

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

**ŘEŠENÍ TECHNOLOGIE SOUČÁSTI „TVÁŘECÍ
SEGMENT“ VE FIRMĚ ŠMERAL BRNO A. S.**
SOLUTION TECHNOLOGY OF „TVÁŘECÍ SEGMENT“ PART IN FIRM ŠMERAL BRNO A. S.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PAVEL BARTOŠEK

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

ING. MILAN KALIVODA

BRNO 2011

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2010/11

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Pavel Bartošek

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:

Řešení technologie součásti "tvářecí segment" ve firmě Šmeral Brno

v anglickém jazyce:

Solution technology of "tvářecí segment" part in a firm Šmeral

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Představení firmy. Rozbor technologie příčného klínového válcování, charakteristika konstrukční sestavy a začlenění součásti "tvářecí segment". Návrh technologie dle charakteristiky součásti na podmínky firmy se začleněním CNC techniky. Dílčí rozpracování frézovacích operací. Návrh NC programu. Zhodnocení v podmínkách firmy.

Cíle bakalářské práce:

Navržení technologie s vazbou na stávající výrobu. Orientace v databázích moderních nástrojů. Činnost s CNC stroji. Rozhodnutí a definování doporučujících podmínek pro realizaci.

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.
6. KOČMAN, K. Speciální technologie obrábění. 3. vyd. Brno: VUT v Brně, Akademické nakladatelství CERM, 2004. 230 s. ISBN 80-214-2562-8.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Kalivoda

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/11.

V Brně, dne 24.11.2010


prof. Ing. Miroslav Piška, CSc.
Ředitel ústavu




prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan

ABSTRAKT

Záměrem bakalářské práce je představení technologie příčného klínového válcování a vypracování studie celkové soustavy tvářecích segmentů se zaměřením na technologii obrábění dané sestavy ve společnosti Šmeral Brno a. s. Poznatky z odborné literatury a získané praktické zkušenosti umožnily vypracování rozboru konstrukční sestavy a technologie zaměřené na frézovací operace ve vazbě na zadanou součást.

Klíčová slova

Tvářecí segment, konstrukční sestava, technologie obrábění, frézovací operace, příčné klínové válcování

ABSTRACT

Description ...

The purpose of the bachelor thesis is to explain the technology of cross rolling and working of study of the system of shaping segments with the focus on that technology used in Company Šmeral Brno a. s. After studying of the literature and gaining of practical experience there was worked out analysis of the construction set and analysis of partial milling operations.

Key words

Construction set, cross configuration, machining technology, milling operations, shaping segment

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BARTOŠEK, Pavel. *Název: Řešení technologie součástí „tvářecí segment“ ve firmě Šmeral Brno a. s.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 38 s., 4 přílohy. Vedoucí práce Ing. Milan Kalivoda.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Řešení technologie součásti „tvářecí segment“ ve firmě Šmeral Brno a. s. vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum 24. 03. 2011

.....
Pavel Bartošek

Poděkování

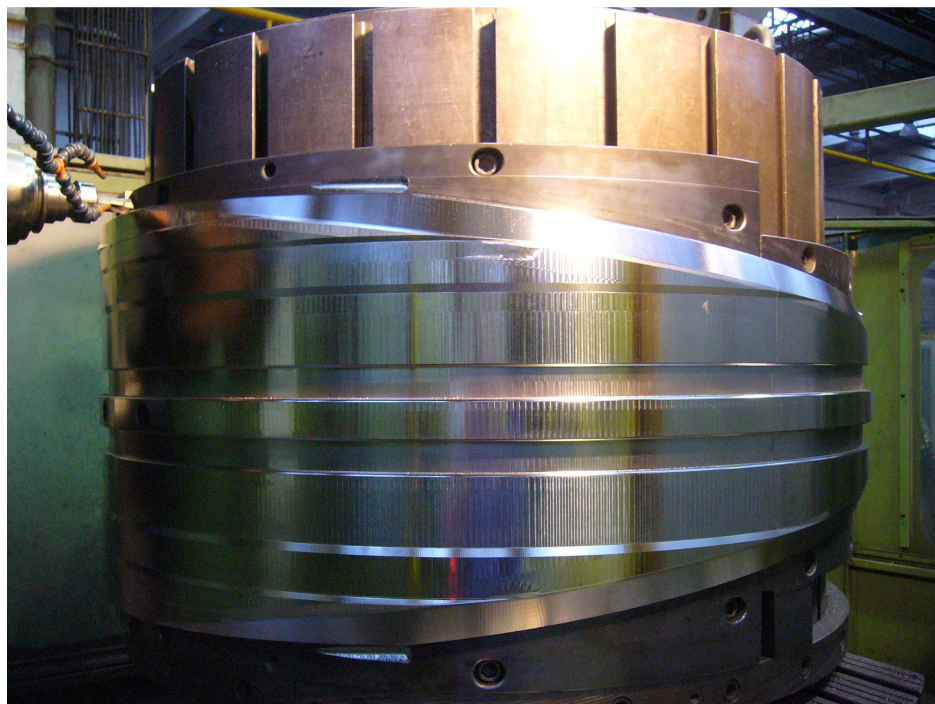
Děkuji tímto zaměstnanci FSI VUT Brno Ing. Milanu Kalivodovi a zaměstnanci firmy Šmeral Brno a. s. Ing. Milanu Mangerovi za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

OBSAH

Abstrakt.....	4
Prohlášení.....	5
Poděkování.....	6
Obsah.....	7
Úvod	8
1 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI ŠMERAL BRNO a. s.	9
2 TECHNOLOGIE PŘÍČNÉHO KLÍNOVÉHO VÁLCOVÁNÍ	10
2.1 Rozbor technologie	10
2.2 Využití a technologické možnosti	11
2.2.1 Tvar a rozměry vývalků	11
2.2.2 Produktivita.....	11
2.2.3 Využití.....	11
2.2.4 Srovnání s klasickými technologiemi	12
2.3 Princip technologie	12
2.3.1 Popis technologického zařízení	13
2.3.2 Stroj – popis funkce	13
2.3.3 Stroj – speciální provedení	14
2.3.4 Volba vhodného zařízení	14
2.3.5 Vnitřní vady vývalků	14
2.3.6 Faktory ovlivňující vznik vnitřních vad	14
3 MATERIÁL PRO VÝROBU VÝVALKŮ.....	15
3.1 Materiálový list oceli ČSN 19 554.....	15
3.2 Použití	15
3.3 Způsoby tepelného zpracování oceli	16
4 ROZBOR VÝROBY SOUSTAVY SEGMENTŮ	17
4.1 Prstence	19
4.1.1 Technologický rámcový postup výroby prstence	19
4.1.2 Studie svislého soustruhu SKJ 12 od firmy TOS Hulín.....	20
4.2 Nožové držáky	21
4.2.1 Technologický rámcový postup výroby nožových držáků.....	22
4.2.2 Studie horizontální vyvrtávačky WH10 NC	23
4.3 Soustava tvářecích segmentů.....	24
4.3.1 Technologický rámcový postup výroby tvářecích segmentů.....	24
4.3.2 Studie CNC obráběcího centra C. B. Ferrari S620 a S630.....	26
4.3.3 Rozpracování technologických operací na CNC obráběcím centru	28
4.3.4 Programy pro výrobu tvářecích segmentů a nožových držáků.....	29
5 TECHNICKO-EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ VÝROBY	30
5.1 Kalkulace mzdových nákladů.....	31
5.1.1 Kalkulace výroby tvářecího segmentu – C. B. Ferrari S620	31
5.1.2 Kalkulace výroby tvářecího segmentu – C. B. Ferrari S68.....	32
Závěr	34
Seznam použitých zdrojů	35
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	37
Seznam příloh	38

ÚVOD

Příčné klínové válcování je osvědčená metoda objemového tváření za tepla. Projekt je založen na rozboru technologie a sestavy tvářecích segmentů od výroby polotovaru až po konečný obrobený nástroj. Zahrnutý budou i dílčí operace s návrhem nejefektivnějšího obrobení sestavy skládající se ze čtyř segmentů a nožových držáků rozdělených dle pracovních pozic. Vzorová situace je představena na obr. 0.1.



Obr. 0.1 Výroba tvářecího segmentu

Bakalářská práce se zaměřuje na technickou přípravu výroby soustavy tvářecího segmentu. V jejím rámci bude představen princip technologie, srovnání s jinými metodami a faktory ovlivňující výrobu vývalků. Technologické rámcové postupy upřesňují soubor všech operací, které se uplatňují při výrobě.

Výrobu jednotlivých částí soustavy segmentů včetně studie všech obráběcích strojů rozepisují níže uvedené kapitoly. Dále jsou v následujících kapitolách detailněji analyzovány mzdové složky ovlivňující výrobu včetně orientační kalkulace produkce pro jednotlivé CNC stroje.

1 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI ŠMERAL BRNO A. S.

Historie společnosti Šmeral Brno a. s.¹ se píše již od roku 1861 a to od svého založení panem Ignácem Storkem pod stejnojmenným názvem. Ten položil v Brně základy slévárny pro šedou litinu. Po smrti zakladatele firmy převzal žezlo syn Jindřich Storek. Po roce 1902 nastal velký rozvoj firmy. Byla postavena nová správní a administrativní budova spolu s laboratořemi. Nadále se firma Ignáce Storka rozrůstala a tak byly zakoupeny pozemky v okolí Šmeralovi a Stavební ulice (obr. 1.1).

Následně byla započata i stavba nové ocelárny vybavené siemens-martinskými pecemi. V roce 1913 byla zahájena strojní výroba a o pět let později vyrobena první Kaplanova turbína na světě. Výroba turbín byla ukončena až v roce 1952, kdy došlo k přesunu výroby do ČKD Blansko. Celkem bylo vyrobeno více než 500 kusů turbín. Firma se rozrůstala o další nezbytné části, jako oddělení pro vývoj a konstrukci, strojírenské haly pro těžké tvářecí stroje, výrobu lisů typu LKM či výroba pneumaticko-hydraulických bucharů.

Roku 1959 je zapsán vznik Šmeralových závodů a s tím spojena další výstavba technologických provozů. V tehdejší době společnost zaměstnávala na 3500 zaměstnanců. Bylo založeno 7 dalších pobočných závodů. Dále se firma pyšnila výrobou strojů pro příčné klínové válcování, které jsou chloubou po celém světě. V roce 1993 byla společnost zprivatizována a přejmenována na Šmeral Brno a. s. I po privatizaci si společnost zachovala skvělou pověst ve strojírenském průmyslu a bezkonkurenčnost na dnešním trhu. Stroje značky Šmeral jsou známy v kovárnách a lisovnách ve více než 50 zemích všech světadílů.

Společnost disponuje vlastní vývojovou a konstrukční základnou, která je schopna v oboru tváření držet krok se světovým vývojem. Společnost usiluje o doplnění strojů obslužnými či podpůrnými mechanizačními zařízeními ke snižování výrobních časů, vedoucímu ke zvýšení produktivity práce. Příimou ukázkou je vybudování pracoviště C. B. Ferrari s CNC obráběcími centry, které se přímo soustředí na obrábění tvářecích segmentů pro stroje příčného klínového válcování.



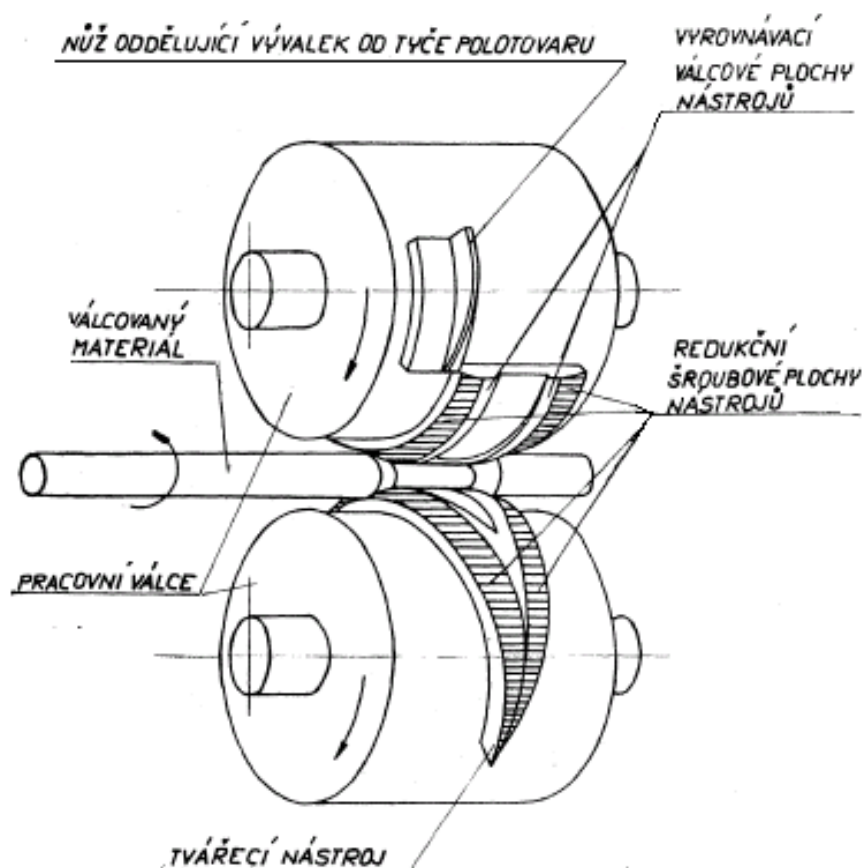
Obr. 1.1 Společnost Šmeral Brno a. s.

2 TECHNOLOGIE PŘÍČNÉHO KLÍNOVÉHO VÁLCOVÁNÍ

Technologie příčného klínového válcování (dále jen „PKV“) je používána již desítky let a zaznamenala rychlý pokrok v osvědčených metodách, které souvisejí především se skvělými výsledky a zkušenostmi výrobců komponentů pro automobilový průmysl.

2.1 Rozbor technologie

V dnešní době je kladen důraz na produktivitu a ekonomickou stránku výroby. Tak dochází k silnějšímu růstu a rozvoji příčného klínového válcování ve strojírenském průmyslu. Tyto procesy se významně podílejí na rozvoji a produkci především automobilových dílů. K rozvoji této technologie výrazně přispěla společnost FORD, která na základě několikaletých zkoušek definitivně doporučila svým pobočkám tuto technologii používat. Příkladem firmy FORD následovalo mnoho uživatelů po celém světě. Nová technologie si vytvořila významné postavení na kovářenském trhu, a to díky svým značným technologickým i ekonomickým výhodám.



Obr. 2.1 Příčné klínové válcování

2.2 Využití a technologické možnosti

V kapitole budou zpracovány informace o rozměrech a tvarech vývalků vyrobených metodou PKV. Hotové vývalky jsou znázorněny na obr. 2.2.

2.2.1 Tvar a rozměry vývalků

Technologie PKV slouží k tváření za tepla rotačních součástí (vývalků) převážně podlouhlých tvarů proměnného průřezu z oceli, popřípadě neželezných kovů, viz tab. 2.1.

Tab. 2.1 Rozměry vývalku

Přibližné rozměry vývalku:	Průměr $\varnothing$ [mm]	Délka [mm]
	20 – 110	až 700 max. 1000

2.2.2 Produktivita

Počet otáček válců stroje je $n = 6 - 16 \text{ min}^{-1}$ v závislosti na typu vývalku a tím i odpovídajícímu typu válcovacího stroje. Na jednu otáčku je z jednoho přířezu vyválcován jeden nebo dva vývalky. Prakticky dosahovaná produktivita se obvykle pohybuje v rozsahu 300 – 500 vývalků za hodinu.

2.2.3 Využití

Vývalky lze dle výrobních operací, které následují po PKV, rozdělit do následujících skupin:

- a) předvalky pro následné zápusťkové kování (ojnice, kleště, páky),
- b) vývalky pro následné třískové obrábění (hřídele, čepy),
- c) vývalky jako hotové součásti.



Obr. 2.2 Vývalky pro následné třískové obrábění

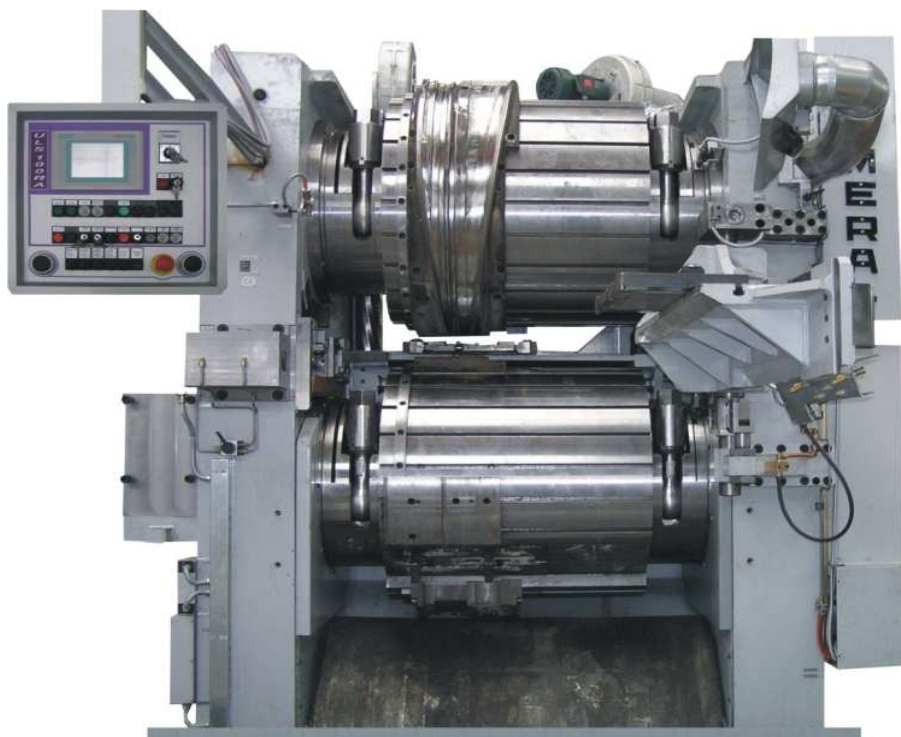
2.2.4 Srovnání s klasickými technologiemi

Hlavními obecnými výhodami technologie PKV jsou:

- značná úspora materiálu 15 až 40 %,
- podstatné zvýšení produktivity práce až o 200 %,
- snadná automatizace,
- vysoká kultura práce obsluhy (minimální námaha a hluchost),
- minimální nároky na prostor a stavební úpravy,
- vysoká životnost nástrojů 50 tis. až 250 tis. vývalků dle složitosti tvaru vývalku.

2.3 Princip technologie

Technologie PKV patří mezi procesy tváření kovů za tepla. Válcovaný polotovár ohřátý na tvářecí teplotu je vložen mezi dva shodné nástroje upnuté na válcovacích strojích. Válce s upnutými nástroji proti sobě navzájem rotují. Válcový polotovár je působením tvářecích ploch nástrojů uveden do rotace kolem své podélné osy. Nástroje během tvářecího procesu postupně vnikají do polotovaru kolmo k jeho podélné ose a svými klínovými tvářecími plochami přemísťují materiál polotovaru. Přitom dochází k prodlužování vývalku a tvorbě jeho válcových, kuželových, zaoblených nebo různě kombinovaných rotačních ploch. Během procesu nedochází k žádnému přechování, a proto je maximální průměr vývalku roven průměru vstupního materiálu.



Obr. 2.3 Válcovací stroj ULS 160 R

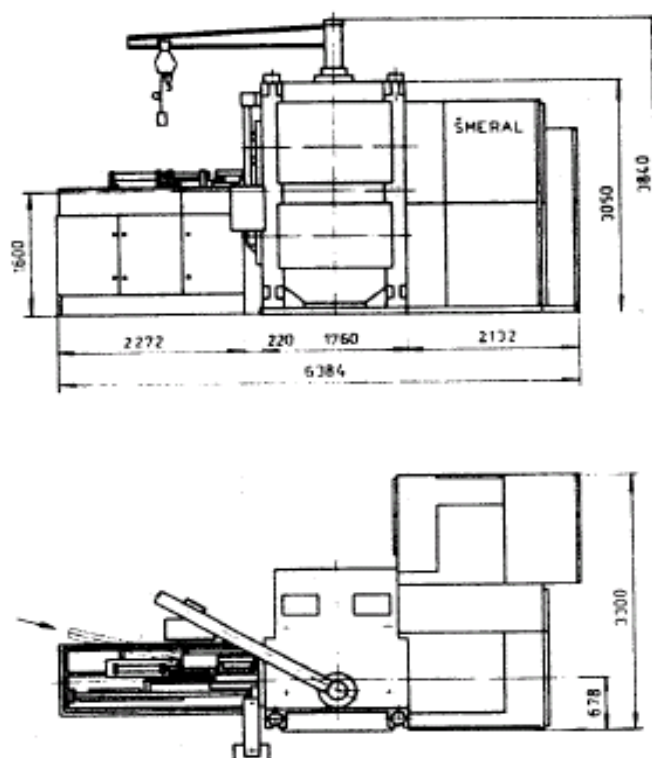
2.3.1 Popis technologického zařízení

Technologické zařízení se skládá z indukčního ohřevu, zakladače, stroje s nástrojem a dopravníku (obr. 2.4). Níže se zaměříme hlavně na stroj a nástroj.

2.3.2 Stroj – popis funkce

Stroj je koncipován jako samostatný automat, viz obr. 2.3⁶. Ohřátý přířez je přiveden obvykle skluzem do indukčního ohřevu na vstup do stroje (zakládací zařízení).

Zde je zkontrolován čidlem přítomnosti ohřátého přířezu a ten je následně založen do pracovního prostoru, kde je po opětovné kontrole teploty válcován. Po vyválnování může vývalek padat skluzem do bedny nebo na dopravník. Obsluha vykonává pouze dohled nad chodem stroje.



Obr. 2.4 Konstrukce válcovacího stroje

2.3.3 Stroj – speciální provedení

Z hlediska výstupního materiálu a způsobu výměny nástrojů mohou být válcovací stroje pro PKV technologii v následujících provedeních:

a) Standard:

výstupním materiálem je přířez a výměna nástrojů probíhá přímo na stroji, vyměňují se jednotlivé segmenty.

b) Tyčové provedení stroje:

výstupní materiál je tyč, stroj automaticky oddělí odpovídající přířez, který je následně vyválcován. Je používán jen pro tyče do $\varnothing$ 40 mm. Výměna nástrojů probíhá přímo na stroji, vyměňují se jednotlivé segmenty.

c) Stroj s rychlovýměnou nástrojů:

se strojem jsou dodány dva válce navíc, na které se upne mimo pracovní prostor odpovídající nástroj, při změně série se vyměňují celé válce a doba výměny je do 15 min.

2.3.4 Volba vhodného zařízení

Potenciální zákazník zašle požadovaný výkres vývalku, popřípadě výkres konečného výrobku. Na základě těchto informací navrhne společnost Šmeral Brno a.s. technologický celek vhodný pro válcování dané součásti.

2.3.5 Vnitřní vady vývalků

U vývalků nejsou povoleny vnitřní vady s výjimkou části vývalku, které jsou po následném kování či obrábění určeny k odpadu.

2.3.6 Faktory ovlivňující vznik vnitřních vad

Na tvorbu vnitřních trhlin má vliv:

- správnost válcovací teploty,
- shodnost výchozího materiálu (chemické složení),
- seřízení stroje a nástroje,
- opotřebení nástroje,
- správnost tvářecích úhlů,
- tvar vývalku,
- velikost redukce.

3 MATERIÁL PRO VÝROBU VÝVALKŮ

Materiál se používá na nástroje pro tváření a stříhání za tepla i pro tlakové lití. Jedná se o prvky Cr – Mo – V - Si ocel na kalení v oleji nebo na vzduchu s velmi dobrou kalitelností (ocel je kalitelná v celém přířezu do $\varnothing$ 150 mm).

3.1 Materiálový list oceli ČSN 19 554

Chemické složení oceli ČSN 19 554 je podrobně popsán v tab. 3.1¹⁰.

Tab. 3.1 Chemické složení (hm %)

	C	Cr	Mn	Mo	P	S	Si	V
Min.	0,340	4,800	0,200	1,100	-	-	0,800	0,800
Max.	0,440	5,800	0,500	1,400	0,030	0,030	1,200	1,200

Tab. 3.2 Způsoby využití materiálu

		Min. teplota (°C)	Max. teplota (°C)
Teplota kování:		1100	850
Normalizační žíhání:		-	-
Žíhání na měkko:		800	840
Kalení:	-vzduch	1020	1070
	-voda	-	-
	olej	1020	1070
Popouštění:		550	650

3.2 Použití

Materiál má vysokou pevnost za tepla a odolnost proti otěru. Velmi dobrou houževnatost a dobré plastické vlastnosti při normálních i zvýšených teplotách. Ty jsou zobrazeny v tab. 3.2¹⁰. Také vyniká skvělou odolností vůči vzniku trhlinek vlivem tepelných úprav. Je vhodná i pro nástroje s pevností nad 1765 MPa a též pro nástroje chlazené vodou.

Používá se především na nástroje pro tváření za tepla jako malé zápustky pro kovací lis, matrice, zápustkové vložky, pěchovací nástroje a razníky. Ocel je dobře tvárná a obrobitelná. Lze najít využití i pro velmi namáhané formy pro tlakové lití slitin hliníku a zinku, pevné a pohyblivé dílce, které jsou přímo v kontaktu s tekutým kovem, funkční části forem, šoupátka a rozdělovače, zvláště pro velké série.

3.3 Způsoby tepelného zpracování oceli

a) Kování:

Je to beztržkové tváření zahřátých kovů vlivem rázů a úderů. Při tomto způsobu zpracování nedochází z úbytku pevnosti materiálu, naopak se zvětšuje jeho houževnatost¹². Kovací teplota se pohybuje u oceli mezi 800 až 1000 °C.

b) Žíhání naměkko:

Tento způsob tepelného zpracování kovů se provádí za účelem zlepšení obrobitelnosti oceli s obsahem uhlíku nad 0,4 % (pod 0,4 % C se obrobitelnost spíše zhoršuje). Žíhání naměkko spočívá v ohřevu oceli na teplotu kolem A_{C1} (650 – 720 °C), která vydrží při této teplotě 3 až 4 hodiny, a následném pomalém ochlazování v peci. Tím se změní vnitřní struktura laminárního perlitu na zrnitý perlit a dochází ke zlepšení obrobitelnosti žíhané oceli¹².

c) Žíhání na odstranění vnitřního pnutí:

Vnitřní pnutí způsobuje deformace odlitků. V důsledku deformace odlitků pak vznikají praskliny¹². Vnitřní deformace totiž zvyšují při namáhání celkový napěťový stav a tím exponenciálně roste předpoklad vzniku prasklin v odlitku. Žíhání se provádí v doporučeném teplotním rozmezí 500 – 560 °C.

d) Kalení:

Je velmi známý způsob tepelného zpracování oceli, při kterém dochází k ohřevu oceli na kalící teplotu a následnému prudkému ochlazení. Získávají se lepší mechanické a fyzikální vlastnosti. Kalící prostředí se určuje podle obsahu uhlíku, kalitelnosti a prokalitelnosti¹².

- voda,
- olej,
- vzduch,
- roztavené solné lázně.

e) Popouštění:

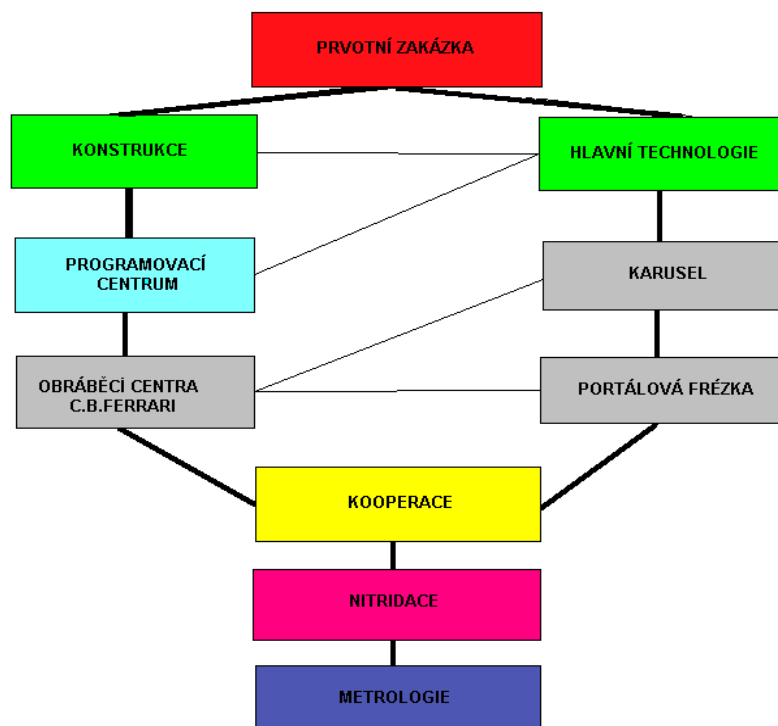
Je nedílnou součástí při procesu zušlechťování oceli. Při popouštění je ocel ohřívána na popouštěcí teplotu, a to těsně pod teplotou tavení, pak následuje setrvání při této teplotě. V dalším intervalu popouštění je ochlazování oceli na pokojovou teplotu.

4 ROZBOR VÝROBY SOUSTAVY SEGMENTŮ

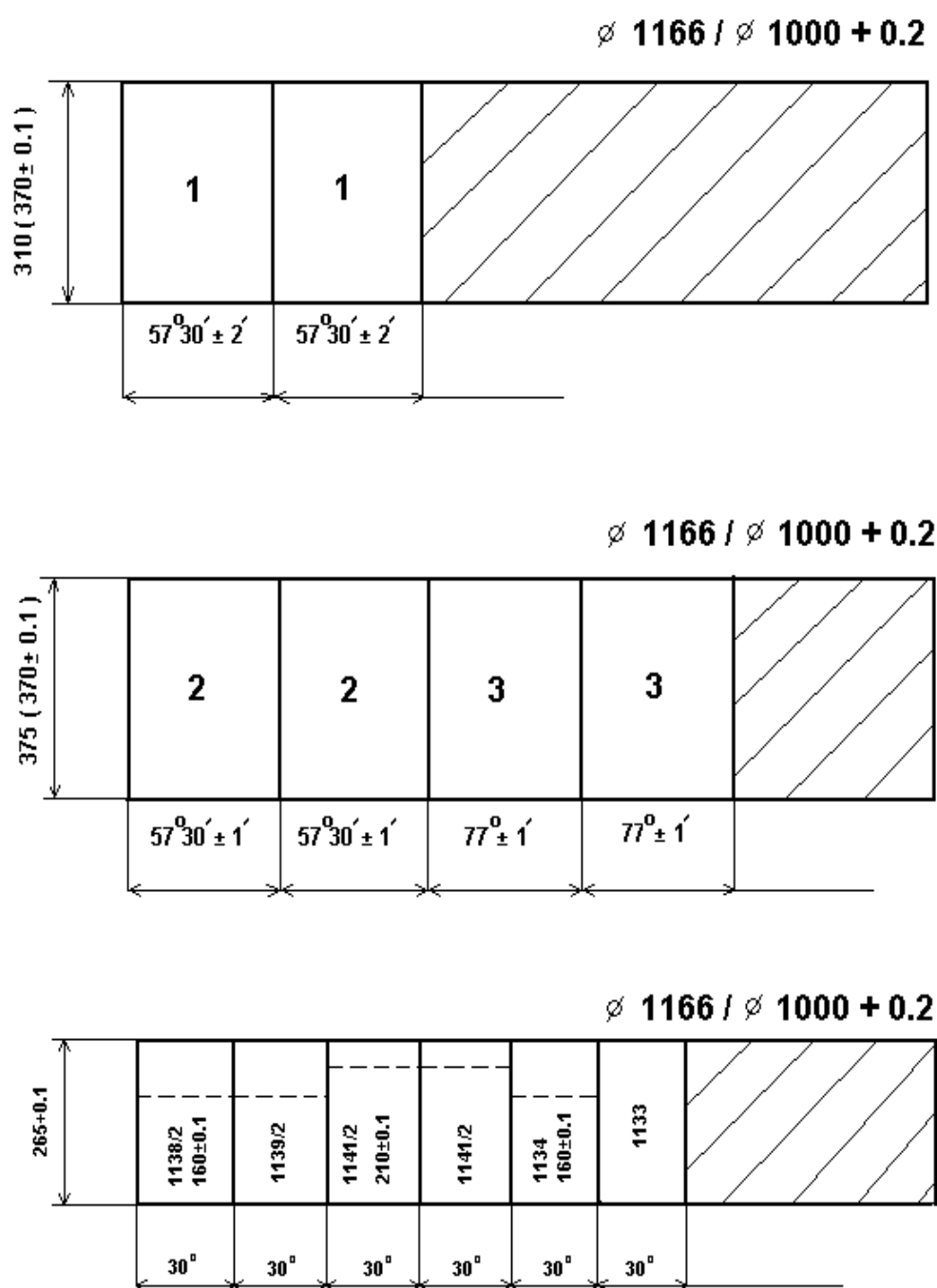
Výroba soustavy segmentů je technologicky a časově náročná. Po přijetí zakázky od zákazníka, a to jak stálého tak potenciálního, putuje prvotní výkresová dokumentace do sekce konstruktérské, kde se zkoumá vyrobiteľnost a celková technologie soustavy segmentů pro příčné klínové válcování. Oddělení konstrukce je propojeno s oddělením hlavních technologií, které po schválení zakázky postupně vytváří technologické výrobní postupy pro části sestavy tvářecích segmentů a jejich příslušenství.

Po vytvoření modelu pomocí 3D modelovacího softwaru se přesunuje proces do programovacího centra, kde se za pomoci kvalifikovaných pracovníků vytváří přesné programy pro obráběcí centra C. B. Ferrari. Mezitím se polotovary určené k dalšímu třískovému opracování dostávají k prvním hrubovacím operacím. Vysoce kvalifikovaní pracovníci obráběcích center provedou montáž tvářecích segmentů na pracovní válec, který je umístěn na otočném pracovním stole obráběcího centra a zahájí první hrubovací operace.

Dokončení všech programů pro sestavu segmentů startuje samotnou fází obrábění. Po dokončení frézovacích operací putuje sestava i se svým příslušenstvím do zámečnické dílny a dále směřuje do nitridační pece, ve které soustava prochází procesem nitridačního cyklu do hloubky $h = 0,3$ mm. Na závěr se osoba pověřená hlavní konstrukcí zaměří na samotné zkoušky simulace provozu, které jsou prováděny na zkušebním válcovacím stroji ULS 100. Vedle kontroly simulace provozu, tak jak je uvedeno shora, prochází vývalky rovněž kontrolou kvality, která je prováděna ze strany hlavního pověřeného pracovníka kontroly, který vystaví protokol o provedené zkoušce.



Obr. 4.1 Přiblížení výroby tvářecích segmentů ve společnosti Šmeral Brno a. s.



Obr. 4.2 Řezný plán tvářecích segmentů a nožových držáků

4.1 Prstence

Jedná se o základní polotovary prstencového tvaru určeného pro výrobu sestavy tvářecích segmentů a nožových držáků. Společnost Šmeral odebírá dva druhy prstenců. Jedná se jednak o polotovary z Německa, kde jsou prstence kované, a jednak o prstence ze své interní slévárny, která vyrábí prstence lité. Počáteční materiál prstenců je ČSN 41 9552 a výkresová dokumentace je znázorněna v příloze č. 1.



Obr. 4.3 Základní materiál prstencového tvaru

4.1.1 Technologický rámcový postup výroby prstence

Hlavní technologie zpracuje technologické rámcové postupy s přesným popisem kompletní technologie a předá vytvořenou dokumentaci s výkresy do výroby.

Tab. 4.1 Rámcový technologický postup

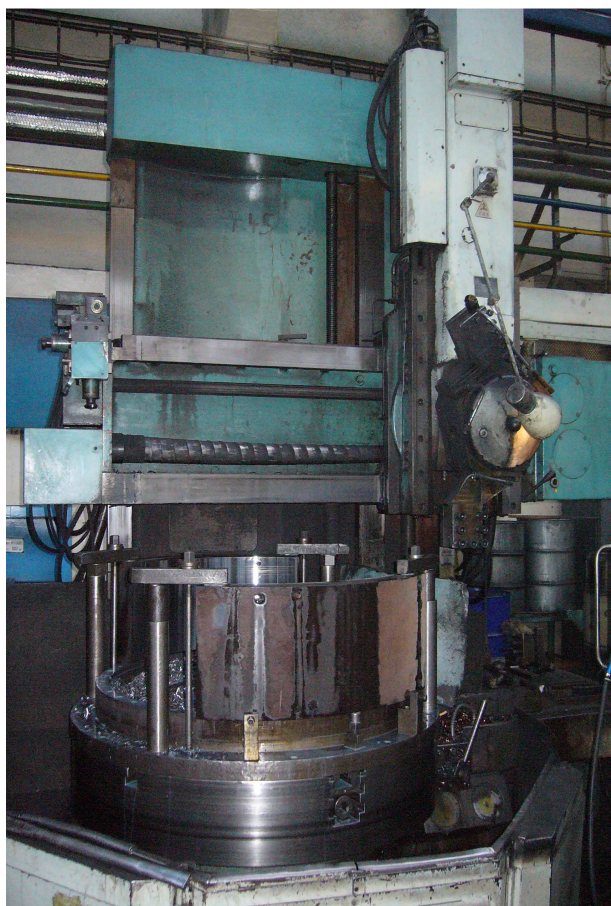
OPERACE	STŘEDISKO	POSTUP
10	703	Popisové čísla a čísla tavby přenášet.
20	703	Hrubovat prstenec a následně soustružit hotově na stroji SKJ 12 otvor na průměr 1000 mm +0,20. Vnější povrch soustružit na průměr 1166 mm oboustranně soustružit na míru 375 ±0,1 mm, 310 ±0,1 mm, 265 ±0,1 mm.
30	703	Rýsovat 2x závit M16 a pro operaci 50 dle řezného plánu. S ohledem na přídavek na řez a s přídavkem 2 mm.
40	703	Vrtat, srazit hranu, řezat 2x závit M16 x 25.
50	703	Řezat prstenec podle řezného plánu.

4.1.2 Studie svislého soustruhu SKJ 12 od firmy TOS Hulín

Společnost TOS Hulín patří mezi nejlepší světové výrobce svislých soustruhů. Za dobu své existence dodala na trh přes 13000 obráběcích stojů. Svislé soustruhy jsou určeny pro přesné a výkonné soustružení (tab. 4.2)⁹.

Tab. 4.2 Karusel SK 12

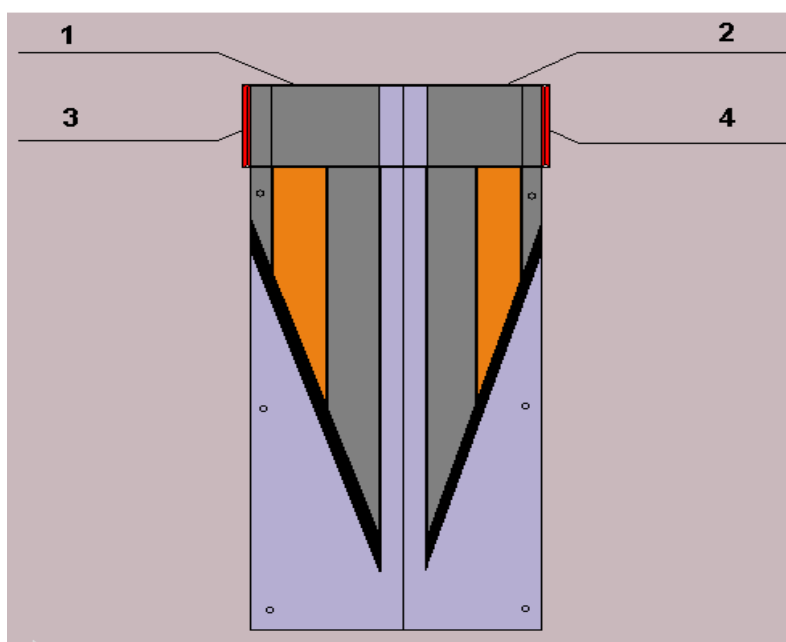
Karusel SK 12	
Evidenční číslo:	01829
Název stroje:	karusel dvoustojanový
Typ stroje:	SK 12
Výrobce:	TOS Hulín
Rok výroby:	1961
Technické parametry:	1250 mm; 1350 mm
Popis stroje:	Max. průměr soustružení 1250 x 1350 mm
	Max. hmotnost obrobku – 4000 kg
	Rozměry (d x š x v) – 3860 x 2360 x 4260
	Hmotnost stroje – 18300 kg



Obr. 4.4 Svislý karusel společnosti TOS Hulín určený pro soustružení prstence

4.2 Nožové držáky

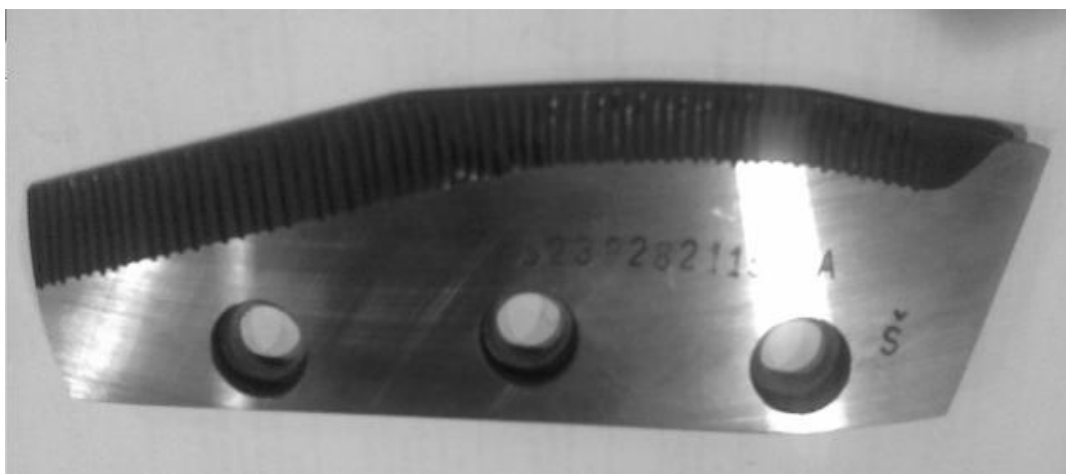
Jsou nezbytnou součástí soustavy segmentů pro technologii příčného klínového válcování a umísťují se za poslední segment sestavy (obr. 4.5). Jejich rozdělení určuje poloha ustavení. Slouží jako nosiče speciálních nožů (obr. 4.6), které jsou určeny k odřezávání odpadu. Jsou umístěny v okrajových částech nožových držáků.



Obr. 4.5 Náčrtes rozvinutého tvářecího segmentu s nožovými držáky

Legenda:

- 1) Nožový držák -pravý
- 2) Nožový držák -levý
- 3) Pomocný nůž -pravý
- 4) Pomocný nůž -levý



Obr. 4.6 Nůž oddělující vývalek od tyče polotovaru

4.2.1 Technologický rámcový postup výroby nožových držáků

Technologický rámcový postup na tab. 4.3 slouží k přesnému a jednotnému postupu při výrobě tvářecích segmentů. Jeho dodržování se odráží v celkové kvalitě provedených operací.

Tab. 4.3 Rámcový technologický postup

OPERACE	STŘEDISKO	POSTUP
10	703	Frézovat čela na míru 162 mm a dodržet rovnoběžnost, odjehlit.
20	703	Rýsovat pro operaci 30.
30	703	Zhotovit dle výkresové dokumentace: 2x díra $\varnothing$ 18 mm / $\varnothing$ 26 mm do hloubky 13 mm 1x závit M16 1x drážku 22 +0,1mm Odjehlit.
40	703	U otvoru $\varnothing$ 1000 mm srazit hranu 1 x 4.
50	703	Ustavit a upnout na pracovní buben a hotově soustružit čela na míru $160 \pm 0,1$ mm Dodržet rovnoběžnost. S přídávkem na plochu 1 mm soustružit tvary dle výkresové dokumentace.
60	703	Ohrotit, Vyznačit označení dle výkresové dokumentace a začistit.
70	703	Ohrotit, frézovat závit M16.
80	703	Rýsovat pro operaci 90.
90	703	Frézovat hotově osazení 55,9 mm / $140 \pm 0,1$ mm 3x drážku tvaru T dle výkresové dokumentace.
100	703	Ohrotit , dle pera vrtat a řezat 1x závit M8 x 14. Ohrotit, zaoblit R5 dle výkresové dokumentace.
110	703	Rýsovat pro operaci 120.
120	703	Vrtat a řezat 1x závit M8 průchozí.
130	703	Ohrotit.

4.2.2 Studie horizontální vyvrtávačky WH10 NC

Horizontální vyvrtávačka (obr. 4.7)⁸ slouží ke zhotovení všech čel na přesné úhlové rozměry. Dále se použije na vyvrtání upínacích otvorů se zahluobením na jednotlivých segmentech. Technické parametry v tab. 4.4⁸.

Tab. 4.4 Horizontální vyvrtávačka WH10 NC

Horizontální vyvrtávačka stolová WH 10 NC	
Evidenční číslo:	01689
Název stroje:	Vyvrtávačka vodorovná
Typ stroje:	WH 10 NC
Výrobce:	TOS Varnsdorf
Rok výroby:	1987
Tech. parametry:	100 mm; ISO 50
Popis stroje:	Upínací ploch stolu 1120 x 1000 mm
	Pracovní průměr ø vřetena 100 mm
	Kužel ISO 50
	Příčné přestavení stolu; osa X 1250 mm
	Podélné nastavení stolu; osa W 1000 mm
	Přestavení osy Y (vřetení stojan) 900 mm
	Maximální zatížení stolu 30 kN
	Hmotnost stroje 13400 kg



Obr. 4.7 Horizontální vyvrtávačka WH10 NC určená k zafrézování tvářecích segmentů a vyvrtávání upínacích děr

4.3 Soustava tvářecích segmentů

Je tvořena samotnými segmenty, které jsou řazeny v řadě dle jejich funkčnosti. Převážně se sestava skládá ze tří pracovních segmentů. V jiném případě se dle potřeby a velikosti konečného vývalku může skládat ze čtyř tvářecích segmentů. Výkresové dokumentace pro tvářecí segmenty jsou uvedeny v příloze č. 2.

Novinkou v technologii příčného klínového válcování je používání speciálních tvářecích segmentů, které jsou vyrobeny pouze z jednoho tvaru prstence. Ty jsou určeny pro válcování neželezných kovů, a to především pro slitiny hliníku. Tato nová metoda je ve vývoji a postupně nachází své uplatnění na dnešním trhu. Pro výrobu tvářecích segmentů musí být vytvořen přesný rámcový postup (tab. 4.5).

4.3.1 Technologický rámcový postup výroby tvářecích segmentů

Tab. 4.5 Rámcový technologický postup

OPERACE	STŘEDISKO	POSTUP
10	703	<i>Rýsovat pro operaci 20 a 30 s přídavkem pro operaci 30.</i>
20	703	<i>Vrtat a řezat 2x závit M16 x 24, odjehlit.</i>
30	703	<i>Zhotovit dle výkresové dokumentace: s přídavkem 1 mm na plochu soustružit oboustranně čela 4x díra $\varnothing$ 18; $\varnothing$ 26 2x závit M16 průchozí Odjehlit.</i>
40	703	<i>Ohrotit, vyrazit označení dle výkresové dokumentace a začistit.</i>
50	703	<i>Kontrola operace 30.</i>
60	703	<i>Bezokujově žíhat pro odstranění vnitřního pnutí.</i>
70	703	<i>Bezokujově kalit a popouštět na 48 -3 HRC.</i>
80	703	<i>Založit kontrolní protokol, provést zkoušky tvrdosti a deformace tvaru.</i>
90	703	<i>Ustavit, vyrovnat a upnout na přípravek, přesoustružit díru $\varnothing$ 1000 +0,2 mm. Provést kontrolu na stroji a po kontrole demontovat.</i>

100	703	<i>Ustavit, upnout a vyrovnat na pracovní buben soustružit hotově oboustranně čela na míru $305 \pm 0,1$ mm. Demontovat, dodržet rovnoběžnost.</i>
110	703	<i>Kontrola díry $\varnothing 1000 +0,2$ mm a jakost opracování. Výsledky zaznamenat do pracovního protokolu.</i>
120	703	<i>Ustavit, upnout a vyrovnat na pracovní buben soustružit hotově oboustranně čela na míru $305 \pm 0,1$ mm. Demontovat, dodržet rovnoběžnost.</i>
130	703	<i>Ohrotit, řezat závit M16 průchozí.</i>
140	703	<i>Kontrola operace 100. Naměřené výsledky zaznamenat do pracovního protokolu.</i>
150	703	<i>Hotově dle výkresové dokumentace zhotovit čela na rozměr 57 ± 2 stupňů. Dodržet kolmost, rovnoběžnost a sklon.</i>
160	703	<i>Odhrotit.</i>
170	703	<i>Ustavit, vyrovnat a upnout na pracovní buben segmenty č.1, č.2, č.3 + nožové držáky postupně frézovat celý tvar hotově dle výkresové dokumentace. Demontovat.</i>
180	703	<i>Celkově ohrotit, upravit včetně rýhování. Vyrazit označení dle výkresové dokumentace a začistit.</i>
190	703	<i>Kontrola profilu tvaru dle řezu na výkresové dokumentaci. Výsledek zaznamenat do kontrolního protokolu.</i>
200	703	<i>Montáž, zkoušky, demontáž.</i>

4.3.2 Studie CNC obráběcího centra C. B. Ferrari S620 a S630

Technické možnosti obráběcích center C. B. Ferrari S620 a S68 jsou zobrazeny v tab. 4.6⁷.

Tab.4.6 Technické parametry obráběcích center S620 a S68

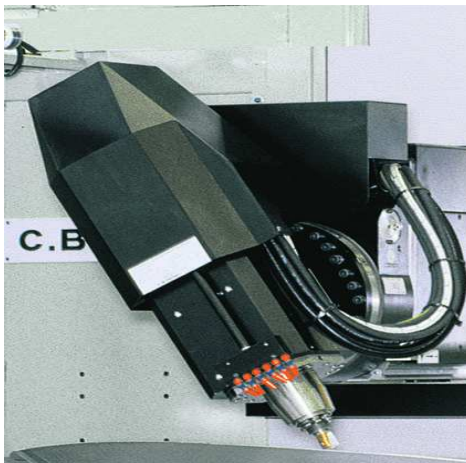
			S68	S620
Možnosti posuvu				
Podélná osa	X	[mm]	2000	2000
Příčná osa	Y	[mm]	820	820
Vertikální osa	Z	[mm]	1020	1020
Horizontální osa	A	Stupně	360	360
Vyklápěcí hlava	C	Stupně	±90°	±90°
Osové data				
Pracovní stůl	X-Y-Z	[m/min]	30	40
T-drážka		[mm]	650 x 1400	650 x 2000
		[mm]	18 x 100	18 x 100
Hmotnost stroje				
		[kg]	20000	23000
Možnosti vřetene				
Vnitřní kužel			ISO50	ISO40
Max. rychlost		[min ⁻¹]	12000	16000
Max. výkon		[Kw]	24	24

Pracoviště s obráběcími centry (obr. 5.1) bylo založeno pro podporu strojní výroby ve společnosti. Tímto krokem si společnost zaručila přední místa na světovém trhu ve strojírenském průmyslu.

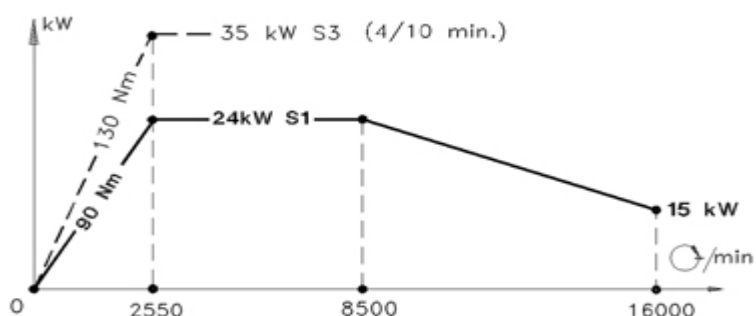


Obr. 4.8 Obráběcí centrum C. B. Ferrari S620 vlevo, S68 vpravo

Nejmodernější obráběcí centra značky C. B. Ferrari⁷ mají elektronické vyklápěcí hlavy s možností naklonění $\pm 90^\circ$ (obr 4.9)⁷ a velmi výkonné vřetena, které dosahují v závislosti na výkonu vřetene až 20000 min^{-1} (obr 4.10)⁷.



Obr. 4.9 Elektronická vyklápěcí hlava s vřetenem



Obr. 4.10 Grafické znázornění závislosti otáček a výkonu vřetene

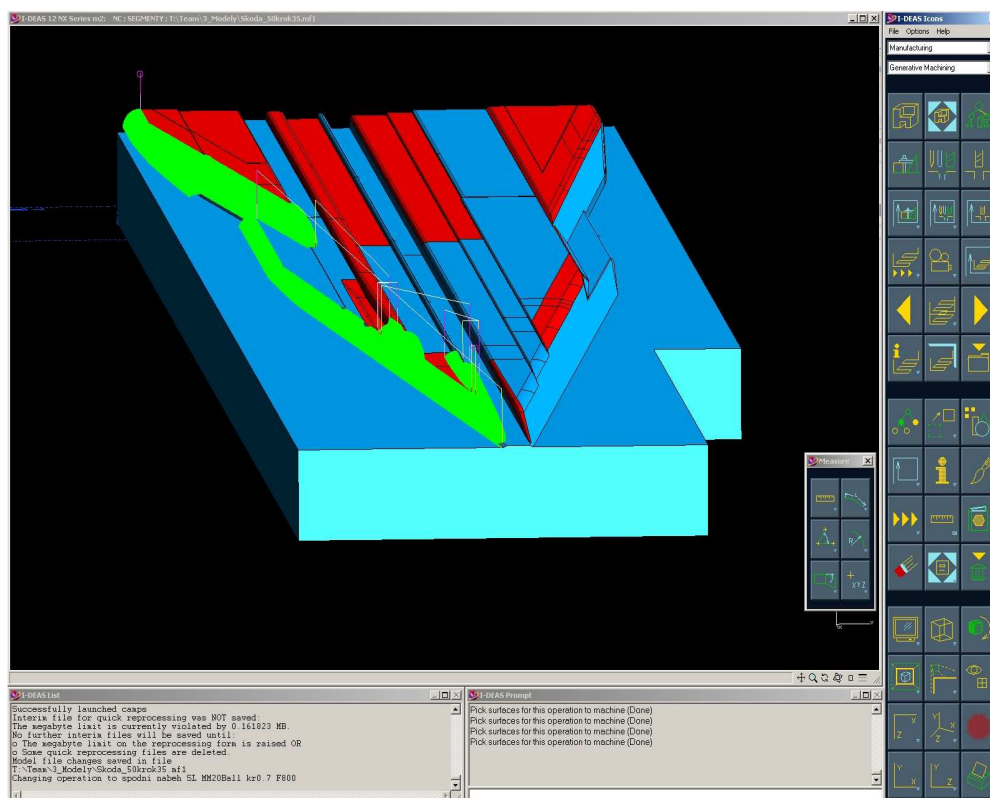
Součástí každého obráběcího centra značky C. B. Ferrari je otočný pracovní stůl s osovým natočením 360° , který je zobrazen na obr. 4.11⁷.



Obr. 4.11 Rotační pracovní stůl

4.3.3 Rozpracování technologických operací na CNC obráběcím centru

Frézovací operace na stroji C. B. Ferrari jsou tvořeny v programovacím středisku. Pro kreslení, modelování a tvorbu programů pro CNC se používá CAD/CAM programovací software I-Deas 12 NX (obr. 4.12).



Obr. 4.12 Pracovní prostředí programovacího softwaru I-Deas 12 NX

Rozbor používaných fréz pro obrábění tvářecích segmentů. Podrobný popis je znázorněn v příloze č. 4.

- TwinCut - 32 $\varnothing 32$ r0.8
Fréza určená pro hrubování tvaru ze základního polotovaru³,
- SuperTurbo - 20r0.8 $\varnothing 20$ r0.8
Fréza určená pro hrubování pomocných ploch a drážek³,
- Toroid - 20r3.5 $\varnothing 20$. r3.5
Kopírovací fréza pro obrábění všech ploch a případných odlehčení⁵
- Pokolm - 20r0.8 $\varnothing 20$. r0.8
Dokončovací fréza pro obrábění drážek a kolmých ploch²
- Pokolm - 20r0.8 $\varnothing 20$. r0.8
Dokončovací fréza pro obrábění boků drážek²
- Keininger - 20Ball $\varnothing 20$. r10
Kopírovací fréza pro obrábění šikmých redukčních ploch⁴
- Keininger - 6Ball $\varnothing 6$. r3
Kopírovací fréza pro rýhování šikmých redukčních ploch⁴.

4.3.4 Programy pro výrobu tvářecích segmentů a nožových držáků

Programy pro výrobu součástí jsou tvořeny pomocí CAD/CAM systému I-Deas a jsou převáděny pomocí síťových systémů přímo do obslužných panelů CNC obráběcích center. Jedná se o frézovací operace, které zaručují postupné odfrézování materiálu na konečný tvar segmentu.

Programy jsou ohraničené posloupností oddělených skupin znaků, které jsou značeny jako věty nebo bloky (obr. 4.13). Pro řídicí systém jsou zdrojem logicky uspořádaných příkazů a umožňují tak řízení CNC stroje při provádění specifické operace.

Seznam vytvořených programů pro obrábění daných součástí je vložen v příloze č. 3.

```
%N0
N2 G0 X-1000 Y0 Z200 B0 M11 PA1
N3 G56 C-90
N4 G99 M10 {BC}
N5 ( PRUMER BUBNU: 1000mm )
N6 ( SETUP: Skoda52-hridel-opr3-model-9.3.2009 )
N7 ( OPERACE: hrub z plneho TWC32r0.8 hl0.45 )
N8 ( Akonec, doraz )
N9 G351 X0 Y0 Z0
N10 T1 M6
N11 ( NASTROJ: TwinCut32 prumer: 32. r0.8 )
N12 S2000 M13
N13 G1 X-3.97 Y0 Z606.5 A195.237 F6000
N14 Z583.055 F2500
N15 X11.03 A192.626
N16 A-0.703 F3000
N17 X33.03
N18 A192.626
N19 X55.03
N20 A-0.703
N21 X77.03
N22 A192.626
N23 X99.03
N24 A-0.703
N25 X121.03
```

Obr. 4.13 Ukázka programu

5 TECHNICKO-EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ VÝROBY

Při srovnání výkonnosti obráběcích center C. B. Ferrari S620 a S68 (obr. 4.8⁶) určených výhradně pro obrábění tvářecích segmentů se naskytá otázka, kdy se v zaběhnutém provozu musí neefektivněji vyhodnotit začlenění výroby tvářecích segmentů a nožových držáků. V pevně stanoveném termínu určeném zákazníkem nesmí docházet k časovým ztrátám a musí se zamezit dalším faktorům ovlivňujícím chod výroby. Časové ztráty, resp. prodlení, by znamenaly pro výrobní středisko vysoké smluvní pokuty.

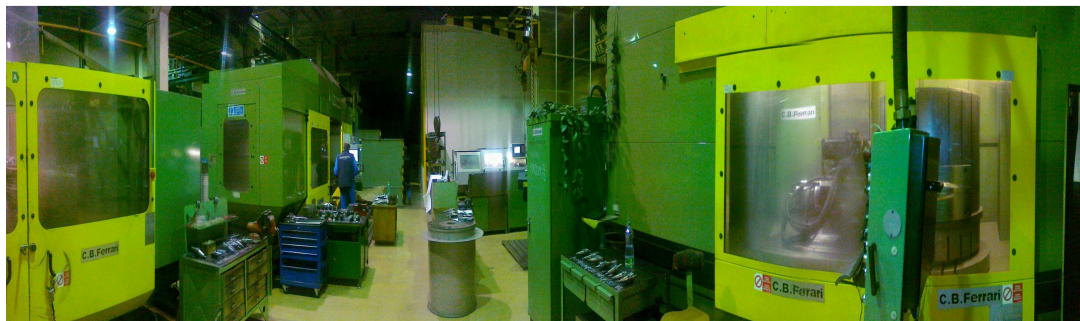
Vedoucí pracovníci se řídí dle firemních směrnic a úzce spolupracují s obsluhou obráběcích center. Po vzájemné dohodě společně určí obráběcí centrum, na kterém bude zakázka zpracovávána.

Obráběcí centrum C. B. Ferrari S620 je novějším provedením obráběcího centra C. B. Ferrari S68. Novější verze obráběcího centra je konstruována a vyrobena pro náročnější výrobní procesy. Jeho předností je vyšší přesnost, celková rychlost obrábění a programování. Tím se obráběcí centrum C. B. Ferrari S620 dostává na přední pozici při výběru výroby tvářecích segmentů a nožových držáků.

Dalším faktorem ovlivňující výběr obráběcího centra vyskytující se v provozu nejčastěji, je důležitost pořadí naplánovaných projektů, které jsou časově, finančně i technologicky náročnější na výrobu a mají prioritní označení. Vedoucí pracovníci musí vypracovat nejvhodnější technologické a ekonomické vyhodnocení, podle kterého se lépe určí prioritní zakázka, která se bude provádět přednostněji na předem stanoveném obráběcím centru.

Pro představu jednoduchého znázornění poslouží příklady orientačních kalkulací normohodin a finanční stránky na jednotlivých obráběcích centrech. Po vyhodnocení ukázkového příkladu se jeví první varianta s využitím obráběcího centra C. B. Ferrari S620 jako nejlépe vyhovující.

Rozdíl po finanční stránce u obráběcího centra C. B. Ferrari S620 činí cca. 15000,- Kč ve prospěch tohoto centra oproti starší verzi obráběcího centra S68. A především se v první variantě ušetří 25 normohodin, které se mohou uložit do rezervního fondu.



Obr. 5.1 Obráběcí středisko s CNC stroji značky C. B. Ferrari

5.1 Kalkulace mzdových nákladů

V následujících kapitolách je proveden orientační rozbor cenových nákladů na výrobu tvářecího segmentu na dvou typech obráběcího centra.

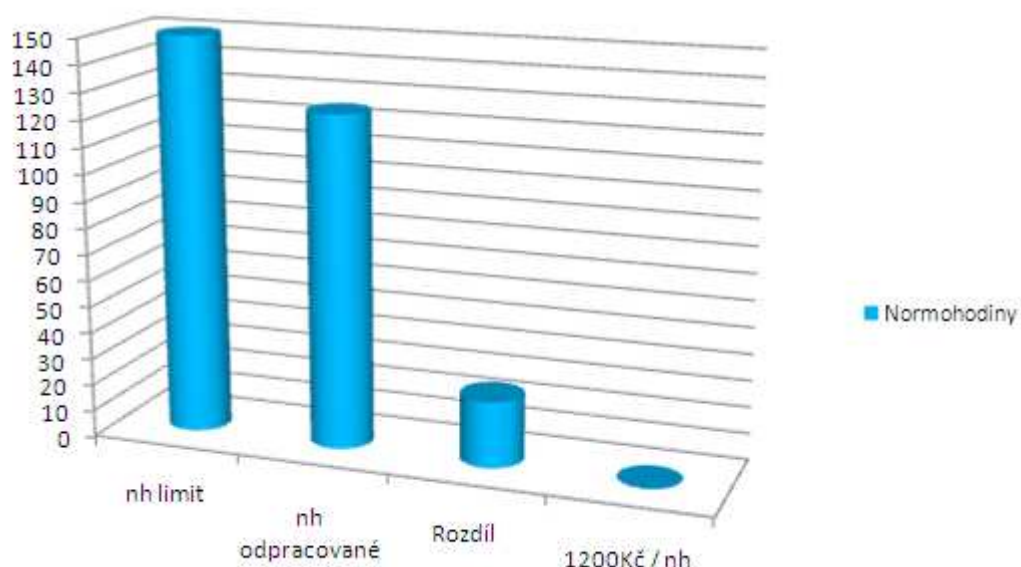
5.1.1 Kalkulace výroby tvářecího segmentu – C. B. Ferrari S620

V první variantě se hodnotí ekonomické zhodnocení formou porovnání počtu normohodin (graf 5.1) a finančního limitu (graf 5.2) pro výrobu tvářecích segmentů. Výsledný rozdíl je 25 normohodin (tab. 5.1). Ten se odrazí i po finanční stránce v plusových hodnotách 30000,- Kč v tab. 5.2.

Tab. 5.1 Srovnání počtu normohodin - S620

	Počet normohodin [nh]
Pevné limitní normohodiny	150
Odpracované normohodiny	125
Rozdíl	25

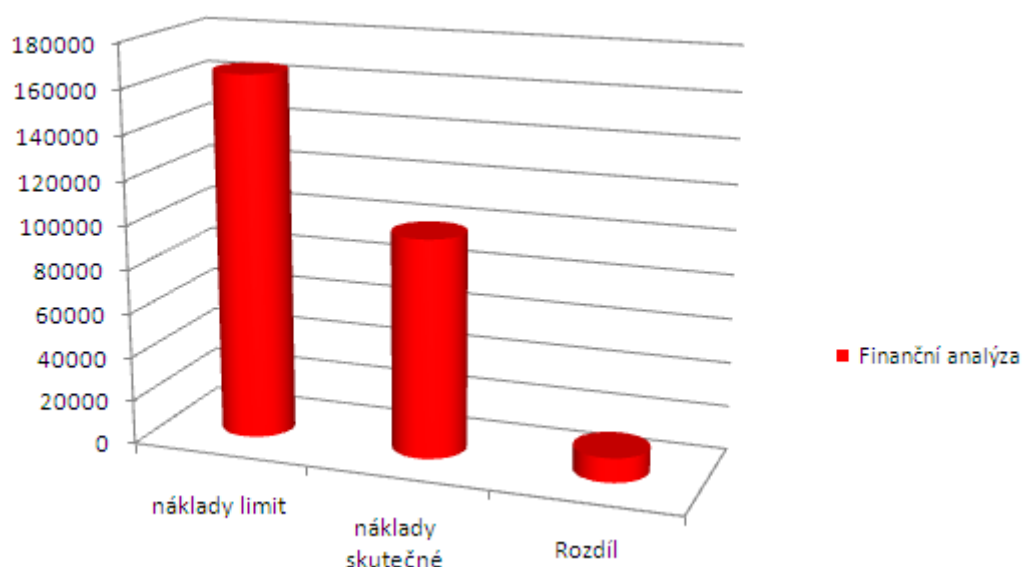
Cena jedné normohodiny [Kč]	1200
-----------------------------	------



Graf 5.1 Porovnání rozdílu normohodin pro S620

Tab. 5.2 Kalkulace mzdových nákladů – S620

	[Kč]
Stanovený finanční limit	180000
Skutečné finanční náklady	150000
Rozdíl	+30000



Graf 5.2 Zhodnocení finanční analýzy pro S620

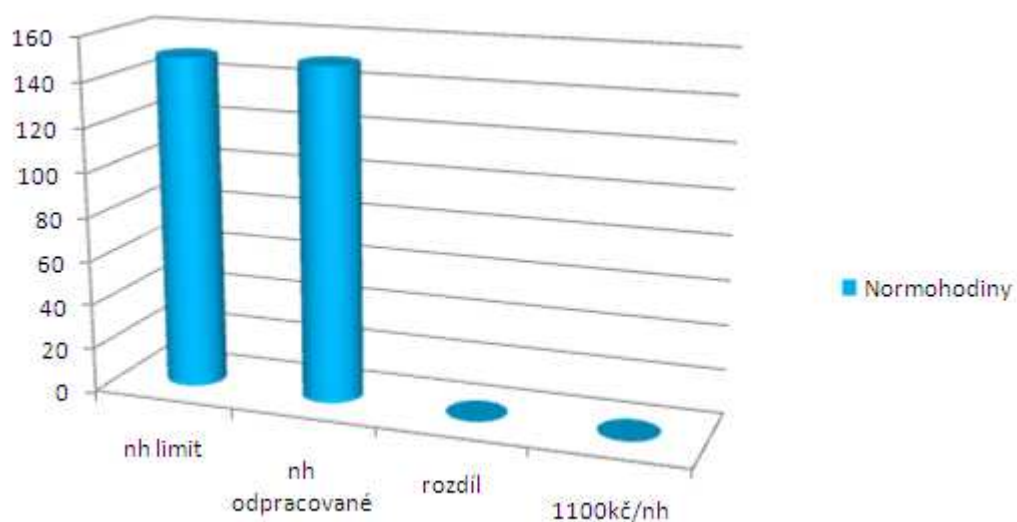
5.1.2 Kalkulace výroby tvářecího segmentu – C. B. Ferrari S68

Ve druhé variantě se hodnotí ekonomické zhodnocení formou porovnání počtu normohodin (graf 5.3) a finančního limitu (graf 5.4) pro výrobu tvářecích segmentů. Výsledný rozdíl je 0 normohodin (tab. 5.3), který má po propočtu výrazný dopad na finanční stránku. V zápočtu jedné normohodiny při stanovené ceně 1100,- Kč se rozdíl zmenší na 15000,- Kč (tab. 5.4).

Tab. 5.3 Srovnání počtu normohodin – S68

	Počet normohodin [nh]
Pevné limitní normohodiny	150
Skutečně odpracované normohodiny	150
Rozdíl	0

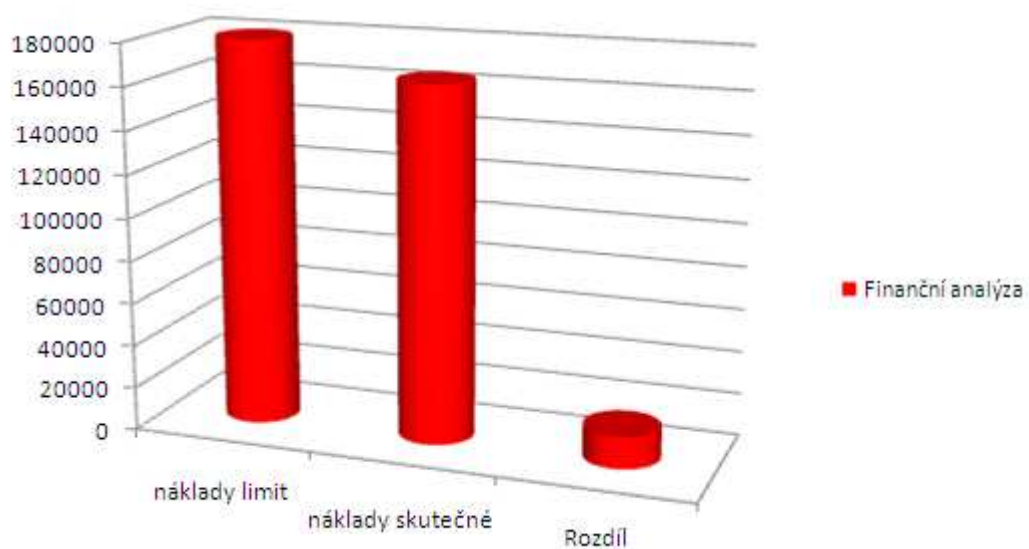
Cena jedné normohodiny [Kč]	1100
------------------------------------	-------------



Graf 5.3 Porovnání rozdílu normohodin pro S620

Tab. 5.4 Kalkulace mzdových nákladů S68

	[Kč]
Stanovený finanční limit	180000
Skutečné finanční náklady	165000
Rozdíl	+ 15000



Graf 5.2 Zhodnocení finanční analýzy pro S620

ZÁVĚR

Technologie příčného klínového válcování se jednoznačně vyznačuje svou náročností. Společnost Šmeral Brno a. s. vytvořila bezkonkurenční podmínky pro tuto technologii a tím si vytvořila ve světě přední pozici ve výrobě tvářecích nástrojů.

Jedná se především o pracoviště s CNC obráběcími centry, které je vybaveno nástroji pro obrábění speciálních tvarů, jako jsou tvářecí segmenty. Obráběcí stroje jsou obsluhovány a udržovány vysoce kvalifikovanými pracovníky, kteří odvádí náročnou a kvalitní práci při zhotovování dané zakázky. Potýkají se s náročností technologických postupů jednotlivých výrobních operací, a především časovými normami, které jsou kladeny ze strany zákazníka. Ovšem i další pracoviště odvádí potřebnou dílčí činnost pro spokojenost zákaznických požadavků.

Oddělení hlavní konstrukce úzce spolupracuje s programátorskou sekcí a tvoří důležitou složku v dalším konstrukčním vývoji a neustálém zdokonalování celkové technologie příčného klínového válcování ve společnosti. Konstrukční a programovací pracovníci jsou v pravidelných intervalech školeni ve speciálních školících centrech pro CAD/CAM systémy. S neustálým vývojem nových technologií, se společnost snaží držet krok s konkurencí a zajišťovat neustálý kontakt se zákazníky.

Bakalářská práce byla vypracována za účelem přiblížení technologie příčného klínového válcování a s tím spojenou technologii výroby tvářecích segmentů a nožových držáků. Základním stavebním kamenem pro vypracování bakalářské práce byly bohaté pracovní zkušenosti a studiem podložené znalosti získané samostudiem.

Podle technicko-ekonomického vyhodnocení výroby byla vybrána jako nejefektivnější varianta s obráběcím centrem C. B. Ferrari S620.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. NOVÁK L.: *Od Storka až po Šmeral* [online] [cit. 2010-05-20]
MM Průmyslové spektrum. Praha. Září 2001
Dostupné na World Wide Web: <<http://www.mmspektrum.com/clanek/od-storka-az-po-smeral>>.
2. POKOLM *Katalog výrobků firmy* [online] [cit. 2010-05-20]
Dostupné na World Wide Web:
<<http://www.pokolm.de/ShopSprachen.php?language=t>>.
3. FETTE *Katalog výrobků firmy* [online] [cit. 2010-05-15]
Dostupné na World Wide Web:
<<http://fette.netdirect.cz/Default.asp?CatID=175>>.
4. KEININGER *Katalog výrobků firmy* [online] [cit. 2010-05-15]
Dostupné na World Wide Web: <[http://www.lmt-fette.cz/cz/kieninger-default.aspx](http://www.lmt-fette.cz/cz/kieninger/default.aspx)>.
5. SECO *Katalog výrobků firmy* [online] [cit. 2010-05-20]
Dostupné na World Wide Web:
<<http://www.secotools.com/en/Global/Products/Milling/Square-sholder-milling/Super-Turbo>>.
6. ŠMERAL BRNO, a.s. *Válcovačky PKV* [online] [cit. 2010-04-10]
Dostupné na World Wide Web: <<http://www.smeral.cz/DefaultCZ.html>>.
7. C. B. FERRARI *Technical specifications* [online] [cit. 2010-04-10]
Dostupné na World Wide Web: <<http://cbferrari-usa.com/S%20Series.html>>.
8. LIMTECH *Horizontální vyvrtávačky* [online] [cit. 2010-05-15]
Dostupné na World Wide Web: <<http://www.limotech.cz/?mod=galeria--1689&web=820fdabd385c25521338c3882cfd4b9>>.
9. LIMTECH *Karusely* [online] [cit. 2010-05-15]
Dostupné na World Wide Web: <<http://www.limotech.cz/?mod=galeria--1829&web=820fdabd385c25521338c3882cfd4b9>>.
10. JKZ BUČOVICE, a.s. *Nástrojová ocel pro práci za tepla* [online]
[cit. 2010-04-20]
Dostupné na World Wide Web:
<<http://www.jkz.cz/index.php?articl=3&lang=cz#tepla>>.

11. METALPRESS: *Kování se značkou Metalpress* [online]
[cit. 2010-05-03]
Dostupné na World Wide Web:
<<http://www.mmspektrum.com/clanek/kovani-se-znackou-metalpress>>.
12. KLIBER, J., *Základy tváření kovů*, 2. vyd. skripta VŠB-TU Ostrava, 1998.
ISBN 80-7078-978-6.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratka/Symbol	Jednotka	Popis
A_{C1}	[]	Kritická teplota eutektoidní transformace
CAD	-	Computer - aided design počítačová podpora projektování
CAM	-	Computer - aided manufacturing - počítačová podpora obrábění
CNC	-	Computer numerical kontrol - počítačové číslicové řízení
h	mm	Hloubka
n	mm^{-1}	Počet otáček
NC	-	Numerical control
PKV	-	Příčné klínové válcování
Φ	mm	Průměr

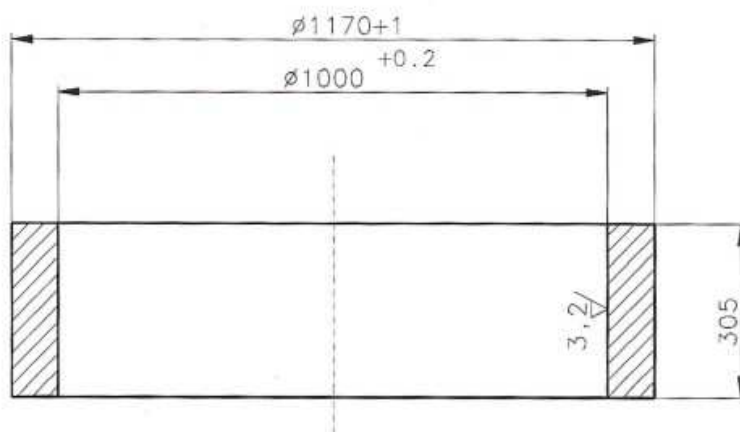
SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Výkresová dokumentace prstence
- Příloha 2 Výkresová dokumentace tvářecího segmentu
- Příloha 3 Ukázka programu frézovací operace
- Příloha 4 Přehled užívaných fréz

Příloha 1

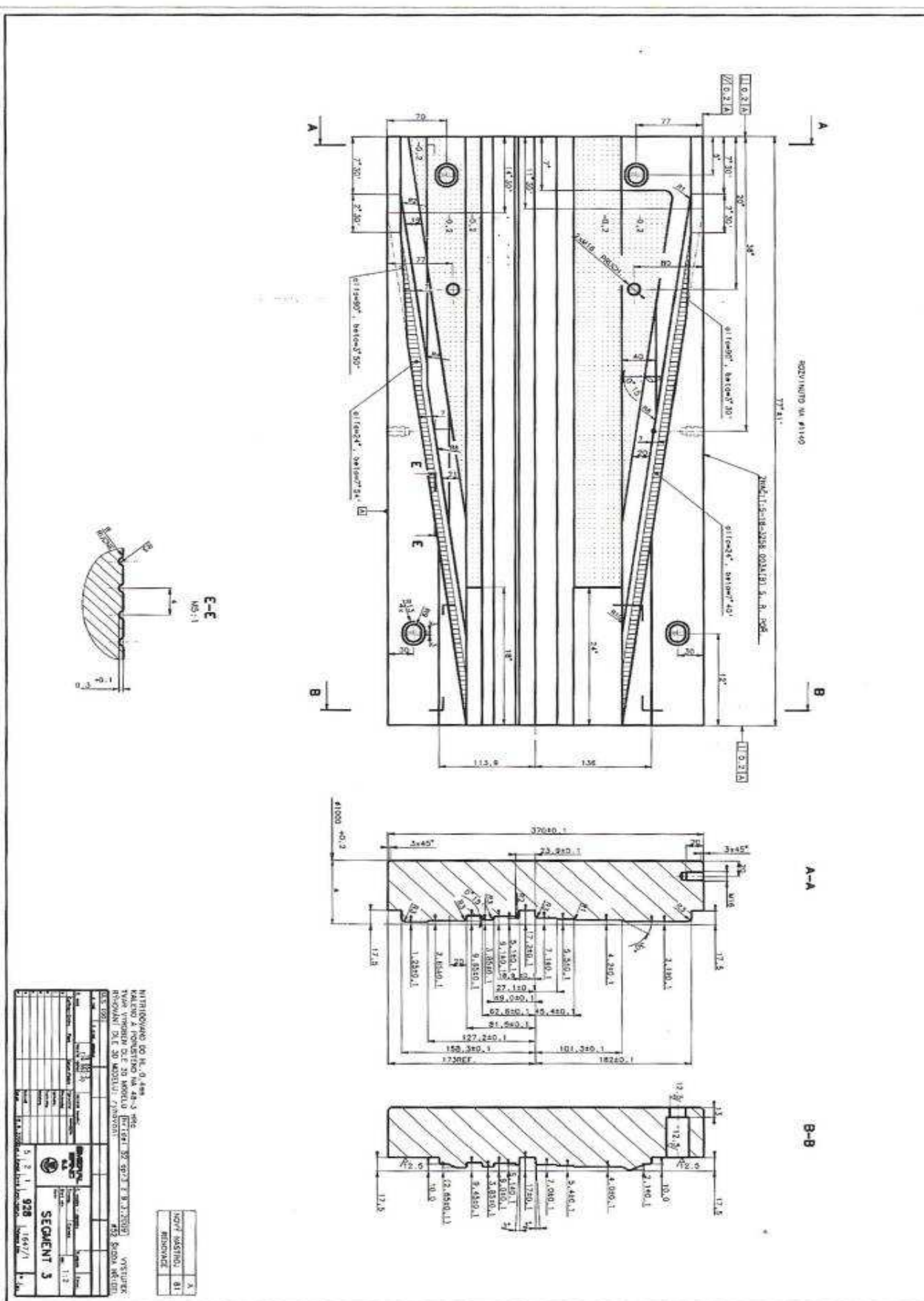
Výkresová dokumentace prstence

12.5/12.5/



ULS 100									
K typ	K mont. jednotce								
Č. code		Materiál výchozí		19 552.3		Materiál konečný		ŠMERAL BRNO a.s.	
Č. příkazu-Změny		Popis		Datum-Podpis		Vypracoval		MANGERA	
t						Přezkoušel			
l						Normaliz.			
e						Technolog			
d						Metalurg			
c									
b						Schválil			
a				Datum		18.6.2008		5 2 4 332 0207	
								Drah v Kancel. Formát Konstr.-tech.zn. Pořadové číslo List 1 z 1	
								Č. modelu - zkušky Tř. odpadu Č.hmot. 693,-	
								Č. transp. Č. animku 1:10	
								Starý výkr. Měř.	
								Název PRSTENEC	

Výkresová dokumentace tvářecího segmentu



Příloha 3 (1/1)

Ukázka programu frézovací operace

```
%N0
N2 G0 X-1000 Y0 Z200 B0 M11 PA1
N3 G56 C-90
N4 G99 M10 {BC}
N5 ( PRUMER BUBNU: 1000mm )
N6 ( SETUP: Skoda52-hridel-opr3-model-9.3.2009 )
N7 ( OPERACE: spodni drážka dno+.3 MM12r0.8 kr5 Copy Mill )
N8 ( +.5 od boku )
N9 G351 X0 Y0 Z0
N10 T7 M6
N11 ( NASTROJ: MM12r0.8 prumer: 12. r0.8 )
N12 S2000 M13
N13 G0 X97.999 Y0 Z608.5 A-1.097
N14 G1 Z586.55 F2000
N15 Z571.55 F300
N16 A0.41
N17 X103.9 F800
N18 X103.901 A0.912
N19 X98.
N20 X97.999 A1.414
N21 X103.9
N22 X103.901 A1.917
N23 X98.
N24 X97.999 A2.419
N25 X103.9 Z571.549
N26 X103.901 Z571.55 A2.922
N27 X98.
N28 X97.999 A3.424
N29 X103.9
N30 X103.901 A3.926
N31 X98.
N32 X97.999 A4.429
N33 X103.9
N34 X103.901 A4.931
N35 X98.
N36 X97.999 A5.434
N37 X103.9
N38 X103.901 A5.936
N39 X98.
N40 X97.999 A6.438
N41 X103.9
N42 X103.901 A6.941
N43 X98.
```

Příloha 3 (1/2)

N240 X97.999 A56.678
N241 X103.9
N242 X103.901 A57.18
N243 X98.
N244 X97.999 A57.682
N245 X103.9
N246 X103.901 A58.185
N247 X98.
N248 Z571.6 A58.441
N249 Z571.651 A58.45
N255 X97.999 Z571.75 A59.018
N256 A59.19
N643 X89.992 A119.477
N644 X95.992
N645 X98.4
N646 X104.4
N647 A119.979
N648 X98.4
N649 X96.517
N650 X90.517
N651 X91.043 A120.481
N652 X97.043
N653 X98.4
N654 X104.4
N655 A120.984
N656 X98.4
N657 X97.568
N658 X91.568
N659 X92.094 A121.486
N660 X98.094
N661 X98.4
N662 X104.4
N663 Z574.75
N664 G0 Z608.5
N665 Z758.5
N666 M5
N99999 %

(CAS ASI: 4.8min)

(DATE: 03/16/09 11:59:10)

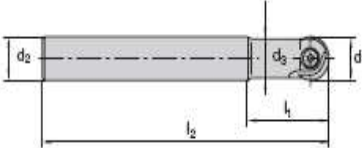
Příloha 4 (1/1)

Přehled užívaných fréz

Kopírovací fréza pro obrábění šikmých redukčních ploch⁴

KIENINGER

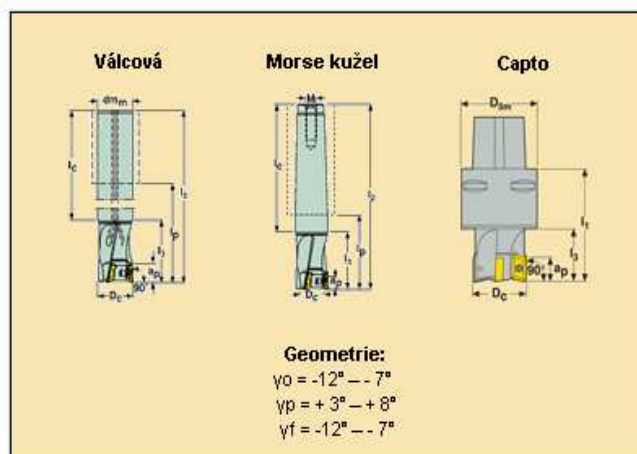
Kugel-Kopierfräser mit Hartmetallschaft
Ball Nose Copying Cuttes with Carbide Shank

EBG R (GWR)											
d ₁	l ₁	l ₂	d ₂	d ₃	z	LMT Code	Ident No.	mit IKZ with internal cooling	Wendeplatten Inserts	Wendeplatten Inserts	Ident No.
6	40	100	6 <i>SlimLine</i>	5,8	2	EBG R06.006AN100-C (GWR 06 100 06-RZ-HM)	K130088	–	WPR 06	WPB 06	GWS 06 T 6
6	70	150	6 <i>SlimLine</i>	5,8	2	EBG R06.006AN150-C (GWR 06 100 06-RZ-HM)	K130086	–	WPR 06	WPB 06	GWS 06 T 6
6	100	200	6 <i>SlimLine</i>	5,8	2	EBG R06.006AN150-C (GWR 06 100 06-RZ-HM)	K130084	–	WPR 06	WPB 06	GWS 06 T 6
6	16	100	8 <i>SlimLine</i>	5,3	2	EBG R06.006AP100-C (GWR 06 100 08-HM)	K128437	–	WPR 06	WPB 06	GWS 06 T 6

Fréza určená pro hrubování pomocných ploch a drážek³

SECO

Super Turbo 217.69-12/A



Objednací číslo	Rozměry v mm													Typ upínací stopky	
	D _c	dm _m	D _{5m}	l ₁	l ₂	l _p	l ₃	l _c	M	a _p					
R217.69-1820.0-12-2A (DXF)	20	18	—	—	150	100	100	120	—	11	2	0,3	23200	Cylindrical	XO..1204
R217.69-2020.0-12-2A (DXF)	20	20	—	—	150	100	30	120	—	11	2	0,4	23200	Cylindrical	XO..1204
R217.69-2225.0-12-2A (DXF)	25	22	—	—	170	114	114	135	—	11	2	0,5	20800	Cylindrical	XO..1204

Příloha 4 (1/2)

Fréza určená pro hrubování tvaru ze základního polotovaru³

FETTE

Twincut-Feed – der König unter den Fräsern Twincut Feed – the King of Cutters

Twincut Feed
ECP 05
THR IK

d_1	d_2	l_3	d_3	d_2	l_1	R_{tmo}	z	Ident No.	LMT-Code				
20	9,8	30	M10	10,5	3	3,8	2	1025011	ECP05 X11.020TS030-I	1177-11T	1051277	1045185	1048335
25	14,8	33	M12	12,5	3	3,8	2	1025012	ECP05 X11.025TF033-I				
32	15,4	43	M16	17	1,5	2	2	1025013	ECP05 X65.032TH043-I	1177-65T	1045114	1045185	1048335
35	18,4	43	M16	17	1,5	2	2	1025008	ECP05 X65.035TH043-I				
42	25,4	43	M16	17	1,5	2	3	1025009	ECP05 X65.042TH043-I				

Dokončovací fréza pro obrábění drážek a kolmých ploch²

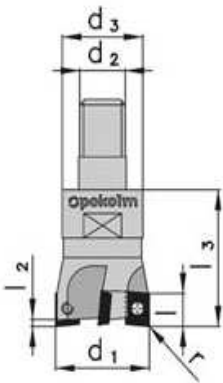
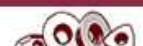


20 244

Rohová a drážkovací fréza s vnějším závitem

CBHT

$d_1=20$ | $l=9,3$ | $r=0,8$ | $l_3=27,5$ | $l_2=1,2$ | $d_2=M 10$ | $d_3=18$ | $z=3$ vnitřní přívod chlazení

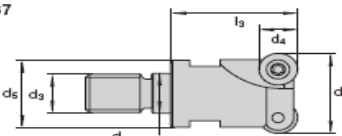
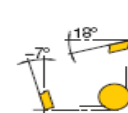
Technická data		Technický výkres	charakteristiky
Typ	Rohová a drážkovací fréza		
Ø frézy	$d_1=20$		Vhodné ...
Počet zubů	$z=3$		
rádius VBD	$r=0,8$		desky pro zpětné strihání
Výška VBD	$l=9,3$		
Pracovní délka	$l_3=27,5$		upnutí
Hloubka ponoru	$l_2=1,2$		
válcová délka	$l_1=$		
Typ spojení	pro závitové spojení		
Velikost spojení	$d_2=M 10$		
		Příslušenství	
		T7 500 Šroubovák torx	

Příloha 4 (1/3)

Kopírovací fréza pro obrábění všech ploch a případných odlehčení⁵

FETTE

Twincut-Kopierfräser
Twincut Copying Cutters

ECT THR 11467													
													
d ₁	d ₄	l ₃	d ₅	d ₃	d ₂	z	Ident No.	LMT-Code	Wendeplatte Insert	Ident No.	Ident No.		
10	5	28	13	M 8	8,5	2	1040995	ECT R05.010TR028	RCHX05T1MO	1045604	1048434 T6		
12	5	28	13	M 8	8,5	2	1040996	ECT R05.012TR028					
16	5	25	13	M 8	8,5	4	1041091	ECT R05.016TR028					
20	5	26	18	M10	10,5	5	1041092	ECT R05.020TS026					
25	5	33	18	M10	10,5	6	1041093	ECT R05.025TS033					
32	5	43	29(26)	M16	17,0	7	1041094	ECT R05.032TH043	RCHX0702MO	1044972	104832 T8		
15	7	23	13	M 8	8,5	2	1041101	ECT R07.015TR023					
20	7	30	18	M10	10,5	4	1041103	ECT R07.030TS030					
16	8	25	13	M 8	8,5	2	1041042	ECT R08.016TR025	RCHX0803MO	2237513	1048326 T8		
20	8	26	18	M10	10,5	3	1041095	ECT R08.020TS026					
25	8	33	18	M10	10,5	4	1041096	ECT R08.025TS033					
20	10	26	18	M10	10,5	2	1041045	ECT R10.020TS026	RCHX10T3MO	1045132	1048335 T15		
25	10	33	18	M10	10,5	3	1041046	ECT R10.025TS033					
30	10	43	29	M16	17,0	4	1041097	ECT R10.030TH043					
35	10	43	29	M16	17,0	4	1041098	ECT R10.035TH043	RCHX1205MO	1045123	1048344 T20		
25	12	33	21	M12	12,5	2	1041074	ECT R12.025TF033					
32	12	43	29	M16	17,0	3	1041062	ECT R12.032TH043					
40	12	43	29	M16	17,0	4	1041064	ECT R12.040TH043					
32	16	43	29	M16	17,0	2	1041105	ECT R16.032TH043					
									RCHX1606MO	1045777			

Dokončovací fréza pro obrábění boků drážek²

Opokalm

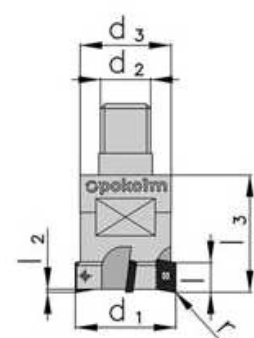
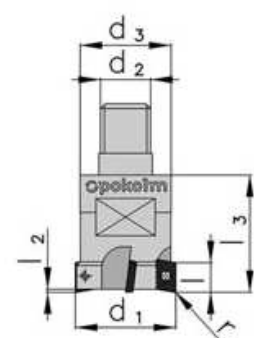
PREMIUMTOOLS. WE KNOW HOW.

20 242 A

Rohová a drážkovací fréza s vnějším závitem

ADEW

d1=20 | l=9,52 | r=0,8 | l3=27,5 l2=0,9 | d2=M 10 | d3=18 | z=3 vnitřní přívod chlazení

Technická data		Technický výkres	charakteristiky
Typ	Rohová.#225; a drážkovací.#225; a fréza		
Ø frézy	d1=20		Vhodné ...
Počet zubů	z=3		
rádius VBD	r=0,8		desky pro zpětné strihání
Výška VBD	l=9,52		upnutí
Pracovní délka	l3=27,5		
Hloubka ponoru	l2=0,9		
válcová délka	l1=		
Typ spojení	pro z8.#225;vitové up8.#237;nac8.#237; tmy		
Velikost spojení	d2=M 10		
		Příslušenství	
		T7 500 Šroubovák torx	