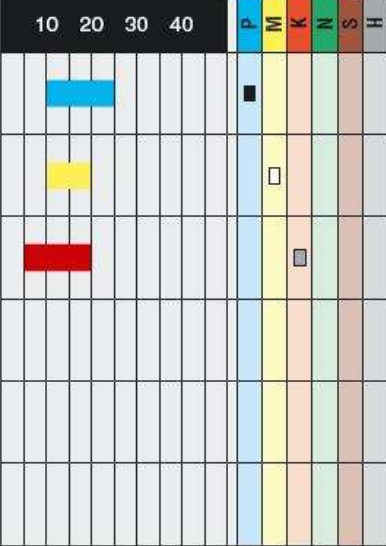
5	6	7	8	9	10
22	04	08			
22	04	08	E	N	- M
5A	6A	7A	8	9	10
4	3	2			
4	3	2	E	N	- M

ANSI kód		
Vepsaná kružnice Vpísaná kružnica	Tloušťka Hrúbka	Rádus špičky Rádus špičky
Označ.	d = LC	r_E
	mm	mm
	Palce	Palce
1	3,175	1/8"
(1,2)	3,969	5/32"
(1,5)	4,763	3/16"
(1,8)	5,556	7/32"
2	6,350	1/4"
(2,5)	7,938	5/16"
3	9,525	3/8"
4	12,700	1/2"
5	15,875	5/8"
6	19,050	3/4"
7	22,225	7/8"
8	25,400	1"
10	31,750	1 1/4"
1	1,588	1/16"
(1,2)	1,984	5/64"
(1,5)	2,381	3/32"
2	3,175	1/8"
(2,5)	3,969	5/32"
3	4,763	3/16"
(3,5)	5,556	7/32"
4	6,350	1/4"
5	7,938	5/16"
6	9,525	3/8"
7	11,113	7/16"
8	12,700	1/2"
9	14,288	9/16"
10	15,875	5/8"
x		ostatní

8	
Provedení řezné hrany / Prevedenie rezného hrany	
F Ostré hrany Ostré hrany	E Zaoblené hrany Zaoblené hrany
T Hrany s fazetkou Hrany s fazetkou	S Zaoblené hrany s fazetkou Zaoblené hrany s fazetkou
K Hrany s dvojitou fazetkou Hrany s dvojitou fazetkou	P Zaoblené hrany s dvojitou fazetkou Zaoblené hrany s dvojitou fazetkou
9	
Směr posuvu / Smer posuvu	
R	N
L	
10	
Utvařec / Utvárač	

Příloha 9 (1/2)

Povlakované materiály [11]

Mikrostruktura Mikrostruktúra	Aplikační oblasti Aplikačné oblasti	Skupina obráběných materiálů Skupina obráběných materiálů	Doporučené použití Doporučené použitie
6610	10 20 30 40	P M K N S H	popis materiálu
		<ul style="list-style-type: none"> - funkčně gradientní substrát s relativně nízkým obsahem kobaltu - silný povlak s nosnou vrstvou Al₂O₃ nanesený metodou MTCVD - dokončovací až hrubovací soustružení - obrábění materiálů skupin P dále K a podmíněně aplikovatelný i pro sk. M - vyšší řezné rychlosti - kontinuální a podmíněně i mírně přerušovaný řez <ul style="list-style-type: none"> - funkčně gradientní substrát s relativně nízkým obsahem kobaltu - silný povlak s nosnou vrstvou Al₂O₃ nanesený metodou MTCVD - dokončovací až hrubovací soustružení - obrábění materiálů skupin P a dále K a podmíněně aplikovatelný aj pre skupinu M - vyššie rezné rýchlosti - neprerušovaný a podmienene aj mierne prerušovaný rez 	<ul style="list-style-type: none"> - funkčně gradientní substrát s relativně nízkým obsahem kobaltu - unikátní duální povlak nanesený kombinací metod MTCVD a PVD s nosnou vrstvou TiCN - dokončovací až hrubovací soustružení - obrábění materiálů skupin P dále K a podmíněně aplikovatelný i pro skupinu M - vyšší řezné rychlosti - kontinuální a podmíněně i mírně přerušovaný řez <ul style="list-style-type: none"> - funkčně gradientní substrát s relativně nízkým obsahem kobaltu - unikátní duální povlak nanesený kombinací metod MTCVD a PVD s nosnou vrstvou TiCN - dokončovací až hrubovací soustružení - obrábění materiálů skupin P dále K a podmíněně aplikovatelný i pre skupinu M - vyššie rezné rýchlosti - kontinuálne a podmienene aj pre mierne prerušovaný rez

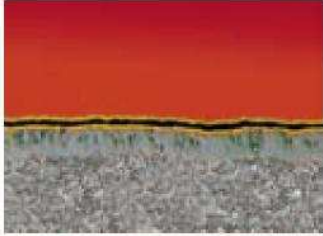
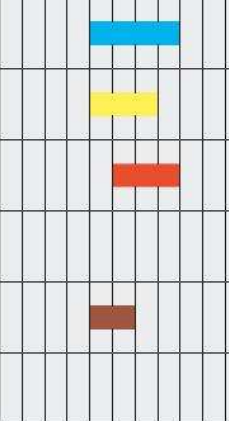
■ - hlavní oblast použití / hlavná oblasť použitia

□ - další použití / ďalšie použitie

◻ - podmíněně použití / podmienene použitie

Příloha 9 (2/2)

Povlakované materiály [11]

Mikrostruktura Mikrostruktúra	Aplicační oblasti Aplicačné oblasti	Skupina obráběných materiálů Skupina obráběných materiálův	Doporučené použití Doporučené použitie
6640	10 20 30 40	P M K N S H	popis materiálu
			<ul style="list-style-type: none"> - substrát bez kubických karbidů (typ H) - tenký povlak s nosnou vrstvou TiCN nanesený metodou MTCVD - zejména polohrubovací a hrubovací soustružení - zejména pro materiály skupiny P a M, dále použitelný i pro skupinu K a podmíněně i S - nižší až střední řezné rychlosti - přerušovaný řez a nepříznivé záběrové podmínky <ul style="list-style-type: none"> - substrát bez kubických karbidů (typ H) - tenký povlak s nosnou vrstvou TiCN nanesený metodou MTCVD - zejména polohrubovací a hrubovací soustružení - zejména pro materiály skupiny P, M, použitelný však i pro skupinu K a podmíněně i S - nižší až střední řezné rychlosti - přerušovaný řez a nepříznivé záběrové podmínky

Příloha 10 (1/3)

Návodka

Výrobní návodka		
Součást: Víko		Číslo výkresu: 3-F43-11/02
Stroj: SF 43/1000 CNC	Polotovary: Ø120 - 38	Číslo operace: 40
Nástroj	Držák	VBD
1. Hrubovací nůž vnější	PRAMET PCLNR 2020 K 12	PRAMET CNMG 120416E-R Mat. 6615
2. Dokončovací nůž vnější	PRAMET PCLNR 2020 K 12	PRAMET CNMG 120408E-F Mat. 6610
3. Vrták	STIM ZET 240Y0H-20FMHS	STIM ZET 15YT-10.5 Povlak TiN

Číslo op.	Operace	v_c	n	f	a_p	L	t_{AS}	Číslo nástr.
		[m·min ⁻¹]	[min ⁻¹]	[mm]	[mm]	[mm]	[min]	
1	Zarovnat čelo	234	620 - 5000	0,6	3	62	0,037	1
2	Vrtat díru Ø10,5	37	1122	0,15	-	41	0,244	3
3	Hrubovat Ø114	234	653	0,6	3	25	0,064	1
4	Soustružit načisto Ø112	356	1011	0,13	1	25	0,190	2

Příloha 10 (2/3)

Návodka

Výrobní návodka		
Součást: Víko		Číslo výkresu: 3-F43-11/02
Stroj: SF 43/1000 CNC	Polotovary: Ø120 - 38	Číslo operace: 50
Nástroj	Držák	VBD
1. Hrubovací nůž vnější	PRAMET PCLNR 2020 K 12	PRAMET CNMG 120416E-R Mat. 6615
2. Dokončovací nůž vnější	PRAMET PCLNR 2020 K 12	PRAMET CNMG 120408E-F Mat. 6610
3. Hrubovací nůž vnitřní	PRAMET A25R-PTFNR 16	PRAMET TNMG 160412E-R Mat. 6615
4. Dokončovací nůž vnitřní	PRAMET A25T-DCLNR12	PRAMET CNMG 120408E-F Mat. 6610
5. Zapichovací nůž vnější	PRAMET GLCCR 2020 K 2.65	PRAMET LCMX 020502TN Mat. 6640
6. Vrták	STIM ZET 21020S-32FMHS	STIM ZET 132T-32 Povlak TiN
7. Vrták	STIM ZET 21020S-32FMHS	STIM ZET 152T-32-FB Povlak TiN

Příloha 10 (3/3)

Návodka

Číslo op.	Operace	v_c	n	f	a_p	L	t_{AS}	Číslo nástr.
		[m·min ⁻¹]	[min ⁻¹]	[mm]	[mm]	[mm]	[min]	
1	Zarovnat čelo	234	620 - 5000	0,6	3	62	0,037	1
2	Hrubovat Ø110	234	677	0,6	5	11	0,027	1
3	Hrubovat Ø100	234	744	0,6	5	11	0,025	1
4	Hrubovat Ø90	234	827	0,6	5	11	0,022	1
5	Hrubovat Ø80	234	931	0,6	5	11	0,020	1
6	Hrubovat Ø71,6	234	1040	0,6	4,2	11	0,018	1
7	Soustružit načisto Ø70	356	1618	0,15	0,8 - 1	35	0,144	2
8	Soustružit drážku	180	855	0,15	-	1,5	0,012	5
9	Vrtat díru Ø32	37	368	0,3	-	19	0,172	6
10	Zahloubit díru Ø32	32	318	0,25	-	19	0,239	7
11	Hrubovat díru Ø40	159	1265	0,6	4	20	0,026	3
12	Hrubovat díru Ø48	159	1054	0,6	4	20	0,032	3
13	Soustružit načisto díru Ø50	254	1617	0,15	1	42	0,173	4