



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 SOUČÁSTI ZADNÍ BRZDY

TECHNOLOGICAL DESIGN OF THE COMPONENT TO AUTOMOTIVE BACK
BRAKE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Jiří VOLFÍK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Milan KALIVODA

BRNO 2012

ABSTRAKT

Návrh technologie vybrané součásti zadní kotoučové brzdy automobilu, zabývající se problematikou volby vhodného polotovaru, výběru moderních strojů a progresivních nástrojů umožňující co nejvyšší stupeň optimalizace výrobního procesu, vytvoření výrobního postupu a operačních návodek, technicko-ekonomické zhodnocení a diskuze.

Klíčová slova

brzda, brzdový píst, technologie, soustružnické centrum, CNC bruska

ABSTRACT

Process design of selected part of the car brake system-rear brake disc, that considers appropriate semi-manufactured product, choice of high-tec machines and progressive tools that will allow the highest level of the process optimatisation, well design routings, engineering and cost evaluation followed by discussin.

Key words

brake, brake piston, technology, turning center, CNC grinder

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

VOLFÍK, Jiří. *Návrh technologie součásti zadní brzdy automobilu*. Brno 2012. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 39 s. 12 příloh. Vedoucí práce Ing. Milan Kalivoda.

PROHLÁŠENÍ

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

Datum

Jiří Volfík

PODĚKOVÁNÍ

V této sekci můžete poděkovat komukoli, kdo vám významným způsobem napomohl v řešení vaší závěrečné práce jako například vedoucímu práce, ale také případným konzultantům, firmám, rodině a dalším. Poděkování může vypadat například takto.

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

OBSAH

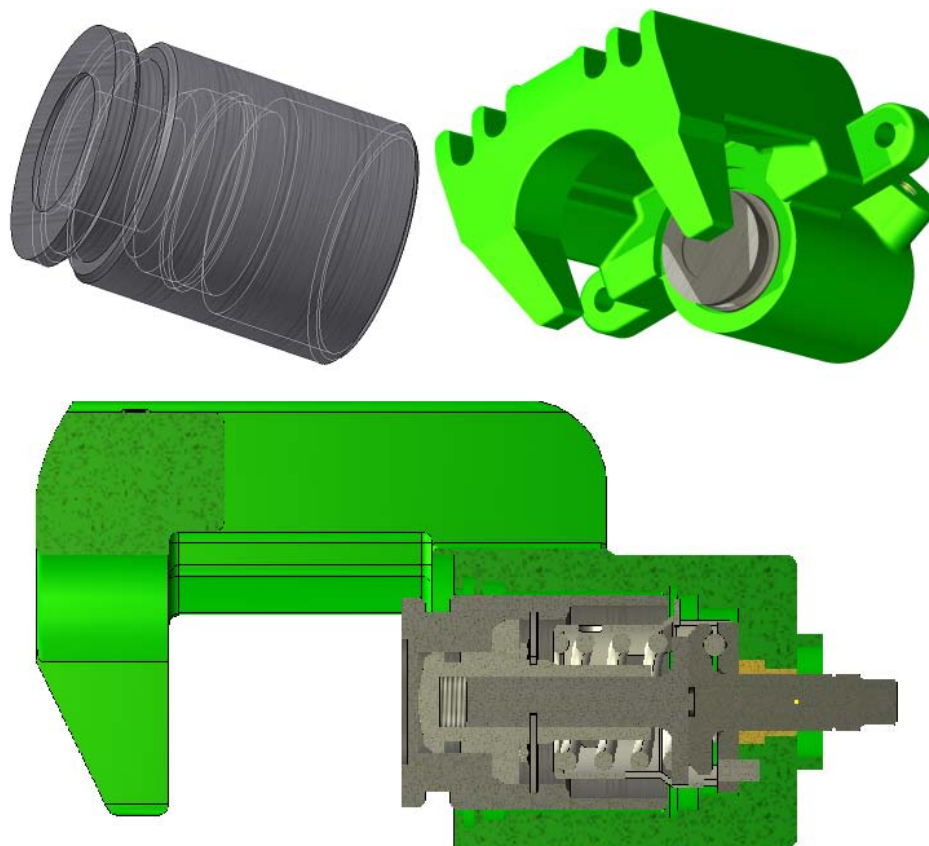
ABSTRAKT	4
PROHLÁŠENÍ.....	5
PODĚKOVÁNÍ	6
OBSAH	7
ÚVOD	9
1 TEORETICKÝ ROZBOR BRZD	10
1.1 Funkce a charakteristika	10
1.2 Rozdělení brzdových systémů (u automobilů)	10
1.3 Brzdy kotoučové	11
1.3.1 Funkce kotoučové brzdy	11
1.3.2 Konstrukce kotoučové brzdy	11
2 TECHNOLOGICKÝ ROZBOR A POPIS KONSTRUKCE VYRÁBĚNÉ SOUČÁSTI – BRZDOVÝ PÍST	13
2.1 Specifikace vyráběné součásti	13
2.2 Volba druhu polotovaru	13
2.2.1 Varianta polotovaru „A“ – přířez.....	13
Výpočet rozměrů polotovaru a norem spotřeby materiálu pro variantu „A“	14
2.2.2 Varianta polotovaru „B“- protlaček.....	17
Výpočet rozměrů polotovaru a norem spotřeby materiálu pro variantu „B“	18
2.2.3 Celková spotřeba materiálu pro zvolenou variantu „B“	22
3 TECHNOLOGIE VÝROBY	23
3.1 Použité výrobní metody	23
3.1.1 Tváření	23
3.1.2 Soustružení.....	23
3.1.3 Broušení	23
3.2 Výběr strojů	24
3.2.1 Automatická pásová pila.....	24
3.2.2 CNC soustružnické centrum	25
3.2.3 CNC bruska vnitřních a vnějších válcových ploch.....	25
3.3 Použité nástroje a měřicí přístroje	26
3.4 Výrobní postup a operační návodky	28
3.4.1 Výpočet řezných podmínek a strojních časů	28
4 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	30
5 DISKUZE	32
5.1 Návrh pokračování řešení	33

ZÁVĚR	34
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	35
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	36
SEZNAM PŘÍLOH.....	39

ÚVOD

Brzdové systémy jsou jednou z nejdůležitějších součástí každého strojního zařízení, u kterého je nutné řídit rychlost pohybu jednotlivých součástí zařízení nebo pohyb zařízení samotného. V automobilovém průmyslu jsou tyto systémy dvojnásob důležité, protože při každém usednutí do automobilu se člověk vystavuje určitému nebezpečí, a jak je známo každému řidiči se zdravým rozumem, není tak životně důležité automobil rozpohybovat, ale dokázat ho včas uvést do klidu. Tudíž je tomuto odvětví věnována velká pozornost ať už se jedná o sériovou výrobu, nebo realizaci sportovního speciálu. Konstrukce a typ použitých brzd, se odvíjí od toho jakým způsobem a kde by mohlo být vozidlo používáno, bere se v potaz jeho hmotnost a výkon, zda se bude jednat například o sportovní vůz, rodinný vůz nebo o nákladní vozidlo. Toto vše spadá pod hlavní záměr o dostatečném naddimenzování brzdového systému, aby bylo možno vozidlo co nejdříve zastavit a došlo tak k co nejmenšímu ohrožení posádky vozidla, v krizové situaci.

Tato práce se zabývá návrhem technologie výroby součásti zadní kotoučové brzdy, konkrétně brzdového pístku, od firmy VW Group, systém Lucas, které se používají v rámci koncernových automobilek na vozidlech, jako jsou například Audi A3, Seat Leon, Volkswagen Golf, Passat a Škoda Fabia, Superb (u některých modelů pouze u silnější motorizace). Vzhledem k tomu na kolika typech vozidel se tyto brzdy používají a v jak velkém množství se tyto automobily ročně vyrábějí, je nutné brzdové komponenty vyrábět formou hromadné výroby.



Obr. 1 Model řešené součásti a sestavy zadní brzdy automobilu

1 TEORETICKÝ ROZBOR BRZD

Brzda je mechanismus, sestávající se ze dvou základních prvků. Prvku brzdícího a prvku brzděného (např. brzdový špalík a ráfek kola), které existují v mnoha podobách, dle principu, konstrukce a funkčního uspořádání brzdy.

1.1 Funkce a charakteristika

Brzda v kombinaci s dalšími komponentami nutnými pro její správný chod tvoří brzdovou soustavu, která slouží ke zmenšování rychlosti jedoucího vozidla, popř. až k jeho zastavení, nebo která slouží k zajištění stojícího vozidla. Principem brzd je přeměna pohybové (kinetické) energie na energii tepelnou, která vzniká třením brzdového segmentu o třecí plochu brzdového kotouče, nebo bubnu. Účinnost brzdového systému je závislá na mnoha parametrech, nejdůležitější z nich jsou, velikost třecího koeficientu brzdového segmentu, třecí plochy a působící přitlačné síly. [1]

1.2 Rozdělení brzdových systémů (u automobilů)

Brzdové systémy dělíme podle. [1]

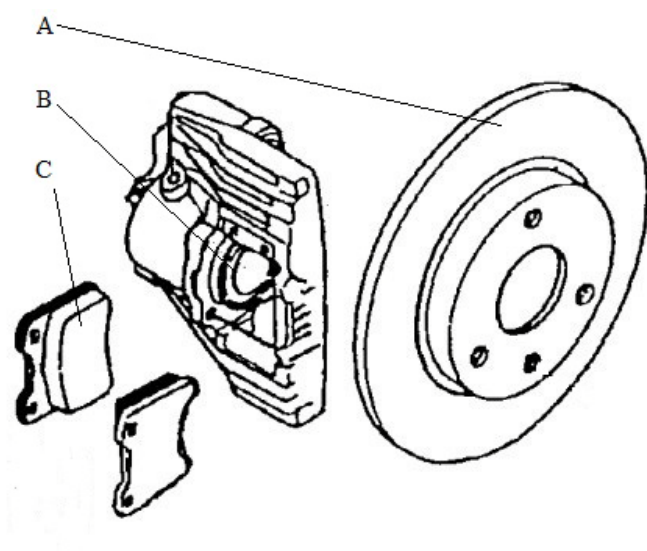
- a) Účelu na :
 - provozní,
 - nouzové,
 - parkovací,
 - odlehčovací.
- b) Zdroje energie:
 - přímočinné,
 - polostrojní,
 - strojní.
- c) Ovládacího ústrojí: - nožní,
 - ruční,
 - nájezdové,
 - gravitační.
- d) Druhu převodu: - mechanický převod,
 - hydraulický převod,
 - pneumatický převod,
 - elektrický převod.
- e) Uspořádání: - jednookruhovou soustavu,
 - více okruhovou soustavu.
- f) Konstrukce: - bubnové,
 - kotoučové.

1.3 Brzdy kotoučové

Jsou v dnešní době nejpoužívanějším typem brzd u většiny typů vozidel. Zpravidla jsou u automobilů umístovány na přední nápravu, která při brzdění nese největší zatížení, oproti zadní nápravě, která vlivem setrvačných sil a momentů, není tolik zatížena, a proto ji není nutné u slabších a menších vozů opatřovat tak účinnými brzdami, místo nich se použijí brzdy bubnové.

1.3.1 Funkce kotoučové brzdy

Princip činnosti kotoučové brzdy (viz. obr. 1.1) je založen na síle přenášené hydraulicky, pneumaticky nebo mechanicky, která působí na dno brzdového pístu. Vzniklá síla je založena na jednoduchém zákonu síly, která je rovna tlaku působícímu na plochu dna. Brzdový píst je v kontaktu s dosedací plochou brzdového segmentu, a vlivem působící síly přitlačuje brzdový segment k třecím plochám brzdového kotouče, tím nastává brzdící moment.

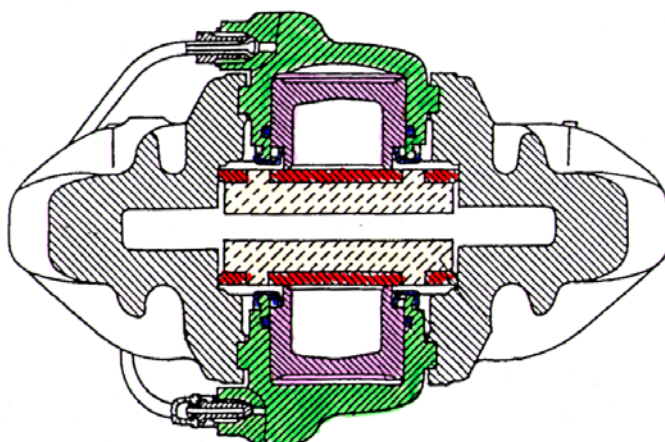


Obr. 1.1 Schéma kotoučové brzdy: A) brzdový kotouč, B) brzdový píst, C) brzdové segmenty [2]

1.3.2 Konstrukce kotoučové brzdy

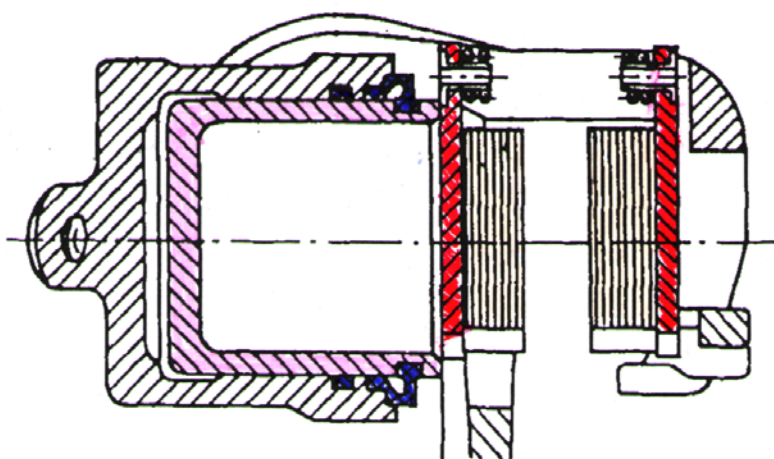
Kotoučové brzdy rozdělujeme dle konstrukce na kotoučové brzdy s pevným třmenem a na kotoučové brzdy s plovoucím třmenem. Obě tyto konstrukce mají velmi podobné ne-li stejné základní komponenty pouze se liší konstrukcí, uložením třmenů a počtem některých komponent.

Kotoučová brzda s pevným třmenem (viz. obr. 1.2), má dva nebo více brzdových pístů uložených vždy v páru naproti sobě v těle třmenu. Mezi písty se nachází brzdové segmenty a brzdový kotouč. Brzdový třmen je pevně uchycen k nápravě vozidla.



Obr. 1.2 Náskres pevného brzdíče [1]

Kotoučová brzda s plovoucím třmenem (viz. obr. 1.3), má zpravidla pouze jeden brzdový píst, uložený v brzdovém třmenu. Brzdový třmen je uchycen pomocí dvou čepů, jež jsou pohyblivě uloženy v držáku brzdového třmenu, který je pevně spojen s nápravou vozidla. Čepy dovolují axiální pohyb třmenu, což umožňuje přitlačit z obou stran brzdového kotouče brzdové segmenty pouze jedním pístem.



Obr. 1.3 Náskres plovoucího brzdíče [1]

2 TECHNOLOGICKÝ ROZBOR A POPIS KONSTRUKCE VYRÁBĚNÉ SOUČÁSTI – BRZDOVÝ PÍST

Součást nemá žádné neobvyklé konstrukční specifikace a tvary, díky čemu se dá vyrobit zcela standardní technologií. Stupně přesnosti výroby, drsnosti povrchu a obrobitelnost materiálu 12b, se též nacházejí v oblasti standardní technologie výroby, a proto zde není nutné užití speciálních technologií, což je především z hlediska technologického a ekonomického značnou výhodou.

2.1 Specifikace vyráběné součásti

Vyráběná součást (výkres viz. příloha č. 1) má válcový tvar, o délce $L = 51$ mm a největším průměru $D = 38$ mm. Na součásti je nutno obrobit šest průměrů, z nichž dva je nadále třeba brousit, pro dosažení větší přesnosti, lepší kvality povrchu a jejich funkčnosti. Jedná se o vnější povrch průměru 38 h6, který je ve styku s břítem těsnícího kroužku (gufera), čímž je docíleno těsnosti celého systému, a zároveň slouží jako vedení celého brzdového pístu v těle brzdového třmenu. Dále povrch vnitřního průměru 18 H7, který slouží jako vedení vnitřního mechanismu ruční brzdy, a čelní plocha tohoto otvoru sloužící jako opěrná plocha již zmíněného mechanismu. Uvedená plocha vznikne tvářením za studena, tato technologie zajistí požadovanou drsnost a pevnost materiálu a nebude třeba ji dále obrábět.

VÝKRES ČÍSLO: 1-3P2/2012

MATERIÁL: -označení dle národní technické normy ČSN 11 600.0

-označení dle evropské normy EN 1.0060

Tab. 2.1 Materiálové vlastnosti

R_m [MPa]	$R_{e\ min}$ [MPa]	Tvrdost HB	Třída odpadu	Obrobitelnost
590	295	205	001	12b

2.2 Volba druhu polotovaru

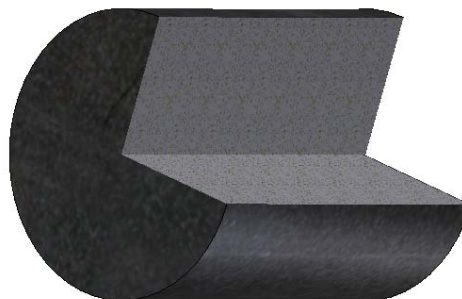
Polotovar je výchozí surovina, která je vhodně připravena pro výrobu dané součásti. Při výběru polotovaru hledíme především na ekonomické hledisko, polotovar se má tvarem a rozměry co nejvíce přiblížit hotové součásti. Při hodnocení polotovaru musí jeho provedení splňovat následující podmínky:

- přídavky na obrábění musí být optimální,
- spotřeba materiálu minimální,
- vynaložená práce na výrobu má být minimální. [3]

2.2.1 Varianta polotovaru „A“ – přířez

Polotovarem vyráběné součásti po zahrnutí všech přídavků je přířez z normalizované tyče, kruhové válcované za tepla o $\varnothing 42$ mm, vypočteno dle vztahu (2.2), z konstrukční uhlíkové oceli třídy 11, pro zpřesnění zvolený materiál brzdového pístu je uhlíková ocel ČSN 11 600.0. Přídavek na délku je vzhledem k délce výrobku 51mm a způsobu dělení polotovaru pásovou pilou zvolen 3 mm.

Tento druh oceli není doporučen pro další tepelné zpracování, má poněkud vyšší pevnost a je obtížně svařitelný. Tato ocel je zpracovávána ve stavu dodávaném přímo z hutí, bez nutnosti jakýchkoliv dalších tepelných úprav. [4]



Obr. 2.1 Model polotovaru přířezu

Výpočet rozměrů polotovaru a norem spotřeby materiálu pro variantu „A“

a) Rozměry polotovaru

přídavek na průměr

$$p = 0,05 \cdot d_{max} + 2 \text{ [mm]} \quad (2.1)$$

$$p = 0,05 \cdot 38 + 2 = 3,9 \text{ mm}$$

kde: p [mm] - přídavek na průměr,
 d_{max} [mm] - maximální průměr součásti.

průměr přířezu

$$d_0 = d_{max} + p \text{ [mm]} \quad (2.2)$$

$$d_0 = 38 + 3,9 = 41,9 \text{ mm}$$

$d_0 = 41,9 \text{ mm} \Rightarrow$ nejbližší vyšší normalizovaný průměr polotovaru $d = 42 \text{ mm}$

kde: d_0 [mm] - výchozí průměr polotovaru,
 d_{max} [mm] - maximální průměr polotovaru.

přídavek na délku

přídavek na délku volím 3 mm

$$l_0 = l_{max} + 3 \text{ mm} \quad (2.3)$$

$$l_0 = 51 + 3 = 54 \text{ mm}$$

kde: l_0 [mm] - výchozí délka polotovaru,
 l_{max} [mm] - maximální délka součásti.

- určený polotovaru: **ø 42 ČSN 42 5510.12 – 11 600.0** o délce přířezu 54 mm

b) Normy spotřeby materiálu

Ztráty při zpracování tyčí vznikají: a) při dělení

b) při obrábění přídavků

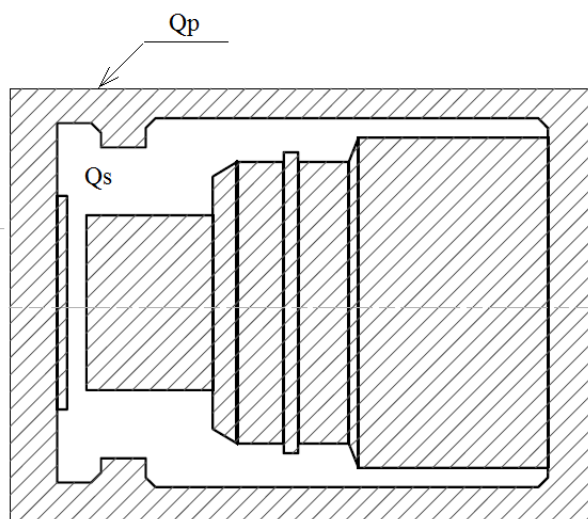
c) z nevyužitého konce tyče

ztráty vzniklé obráběním (viz. obr. 2.2)

$$q_o = Q_p - Q_s [kg] \quad (2.4)$$

$$q_o = 0,598 - 0,188 = 0,41 \text{ kg}$$

kde: q_o [kg] - ztráty obráběním,
 Q_p [kg] - hmotnost polotovaru,
 Q_s [kg] - hmotnost finálního výrobku.



Obr. 2.2 Ztráty materiálu obráběním

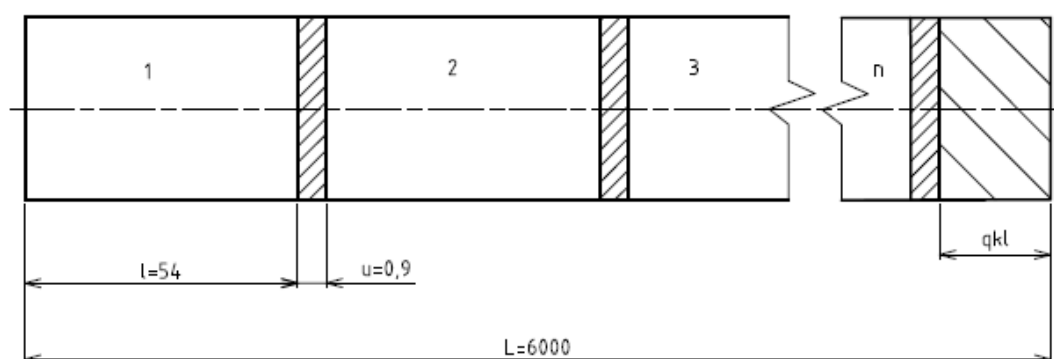
ztráty vzniklé dělením materiálu (viz. obr. 2.3)

$$q_u = u \cdot S \cdot \rho [kg] \quad (2.5)$$

$$q_u = 0,9 \cdot 1385,4 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 0,0098 \text{ kg}$$

kde: q_u [kg] - ztráty dělením materiálu,
 u [mm] - prořez pásové pily (síla řezného pásu),
 S [mm²] - plocha průřezu dílu,
 ρ [kg · m⁻³] - hustota materiálu.

ztráty vzniklé z nevyužitého konce tyče (viz. obr. 2.3)



Obr. 2.3 Ztráty materiálu dělením a nevyužitým koncem

$$n = \frac{L}{l + u} [ks] \quad (2.6)$$

$$n = \frac{6000}{54 + 0,9} = 109,28 \approx 109 \text{ ks}$$

kde: n [ks] - počet kusů přířezů z jedné tyče,
 L [mm] - délka tyče,
 l [mm] - délka přířezu.

$$Q_k = q_{kl} \cdot \rho \cdot S [kg] \quad (2.7)$$

$$Q_k = 15,9 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} \cdot 1385,4 = 0,172 \text{ kg}$$

kde: Q_k [kg] - celková ztráta materiálu nevyužitým koncem,
 q_{kl} [mm] - délka nevyužitého konce,
 ρ [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$] - hustota materiálu,
 S [mm^2] - plocha průřezu dílu.

$$q_k = \frac{Q_k}{n} [kg] \quad (2.8)$$

$$q_k = \frac{0,172}{109} = 1,57^{-3} \text{ kg}$$

kde: q_k [kg] - ztráta nevyužitým koncem tyče na jeden kus,
 Q_k [kg] - celková ztráta materiálu nevyužitým koncem,
 n [ks] - počet kusů přířezů z jedné tyče.

celkové ztráty materiálu

$$Z_m = q_u + q_o + q_k [kg] \quad (2.9)$$

$$Z_m = 0,0098 + 0,41 + 1,57^{-3} = 0,421 \text{ kg}$$

- kde: q_u [kg] - ztráta dělením materiálu,
 q_o [kg] - ztráty obráběním,
 q_k [kg] - ztráty nevyužitým koncem tyče.

norma spotřeby materiálu

$$N_m = Q_s + Z_m [kg] \quad (2.10)$$

$$N_m = 0,188 + 0,421 = 0,609 \text{ kg}$$

- kde: N_m [kg] - norma spotřeby materiálu,
 Q_s [kg] - hmotnost finálního výrobku,
 Z_m [kg] - celkové ztráty materiálu.

využití materiálu

$$k_m = \frac{Q_s}{N_m} [-] \quad (2.11)$$

$$k_m = \frac{0,188}{0,609} = 0,31$$

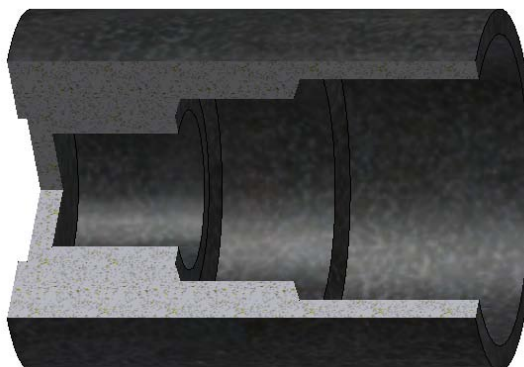
- kde: k_m [-] - využití materiálu,
 N_m [kg] - norma spotřeby materiálu,
 Q_s [kg] - hmotnost finálního výrobku.

Zhodnocení varianty „A“

U obrábění platí, že k_m by se mělo pohybovat v intervalu 0,4-0,8. A čím blíže je výsledek k číslu 1 tím je obrábění ekonomičtější, je méně odpadu a krátí se strojní čas. Z výsledku je patrné, že tato varianta polotovaru je z ekonomického hlediska naprosto nevhodná pro velkosériovou výrobu, a je nutné zvolit jinou variantu polotovaru, u které nebude třeba odebírat tak velké množství materiálu.

2.2.2 Varianta polotovaru „B“ - protlaček

Základním polotovarem v této variantě je opět normalizovaná tyč kruhová válcovaná za tepla o $\varnothing$ 32 mm, z konstrukční uhlíkové oceli třídy 11, přesněji ČSN 11 600.0. Délka přířezu je v tomto případě 41,1 mm vypočteno dle vztahu (2.12). Přířez je nadále tvářen za studena, čímž se získá předběžný tvar vyráběné součásti, zvětšený o přídavky na obrábění.



Obr. 2.4 Model polotovaru protlačku

Výpočet rozměrů polotovaru a norem spotřeby materiálu pro variantu „B“

Volba polotovaru a délky přířezu pro tvářecí operaci

Při volbě polotovaru a jeho délky pro tvářecí operace vycházíme ze dvou základních principů:

- Při určování délky přířezu polotovaru na tváření, vycházíme ze zákona zachování objemu, dle vztahu (2.12).
- Poměr délky přířezu ku jeho průměru l/D musí být menší jak 2.5, jinak při tváření hrozí nebezpečí ohnutí polotovaru a vytvoření přeložky, viz vztah (2.13).

a) Rozměry polotovaru

Délka přířezu

$$l_{Po} = \frac{V_{Pr} \cdot 4}{\pi \cdot D_{Po}^2} [mm] \quad (2.12)$$

$$\frac{33047,591 \cdot 4}{\pi \cdot 32^2} = 41,1 \text{ mm}$$

- kde: l_{Po} [mm] - délka přířezu,
 V_{Pr} [mm³] - objem hotového protlačku,
 D_{Po} [mm] - průměr přířezu.

- objem hotového protlačku V_{Pr} byl vypočítán pomocí programu Autodesk Inventor Professional 2010.

kontrola poměru délky ku průměru

$$l/D < 2,5 [-] \quad (2.13)$$

$$41,1/32 = 1,28 \rightarrow \text{podmínka splněna}$$

- kde: l [mm] - délka přířezu polotovar,
 D [mm] - průměr přířezu polotovaru.

- zvolený polotovar pro operaci tváření: **ø 32 ČSN 42 5510.12 – 11 600.0** o délce přířezu 41,1 mm

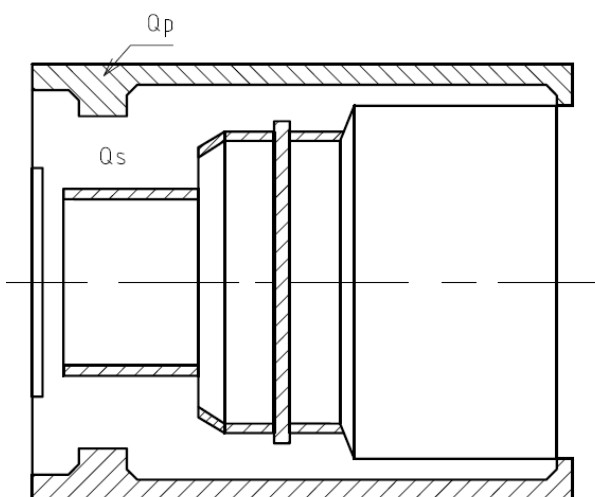
b) Normy spotřeby materiálu

ztráty vzniklé obráběním (viz. obr. 2.5)

$$q_o = Q_p - Q_s [kg] \quad (2.14)$$

$$q_o = 0,259 - 0,188 = 0,071 \text{ kg}$$

kde: q_o [kg] - ztráty obráběním,
 Q_p [kg] - hmotnost polotovaru,
 Q_s [kg] - hmotnost finálního výrobku.



Obr. 2.5 Ztráty materiálu obráběním

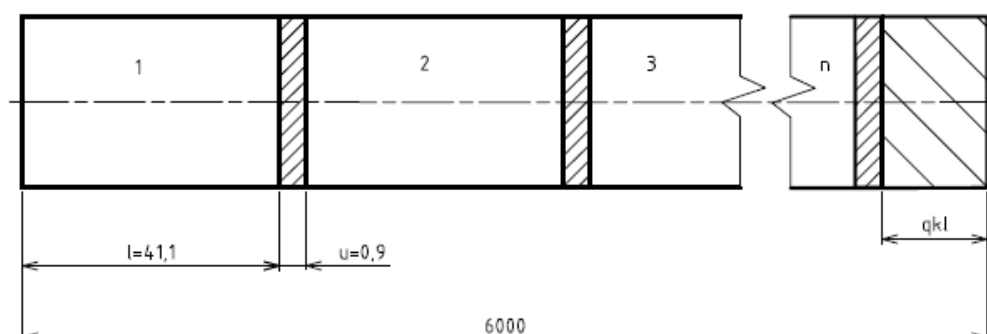
ztráty vzniklé dělením materiálu (viz. obr. 2.6)

$$q_u = u \cdot S \cdot \rho [kg] \quad (2.15)$$

$$q_u = 0,9 \cdot 804,25 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 5,68 \cdot 10^{-5} \text{ kg}$$

kde: q_u [mm] - ztráty dělením materiálu,
 u [mm] - prořez pásové pily (síla řezného pásu),
 S [mm²] - plocha průřezu dílu,
 ρ [kg · m⁻³] - hustota materiálu.

ztráty vzniklé z nevyužitého konce tyče (viz. obr. 2.6)



Obr. 2.6 Ztráty materiálu dělením a nevyužitým koncem

$$n = \frac{L}{l + u} [ks] \quad (2.16)$$

$$n = \frac{6000}{41,1 + 0,9} = 142,85 \cong 142 \text{ ks}$$

kde: n [ks] - počet kusů přířezů z jedné tyče,
 L [mm] - délka tyče,
 l [mm] - délka přířezu.

$$Q_k = q_{kl} \cdot \rho \cdot S [kg] \quad (2.17)$$

$$Q_k = 36 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} \cdot 804,25 = 0,227 kg$$

kde: Q_k [kg] - celková ztráta materiálu nevyužitým koncem,
 q_{kl} [mm] - délka nevyužitého konce,
 ρ [kg · m⁻³] - hustota materiálu,
 S [mm²] - plocha průřezu dílu.

$$q_k = \frac{Q_k}{n} [kg] \quad (2.18)$$

$$q_k = \frac{0,227}{142} = 1,6^{-3} kg$$

kde: q_k [kg] - ztráta nevyužitým koncem tyče na jeden kus,
 Q_k [kg] - celková ztráta materiálu nevyužitým koncem,
 n [ks] - počet kusů přířezů z jedné tyče.

celkové ztráty materiálu

$$Z_m = q_u + q_o + q_k [kg] \quad (2.19)$$

$$Z_m = 5,68^{-3} + 0,071 + 1,6^{-3} = 0,078 \text{ kg}$$

- kde: q_u [kg] - ztráta dělením materiálu,
 q_o [kg] - ztráty obráběním,
 q_k [kg] - ztráty nevyužitým koncem tyče.

norma spotřeby materiálu

$$N_m = Q_s + Z_m [kg] \quad (2.20)$$

$$N_m = 0,188 + 0,078 = 0,266 \text{ kg}$$

- kde: N_m [kg] - norma spotřeby materiálu,
 Q_s [kg] - hmotnost finálního výrobku,
 Z_m [kg] - celkové ztráty materiálu.

využití materiálu

$$k_m = \frac{Q_s}{N_m} [-] \quad (2.21)$$

$$k_m = \frac{0,188}{0,266} = 0,71$$

- kde: k_m [-] - využití materiálu,
 N_m [kg] - norma spotřeby materiálu,
 Q_s [kg] - hmotnost finálního výrobku.

Zhodnocení varianty „B“

Z výsledku k_m je patrné, že varianta s použitím protlačku je mnohem ekonomičtější než varianta „A“, kde je použitý jako polotovar pouze přířez z tyče. A to i přes větší počáteční náklady u varianty „B“, spojené s tvářením polotovaru. Úspor se u této varianty dosáhlo především značným zmenšením ztrát materiálu, zkrácením strojního času, což vede k dalším úsporám. Navíc touto technologií lze vytvořit určitou kvalitu povrchu využitelnou na některých plochách součásti a není nutné další obrábění. **Tato varianta je zvolena jako výsledná varianta polotovaru pro výrobu dané součásti.**

2.2.3 Celková spotřeba materiálu pro zvolenou variantu „B“*spotřeba tyčí na jednu sérii*

výrobní série: 50 000 kusů

$$st = \frac{vs}{n} [ks] \quad (2.22)$$

$$st = \frac{50000}{142} = 352,11 \cong 353 \text{ ks}$$

- kde: st [ks] - spotřeba tyčí na sérii,
vs [ks] - velikost výrobní série,
n [ks] - počet kusů přířezů z jedné tyče.

odpad ze všech tyčí

$$O_t = Q_k \cdot st [kg] \quad (2.23)$$

$$Q_t = 0,227 \cdot 353 = 80,131 \text{ kg}$$

- kde: Q_t [kg] - hmotnost odpadu ze všech tyčí,
Q_k [kg] - celková ztráta materiálu nevyužitým koncem,
st [ks] - spotřeba tyčí na sérii.

spotřeba materiálu

$$sm = Q_p \cdot vs [kg] \quad (2.24)$$

$$sm = 0,259 \cdot 50000 = 12950 \text{ kg}$$

- kde: sm [kg] - hmotnost spotřebovaného materiálu,
Q_p [kg] - hmotnost polotovaru,
vs [ks] - velikost výrobní série.

celková spotřeba materiálu

$$sm_c = O_t + sm [kg] \quad (2.25)$$

$$sm_c = 80,131 + 12950 = 13030,131 \text{ kg}$$

- kde: sm_c [kg] - celková hmotnost spotřebovaného materiálu,
Q_t [kg] - hmotnost odpadu ze všech tyčí,
sm [kg] - hmotnost spotřebovaného materiálu.

3 TECHNOLOGIE VÝROBY

Technologický postup je základní dokument, který určuje všechny potřebné podmínky pro zhotovení příslušné součásti. Normy ČSN EN ISO řady 9001 požadují, aby tento postup byl úplný a jednoznačný. Požaduje se, aby byl na všech pracovištích striktně dodržován, při nedodržení technologického postupu, může dojít k vytvoření neopravitelných nepřesností na vyráběné součásti tj. vzniku „zmetku“, či dokonce k poškození stroje nebo nástroje. [5]

Výrobní metody použité při výrobě dané součásti (brzdového pístu) jsou následující:

- objemové tváření za studena (příprava polotovaru),
- soustružení,
- broušení.

3.1 Použité výrobní metody

Jedná se o zvolené metody, nezbytné k výrobě funkční součásti splňující všechny dané podmínky, dle zvoleného typu polotovaru, materiálu, přesnosti výroby a výrobního postupu. Při modifikaci nebo například změně polotovaru za jiný druh, je nutné zvážit popřípadě vyloučit či přidat příslušné výrobní metody za jiné, vyhovující daným požadavkům součásti.

3.1.1 Tváření

Objemové tváření za studena, je moderní, vysokoproduktivní metoda výroby strojních součástí. Vyznačuje se značnou hospodárností, poskytuje jakostní výrobky a pro určité skupiny součástí představuje optimální náhradu obrábění, například u hromadné výroby spojovacích součástí. Kvalitní zpevněný povrch a nepřerušená vlákna zvyšují únavovou pevnost. [6]

Objemové tváření za studena probíhá za působení prostorové napjatosti a vytváří tak příznivé podmínky pro vznik velkých trvalých deformací v celém objemu tvářeného materiálu. Průvodním jevem je zpevňování, které znamená získání hodnot meze kluzu a pevnosti přetvořeného materiálu. [6]

Dosažitelná přesnost protlačků je zhruba v rozmezí IT8 až IT10. Drsnost závisí na stavu povrchu protlačovadel, v rozmezí $R_a = 0,4 \mu\text{m}$ až $12,5 \mu\text{m}$. Mezi základní druhy objemového tváření zastudena patří pýchování a protlačování (dopředné, zpětné, sdružené, stranové) [6]

3.1.2 Soustružení

Soustružení je obráběcí metoda používaná pro zhotovení součástí rotačních tvarů, při níž se většinou používají jednobřité nástroje různého provedení. Z mnoha hledisek představuje soustružení nejjednodušší způsob obrábění a také velmi frekventovanou metodu využívanou ve strojírenství. [7]

3.1.3 Broušení

Broušení se používá zejména pro obrábění součástí s vyššími požadavky na přesnost rozměrů, tvarů a jakost povrchu. Dále se broušení uplatňuje při obrábění materiálů, které není možné jinými obráběcími metodami obrobit, nebo je brousicí metoda hospodárnější než jiné. S rozvojem výkonných brousicích nástrojů a strojů se význam broušení rozšiřuje z původní oblasti dokončovacích operací také na produkční obrábění. [7]

3.2 Výběr strojů

Je určen především strojovým parkem firmy, kde se bude součást vyrábět, dále musí být při výběru strojů zohledněny nároky na množství vyrobených součástí za určitou dobu a zdali přesnost a kvalita výroby dané součásti odpovídá požadavkům zákazníka. Výběr strojů pro součást brzdový píst je následující:

- automatická pásová pila - PEGAS GONDA 220x250 A-NC-R,
- CNC soustruh - MAZAK QUICK TURN NEXUS – 100M II,
- CNC bruska - OKAMOTO IGM-15NC2.

3.2.1 Automatická pásová pila

Vysoce produktivní automatická, hydraulicky ovládaná pásová pila (viz. obr. 3) s vícenásobným podáváním materiálu. Délka podání je zadána manuálně pomocí koncového dorazu podavače. Počet kusů je zadáván z ovládacího panelu. Pila umožňuje volbu mezi automatickým a poloautomatickým režimem, kdy jsou veškeré pohyby ovládané nezávisle. Nalézá uplatnění v sériové výrobě a vzhledem ke své robustní konstrukci umožňuje dělení široké škály jakostí materiálů včetně nerez a nástrojových ocelí, neželezných a lehkých kovů a to jak profilů, tak plných polotovarů. Pila je určena pro dělení materiálu v kolmých i úhlových řezech, úhlové řezy plynule nastavitelné od 0 do +60 stupňů vpravo. (v automatickém cyklu). Změna úhlu pomocí rychloupínací páky. [8]

-podrobné technické parametry jsou uvedeny v příloze č. 4.



Obr. 3 Automatická pásová pila Pegas-Gonda [8]

3.2.2 CNC soustružnické centrum

Jde o novou generaci soustružnických center pro nejvyšší technologické nároky. Hlavní předností stroje je mimořádná univerzálnost a produktivnost, možnost obrábění součástí soustružením, frézováním, vrtáním a závitováním. Při výrobě zadané součásti je výraznou výhodou tohoto centra revolverová hlava, kterou lze osadit poháněnými nástroji (nezbytné v našem případě především při výrobě vnitřního zápichu kruhovou interpolací), dále při zajištění návratnosti velkosériovou produkcí lze využít vyšší verze center NEXUS a to verzi 100MSII, jež má druhé hnané vřeteno, a tím dojde dalšímu snížení strojního času. [9]

-podrobné technické parametry jsou uvedeny v příloze č. 5.



Obr. 3.1 Soustružnické centrum MAZAK QUICK TURN NEXUS – 100 MII [9]

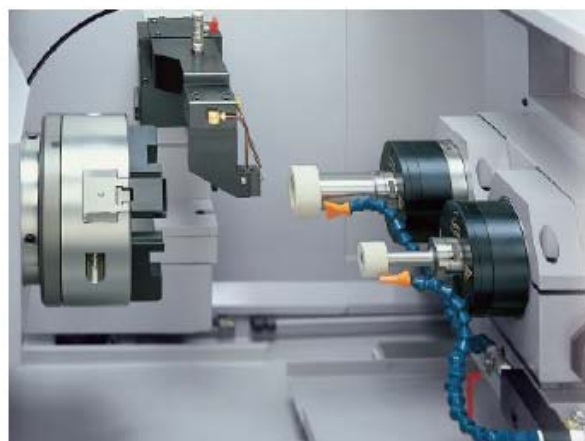
3.2.3 CNC bruska vnitřních a vnějších válcových ploch

CNC bruska pro broušení válcových ploch se dvěma brousicími vřeteny, která jsou vhodná pro broušení otvorů, čelní broušení a vnější broušení. Jako další výhody této CNC brusky považujeme řízení teploty chlazení kuličkového šroubu obou vřeten, úplné zakrytí pracovního prostoru a plynulá volba otáček brousicích vřeten 10 - 60 000 ot/min. [10]

-podrobné technické parametry jsou uvedeny v příloze č. 6.



a)



b)

Obr. 3.2 a) CNC bruska OKAMOTO IGM 15-NC2, b) pohled do pracovního prostoru CNC brusky OKAMOTO IGM 15-NC2 [10]

3.3 Použité nástroje a měřicí přístroje

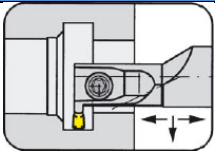
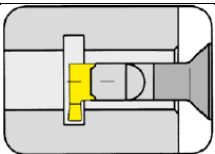
a) nástroje

vnitřní obrábění a zapichování

Vnitřní obrábění a zapichování realizováno pomocí nástrojů (viz. tab. 3.1) od firmy Paul HORN GmbH, tato firma je specialista především na nástroje pro vnitřní nebo čelní zapichování a upichování již od $\varnothing 0,2$ mm. Stabilita řezného procesu je u nástrojů výše zmíněné firmy docílena jedinečným druhem upínání břitové destičky a karbidovou stopkou s ocelovým ložem ke zvýšení odolnosti proti vibracím. Navíc tento systém umožňuje velmi snadnou a rychlou výměnu břitové destičky. Chladicí kapalina přivedena vnitřkem těla nástroje. [11]

-podrobné technické parametry jsou uvedeny v příloze č. 7.

Tab. 3.1 Použité nože a VBD Paul HORN GmbH. [11]

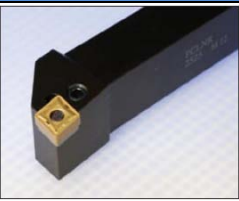
NÁSTROJ	NÁZEV NÁSTROJE	OZNAČENÍ	MATERIÁL
	NŮŽ VNITŘNÍ	RB119.0016.1.32	
	VBD	S119.0250.32	TN35
	NŮŽ VNITŘNÍ ZAPICHOVACÍ	B114.0012.01	
	VBD	L114.0090.00	TN35

vnější obrábění a zapichování

Nástroje pro vnější obrábění a zapichování (viz. tab. 3.2) jsou vybrány od tuzemské společnosti PRAMET TOOLS, s.r.o. jejichž nabídka nožů a břitových destiček splňuje technologické podmínky dané součástí a jsou kompatibilní s výrobními stroji.

-podrobné technické parametry jsou uvedeny v příloze č. 8.

Tab. 3.2 Použité nože a VBD PRAMET TOOLS, s.r.o. [12]

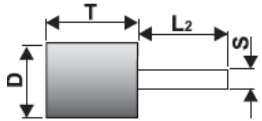
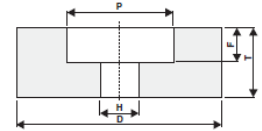
NÁSTROJ	NÁZEV NÁSTROJE	OZNAČENÍ	MATERIÁL
	NŮŽ VNĚJŠÍ	PCLNR 2525 M 12	
	VBD	CNMG 120404E-F	8030
	NŮŽ VNĚJŠÍ ZAPICHOVACÍ	GFIR 2525 M 04	
	VBD	LCMF 041604-F	8030

broušení

Broušící nástroje (viz. tab. 3.3) pro CNC brusku OKAMOTO byly vybrány od společnosti TYROLIT a.s., patřící do skupiny SWAROVSKI GROUP, tato společnost patří mezi největší výrobce broušících, řezných kotoučů a jiného brusného materiálu. Veškeré výrobky splňují normy ISO 9001:2000, a plně vyhovují technologickým požadavkům při výrobě dané součásti. [13]

-podrobné technické parametry jsou uvedeny v příloze č. 9.

Tab. 3.3 Broušící kotouče TYROLIT a.s. [13]

NÁSTROJ	NÁZEV NÁSTROJE	OZNAČENÍ	MATERIÁL
	BROUSÍCÍ TĚLÍSKO VÁLCOVÉ SE STOPKOU	413259	48C-ČERNÝ KARBID KŘEMÍKU
	BROUSÍCÍ KOTOUČ S JEDNOSTRANNÝM VYBRÁNÍM	427780	99BA-BÍLÝ KORUND

b) měřicí přístroje

měření děr

Měřicí dutinová hlava (viz. tab. 3.4), nebo-li „split-ball“ sonda je výrobkem německé firmy DIATEST. Jedná se o univerzální měřicí systém pro kontrolu, měření a vyhodnocování děr. Stavební konstrukce s rozsáhlým příslušenstvím umožňuje měření většiny děr a vývrtů. Rozsah použití v rozmezí Ø 0,47 mm až 41,3 mm (třídítkové provedení až 150 mm). Díky své univerzálnosti a snadné kalibraci pomocí nastavovacích kroužků, je tento přístroj vhodný k měření jak v sériové tak kusové výrobě. V našem případě jde o nezbytnou pomůcku při kontrole mezioperačních a finálních vnitřních průměrů obrobku. [14]

-podrobné technické parametry jsou uvedeny v příloze č. 10.

Tab. 3.4 Měřicí nástroje a pomůcky DIATEST Hermann Költgen GmbH. [14]

PŘÍSTROJ	NÁZEV PŘÍSTROJE	OZNAČENÍ
	MĚŘÍCÍ DOTYKOVÁ HLAVA	T 18; T29
	KALIBRAČNÍ KROUŽEK	RM-3; RM-4

kontrola vnějších průměrů, válcovitosti a souososti

Soustava měřících přípravků AXICORD od německé firmy KORDT GmbH & Co. KG tvoří nepostradatelnou součást, při kontrole a měření průměru, válcovitosti a souososti funkčních rozměrů zadané součásti. Tato měřidla se vyznačují vysoce kvalitním zpracováním, snadnou obsluhou, robustní konstrukcí a ergonomií, navíc je možné je snadno přizpůsobit a měnit měřicí přípravky, v návaznosti na tvaru součástky, způsobech a požadavcích na měření. Možnost k připojení k PC. Podrobný popis v příloze č. 11. [15]

3.4 Výrobní postup a operační návodky

Výrobní postup

Je předpis účelného pořadí a počtu jednotlivých operací, které mají být vykonány na pracovním předmětu v určité časové posloupnosti. Skládá se z technologické části, která obsahuje pouze nutný sled technologických úkonů pro míněné změny na pracovním předmětu, což je postup technologický a části která obsahuje činnost pracovníka, což nazýváme postup pracovní. Přeměna výchozího polotovaru v hotový výrobek probíhá ve výrobním procesu. Dále výrobním postupem musíme zabezpečit předepsanou jakost výrobku, nejkratší průběžnou dobu výroby a nejnižší náklady na zhotovení výrobku. [3]

- výrobní postup součástky brzdový píst je uveden v příloze č. 2.

Operační návodky

Jsou vytvořena vždy jedna pro danou operaci, rozděleny na ustavení, úsek a záběr. Návodky obsahují náskres obráběné součásti se zobrazením jednotlivých úseků (vyšrafovaná plocha), jednoduchý náskres místa a typu upnutí součásti, název druhu operace (zarovnání čela, hrubování...), označení nástroje, a nezbytné informační veličiny jako otáčky n [min^{-1}], posuv na otáčku f [$\text{mm} \cdot \text{ot}^{-1}$], šířka záběru ostří a_p [mm], řezná rychlost v_c [$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$], délka obráběné plochy l [mm], jednotkový strojní čas t_{as} [min]. [3]

- operační návodky pro součást brzdový píst jsou uvedeny v příloze č. 3.

3.4.1 Výpočet řezných podmínek a strojních časů

Tab. 3.5 Řezné podmínky doporučené výrobcí pro soustružení [11,12]

OZNAČENÍ VBD	v_c [$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$]	f [$\text{mm} \cdot \text{ot}^{-1}$]	a_p [mm]
CNMA 120404	380	0,15	0,5
S119.0250.32	120	0,05	0,75
L114.0090.00	120	0,15	1,05
CNMG 120404E-F	240	0,1	0,6
LCMF 0411604-F	200	0,08-0,25	0,5-3

Tab. 3.6 Výrobcem doporučené podmínky pro broušení [13]

Označení brousícího kotouče	v_o [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]	v_w [$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$]	n [min^{-1}]	f [$\text{mm} \cdot \text{ot}^{-1}$]
413 259	40	44	57290	0,0025
427 780	40	15	7630	0,005

otáčky obrobku

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{D \cdot \pi} [\text{min}^{-1}] \quad (3.1)$$

kde: v_c [$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$] - řezná rychlost (doporučená výrobcem nástroje),
 D [mm] - průměr obráběné plochy,
 π [-] - konstanta.

jednotkový strojní čas – podélné soustružení

$$t_{as} = \frac{L}{n \cdot f} = \frac{\pi \cdot D \cdot (l_n + l + l_p)}{1000 \cdot v_c \cdot f} \text{ [min]} \quad (3.2)$$

- kde: L [mm] - celková délka dráhy nástroje,
 l [mm] - délka soustružené plochy,
 l_n [mm] - délka náběhu,
 l_p [mm] - délka přeběhu,
 v_c [m.min⁻¹] - řezná rychlost,
 D [mm] - průměr obrobku,
 n [min⁻¹] - otáčky obrobku,
 f [mm] - posuv na otáčku.

jednotkový strojní čas – čelní soustružení

$$t_{as} = \frac{(D_{max} - D_{min})}{2 \cdot (n \cdot f)} \text{ [min]} \quad (3.3)$$

- kde: D_{max} [mm] - průměr obrobku maximální,
 D_{min} [mm] - průměr obrobku minimální,
 f [mm.ot⁻¹] - posuv na otáčku,
 n [min⁻¹] - otáčky obrobku.

strojní čas broušení jedné třísky

$$t = \frac{L}{n_w \cdot f_a} \text{ [min]} \quad (3.4)$$

- kde: L [mm] - celková délka axiální dráhy broušícího kotouče,
 n_w [min⁻¹] - otáčky obrobku,
 f_a [mm] - axiální posuv stolu na otáčku obrobku.

počet třísek

$$i = \frac{p_w}{a_r} [-] \quad (3.4)$$

- kde: p_w [mm] - tloušťka přídavku na broušení,
 a_r [mm] - radiální záběr broušícího kotouče.

- počet vyjiskřovacích třísek i_v stanoven dle normativu broušení, příloha č. 12 [16]

4 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Ekonomické zhodnocení vznikne sloučením několika typů nákladů, u této součásti to jsou celkové náklady na materiál N_{mc} , celkové náklady na provoz stroje N_{sc} , celkové náklady na obsluhu strojů N_{oc} a náklady celkem N_c .

celkové náklady na materiál

Cena za 1 metr tyče o $\varnothing 32$ ČSN 42 5510.12 – 11 600.0 je přibližně 125,- nebo 22,- za kilogram materiálu.

$$N_{mc} = s_{mc} \cdot N_{kg} [kč] \quad (4.1)$$

$$N_{mc} = 13030,131 \cdot 22 = 286663 \text{ Kč}$$

- kde: N_{mc} [kč] - celkové náklady na materiál,
 s_{mc} [kg] - celková hmotnost spotřebovaného materiálu,
 N_{kg} [kč] - náklady na jeden kilogram materiálu.

celkové náklady na provoz stroje

počet strojů

$$P_{th} = \frac{t_{as} \cdot v_s}{60 \cdot S_s \cdot E_s \cdot k_{pns}} [ks] \quad (4.2)$$

$$P_{ths} = \frac{1,68 \cdot 50000}{60 \cdot 1 \cdot 1800 \cdot 1,2} = 0,64 \cong P_{sks} 1 \text{ stroj}$$

$$P_{thb} = \frac{2,77 \cdot 50000}{60 \cdot 1 \cdot 1800 \cdot 1,2} = 1,06 \cong P_{skb} 2 \text{ stroje}$$

- kde: t_{as} [min] - jednotkový strojní čas,
 v_s [ks] - výrobní série,
 S_s [-] - směnnost strojních pracovišť,
 E_s [hod/rok] - roční fond strojního pracoviště,
 k_{pns} [-] - koeficient překračování norem strojní pracoviště,
 P_{ths} [ks] - teoretický počet strojů pro soustružnické operace,
 P_{thb} [ks] - teoretický počet strojů pro broušící operace,
 P_{sks} [ks] - skutečný počet strojů pro soustružnické operace,
 P_{skb} [ks] - skutečný počet strojů pro broušící operace,

náklady na provoz strojů

Jsou dány spotřebou elektrické energie na hodinový provoz stroje (viz. tab. 4.1)

Tab. 4.1 Náklady na hodinový provoz strojů. [9,10]

Typ stroje / počet strojů	Hodinový příkon stroje [kW]	Cena za jednu kWh [kč]	Náklady [kč/hod]
Mazak Quick Turn Nexus – 100M II	17,5	5	87,5
Okamoto IGM – 15NC2	12	5	60

celkové roční náklady na provoz strojů

$$N_{sc} = E_s \cdot S_s \cdot (P_{sks} \cdot N_{ps} + P_{skb} \cdot N_{pb}) [kč/rok] \quad (4.3)$$

$$N_{sc} = 1800 \cdot 1 \cdot (1 \cdot 87,5 + 2 \cdot 60) = 373500 \text{ kč/rok}$$

- kde: E_s [hod/rok] - roční fond strojního pracoviště,
 S_s [-] - směnnost strojních pracovišť,
 P_{sks} [ks] - skutečný počet strojů pro soustružnické operace,
 P_{skb} [ks] - skutečný počet strojů pro broušící operace,
 N_{ps} [kč/hod] - náklady na hodinový provoz soustružnického stroje,
 N_{pb} [kč/hod] - náklady na hodinový provoz broušícího stroje.

celkové náklady na obsluhu stroje

Tab. 4.2 Počet dělníků pro strojní pracoviště

Pracoviště	Počet dělníků na směnu pro jedno pracoviště	Počet pracovišť
Mazak Quick Turn Nexus – 100M II	1	1
Okamoto IGM – 15NC2	1	2
Pomocný personál	1	3
Celkový počet dělníků pro všechna pracoviště		6

Tab. 4.3 Platový tarif dělníků dle jednotlivých pracovišť

Pracoviště	Platový tarif [kč/hod]	Počet dělníků	Náklady celkové [kč/hod]
Mazak Quick Turn Nexus – 100M II	140	1	140
Okamoto IGM – 15NC2	140	2	280
Pomocný personál	90	3	270
Celkové platové náklady [kč/hod]			690

$$N_{oc} = E_s \cdot N_{opc} [kč/rok] \quad (4.4)$$

$$N_{oc} = 1800 \cdot 690 = 1242000 \text{ kč/rok}$$

kde: E_s [hod/rok] - roční fond strojního pracoviště,
 N_{opc} [kč/hod] - celkové náklady na hodinovou obsluhu strojních pracovišť.
celkové náklady

$$N_c = N_{mc} + N_{sc} + N_{oc} [kč/rok] \quad (4.5)$$

$$N_c = 286663 + 373500 + 1242000 = 1902163 \text{ kč/rok}$$

Technické zhodnocení

Technologie výroby řešené součásti je rozdělena na dvě základní obráběcí technologie, soustružení a broušení. Dále byly použity technologie přípravné a pomocné, které ovšem nepatří mezi hlavní řešenou problematiku práce. Při výběru strojů a nástrojů je vycházeno ze základní myšlenky použití co možná nejmodernějších technologií a materiálů, pro zajištění efektivní optimalizace výrobních podmínek. Postup výrobní technologie, a především i hodnoty řezných podmínek u soustružnických a brousících operací, by vhodné dále ověřit v praxi, při výrobě určité série testovacích kusů, a tím získat přesnější výrobní časy a ověřené hodnoty řezných podmínek, které by se jistě odrazily na další optimalizaci výrobního postupu.

5 DISKUZE

Uvedení do problematiky brzdových systémů, speciálně pak kotoučových brzdových systémů je pouze okrajové, jelikož se jedná o velmi rozsáhlé téma, které by samostatně vystačilo na mnohostránkovou práci, pokud by se všechny aspekty a části rozebíraly dopodrobna. Z těchto důvodů se v této práci nachází pouze nejzákladnější rozdělení, s popisem nejdůležitějších provozních částí a s vysvětlením jejich funkce a vlastností.

Technologický rozbor už těsně navazuje na řešení problematiky vyráběné součásti brzdového pístu, po uvedení jeho funkčního vlivu a nároků na něj kladené v předchozí kapitole. Nejprve došlo k určení základních rozměrů dále pak k určení a zhodnocení funkčních ploch, k čemu daná plocha slouží a podle funkce bylo nutné zvážit a určit vlastnosti a postup výroby dané plochy. Vybraný materiál vyráběné součásti, musí splňovat veškeré nároky ať už se jedné o hledisko funkční, technologické (dobrá obrobiteľnosť, tvariteľnosť) nebo ekonomické s pojené s cenou základního materiálu. V problematice vhodného polotovaru pro vyráběnou součást, se vychází ze dvou variant polotovaru. Jako první varianta „A“ byl vybrán přířez z tyče kruhové o $\varnothing 42$ ČSN 42 5510.12 – 11 600.0, který by se sledně obráběl. Po provedení výpočtů normy spotřeby materiálu, bylo ovšem zjištěno velmi nízké využití materiálu $k_m = 0,31$ vypočteno dle vztahu 2.11, z čehož vyplívají velké ekonomické ztráty jak materiální tak i ztráty vzniklé delšími strojními časy vedoucím k dalším ztrátám díky opotřebením nástrojů, strojů a spotřebám elektrické energie. U druhé varianty, varianta „B“, byl opět jako základní materiál zvolen přířez z kruhové tyče o $\varnothing 32$ ČSN 42 5510.12 – 11 600.0, ovšem obráběcími operacím předchází operace tváření, přesněji objemové tváření zastudena (OTS), provedené v kooperaci s další firmou. Tvářením získáme předběžný tvar vyráběné součásti, zvětšený pouze o přídatky na obrábění, které jsou v porovnání s velikostí úběru materiálu u předchozí varianty „A“ o mnoho menší. Tím je docíleno využití materiálu $k_m = 0,71$, vypočteno dle vztahu 2.21. V takto velké výrobní sérii se jedná o značné ekonomické úspory, a to i přes počáteční vyšší

náklady spojené s tvářením polotovaru. Po srovnání a vyhodnocení obou variant, je použita varianta „B“, tj. polotovar je protlaček.

V technologii výroby dojde nejprve ke zhodnocení a výběru výrobních metod, které budou nezbytné k realizaci vyráběné součásti. Vycházíme z výrobního výkresu vytvořeného na základě zhodnocení v technologickém rozboru a volbě polotovaru součásti. Stroje a nástroje byly vybrány ke splnění náročnosti některých technologických operací (např. vnitřní obrábění a zapichování, vnitřní broušení v malém průměru). Dále pro zajištění co možná největší optimalizace výrobních procesů. Následující částí technologie výroby bylo sestavení výrobního postupu a operačních návodek, spolu s určením a vypočtením řezných podmínek.

Technicko-Ekonomické zhodnocení obsahuje pouze základní hrubé ekonomické propočty, které lze brát jen jako orientační. Při uskutečnění výroby, by bylo nutné provést detailní a komplexní ekonomické zhodnocení.

5.1 Návrh pokračování řešení

Hodnoty řezných podmínek pro soustružnické a broušící operace, a celý výrobní postup by bylo vhodné prakticky ověřit na několika testovacích kusech, díky čemuž by bylo možno dosáhnout mnohem přesnější optimalizace výrobního postupu oproti teoretickému návrhu. Dále pro uskutečnění výroby, by ekonomické zhodnocení mělo zahrnovat propočty výrobních, skladovacích a sociálních ploch, náklady na pořízení těchto ploch, dále cenové zhodnocení veškerých pořizovaných prostředků od manipulačních až po výrobní.

ZÁVĚR

Úvodní rozbor brzdových systémů je z důvodů rozsáhlosti problematiky jen velice stručný a schematický. Technologický rozbor a základní materiál vyráběné součásti, lze jakkoliv upravit či modifikovat, aby byl vhodnější například pro jinou výrobní, ekonomickou strategii daného podniku nebo pro jiný druh polotovaru (odlitek) či výrobní stroje. Výrobní postup, jakožto i řezné podmínky mohou být zčásti zkreslené, díky pouze teoretické znalosti výroby, nikoliv praktické zkušenosti autora práce. Výrobní stroje a nástroje jsou zcela jistě pro zvolený výrobní postup vhodné.

Dosažené výsledky a závěry:

- bylo provedeno porovnání variant polotovarů, z hlediska využití materiálu k_m (ekonomické hledisko), varianty „A“ přířez kde $k_m = 0,31$ a varianty „B“ protlaček kde $k_m = 0,71$, byla vybrána varianta „B“ jako neoptimálnější,
- výběr vhodných strojů a nástrojů vyhovující všem podmínkám a nárokům vyráběné součásti, a umožňující co nejvýhodnější optimalizaci výrobního procesu,
- vytvoření výkresu řešené součásti, výrobního postupu a operačních návodek.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. PILÁRIK, Milan a Jiří PABST. Automobily I. 2. přeprac. vyd. Praha. Informatorium, spol. s.r.o., 2005. ISBN 80 – 7333 – 035 – 0.
2. AXWEB.[online][cit.2012-05-03].Dostupnéz:www.axaweb.estranky.cz/clanky/údržba-opravy/technicke-vykresy.html
3. ZEMČÍK, Oskar. Technologické procesy: část obrábění. Sylaby FSI VUT, Brno, 2002. Dostupné z: ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/?page=podklady.
4. SVOBODA, Pavel, Jan BRANDEJS, Jiří DVOŘÁČEK, František PROKEŠ. Základy konstruování. 2. přeprac. vyd. AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o. Brno. 2008. ISBN 978 – 80 – 7204 – 584 – 6.
5. KOČMAN, Karel a Jiří PERNÍKÁŘ. Ročníkový projekt II: obrábění. Sylaby FSI VUT, Brno, 2002. Dostupné z: ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/?page=podklady
6. KOČMAN, Karel et al. Aktuální příručka pro technický úsek: Svazek 8. Tváření. Verlag Dashoffer, Praha, 2001. ISBN 80-902247-2-5.
7. KOČMAN, Karel a Jaroslav PROKOP. Technologie Obrábění, AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, s.r.o., Brno, 2005. ISBN 80-214-3068-0.
8. PEGAS – GONDA [online] [cit. 2012-04-04]. Dostupné z: www.pegas-gonda.cz/cz/pily/pasova-pila-na-kov-pegas-220x250-a-nc-r_7.htm
9. MAZAK [online] [cit. 2012-10-04]. Dostupné z: [www.misan.cz/mazak/katalog-detail/qtnx100msii-quick-turn-nexus---100ms-ii/?view part=1](http://www.misan.cz/mazak/katalog-detail/qtnx100msii-quick-turn-nexus---100ms-ii/?view%20part=1)
10. OKAMOTO [online] [cit. 2012-10-04]. Dostupné z: [www.misan.cz/okamoto/katalog-detail/igm-15nc2-cnc-bruska-pro-vnitri brouseni-valcovych-ploch/?view part=1](http://www.misan.cz/okamoto/katalog-detail/igm-15nc2-cnc-bruska-pro-vnitri%20brouseni-valcovych-ploch/?view%20part=1)
11. Mini CARBIDE GROOVING TOOLS [online] [cit. 2012-15-04]. Dostupné z: www.phorn.de/products/grooving/
12. Turning 2012[online] [cit. 2012-15-04]. Dostupné z:www.pramet.com/indexc1b6.html
13. Katalog skladových výrobků pro universální broušení [online] [cit. 2012-15-04]. Dostupné z: <http://www.carborundum.cz/produkty.html>
14. Splitt-ball probes [online] [cit.2012-15-04]. Dostupné z: <http://www.diatest.cz/index.php?id=46>
15. Axicord [online] [cit.2012-15-04]. Dostupné z: www.esperantomb.cz/axicord/
16. Normativ [online] [cit.2012-10-04]. Dostupné z: <http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/?page=podklady>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratka	Jednotka	Popis
HB	[-]	tvrdost dle Brinella
VW	[-]	Značka vozidel Volks-Wagen

Symbol	Jednotka	Popis
D	[mm]	průměr
D_{max}	[mm]	maximální průměr
D_{min}	[mm]	minimální průměr
D_{po}	[mm]	průměr přířezu
E_s	[hod/rok]	roční fond strojního pracoviště
H	[-]	toleranční stupeň
L	[mm]	délka
N_{kg}	[kč]	náklady na kilogram
N_m	[kg]	norma spotřeby materiálu
N_{mc}	[kč]	náklady na materiál
N_{pb}	[kč]	náklady na provoz brousicího stroje
N_{ps}	[kč]	náklady na provoz soustružnického stroje
N_{sc}	[kč]	celkové náklady na stroje
P_{skb}	[ks]	skutečný počet strojů brousící operace
P_{sks}	[ks]	skutečný počet strojů soustružnické operace
P_{tnb}	[ks]	teoretický počet strojů brousící operace
P_{tns}	[ks]	teoretický počet strojů soustružnické operace
Q_k	[kg]	ztráty nevyužitým koncem
Q_p	[kg]	hmotnost polotovaru
Q_s	[kg]	hmotnost finálního výrobku
Q_t	[kg]	hmotnost odpadu
R_{emin}	[mm]	mez kluzu
R_m	[MPa]	pevnost materiálu v tahu
S	[mm ²]	plocha

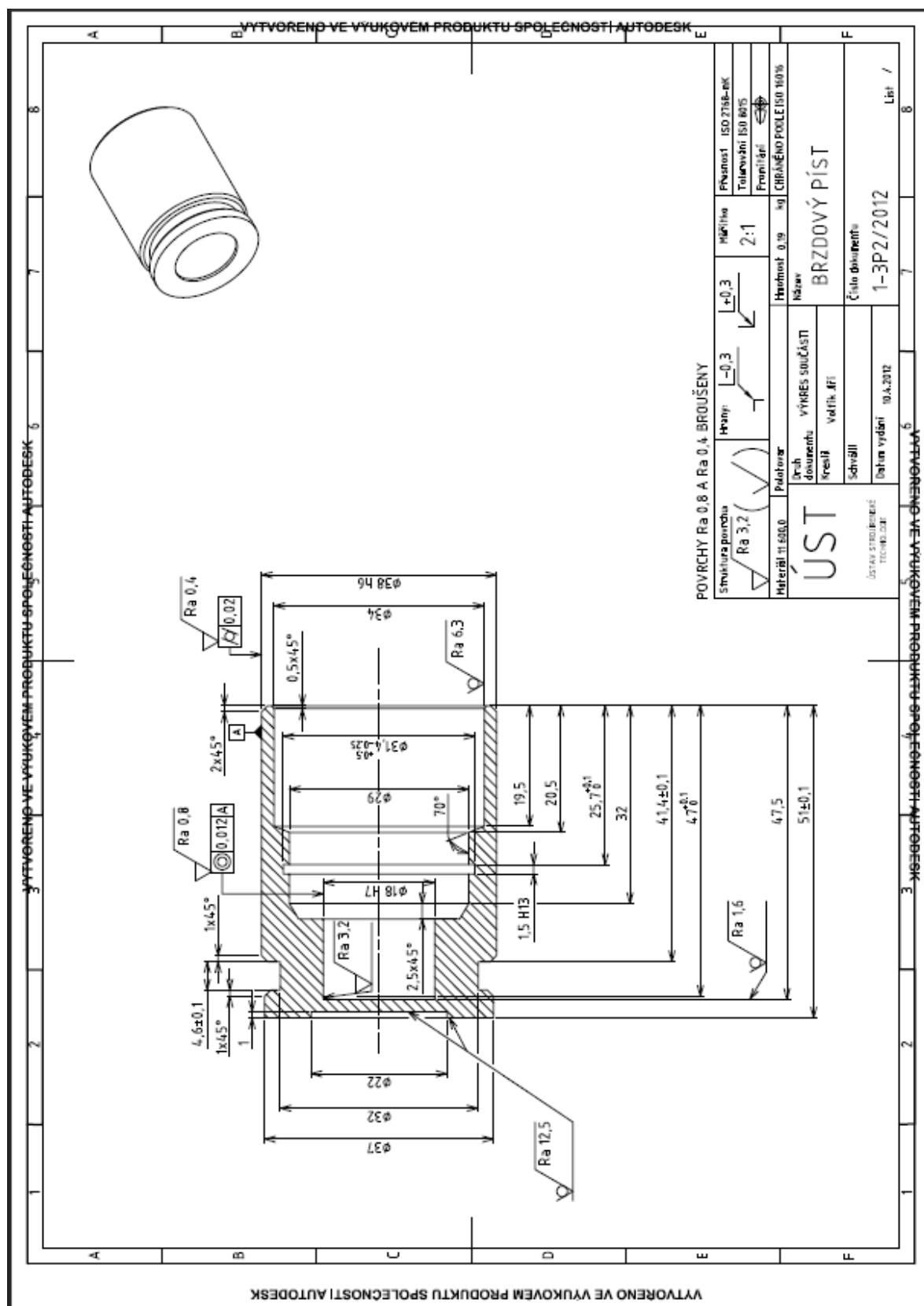
S_s	[-]	směnnost strojního pracoviště
a_r	[mm]	radiální záběr
d_{max}	[mm]	maximální průměr
d_o	[mm]	výchozí průměr
f	[mm]	posuv
f_a	[mm]	posuv radiální
h	[-]	toleranční stupeň
i	[-]	počet třísek
i_v	[-]	počet vyjiskřovacích třísek
k_m	[-]	využití materiálu
k_{pns}	[-]	Koeficient překračování norem
l	[mm]	délka
l_{max}	[mm]	maximální délka
l_o	[mm]	výchozí délka
l_{po}	[mm]	délka polotovaru
l_p	[mm]	délka přeběhu
l_r	[mm]	délka náběhu
n	[min ⁻¹]	otáčky
n	[ks]	počet kusů
n_w	[min ⁻¹]	otáčky obrobku
p	[mm]	přídavek na průměr
p_w	[mm]	přídavek na broušení
q_{kl}	[mm]	délka nevyužitého konce
q_o	[kg]	ztráty obráběním materiálu
q_u	[kg]	ztráty dělením materiálu
s_m	[kg]	hmotnost spotřebovaného materiálu
s_{mc}	[kg]	celková hmotnost spotřebovaného materiálu
s_t	[ks]	spotřeba tyčí
t	[min]	strojní čas broušení
t_{as}	[min]	jednotkový strojní čas

u	[mm]	prořez pásové pily
v_c	[m.min ⁻¹]	řezná rychlost
v_s	[ks]	výrobní série
v_{pr}	[mm ³]	objem protlačku
z_m	[kg]	ztráty materiálu
π	[-]	konstanta
ρ	[kg.m ⁻³]	hustota materiálu

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Výkres součásti.
Příloha 2	Výrobní postup.
Příloha 3	Operační návodky.
Příloha 4	Technické parametry stroje PEGAS GONDA 220x250 A-NC-R.
Příloha 5	Technické parametry stroje MAZAK QUICK TURN NEXUS – 100M II.
Příloha 6	Technické parametry stroje OKAMOTO IGM-15NC2.
Příloha 7	Nástrojový katalog Paul HORN GmbH.
Příloha 8	Nástrojový katalog PRAMET TOOLS, s.r.o.
Příloha 9	Nástrojový katalog TYROLIT k.s.
Příloha 10	Katalog měřicích nástrojů DIATEST Hermann Költgen GmbH.
Příloha 11	Katalog měřicích nástrojů KORDT GmbH & Co. KG.
Příloha 12	Strojírenský normativ pro broušení, doporučení pro vyjiskřovací třísky.

Výkres součásti.



PŘÍLOHA 2

Výrobní postup, část 1/3.

VUT FSI ÚST BRNO		VÝROBNÍ POSTUP				BRZDOVÝ SYSTÉM		ZADNÍ BRZDA		BRZDOVÝ PÍST		1-3P2/2012	
Dne :	10.4.2012	Vyhotovil :	JIŘÍ VOLFIK	Kontroloval :		Název celku :	Polotovary :	Název skupiny :		Název součástky :	HT :	Číslo výkresu součásti :	Číslo listu:1
Číslo op. pořadové :	Název označení stroje, zařízení, pracoviště :	Dílňa :		Popis práce v operaci :		Výrobní nástroje, přípravky, měřidla, pomůcky :		Výrobní podmínky :		Výrobní podmínky :			
Orientační:	Třídící číslo :												
0/0	AUTOMATICKÁ PÁSOVÁ PILA PEGAS-GONDA 220x250 A-NC-R 5967	SKLAD		ŘEZAT Ø32 NA l=41,1 ±0,2									
1/1	KOOPERACE			OTS POLOTOVARU Ø 32, l=41,1 NA Ø 39,5, l=52									
2/2	OTK 9863	OBROBNA		KONTROLA Ø 32 ČETNOST 15% KONTROLA l=41,1 ČETNOST 10% UPNOUT DO SKLÍDILA ZA Ø 39,5, l= 8,5									
3/3	CNC SOUSTRUŽNICKÉ CENTRUM MAZAK QTN - 100 MII 4512	OBROBNA		ZAROVNAT ČELO NA l=51 ± 0,1 SOUSTRUŽIT NÁČÍSTO Ø29 Z Ø 27,5 (KÓTY 20,5; 34,5) SOUSTRUŽIT NÁČÍSTO Ø18 - 0,3 PŘÍDAVEK NA BROUŠENÍ Z Ø 16,5 (KÓTY 34,5; 47,5) SOUSTRUŽIT ZÁPICH 1,5H13 NÁČÍSTO NA Ø 31,1 ± 0,1 (KÓTA 25,7 + 0,1) SRAZIT VNITŘNÍ HRANU NA ČELE 0,5x45° SOUSTRUŽIT NÁČÍSTO Ø38±0,3 PŘÍDAVEK NA BROUŠENÍ Z Ø 39,5 (KÓTA 41,4±0,1) SRAZIT HRANY 1x45°									
4/4	CNC SOUSTRUŽNICKÉ CENTRUM MAZAK QTN - 100 MII 4512	OBROBNA		OTOČIT, UPNOUT DO KLEŠTINY ZA Ø 38,3 SOUSTRUŽIT NÁČÍSTO Ø37 Z Ø 39,5 (KÓTY 51,1±0,1; 41,4±0,1)									

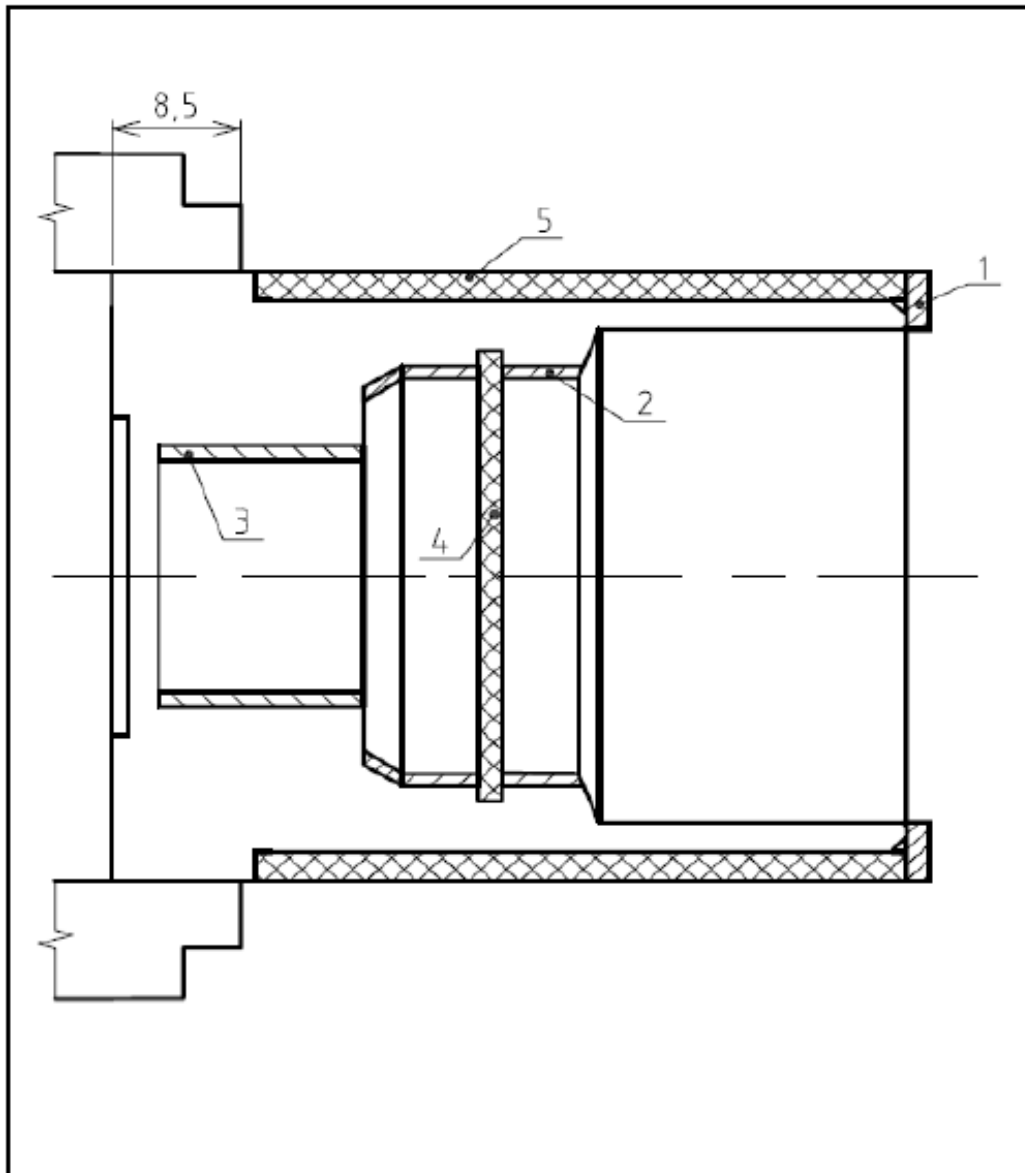
Výrobní postup, část 2/3.

VUT FSI ÚST BRNO		VÝROBNÍ POSTUP				BRZDOVÝ SYSTÉM		Název skupiny : ZADNÍ BRZDA		BRZDOVÝ PÍST		Číslo výkresu součásti : 1-3P2/2012				
Dne : 10.4.2012		Výhotovil : JIŘÍ VOLFÍK		Kontroloval :		Polotovary : ø 32 ČSN 42 5510.12 - 11 600.0		OTK :		HT :		Číslo listu: 2				
Číslo op. pořadové :	Název, označení stroje, zařízení, pracoviště :	Dílna :	Popis práce v operaci :				Výrobní nástroje, přípravky, měřidla, pomůcky :	Vc [m/min]	n	f	ap	l	up. ks.	l _{AS} [min/ks]	l _{AC} [min/ks]	
Orientační:	Třídící číslo :					Material										
4/4	CNC SOUSTRUŽNICKÉ CENTRUM MAZAK QTN - 100 MII 4512	OBROBNA	SOUSTRUŽIT ZAPICH 4,6 ± 0,1 NACÍSTO NA ø32 Z ø37 (KÓTA 41,4±0,1) SRAZIT HRANY 1x45°				NŮZ GFIR 2525 M12 LCMF 0411604-F NŮZ PCLNR 2525 M12 VBD CNMG 120404E-F	8030 200 200	1720 0,2 0,1	4,6 2,5 1	1 1 1			0,064 0,11		
5/80	PRAČKA 6342	OBROBNA	ODSTRANĚNÍ PROCESNÍCH KAPALIN A NEČISTOT VZNIKLYCH PŘI OBRÁBĚNÍ				ODMAŠŤOVACÍ KAPALINA, TUŽKA NA KONTROLU MASTNOTY									
6/6	OTK 9863	OBROBNA	KONTROLOVAT $\pm 51,1 \pm 0,1$ ČETNOST 15% KONTROLOVAT ø 38,3 ČETNOST 20% KONTROLOVAT ø 18,3 ČETNOST 20% KONTROLOVAT ø 29 ČETNOST 25%				POSUVNE MĚŘÍTKO KINEX 251238_150 DOTYKOVÝ MĚŘIČ DIA TEST T-18 DOTYKOVÝ MĚŘIČ DIA TEST T-29									
7/7	CNC BRUSKA OKAMOTO IGM-15NC2 5566	OBROBNA	UPNOUT DO SKLÍDILA ZA ø 38,3 BROUSIT ø 18 H7 Z ø 18,3 Ra 0,8 (KÓTY 34,5; 47)				VÁLCOVÉ BROUSICÍ TĚLÍSKO SE STOPKOU TYROLIT 413259	48C	57290 0,003				12,5 120	1 1	0,31	
8/8	CNC BRUSKA OKAMOTO IGM-15NC2 5566	OBROBNA	OTOČIT, VYSTŘEDIT VE SKLÍDILE PŘÍPRAVKEM ZA ø 18 H7, UPNOUT ZA ø 34 BROUSIT ø 38 h6 Z ø 38,3 Ra 0,4 (KÓTA 41,4±0,1)				SPECIÁLNÍ STŘEDÍCÍ PŘÍPRAVEK P1 BROUSICÍ KOTOUČ TYROLIT 427780	99BA	7630 0,005				41,4 60	1 1	2,46	
9/81	PRAČKA 6342	OBROBNA	ODSTRANĚNÍ PROCESNÍCH KAPALIN A NEČISTOT VZNIKLYCH PŘI OBRÁBĚNÍ				ODMAŠŤOVACÍ KAPALINA, TUŽKA NA KONTROLU MASTNOTY									
10/10	OTK 9863	OBROBNA	KONTROLA ø 38h6 ČETNOST 10%				TŘMENOVÝ KALIBR HOLEX ø38h6	1,0929								

[illegible]

PŘÍLOHA 3

Operační návodky, část 1/2.

[illegible]

Technical drawing of a lathe workpiece showing a cross-section with a central hole and a threaded section. The drawing includes a hatched area representing the workpiece and a dashed line indicating the center of rotation. Dimensions are given in mm. The drawing is labeled with '1' and '2' indicating specific features.

Operace	Nástroj	Úsek	v_c [m.min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	f [mm]	a_p [mm]	l [mm]	t_{os} [min]
SOUSTRUŽIT	PCLNR 2525 M12	1	240	1934	0,1	1,25	9,7	0,055
SOUSTRUŽIT ZÁPICH	GFIR 2525 M12	2	200	1720	0,2	2,5	4,6	0,064

POZN. UPNOUT DO KLEŠTINY ø 38,3

[illegible]

POZN. UPNOUT DO KLEŠTINY Ø 38,3

PŘÍLOHA 4

Technické parametry stroje PEGAS GONDA 220x250 A-NC-R. [8]

Řezné parametry							
							
D [mm]	220	160	90	X	X		
D [mm]	120*	85*	55*	X	X		
a x b [mm]	230x190	160x90	90x90	230x120	230x100	120x40 (200x100)	
a x b [mm]	230x190	140x190	80x160	230x120	230x100	120x40 (200x100)	
*doporučené hodnoty, + HP = rozměr omezený horním přítlakem							
Nejmenší odřezek							
			mm	3			
Nejmenší dělitelný průměr							
			mm	5			
Nejmenší zbytek při jednom řezu							
			mm	30			
Nejmenší zbytek v automatickém řezu							
			mm	250			
Jednorázový posun materiálu Min							
			mm	3			
Jednorázový posun materiálu max							
			mm	500			
Vícenásobný posuv							
			mm	999999			
Výkonnostní parametry							
Pohon pilového pásu			kW	1,1/0,75			
Pohon hydraulického agregátu			kW	0,045			
Čerpadlo chladicí emulze			kW	0,75			
Elektromotor pohonu šnek.vynašeče třísek			kW	0,12			
Celkový příkon			kW	2,7			
Řezná rychlost – plynule nastavitelná			m/min	30/65			
Rozměr pilového pásu			mm	2450x27x0,9			
Elektrické zapojení				3x400V, 50 Hz			
Rozměry							
Délka		Šířka		Výška		Hmotnost	
[L]	[Bmin]	[Bmax]	[Hmin]	[Hmax]	[V]	(kg)	
1970	1590	2110	1570	1800	900	550	

PŘÍLOHA 5

Technické parametry stroje MAZAK QUICK TURN NEXUS – 100M II. [9]

Pracovní prostor

Velikost sklíčidla	6 "
Max. oběžný Ø	550 mm
Obráběný Ø - standard	221 mm
Obráběný Ø - max.	280 mm
Obrábění z tyče Ø	42 mm
Při změně sklíčidla a up. válce	51 mm
Max. obráběná délka	385 mm

Max. hmotnost obrobku včetně upínače

Letmo	150 kg
Opřeno hrotem	200 kg

Vřeteno

Otáčky	35-6000 ot/min
Zakončení vřetene	A2-5 "
Vrtání vřetene	61 mm
Výkon	7,5 kW
Max. krouticí moment	184 N·m

NC koník

Upnutí hrotu	MK 4 - pevná dutina
Pojezd	350 mm
Max. síla	1962 N

Revolverová hlava

Počet nástrojových míst	12
Upnutí: vnější obrábění	20x20 mm
Upnutí: vnitřní obrábění Ø	32 mm
Indexace: 1 poloha / 6 poloh	0,2/0,6 s
Otáčky hnaného nástroje	25-4500 (35-6000 opce) ot/min
Výkon	5,5 (5 min.) kW
Max. krouticí moment	35 N·m

Strojní data

Příkon stroje: trvalý/30 min.	17,8/23,1 kVA
Výška osy vřetene	1020 mm
Šířka	2140 mm
Hloubka	1630 mm
Výška	1930 mm
Zastavěná plocha	3,49 m ²
Hmotnost stroje	3900 kg
Barva stroje	černá/šedá

PŘÍLOHA 6

Technické parametry stroje OKAMOTO IGM-15NC2. [10]

Pracovní prostor

Oběžný průměr	600 mm
Vzdálenost mezi hroty / max. vzdálenost broušení	125 mm
Max. broušený průměr	6 až 100 mm
Max. hmotnost obrobku - mezi hroty	- kg
Max. hmotnost obrobku - čelisti	- kg

Brousicí kotouč

Rozměr (průměr x šířka x otvor)	- mm
Řezná rychlost	- m/s

Brousicí hlava

Rozjezd v příčném směru - osy Z	300 mm
Rozjezd v podélném směru - osa X	- mm
Úhel natočení	- stupně
Min. rozlišení	0,0001 mm
Rychloposuv	10 000 mm/min
Otáčky	10 000 až 60 000 ot/min

Stůl

Rozjezd v podélném směru - osa X	500 mm
Rozjezd v příčném směru - osy Z	- mm
Úhel natočení	- stupně
Min. rozlišení	0,0001 mm
Rychloposuv	10 000 m/min

Pracovní hlava

Typ vřetene	- -
Velikost kužele	- -
Vrtání vřetene	- mm
Otáčky	100 až 800 ot/min
Úhel natočení	-15 až 50 stupně

Pohony

Brousicí vřeteno	3,6 až 4,2 kW
Vřeteno pracovní hlavy	1,5 kW
Posuv stolu	1,4 kW
Posuv brousicího vřetene	1,6 kW
Celkový příkon	12 kVA

Zastavěná plocha

Výška osy broušení	1000 mm
Rozměr (šířka x hloubka x výška)	2950x2330x1640 mm
Hmotnost stroje	2400 kg

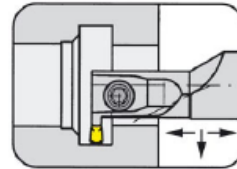
PŘÍLOHA 7

Nástrojový katalog Paul HORN GmbH. [11]

KLEMMHALTER Typ TOOLHOLDER type

B119

mit innerer Kühlmittelzufuhr
with through coolant



Bohrungs-Ø ab	bore Ø from	16,0 mm
Stechtiefe bis	depth of groove up to	3,0 mm
Stechbreite	width of groove	2,0 - 3,0 mm

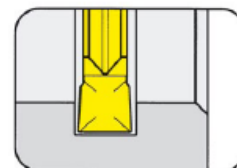
Bestellnummer part number	d	l ₁	l ₂	h	f	D _{min}	t _{max}	Größe Size	Spannbereich Clamping Range
R/LB119.0016.1.32	16	110	25	14	11,8	16	3	02	2,0 - 2,99
R/LB119.0016.1.33	16	110	25	14	11,8	16	3	03	3,0

Ausführung R oder L angeben
State R or L version

Abmessungen in mm
Dimensions in mm

SCHNEIDPLATTE Typ INSERT type

S119



Stechtiefe bis	depth of groove up to	3,0 mm
Stechbreite	width of groove	2,0 - 3,0 mm

Bestellnummer part number	w	r	m	h	Größe Size	MG12	TN35	T125	TF45	H54
S119.0200.32	2,0	0,2	1,6	3,65	02		•			
S119.0250.32	2,5	0,2	2,0	3,75	02		•			
S119.0300.32	3,0	0,2	2,4	3,95	03		•			

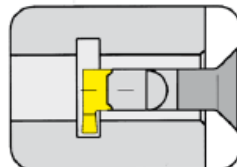
Abmessungen in mm
Dimensions in mm

bevorzugte HM-Sorten
recommended grade

KLEMMHALTER Typ TOOLHOLDER Type

B114

mit innerer Kühlmittelzufuhr
with through coolant supply



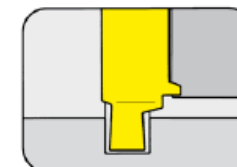
Bohrungs-Ø ab	Bore Ø from	14,0 mm
Stechtiefe	Depth of groove	6,5 mm
Stechbreite bis	Width of groove up to	4,0 mm

Schaftmaterial: Hartmetall (schwingungsarm)
Material of shank: Carbide - Giving a good vibration resistance

Bestellnummer Part number	d	l ₁	l ₂	h	l ₄
B114.0012.00	12	75	19,5	11	40
B114.0012.01		100	34,0		50
B114.0012.02		110	45,0		50
B114.0012.03		130	64,0		50
B114.0016.00	16	80	19,5	15	40
B114.0016.01		100	34,0		50
B114.0016.02		110	45,0		50
B114.0016.03		130	64,0		50

SCHNEIDPLATTE Typ INSERT Type

114



Bohrungs-Ø ab	Bore Ø from	14,0 mm
Stechtiefe	Depth of groove	1,2 - 1,5 mm
Nutnennbreite Nw	Width of circlip Nw	0,7 - 0,9 mm

Abmessungen für Seegerringnuten DIN 471/472
Widths for circlip grooves DIN 471/472

Bestellnummer Part number	Nw	w	s ₁	s	f	a	d	t _{max}	D _{min}	MG12	TN35	T125	TH35
R/L114.0070.00	0,7	0,74	5,3	5,5	9	13,5	9	1,2	14		▲/▲		
R/L114.0080.00	0,8	0,84						1,3			▲/▲		
R/L114.0090.00	0,9	0,94						1,5			▲/▲		

▲ ab Lager / on stock Δ 4 Wochen / 4 weeks

● Haupteinsatzbereich / main recommendation

○ bedingt einsetzbar / alternative recommendation

■ unbeschichtete HM-Sorten / uncoated grades

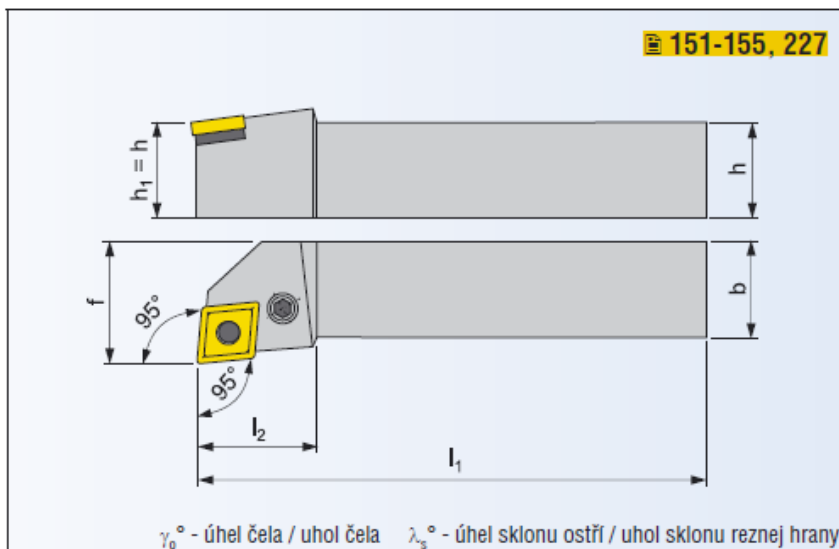
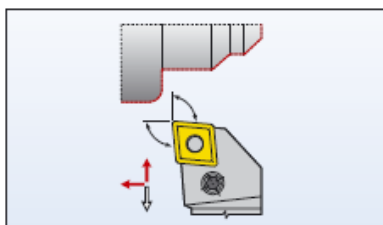
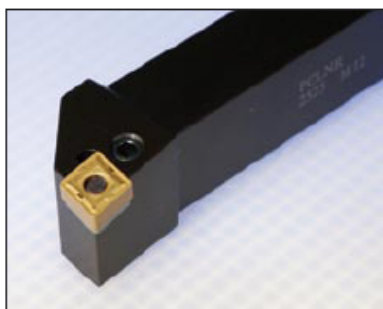
■ beschichtete HM-Sorten / coated grades

■ bestückt/Cermet / brazed/Cermet

P	•			
M	•			
K	•			
S	•			
N	•			
H				

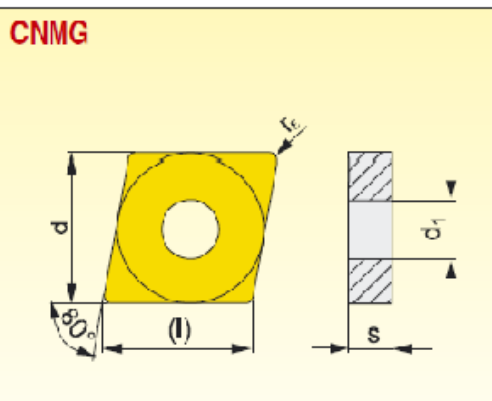
Nástrojový katalog PRAMET TOOLS, s.r.o., část 1/2. [12]

VNĚJŠÍ SOUSTRUŽENÍ - ISO P
VONKAJŠIE SÚSTRUŽENIE - ISO P



ISO	R/L	Rozměry / Rozmery [mm]									kg	ND	VBD VRD
		h=h ₁	b	f	l ₁	l _{2max}			λ _s °	γ _o °			
PCLNR/L 2020 K 12	● / ●	20	20	25	125	36			-6	-6	0,42	PC22	CNM. 1204.-E
*PCLNR/L 2525 K 12-S	● / ●	25	25	32	125	36			-6	-6	0,68	PC20	CNM. 1204.-E
PCLNR/L 2525 M 12	● / ●	25	25	32	150	36			-6	-6	0,68	PC20	CNM. 1204.-E

VYMĚNITELNÉ BŘITOVÉ DESTIČKY
VYMEINITEĽNÉ REZNÉ DOŠTIČKY

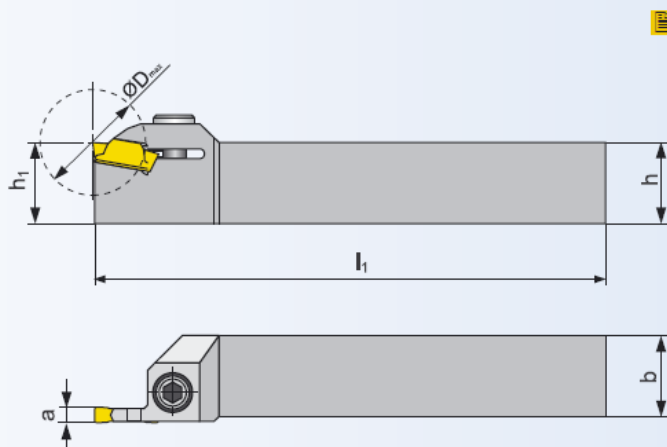
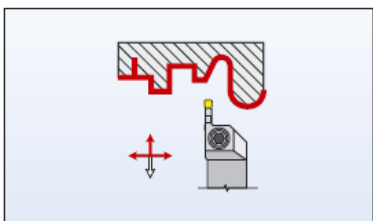


Vellkost Vel'kost'	$\bar{Q}$	d	d_1	s	
090€	9,7	9,525	3,81	3,13	
1204	12,9	12,700	5,16	4,73	
160€	16,1	15,375	6,35	6,35	
190€	19,3	19,250	7,94	6,35	

Utvárče Utvárač	ISO	ANSI	Materiály / Materiály								Rádus Radius	Posuv na ot. Posuv na ot.		Hĺbka rezu Hĺbka rezu		
			6605	6615	6630	6640	9210	9230	9235	8016	8030	r _ε	f _{min}	f _{max}	a _{p min}	a _{p max}
	CNMG 120404E-F	CNMG 431E-F	●	●	●			●		●	●	0,4	0,08	0,30	0,5	3,0
	CNMG 120408E-F	CNMG 432E-F		●	●			●		●	●	0,8	0,08	0,35	0,8	3,0

GFIR/L, GFKR/L

UPICHOVACÍ A ZAPICHOVACÍ NOŽE UPICHOVACIE A ZAPICHOVACIE NOŽE

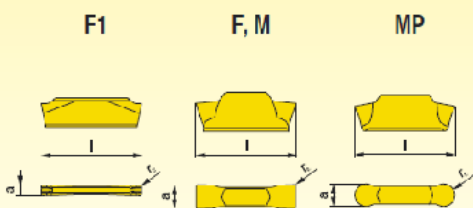


198

ISO	R/L	Rozměry / Rozmery [mm]										kg	ND	VBD VRD
		h=h ₁	b	l ₁	a	D _{max}								
GFIR/L 1616 H 03	●/●	16	16	100	3	18						0,30	GL03	LCMF 0316..
GFIR/L 2020 K 03	●/●	20	20	125	3	18						0,40	GL04	LCMF 0316..
GFIR/L 2525 M 03	●/●	25	25	150	3	18						0,60	GL05	LCMF 0316..

VYMĚNITELNÉ BŘITOVÉ DESTIČKY VYMENITEĽNÉ REZNÉ DOŠTIČKY

LCMF F, F1, M



Rozměr a v toleranci + 0,05 [mm] / Rozměr a v toleranci + 0,05 [mm]

Velikost Veľkosť	a	l			
0220	2,00	19,50			
0316	3,00	16,40			
0416	4,00	16,40			
0516	5,00	16,40			
0616	6,00	16,40			

Útvářec Utvárač	ISO	ANSI	Materiály / Materiály						r _c	Posuv na ot. Posuv na ot.		Hloubka řezu Hloubka rezu	
			6630	8030						f _{min}	f _{max}	a _{p min}	a _{p max}
	LCMF 031602-F		●					0,2	0,05	0,17	0,3	3,0	
	LCMF 031604-F		●					0,4	0,05	0,17	0,3	3,0	
	LCMF 041604-F		●					0,4	0,08	0,25	0,5	3,0	
	LCMF 041608-F	○	●					0,8	0,08	0,25	0,5	3,0	
	LCMF 051608-F	○	●					0,8	0,10	0,30	0,5	3,0	
	LCMF 061608-F	○	●					0,8	0,10	0,35	0,5	3,0	

PŘÍLOHA 9

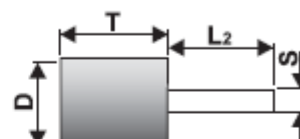
Nástrojový katalog TYROLIT a.s. [13]



Objedn. číslo	Původní objedn. číslo	Tvar	Rozměr	Specifikace	Min. objednáci množství
---------------	-----------------------	------	--------	-------------	-------------------------

321

Brousicí tělíska válcová se stopkou



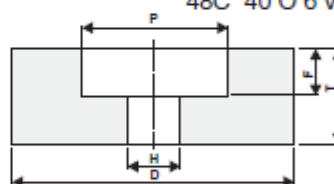
Tvar **52ZY**

Broušený materiál	ocel (řada 11)	ocel (<59HRC)	ocel (<67HRC)	nerez	tvrdokov, SiC	litina	kámen	beraněné kovy	silný titan	plast, sklolaminát
Použití										

$D \times T - S \times L_2$

karbid křemíku **černý**, pojivo **keramické**

413259	321 31 - 1055.00	52ZY	10x25-6x40	48C 40 O 6 V 40	50
--------	------------------	------	------------	-----------------	----



Tvar **5**

$D \times T \times H - P \times F$

Objedn. číslo	Původní objedn. číslo	Tvar	Rozměr	Specifikace	Min. objednáci množství
---------------	-----------------------	------	--------	-------------	-------------------------

511

Brousicí kotouče s jednostranným vybráním

Broušený materiál	ocel (řada 11)	ocel (<59HRC)	ocel (<67HRC)	nerez	tvrdokov, SiC	litina	kámen	beraněné kovy	silný titan	plast, sklolaminát
Použití										

$D \times T \times H - P \times F$

umělý korund **bílý**, pojivo **keramické**

427780	511 51 - 1007.09	5	100x25x20 - 50x10	99BA 60 K 9 V 40	1
427817	511 51 - 1553.09	5	150x32x32 - 85x16	99BA 60 K 9 V 40	1

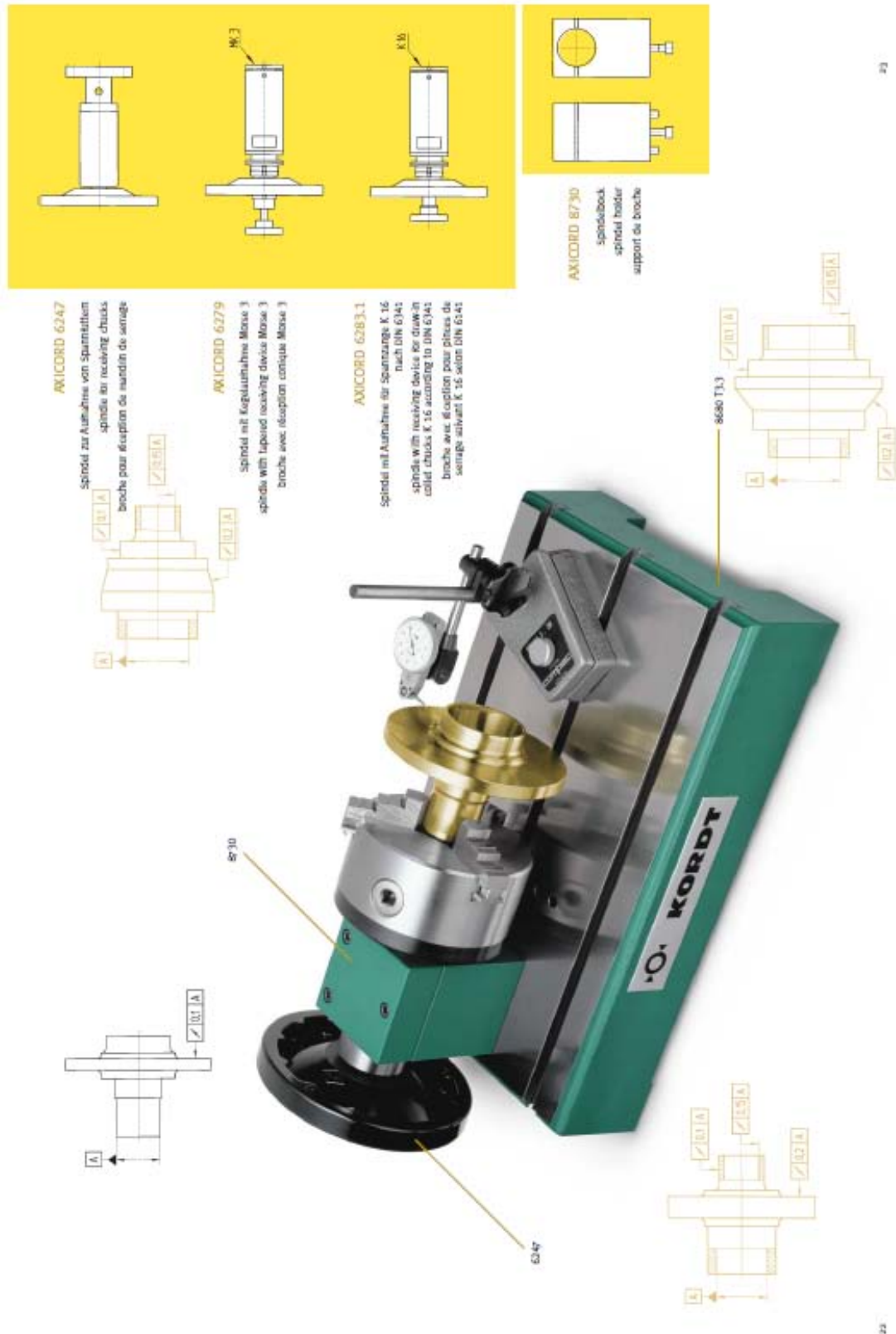
PŘÍLOHA 10

Katalog měřicích nástrojů DIATEST Hermann Költgen GmbH. [14]

Messbereich (Fettdruck = Geräte- Messbereich) Range (Bold type = measuring range of set) mm	Standard-Tastköpfe hartverchromt Standard probes hard chrome plated	
	Einzel Single Best.-Nr. Order Code	Gerät ¹⁾ Set ¹⁾ Best.-Nr. Order Code
9,40 – 10,60 10,40 – 11,60 11,40 – 12,60 12,40 – 13,60 13,40 – 14,60 14,40 – 15,60 15,40 – 16,60 16,40 – 17,60 17,40 – 18,60 18,40 – 19,60 19,40 – 20,60	T-10 T-11 T-12 T-13 T-14 T-15 T-16 T-17 T-18 T-19 T-20	M-3
20,40 – 21,60 21,40 – 22,60 22,40 – 23,60 23,40 – 24,60 24,40 – 25,60 25,40 – 26,60 26,40 – 27,60 27,40 – 28,60 28,40 – 29,60 29,40 – 30,60	T-21 T-22 T-23 T-24 T-25 T-26 T-27 T-28 T-29 T-30	M-4
Satz Einstellringe²⁾ Set of setting rings²⁾ Best.-Nr. Order Code	Standard- Nennmaße Standard nominal sizes Best.-Nr. Order Code	
RM-3	R-10,000 R-11,000 R-12,000 R-13,000 R-14,000 R-15,000 R-16,000 R-17,000 R-18,000 R-19,000 R-20,000	
RM-4	R-21,000 R-22,000 R-23,000 R-24,000 R-25,000 R-26,000 R-27,000 R-28,000 R-29,000 R-30,000	

PŘÍLOHA 11

Katalog měřících nástrojů KORDT GmbH & Co. KG., část 1/2. **[15]**



Katalog měřicích nástrojů KORDT GmbH & Co. KG., část 2/2. [15]



PŘÍLOHA 12

Strojírenský normativ pro broušení, doporučení pro vyjiskřovací třísky. [16]

STROJÍRENSTVÍ NORMATIVY	TABULKA ČÍSLO: 26
----------------------------	----------------------

Stanovení počtu vyjiskřovacích třísek i_v

A. Vliv jakosti opracování

Ra	Počet i_v
do 0,8	0
do 0,4	6

B. Vliv průměru a délky broušeného dílce

$\varnothing$ v mm do	Délka broušení L v mm od:				
	50	120	250	400	600
Počet i_v					
10	2	3	4	-	-
20	1	2	3	4	-
30	-	1	2	3	4
50	-	-	1	2	3
80	-	-	-	1	2