VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV MANAGEMENTU

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUTE OF MANAGEMENT

VÝROBNÍ PROCESY VE FIRMĚ

PRODUCTION PROCESSES IN CONDITION A FIRM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE — VĚRA LANGEROVÁ
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — Ing. MILAN KALIVODA
SUPERVISOR

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně
Fakulta podnikatelská

Akademický rok: 2012/2013
Ústav managementu

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Langerová Věra

Ekonomika a procesní management (6208R161)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává bakalářskou práci s názvem:

Výrobní procesy ve firmě

v anglickém jazyce:

Production Processes in Condition a Firm

Pokyny pro vypracování:

Úvod
Všeobecné představení prostředí strojírenské firmy
Rozbor výrobních procesů
Ekonomické vztahy a závislosti
Začlenění ekologických podmínek
Závěr
Seznam použitých zdrojů
Přílohy

Podle § 60 zákona č. 121/2000 Sb. (autorský zákon) v platném znění, je tato práce "Školním dílem". Využití této práce se řídí právním režimem autorského zákona. Citace povoluje Fakulta podnikatelská Vysokého učení technického v Brně.

Seznam odborné literatury:

IMAI, M. Kaizen. 1. vyd. Brno : Computer Press, a. s., 2004. 272 s. ISBN 80-251-0461-3.
FOREJT, M., PÍŠKA, M. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vyd. Brno : CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.
Příručka obrábění, kniha pro praktiky. 1. vyd. Praha : Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.
SUCHY, I. Handbook of die design. 2nd edition. New York : McGRAW-HILL, 2006. P. 730. ISBN 0-07-146271-6.
ZDRAVECKÁ, E., KRÁL´, J. Základy strojárskej výroby. 1. vyd. Prešov : Vydavatel´stvo Michala Vaška, 2002. 145 s. ISBN 80-7165-353-5.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Kalivoda

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/2013.

L.S.

prof. Ing. Vojtěch Koráb, Dr., MBA	doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
Ředitel ústavu	Děkan fakulty

V Brně, dne 31.05.2013

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na „Výrobní procesy ve firmě“. Problematika je rozčleněna do tří částí. V první části je teoretické východisko, které je zaměřeno na základní terminologii strojírenské výroby a obrábění. Následuje praktická část, jež se věnuje představení strojírenské firmy, rozboru výrobních procesů a strojního vybavení. Třetí část je zaměřena na analýzu konkrétního pracoviště, což vede k definování ekonomických závislostí na produkci.

ABSTRACT

The bachelor´s thesis is focused on „Production Processes in Condition a Firm“. The matters divided into three parts, In the theoretical part the basic terms in engineering production and machining are defined. The following practical part deals with the introduction of the company, analysis of production processes and machinery. The third part is focused on the analysis of a particular workplace, which leads to the definition of economic dependence on production.

KLÍČOVÁ SLOVA

Výroba, výrobní proces, rozbor, obrábění, pracoviště

KEYWORDS

Production, manufacturing process, analysis, machining, workplace

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

LANGEROVÁ, V. *Výrobní procesy ve firmě*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2013. 62 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Milan Kalivoda.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně.

Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušila autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 31. května 2013

…….

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu práce, panu Ing. Milanu Kalivodovi z Fakulty strojního inženýrství VUT v Brně na odboru technologie obrábění, za odborné vedení a především za cenné připomínky a ochotnou spolupráci při zpracování bakalářské práce.

Dále děkuji firmě ROBOTRIO, s.r.o. a jejím řídicím pracovníkům za poskytnuté informace k této bakalářské práci a za jejich ochotu a trpělivost při konzultacích.

Obsah

ÚVOD 10

CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ 11

1 TEORETICKÉ VÝCHODISKO PRÁCE 12

1.1 Vymezení základních strojírenských pojmů 12

1.1.1 Příprava výroby 12

1.1.2 Výroba 14

1.1.3 Výrobní proces 15

1.1.4 Druhy strojírenské výroby 16

1.2 Základní terminologie a způsoby obrábění 17

1.2.1 Obrábění 17

1.2.2 Soustružení 21

1.2.3 Frézování 25

1.2.4 Broušení 31

1.2.5 Dělení materiálu 33

1.2.6 Nekonvenční metody obrábění 37

2 ANALÝZA SOUČASNÉ SITUACE 40

2.1 Představení společnosti 40

2.1.1 Základní údaje o společnosti 40

2.1.2 Organizační struktura 42

2.2 Popis vnějšího okolí podniku 43

2.2.1 Trhy a konkurence 43

2.2.2 Zákaznící 43

2.2.3 Dodavatelé 44

2.3 Výrobní procesy ve firmě 45

2.3.1 Výrobní operace 45

2.3.2 Obecný průběh výroby ... 45
2.4 Strojové vybavení ... 46
2.4.1 Přehled strojů ... 46
2.4.2 Charakteristika a technické parametry některých strojů ... 48
2.5 Začlenění ekologických podmínek ... 52
2.5.1 Recyklace opotřebených položek ... 52
3 Rozbor konkrétního pracoviště ... 53
3.1 Výroba vložky razníku ... 53
3.1.1 Popis vložky razníku ... 53
3.1.2 Technologický postup výroby ... 53
3.2 Vyjádření ekonomických vztahů a závislostí ... 56
3.2.1 Výpočet ceny pro výrobu vložky razníku ... 56
ZÁVĚR ... 58
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ ... 59
SEZNAM OBRÁZKŮ ... 61
SEZNAM GRAFŮ ... 61
SEZNAM TABULEK ... 62
SEZNAM PŘÍLOH ... 62

ÚVOD

V současnosti patří strojírenský průmysl k nejnáročnějšímu odvětví průmyslové výroby, pokrývá širokou škálu technologicky i konstrukčně náročných výrobků. Bakalářská práce je zaměřena na výrobní procesy ve strojírenské firmě ROBOTRIO, s.r.o. Společnost působí na trhu od roku 1998, již od začátku své působnosti se specializovala na elektroerozivní a třískové obrábění. Vzhledem k úspěchům ve svém oboru se firma pokusila rozšířit své působiště i na dalších trzích. V současnosti tedy působí i na trhu zprostředkovatelské činnosti dopravy, turistiky a reklamy. Vzhledem k zaměření bakalářské práce jsem se zaměřila především na Nástrojárnu podniku.

V práci jsou objasněny základní pojmy a terminologie strojírenské výroby a obrábění. Dále je provedena analýza současné situace ve zvoleném podniku, která zahrnuje všeobecné představení prostředí strojírenské firmy, podrobný rozbor diferenciace výrobních procesů, které ve firmě probíhají a představení strojů, kterými firma disponuje. Na základě této analýzy a školních znalostí, je proveden rozbor konkrétního pracoviště a vyjádření ekonomických závislostí s přímou vazbou na produkci dané firmy.

CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

Cílem bakalářské práce je provést rozbor stávajícího stavu strojírenské firmy a následně definovat ekonomické závislosti s přímou vazbou na produkci této firmy.

Pro řešení byly použity tyto zdroje:

- teoretické poznatky získané z odborné literatury,
- internetové stránky firmy,
- firemní literatura,
- znalosti získané během studia,
- internetové zdroje.

V teoretické části jsou využity poznatky získané z odborné literatury, které dále slouží jako východisko pro zpracování praktické části. Ze získaných dat je pomocnou analýzou proveden rozbor současného stavu podniku a prostředí, ve kterém se podnik pohybuje. Za pomocí dat je dále proveden rozbor výrobního procesu daného pracoviště a popsán princip určování ceny výrobku.

1 TEORETICKÉ VÝCHODISKO PRÁCE

1.1 Vymezení základních strojírenských pojmů

Tato část je zaměřena na základní charakterizaci pojmů ze strojírenského prostředí, především na objasnění pojmů, které se týkají plánování výroby a výroby samotné. Před zahájením vlastního výrobního procesu probíhá technické plánování výroby a až po skončení této předvýrobní fáze začíná vlastní výrobní proces, ve kterém se začíná výrobek produkovat.

1.1.1 Příprava výroby

Technická příprava výroby je součástí předvýrobní etapy. Zahrnuje technickou, konstrukční, technologickou a projekční přípravu výroby.

Technická příprava výroby (TPV)

Zahrnuje veškeré činnosti spojené s návrhem výrobku, přípravou výrobní dokumentace, ověření, návrhem organizace a řízení výrobního procesu.

Základní části struktury strojírenského výrobku většinou tvoří součástka, podkupina, skupina a výrobek.

- Součástka – je částí strojírenského výrobku, zpravidla vyráběná z jednoho kusu materiálu různými metodami bez montáže.
- Podskupina – je souhrn několika součástek spojených do jednoho celku, který vstupuje samostatně do montážního celku.
- Montážní celek (skupina) – je samostatná část výrobku z hlediska funkčního nebo montážního. Montážní celek je složený z více podskupin.
- Výrobek (zařízení) – je finální strojírenský výrobek, složený z několika skupin společně smontovaných. (Zdravecká a Kráľ, 2004)

Hlavní části TPV tvoří konstrukční a technologická příprava výroby, které podstatně ovlivňují kvalitu výrobku a výrobních systémů a tím i samotný výrobní proces.

Konstrukční příprava výroby (KPV)

Používá se při konstruování nových výrobků nebo modernizaci stávajících výrobků. Cílem je dosáhnout konstrukčně jednoduchého, provozně nejhospodárnějšího a vzhledově i funkčně co nejdokonalejšího výrobku. Konstrukce značně ovlivňuje výsledky práce technologie, projekce a také náklady na výrobu daného výrobku. Již v konstrukční fázi jsou náklady rozhodující měrou ovlivněny. (Zemčík, 2002)

Konstrukční dokumentace obsahuje:

- výrobní výkresy,
- konstrukční kusovník,
- technické podmínky,
- patenty,
- výpočtové listy,
- konstrukční knihu,
- schvalovací protokol o vyzkoušení a upravení prototypu,
- katalog náhradních dílů (Jurová, 2009).

Technologická příprava výroby (TgPV)

Je orientována na technicko – organizační činnosti a opatření, která jsou zaměřena na zpracování výrobní dokumentace a podklady pro materiální vybavení výrobního procesu. Součástí výrobní dokumentace je souhrn závazných ekonomických a technicko – organizačních záznamů, které jsou potřebné pro zajištění hospodárné výroby z hlediska navrhované technologie výroby, organizace a ekonomiky práce, manipulace a kontroly.

Projektová příprava výroby (PPV)

Projektová příprava výroby řeší otázky z časového a prostorového hlediska požadovaných cílů technologického projektu. Vyžaduje spolupráci různých specialistů. (Zemčík, 2002)

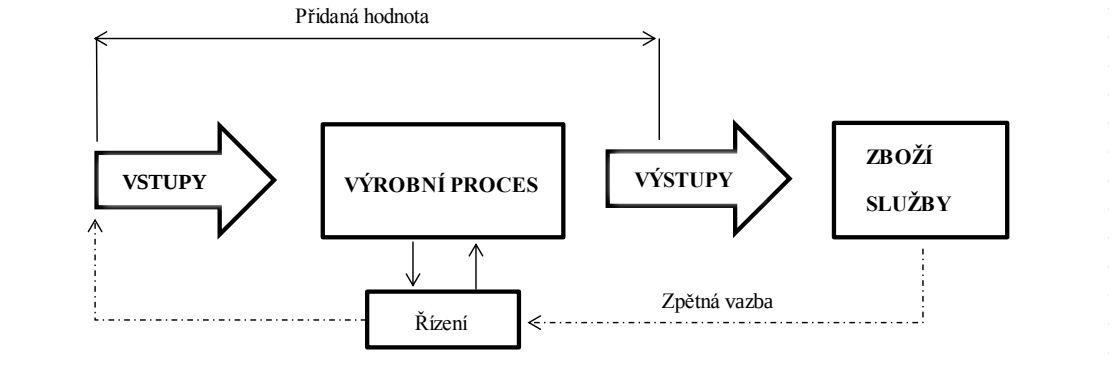
1.1.2 Výroba

Výroba je proces přeměny výrobních zdrojů (vstupů) na hmotné statky nebo služby (výstupy). Výrobní faktory (výrobní zdroje) jsou rozděleny do čtyř hlavních skupin:

- přírodní zdroje (ozn. půda),
- práce,
- kapitál,
- informace.

Půdou jsou myšleny veškeré přírodní zdroje, lesy, orná půda, voda, vzduch a zdroje nerostných surovin. Práce zahrnuje veškeré lidské zdroje, které jsou tvořeny výkonnými pracovníky, kteří působí přímo v procesu přeměny, nebo jejího zabezpečování, nebo pracovníci ostatní, jež vymezeným způsobem zajišťují chod výroby. Kapitál je rozdělen do dvou skupin, na reálný kapitál a kapitál finanční. Reálný kapitál označuje výrobní faktory, které vznikají v průběhu výroby a jsou dále uplatňovány v další výrobě jako vstupy. Zatímco finanční kapitál symbolizuje finanční aktiva. (Makovec, 1998)
Výroba je charakterizována ekonomickými kritérii řízení a hodnocením – náklady, produktivita, zisk, cena, apod. (Jurová, 2011).

Na následujícím obrázku č. 1 je uvedeno grafické znázornění výrobního procesu. Jednou z nejdůležitějších částí výrobního procesu je zpětná vazba neboli feedback. Díky zpětné vazbě může vedení pozorovat jak výsledky výroby (zmetkovitost apod.), tak i spokojenost zákazníků, nebo měnící se potřeby spotřebitelů.



Obrázek 1: Schéma výrobního procesu

(Zdroj: Vlastní zpracování dle Keřkovský, 2000, s.5)

1.1.3 Výrobní proces

Výrobní proces je souhrn činností, jejichž cílem je měnit výchozí materiály – polotovary na hotové výrobky s určitými vlastnostmi, které odpovídají jejich funkčnímu charakteru. Strojírenský výrobní proces lze rozdělit z hlediska:

- vztahu k výrobku,
- vztahu k výrobnímu programu,
- vztahu k časovému průběhu výrobního procesu,
- charakteru složek výrobního procesu (Zdravecká a Kráľ, 2004).

Podle vztahu k výrobku dělíme výrobní proces na:

- **Základní výrobní procesy** - slouží k bezprostřední výrobě výrobků.
- **Pomocné procesy** - slouží k výrobě prostředků, které závod potřebuje pro zabezpečení základních procesů.
- **Obslužné (vedlejší) procesy** - se váží na základní a pomocné procesy.

Ve vztahu k výrobnímu programu členíme výrobní proces na:

- **Hlavní výrobu –** jenž je tvořena základním výrobním programem, který určuje profil podniku, je rozhodující pro jeho specializaci a je směrodatný pro určování kapacity podniku.
- **Doplňkovou výrobu** – která zajišťuje lepší kapacitní využití výrobních ploch, materiálu a zařízení.
- **Přidruženou výrobu** – která se většinou zavede pro lepší využití odpadu apod.

Ve vztahu k časovému průběhu se člení výrobní proces na:

- **Předvýrobní proces** – zahrnuje všechny činnosti nevýrobních útvarů s veškerou problematikou výzkumu a vývoje, konstrukce, projekce, technologické přípravy výroby i se zabezpečením materiálu, výrobních zařízení, nástrojů, apod. až po okamžik zahájení vlastní výroby.
- **Výrobní proces** – začíná zahájením vlastní výroby a končí převzetím výrobku útvarem řízení jakosti a předáním na sklad.

- **Povýrobní proces** - do kterého spadá skladování výrobku, balení, expedice a uvedení výrobku do provozu u uživatele.

Podle charakteru složek dělíme výrobní proces na:

- **Technologický proces** - souhrn činností, které jsou uspořádány v časovém sledu na sebe navazujících operací. Dané operace cíleně a postupně mění fyzikální vlastnosti, tvar, rozměry, jakost a probíhají nezávisle na pracovním procesu.
- **Pracovní proces –** souhrn činností, které jsou vykonávány pracovní silou ve výrobním procesu za pomoci pracovních prostředků (kontrola, manipulace, atd.). (Zemčík, 2002)

1.1.4 Druhy strojírenské výroby

Podle množství a počtu druhů výrobků se výroba rozlišuje na kusovou (zakázkovou), sériovou a hromadnou. V následující tabulce č. 1 je uvedena stručná charakteristika jednotlivých typů výroby (Keřkovský, 2000).

Tabulka 1: Charakteristika jednotlivých typů výroby

(Zdroj: Vlastní zpracování dle Jurová, 2009, s. 15)

Druh procesu	Charakteristika
Zakázková (kusová) výroba	Široký sortiment v malém množství, často individuálně
Sériová výroba	Větší množství různých výrobků na různých zařízeních
Hromadná výroba	Jeden druh výrobku ve velkém množství na stejných zařízeních

Podrobnější vysvětlení je uvedeno pouze u kusové výroby, kterou se zvolený podnik zabývá.

Kusová výroba

Kusová výroba je charakteristická výrobou širokého sortimentu v malém množství, většinou individuálně. Výroba jednotlivých výrobků se většinou neopakuje (neopakovaná kusová výroba), avšak jsou případy, kdy se výroba opakuje (opakovaná kusová výroba). Pokud se kusová výroba uskutečňuje pouze na základě objednávek od konkrétních zákazníků, jedná se o zakázkovou výrobu. Charakteristickým znakem kusové výroby je, že se průběh výrobního procesu neustále mění, zejména v závislosti na aktuálním výrobním programu (Keřkovský, 2000).

1.2 Základní terminologie a způsoby obrábění

Obráběcí proces se realizuje v obráběcím systému, který lze obecně dělit na subsystémy obráběcích strojů, řezných nástrojů, obráběcího prostředí a manipulačních prostředků. Objektem obráběcího procesu je obrobek a primárním výstupem obráběcího procesu jsou příslušné obrobené plochy. V první části této podkapitoly jsou vysvětleny základy strojírenské teorie a strojírenské techniky. V další části podkapitoly jsou podrobněji vysvětleny jednotlivé technologie obrábění, na které se bude navazovat v analytické části práce (Humár, 2003).

1.2.1 Obrábění

Obrábění je technologický proces, ve kterém se vytváří povrch obrobku požadovaného tvaru, rozměrů a jakosti odebíráním částic materiálu účinky elektrickými, chemickými, mechanickými, případně jejich vhodnou kombinací. U obrábění materiálů řezáním se mění tvar polotovaru postupným odřezáváním přebytečných vrstev. Mezi nástrojem a obrobkem probíhá vzájemný pohyb, při kterém vzniká tvar požadované součástky odřezáváním částic ve tvaru třísek. Tento pohyb při odřezávání třísek se nazývá řezný pohyb, je charakteristický pro všechny způsoby obrábění řezáním. Z hlediska tvaru, kterého máme dosáhnout, není podstatné, který pohyb vykonává obrobek a který nástroj. Má to ale velký význam při konstrukci stroje a nástroje, dosahování přesnosti, produktivity a hospodárnosti obrábění. V Příloze č. 1 jsou uvedeny základní vztahy pro obrábění. Metody obrábění lze rozdělit podle několika hledisek, např. podle charakteru

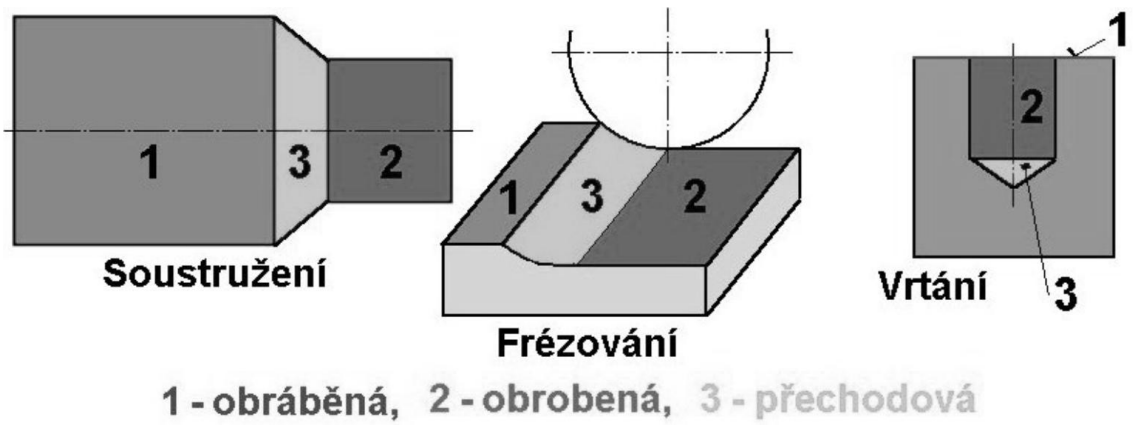
práce se dělí na ruční a strojní, podle charakteristických znaků se metody obrábění dělí na metody:

- obrábění nástroji s definovanou geometrií (soustružení, frézování, vrtání, vyvrtávání, vystružování, zahlubování, obrážení, hoblování, protahování, atd.),
- obrábění nástroji s nedefinovanou geometrií (dokončovací metody – broušení, honování, lapování, superfinišování, atd.),
- nekonvenční obrábění (elektroerozivní obrábění, chemické obrábění, obrábění elektronovým paprskem, obrábění vodním paprskem, obrábění ultrazvukem, atd.),
- úpravy obrobených ploch (válečkování, leštění, hlazení, atd.).

Teoretické základy strojního obrábění

Soustavu obrábění tvoří: - obráběcí stroj (S),
- řezná nástroj (N),
- obrobek (O),
- přídavek (P).

Obrobek – obráběný, nebo už obrobený předmět. Jako objekt obráběcího procesu je z geometrického hlediska charakterizován obráběnou, obrobenou a přechodovou plochou viz obrázek č. 2.



Obrázek 2: Plochy na obrobku

(Zdroj: Humár, 2003, s.6)

Obráběná plocha – část povrchu obrobku odstraňovaná obráběním.

Obrobená plocha – plocha na obrobku, která vznikla působením řezného nástroje.

Přechodová plocha (dříve značena jako řezná plocha) – okamžitá plocha obrobku, vytvářená při obrábění řeznou hranou nástroje, která tvoří přechod mezi obráběnou a obrobenou plochou.

Přídavek - část materiálu obrobku, která se musí odstranit obráběním.

Odebíraná vrstva – část přídavku, odřezávaná z obrobku ve formě třísky.

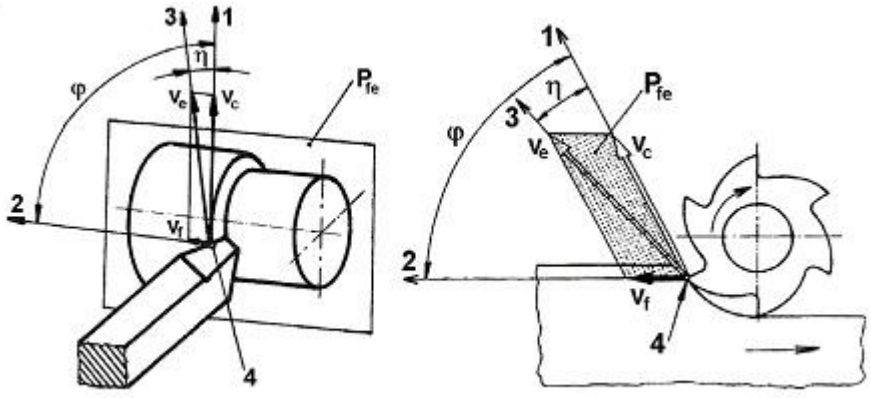
Tříska – odřezaná a deformovaná vrstva materiálu.

Hlavní pohyb – je totožný s pohybem nástroje. Je to vzájemný pohyb mezi nástrojem a obrobkem, který realizuje obráběcí stroj.

Posuvový pohyb – další pohyb mezi nástrojem a obrobkem, spolu s hlavním pohybem umožňuje obrábění. Posuv je buď plynulý, nebo přerušovaný.

Řezný pohyb – výsledný vzájemný pohyb nástroje vůči obrobku, který vznikne součtem vektorů hlavního a posuvového pohybu.

Na obrázku č. 3 jsou uvedeny pohyby při soustružení a frézování.



Obrázek 3: Pohyby při soustružení a frézování

P_{fe} - pracovní boční rovina, 1 – směr hlavního pohybu, 2 – směr posuvového pohybu,

3 – směr řezného pohybu, 4 – uvažovaný bod ostří

(Zdroj: Humár, 2003, s.9)

Přísuv – pohyb nástroje nebo obrobku, který slouží k nastavení nástroje vůči obrobku do pracovní polohy.

Řezná rychlost – rychlost hlavního řezného pohybu. (Humár, 2003; Zdravecká a Kráľ, 2004)

Měrná řezná síla – se využívá pro výpočet výkonu kroutícího momentu a řezné síly, popřípadě na stanovení energetické spotřeby. Určuje se pro různé materiálové skupiny. V následující tabulce č. 2 jsou uvedeny tři typy materiálu obrobku a jejich charakteristické hodnoty pro měrnou řeznou sílu, tyto typy jsou uvedeny pouze pro ukázku, ve skutečnosti se měrná řezná síla určuje pro více skupin, viz příloha č. 2. (Humár, 2003).

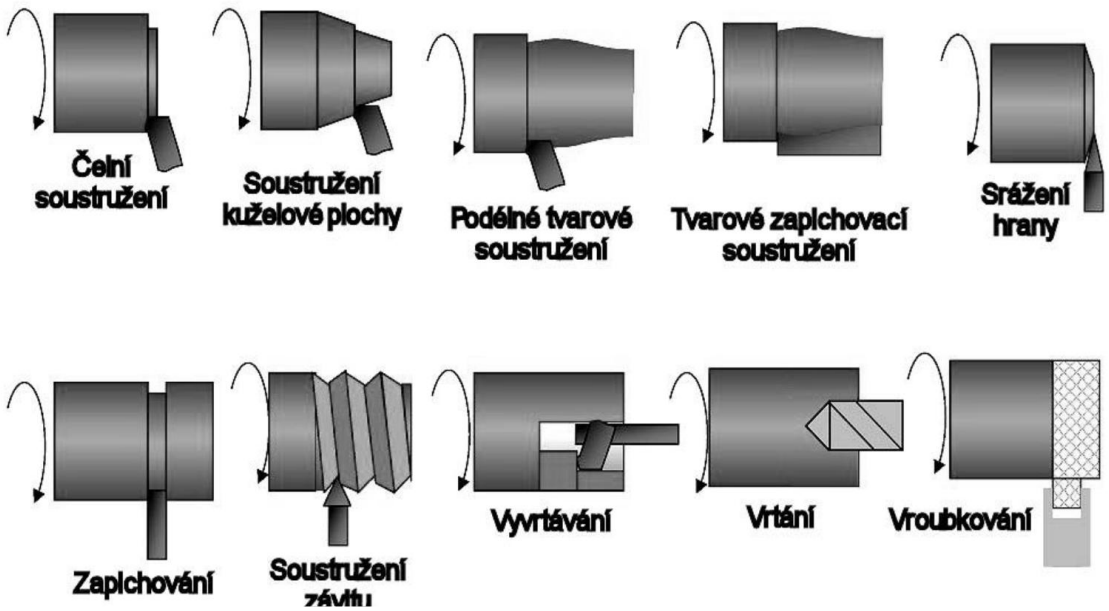
Tabulka 2: Charakteristické hodnoty měrné řezné síly

(Zdroj: Vlastní zpracování dle *Příručka obrábění,* 1997**)**

Materiál obrobku	**Kód CMC**	**Tvrdost HB**	**Vlastnosti**	**k_c 0,4 (N/mm^2)**
Nelegovaná ocel	01.1 01.3 01.5	110 150 310	C < 0,25 % C < 0,8 % C < 1,4 %	2 200 2 600 3 000
Vysocelegovaná ocel	 03.11 03.21	 150 -300 250 -350	Žíhaná Kalená nástrojová ocel	3 000 4 500
Šedá litina	 08.1 08.2	 180 260	Nízká pevnost Vysoká pevnost, legovaná	1 300 1 500

1.2.2 Soustružení

Soustružení je metoda strojního obrábění, při němž se většinou pomocí jednobřitých nástrojů různého provedení zhotovují součástky válcovitého tvaru. Hlavní řezný pohyb je rotační a vykonává ho obrobek, zatímco nástroj koná pohyb posuvový přímočarý. Řezný pohyb se při soustružení válcové plochy realizuje po šroubovici a při soustružení čelní plochy po Archimedově spirále. Na obrázku č. 4 jsou znázorněny základní práce na soustruhu a rotační pohyb obrobku. Soustružením se zhotovují venkovní a vnitřní válcové plochy, venkovní i vnitřní kuželové plochy, tvarové plochy a plochy obecné. Na soustruzích lze dále vrtat, řezat závity, vystružovat, vyvrtávat, soustružit rovinné a kulové plochy, vroubkovat, válečkovat, hladit, leštit, vyrábět hřbetní plochy (Zdravecká a Kráľ, 2004).



Obrázek 4: Základní práce na soustruhu

(Zdroj: Humár, 2003, s.105)

Terminologie a základní vztahy pro soustružení

Základní veličiny a jednotky pro soustružení jsou uvedeny v tabulce č. 3.

Tabulka 3: Terminologie a příslušné parametry pro soustružení

(Zdroj: Vlastní zpracování dle *Příručka obrábění*, 1997)

Název	Značení	Měrná jednotka
Obráběný průměr	D	[mm]
Počet otáček vřetene	n	[min^{-1}]
Řezná rychlost	v_c	[$m \cdot min^{-1}$]
Čas obrábění	t	[min]
Objem odebraného materiálu	Q	[$cm^3 \cdot min^{-1}$]
Obráběná délka	I	[mm]
Užitečný výkon	P	[kW]
Měrná řezná síla	k_c	[$N \cdot mm^{-2}$]
Měrná řezná síla (pro tloušťku třísky 0,4 mm)	k_s	[$N \cdot mm^{-2}$]
Střední tloušťka třísky	h_m	[mm]
Posuv na otáčku	f	[mm]
Hloubka řezu	a_p	[mm]
Řezná síla	F_c	[N]
Modul pružnosti	E	[$N \cdot mm^{-2}$]
Kvadratický moment průřezu	I	[mm^4]
Kroutící moment	M	[Nm]

Řezná rychlost se vypočítá ze vztahu:

$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1\,000} \quad [m \cdot min^{-1}] , \tag{1.1}$$

kde: D – průměr obrobku [mm],

n – otáčky obrobku [min^{-1}].

Výpočet posuvové rychlosti:

$$v_f = f \cdot n \quad [mm \cdot min^{-1}], \tag{1.2}$$

kde: f – posuv na otáčku obrobku [mm],

n – otáčky obrobku [min^{-1}].

Výpočet rychlosti řezného pohybu:

$$\mathrm{v_e} = \sqrt{\mathrm{v_c^2} + \mathrm{v_f^2}}\,[\mathrm{m \cdot min^{-1}}], \tag{1.3}$$

kde: v_c – řezná rychlost [$m \cdot min^{-1}$],

v_f –posuvová rychlost [$mm \cdot min^{-1}$].

Nástroje na soustružení

Na soustružení se používají různé druhy soustružnických nožů. Lze je rozdělit do několika skupin:

Podle druhu materiálu řezné části nože:

- z nástrojových ocelí,
- ze spékaných karbidů,
- z řezné keramiky,
- ze supertvrdých materiálů.

Nože z nástrojových ocelí se většinou navrhují jako monolité. Nože ze spékaných karbidů se navrhují tak, že vlastní řezná část je tvořena řeznou destičkou, která je k tělesu nástroje připájená.

Z technologického hlediska se rozlišují na:

- radiální,
- prizmatické,
- kotoučové,
- tangenciální.

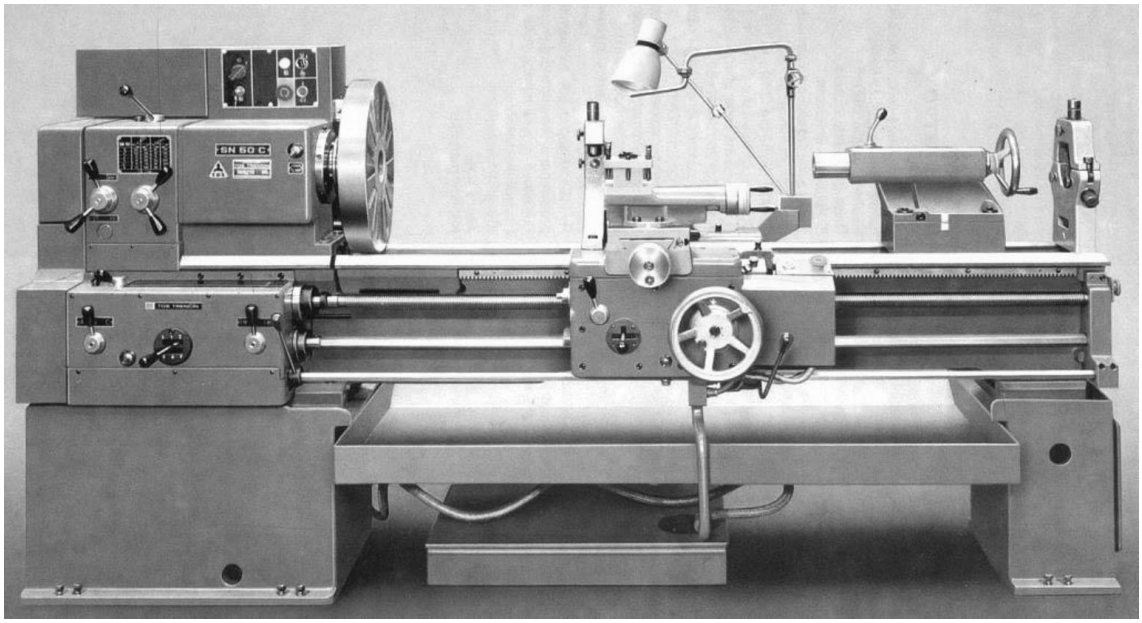
Radiální nože lze dále dělit podle konstrukce (celistvé, s pájenými břitovými destičkami, s vyměnitelnými břitovými destičkami), směru posuvového pohybu (pravé, levé), způsobu obrábění (obrábění vnějších ploch, obrábění vnitřních ploch), tvaru tělesa nože a použitého nástrojového materiálu (přímé, ohnuté).

Soustruhy

Stroje pro soustružení se vyrábí různých typů, z hlediska pracovních možností, výkonu, rozměrů soustruhu a stupně mechanizace a automatizace. Z hlediska řízení pracovního cyklu rozlišujeme soustruhy ručně ovládané, poloautomaty a automaty. Na obrázku č. 5 je zachycen univerzální hrotový soustruh.

Z konstrukčně technologického hlediska rozlišujeme soustruhy na:

- hrotové,
- čelní,
- revolverové,
- speciální. (Humár, 2003; Zdravecká a Kráľ, 2004)



Obrázek 5: Univerzální hrotový soustruh

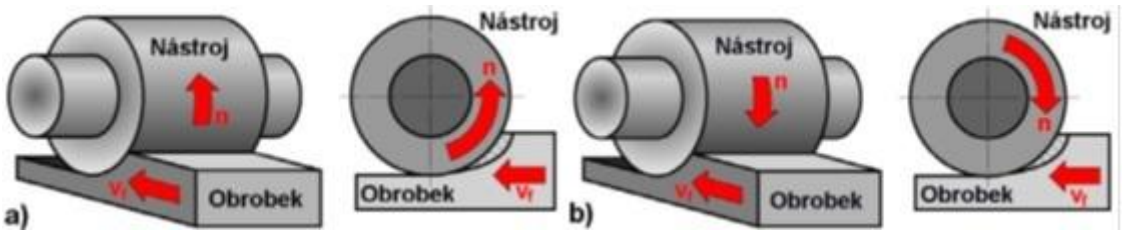
(Zdroj: Humár, 2003, s. 114)

1.2.3 Frézování

Frézování je určené především na opracování rovinných ploch a tvarových ploch. Je to metoda, při které je materiál obrobku odebírán břity rotujícího nástroje. Hlavní řezný pohyb vykonává nástroj (fréza) a obrobek vykonává posuvový pohyb, převážně ve směru kolmém k ose nástroje. U moderních frézovacích strojů jsou pohyby posuvové obvykle měnitelné a mohou se realizovat všemi směry (víceosé CNC frézy, obráběcí centra). Fréza obrábí materiál svými zuby tím, že se otáčí a současně se posouvá do záběru. Řezný proces je tedy přerušovaný. Frézovat se dají plochy rovinné i zakřivené. Zub frézy odřezává krátké třísky proměnlivé tloušťky, které mají průřez ohnutých trojúhelníků. Frézování lze rozdělit podle několika kritérií do různých skupin (Zdravecká a Kráľ, 2004).

Podle způsobu záběru frézy do obrobku a směru posuvu materiálu se rozlišují dva typy frézování (viz obrázek č. 6):

- frézování sousledné,
- frézování nesousledné.



Obrázek 6: Válcové frézování: a) nesousledné, b) sousledné

(Zdroj: Humár, 2003, s. 119)

Sousledné frézování:

- nástroj rotuje ve směru posuvového pohybu obrobku,
- maximální tloušťka třísky vzniká při vnikání zubu frézy do obrobku,
- řezné síly působí obvykle směrem dolů, proti stolu stroje,
- obrobená plocha je kvalitnější než u nesousledného frézování a vzniká při vycházení zubu ze záběru.

Nesousledné frézování:

- nástroj rotuje proti směru posuvu obrobku,
- při vnikání nástroje do obrobku vzniká obrobená plocha,
- tloušťka třísky se postupně mění z nulové hodnoty na maximální,
- k oddělení třísky dochází po určitém skluzu břitu po ploše vytvořené předcházejícím zubem,
- vznikají silové účinky a deformace způsobující zvýšené opotřebení břitu,
- řezná síla má složku, která působí směrem nahoru a odtahuje obrobek od stolu. (Humár,2003)

Podle způsobu záběru frézy do materiálu:

- obvodové frézování,
- čelní frézování.

Podle umístění zubů frézy, způsobu záběru do materiálu a sklonu osy rotace nástroje proti obrobku:

- válcové frézování,
- čelní frézování,
- čelně – válcové frézování.

Válcové frézování

- při práci s válcovými a tvarovými frézami,
- zuby frézy jsou pouze po obvodu nástroje,
- hloubka řezu se nastavuje kolmo na osu frézy a na směr posuvu
- obrobená plocha je rovnoběžná s osou otáčení frézy

Čelní frézování

- při práci s čelními frézami, které mají břity vytvořeny na obvodě i čele nástroje
- u čelního frézování pracuje fréza současně sousledně i nesousledně

- podle plochy osy frézy vzhledem k frézované ploše se rozlišuje frézování symetrické (osa nástroje prochází středem frézované plochy) a nesymetrické (osa nástroje je mimo střed frézové plochy)

Čelně – válcové frézování

- fréza má řezné hrany na obvodě i čele
- frézy kotoučové, drážkovací a stopkové (Humár, 2003)

Terminologie a základní vztahy pro frézování

Základní veličiny a jednotky pro frézování jsou uvedeny v tabulce č. 4.

Tabulka 4: Terminologie a příslušné parametry pro frézování

(Zdroj: Vlastní zpracování dle *Příručka obrábění,1997)*

Název	Značení	Měrná jednotka
Průměr frézy	D	[mm]
Posuv na zub	f_z	[mm]
Rychlost posuvu	v_f	[mm·min^{-1}]
Počet břitů	z	-
Hloubka řezu	a_p	[mm]
Šířka řezu	a_e	[mm]
Měrná řezná síla (pro střední tloušťky třísky 0,2 mm)	P	[N·mm^{-2}]

Řezná rychlost se vypočítá ze vztahu:

$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1\,000} \quad [m \cdot min^{-1}], \tag{1.4}$$

kde: D – průměr nástroje [mm],

n – otáčky vřetene [min^{-1}].

Výpočet posuvové rychlosti:

$$v_f = f_z \cdot z_{eff} \cdot n \quad [mm \cdot min^{-1}], \tag{1.5}$$

kde: f_z – posuv na zub [mm],

z_{eff} – počet efektivních břitů na nástroji,

n – otáčky vřetene [min^{-1}].

Výpočet rychlosti řezného pohybu:

$$v_e = v_c \pm v_f \; [m \cdot min^{-1}], \tag{1.6}$$

kde: v_c – řezná rychlost [$m \cdot min^{-1}$],

v_f – posuvová rychlost [$mm \cdot min^{-1}$].

Výpočet rychlosti řezného pohybu závisí na tom, jestli je frézování sousledné, nebo nesousledné. Podle toho volíme potřebné matematické znamínko: (-) pro sousledné frézování a (+) pro nesousledné frézování, rychlosti se při nesousledném frézování sčítají, protože působí proti sobě, viz obrázek č. 6.

Nástroje na frézování

Nástroje na frézování – frézy se vyrábí s vícebřitými řeznými hranami, někdy i tvarově složité. Frézy se vyrábí především z rychlořezné oceli a převážně se konstruují celistvé. V závislosti na technologickém uplatnění lze frézy roztřídit do jednotlivých skupin podle různých hledisek:

Podle umístění zubů:

- válcové,
- čelní,
- válcové čelní.

Podle nástrojového materiálu:

- z rychlořezné oceli,
- slinutých karbidů,
- cermetů,

- řezné keramiky,
- KNB a PKD.

Podle provedení zubů:

- se zuby frézovanými,
- se zuby podsoustruženými.

Podle směru zubů vzhledem k ose rotace frézy:

- se zuby přímými,
- se zuby ve šroubovici, pravé nebo levé.

Podle počtu zubů vzhledem k průměru frézy:

- jemnozubé,
- polohrubozubé,
- hrubozubé.

Podle konstrukčního uspořádání:

- celistvé,
- s vloženými noži,
- s vyměnitelnými břitovými destičkami, mechanicky upevněnými k tělesu frézy.

Podle geometrického tvaru funkční části:

- válcové,
- kotoučové.
- úhlové,
- drážkovací,
- kopírovací,
- rádiusové,
- na výrobu ozubení.

Podle způsobu upnutí:

- nástrčné,
- stopkové.

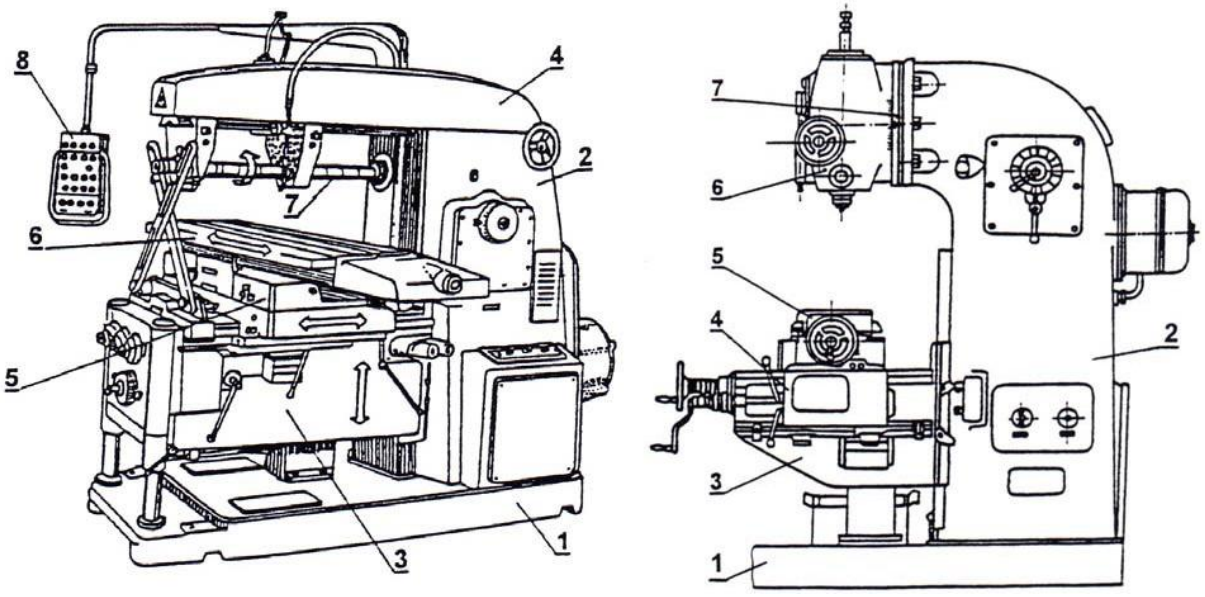
Podle smyslu otáčení:

- pravořezné,
- levořezné.

Frézky

Frézky rozlišujeme z hlediska pracovního cyklu na frézky ovládané ručně a frézky řízené programově. Dále frézky členíme do čtyř základních skupin:

- konzolové (viz obrázek č. 7),
- stolové,
- rovinné,
- speciální. (Humár, 2003; Zdravecká a Kráľ, 2004)



Obrázek 7:Vodorovná konzolová frézka; Svislá konzolová frézka

(Zdroj: Humár, 2003, s. 130)

1.2.4 Broušení

Broušení patří mezi abrazivní metody obrábění, které jsou charakterizovány použitím nástrojů s nedefinovanou geometrií břitu a představují nejvíce využívané aplikace při obrábění strojírenských součástí, u kterých jsou kladeny vysoké požadavky na drsnost povrchu obrobených ploch a přesnost rozměrů a tvaru.

Broušení je obrábění mnohobřitým nástrojem vytvořeným ze zrn brusiva.

K hlavním charakteristickým znakům broušení patří:

- nepravidelný úběr třísky jednotlivými zrny,
- velké záporné úhly čela jednotlivých zrn brusiva,
- dochází k samovolnému uvolňování jednotlivých zrn nebo jejich částí díky poměrně slabému upevnění zrn v pojivu brousícího kotouče,
- velké měrné řezné síly související s malým průřezem třísky,
- malé průřezy třísek, některé třísky se ohřejí natolik, že se roztaví a vytvoří kapky kovu nebo shoří (jiskření),
- vysoké hodnoty řezné rychlosti a z toho vyplývající krátká doba záběru zrn brusiva s obrobkem,
- velké množství vzniklého tepla a z toho vyplývající nutnost vydatného chlazení obrobku,
- zanášení pórů nástroje třískami, které vede spolu s otupováním ostří jednotlivých zrn brusiva ke ztrátě řezivosti nástroje.

Podle způsobu vytváření a tvaru obrobeného povrchu rozlišujeme metody broušení do několika skupin:

- broušení do kulata,
- rovinné broušení,
- broušení na otáčivém stole,
- kopírovací broušení,
- tvarové broušení,
- broušení tvarovými brousícími kotouči.

Podle vzájemné polohy obrobku a brousícího kotouče se specifikuje:

- vnitřní broušení,
- vnější broušené.

Podle aktivní části brousícího kotouče se charakterizuje:

- čelní broušení,
- obvodové broušení.

Podle hlavního pohybu posuvu stolu vzhledem k brousícímu kotouči se definuje:

- axální broušení,
- tangenciální broušení,
- radiální broušení,
- obvodové broušení
- čelní zapichovací broušení,
- obvodové zapichovací broušení. (Humár, 2005)

Terminologie a základní vztahy pro broušení

Základní veličiny a jednotky pro broušení jsou uvedeny v tabulce č. 5.

Tabulka 5: Technologie a příslušné parametry broušení

(Zdroj: Vlastní zpracování dle *Příručka obrábění*, 1997)

Název	Značení	Měrná jednotka
Průměr kotouče	D	[mm]
Posuv	f	[mm]
Přísuv	h	[mm]
Rychlost posuvu	v_f	[mm·min^{-1}]
Šířka brousícího kotouče	Bk	[mm]

Řezná rychlost se vypočítá ze vztahu:

$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1\,000} \quad [m \cdot s^{-1}] \tag{1.7}$$

kde: D – průměr brousícího kotouče [mm],

n – frekvence otáčení brousícího kotouče [min^{-1}].

Nástroje na broušení

Nástroje na broušení se většinou dodávají jako brousící kotouče. Brousící nástroje jsou tvořeny zrny tvrdých materiálů, které jsou pevně vázány v pružných či tuhých tělesech různých velikostí a tvarů, jako jsou brousící, řezací a drážkovací kotouče, brousící tělíska, pilníky a segmenty, orovnávací a brousící kameny, nebo jsou zakotvena a nanesena na brousících papírech, plátnech a pásech.

Brusky:

- vodorovné rovinné brusky,
- svislé rovinné brusky,
- brusky na díry (viz obrázek č. 8),
- hrotové,
- bezhrotové,
- speciální. (Humár, 2005)

Obrázek 8: Bruska CNC na díry

(Zdroj: Bartoňová, 2012)

1.2.5 Dělení materiálu

Tyčový válcový i tažený materiál se musí před obráběním rozřezávat na vhodné (potřebné) délky, podle požadovaných rozměrů konečného obrobku. Seřazení výrobních operací v teoretické části tedy neodpovídá reálné posloupnosti během výroby. Dělení je třeba i v případě výroby součástí z pásů, desek a jiných rozměrnějších polotovarů. Dělit lze i obráběné materiály a součásti v případě litých nebo tvářených polotovarů.

K nejpoužívanějším metodám dělení materiálu patří:

- dělení rozřezáváním,
- dělení třecím kotoučem,
- dělení stříháním a lámáním,
- dělení tepelné,
- dělení rozbrušovacím kotoučem,
- dělení rotačních součástí upichovacím nožem na soustruhu,
- dělení nekonvenčními metodami obrábění. (Humár, 2004)

Dělení rozřezáváním

Z hlediska zaměření bakalářské práce na výrobní procesy v konkrétní firmě, je podrobněji rozepsáno pouze dělení rozřezáváním, protože firma disponuje jediným strojem pro dělení materiálu – pásovou pilou.

Dělení řezáním se používá v případě, že se požaduje kvalitní dělící plocha a přesnost. Rozřezávání na pásových, rámcových a kotoučových pilách se řadí mezi nejužívanější metody dělení materiálů, vybrané technologické parametry jednotlivých typů strojních pil jsou uvedeny v tabulce č. 6 (Humár, 2004).

Tabulka 6: Parametry strojních pil

(Zdroj: Vlastní zpracování dle Humár, 2004, s. 87)

Charakteristika	RP	KP	PP
Pořizovací cena stroje	N	V	S
Instalovaný příkon	S	V	N
Produktivita dělení	N	S	V
Univerzálnost použití	N	S	V
Cena nástroje	N	S	V
Životnost nástroje	N	V	S
Přesnost přířezu	N	V	S
Ztráta materiálu řezáním	V	S	N

RP – rámcové pily, PP – pásové pily, KP – kotoučové pily
Hodnota parametru: N – nízká, S – střední, V – vysoká
Pzn. Tmavší pozadí vyjadřuje nepříznivější hodnotu daného parametru

Dělení na kotoučových pilách

Předností dělení na kotoučových pilách je především vysoká produktivita, univerzálnost, kvalita řezné plochy a vysoká životnost pilového kotouče. Charakter práce a řezný pohyb při dělení na kotoučových pilách vykonává nástroj, zatímco posuvový pohyb vykonává buď obrobek, nebo nástroj.

Dělení na pásových pilách

Dělení na pásových pilách patří k nejproduktivnějším metodám dělení materiálu. Dochází při něm k nejmenším ztrátám materiálu prořezem, což se výrazně projeví především při dělení drahých materiálů. Mezi výhody patří i vysoká kvalita řezné plochy. Lze použít i speciální stroj, díky kterému je možné provádět i tvarové řezy. V současné době se dělení na pásových pilách intenzivně rozvíjí a podíl dané metody na celkovém objemu děleného materiálu v průmyslové výrobě prudce roste. Na obrázku č. 9 jsou zachyceny pásové pily značky Pegas.

Nástroj

Nástrojem je pilový list, který je svařený na obou koncích tak, že vytváří nekonvenční pás, jenž je přes napínací a hnací kotouč veden v místě řezu přímočarým nerovnoměrným pohybem. Rychlost pásu tedy odpovídá zvolené řezné rychlosti.

Obrázek 9: Pásové pily Pegas

(Zdroj: Humár, 2007, s. 90)

U dělení na pásových pilách je jedním z nejdůležitějších parametrů hodnota řezné rychlosti v_c, která je závislá především na mechanických a fyzikálních vlastnostech děleného materiálu, tvaru a rozměrech řezaného profilu a počtu řezaných součástí.

Při řezání na pásových pilách se věnuje veliká pozornost volbě pilového pásu (rozměry, materiál, zubová rozteč, typ zubů), nastavení řezných podmínek (řezná rychlost = rychlost pásu, druh řezné kapaliny a její množství, posuv do závěru) a správné činnosti všech systémů a činností stroje (stav a opotřebení hnacího a vodícího kotouče, svěrák pro upnutí obrobku, napnutí pásu, poloha vodítek, poloha vodících ramen, stěrače třísek, atd.). V případě dodržení všech předepsaných požadavků na kvalitu řezné plochy, lze dosáhnout velkých řezných výkonů. (Humár, 2004)

1.2.6 Nekonvenční metody obrábění

Při nekonvenčním obrábění dochází k úběru obráběného materiálu převážně účinky tepelnými, chemickými, případně i mechanickými nebo jejich vzájemnou kombinací.

Nekonvenčí metody obrábění lze tedy rozdělit do následujících skupin podle převažujících účinků:

- Oddělování materiálu tepelným účinkem:
  - elektroerozivní obrábění,
  - obrábění paprskem plazmy,
  - obrábění paprskem laseru,
  - obrábění paprskem elektronů.
- Oddělování materiálu elektrochemickým nebo chemickým účinkem:
  - elektrochemické obrábění,
  - chemické obrábění.
- Oddělování materiálu mechanickým účinkem:
  - ultrazvukové obrábění,
  - obrábění paprskem vody.

Elektroerozivní obrábění EDM (Electrical Discharge Machining)

Elektroerozivní obrábění neboli obrábění elektrickým výbojem je proces elektrojiskrového obrábění, jenž k odstranění materiálu z obrobku erozí používá periodicky se opakující elektrické výboje (jiskry) mezi nástrojem a obrobkem. Z obráběného materiálu jsou vypařováním nebo tavením odstraňovány mikročástice, které mají tvar dutých kuliček. Velmi důležitou roli v procesu obrábění hraje dielektrická kapalina, ve které jsou ponořeny dvě elektrody z vodivého materiálu, mezi kterými je jiskrná mezera 0,01 – 0,05 mm. Tato kapalina také odvádí duté kuličky pryč z místa vzniku. Proces odebírání materiálu je založen na střídajících se impulzivních výbojích, které jsou statisticky rozloženy po celé aktivní ploše nástroje. U každého výboje dojde k porušení materiálu, na obrobku i elektrodě vzniká tzv. kráter. Tok elektrického proudu se na chvíli přeruší a to umožní proudící kapalině odplavit všechny vzniklé mikročástice z místa vzniku.

EDM stroje jsou v současnosti charakteristické vysokou rychlostí obrábění a odběru materiálu, bezobslužným provozem, provázáním navazujících operací, ukládáním opakovaných úloh a také prakticky 100% kontrolou výsledného tvaru a kvality obráběného povrchu. Mezi základní typy elektroerozivního obrábění se řadí elektrojiskrové hloubení a elektrojiskrové řezání.

Elektrojiskrové hloubení

Elektrojiskrové hloubení se používá při výrobě tvarově složitých ploch jak vnitřních, tak i vnějších. Lze obrábět vodivé materiály bez ohledu na jejich mechanické vlastnosti. Díky velkému rozsahu pracovních parametrů lze vyrábět povrchy různých jakostí. Výroba nástrojových elektrod je poměrně jednoduchá.

Nástrojová elektroda se při hloubení automaticky posouvá proti obrobku, velikost jiskrové mezery se při tom musí udržovat konstantní. Elektroda má negativní tvar obrobené plochy, a ten je pomocí výbojů kopírován do obrobku. Jakost povrchu obrobené plochy a produktivita obrábění jsou závislé na materiálu nástroje, materiálu obrobku, parametrech elektrického proudu, tvaru a frekvenci výbojů a dielektrické kapalině.

Nástrojové elektrody

Materiál elektrody má mít dobrou obrobitelnost, vysokou elektrickou vodivost, vysoký bod tavení a dostatečnou pevnost. Největší vliv na opotřebení elektrody má teplota tavení použitého materiálu.

Elektrojiskrové řezání

Elektrojiskrové řezání je realizováno prostřednictvím drátové řezačky. Technologie elektrojiskrového řezání umožňuje řezat i vysoce kalené oceli (50 až 65 HRC). Výsledkem je vždy souvislý otvor, a proto je tato metoda nejvhodnější pro tvorbu přesných otvorů, děr a tvarově složitých kontur.

Nástrojovou elektrodou je tenký drát, který se za pomoc speciálního zařízení odvíjí z cívky a přes vodící zařízení prochází místem řezu. Drát je napínán konstantní tahovou sílou a prostor mezi drátem a obrobkem je zaplněn dielektrickou kapalinou.

Dráty (průměr 0,03 až 0,35 mm) jsou vyráběny z mědi a jiných slitin. V současné době jsou často používány i povlakové dráty s jádrem ze slitiny mědi a povlakem obsahujícím vysoké procento zinku. (Špinar, 2009; Humár, 2005)

2 ANALÝZA SOUČASNÉ SITUACE

Analytická část bakalářské práce je zaměřena na všeobecné představení strojírenské firmy a jejího prostředí. Je v ní provedena analýza výrobních procesů, které ve firmě probíhají a představení technologické vybavení, kterým firma disponuje. V závěru kapitoly je uvedeno začlenění ekologických podmínek do výroby.

2.1 Představení společnosti

V této části jsou uvedeny základní údaje o společnosti ROBOTRIO, s.r.o. a její organizační struktura.

2.1.1 Základní údaje o společnosti

Obchodní jméno:	ROBOTRIO, s.r.o.
Sídlo:	Langrova 2799/36, 787 01 Šumperk
Identifikační číslo:	253 90 872
Právní forma:	Společnost s ručením omezeným
Datum zápisu:	10. února 1998
Základní kapitál:	244 000 Kč
Předmět podnikání:	- nástrojářství - koupě zboží za účelem jeho dalšího prodeje a prodej - zprostředkovatelská činnost v oblasti obchodu, služeb, strojírenství, dopravy, turistiky a reklamy. (*Obchodní rejstřík*, 2013)
Členění firma na dílčí provozy :	- Nástrojárna, - IT ERP, - Osobní doprava.

Firma ROBOTRIO, s.r.o. vznikla v roce 1998 a od začátku své působnosti se specializovala na elektroerozivní obrábění kovů na drátových řezačkách firmy +GF+

AgieCharmilles, s.r.o. (dříve to byly dvě firmy Charmilles Technologies, s.r.o. a Agie, s.r.o.). Společnost je v současnosti rozdělena do tří sektorů: nástrojárna, IT ERP a osobní doprava.

Nástrojárna vznikla v roce 1998, byl to první sektor, na který byla firma zaměřena. Jak již bylo výše zmíněno, nástrojárna se od začátku své působnosti specializovala na elektroerozivní obrábění kovů na drátkových řezačkách firmy +GF+ AgieCharmilles, s.r.o. Díky své specializaci a dlouholetým zkušenostem spolupracuje s více jak stovkou firem po celé ČR. Na elektroerozivních strojích ROBOFORM a ROBOFIL jsou vykonávány nejobtížnější práce při výrobě střižných nástrojů, vstřikovacích forem a přesných strojních součástí ve velmi krátkých termínech a s maximální kvalitou, která je dána parametry jejich strojního vybavení. Od začátku roku 2005 má Nástrojárna certifikaci pro systém řízení kvalit dle normy EN ISO 9001:2001. V příloze č. 3 je vložena kopie tohoto certifikátu.

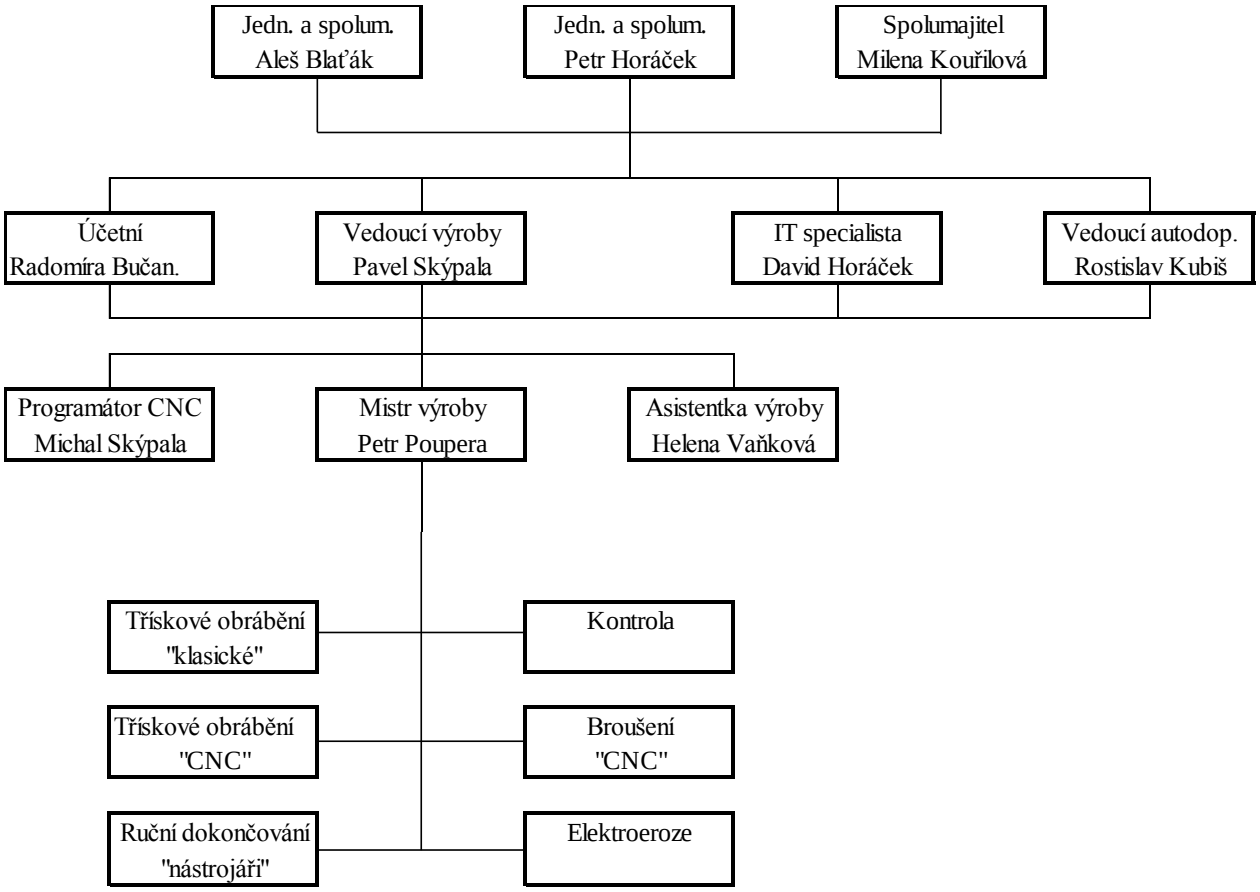
Druhý sektor je IT ERP. V tomto sektoru podnik poskytuje poradenství v oboru správy počítačových sítí, návrhu topologií až po jejich samostatnou realizaci u zákazníka. Dále firma disponuje kvalitním školícím centrem. V tomto centru školí především systém POHODA a základní obsluhu kancelářského balíku Microsoft Office. Na přání zákazníků školí i jiné programy od společnosti Microsoft, s.r.o.

Poslední sektor se nazývá Osobní doprava. V tomto sektoru firma podniká od roku 1991. Za uplynulou dobu došlo k zřetelnému pokroku jak ve zvýšení kvality vozidel, tak i ve zvýšení zkušeností. Firma zajišťuje kompletní služby v oblasti firemní osobní dopravy v České republice i v celé Evropě. (*ROBOTRIO, s.r.o.*, 2012)

Práce je zaměřena pouze na sektor nástrojárny.

2.1.2 Organizační struktura

Nejvyšším orgánem společnosti je valná hromada. Statutární orgán tvoří v případě dané firmy dva společníci – jednatelé, pan Aleš Blaťák a Petr Horáček. Na obrázku č. 10 je graficky znázorněno podrobnější schéma organizační struktury firmy ROBOTRIO, s.r.o. Firma má tři spolumajitele z toho dva působí i jako jednatelé firmy.



Jedn. - jednatel, Spolum. - spolumajitel, Autodop. - autodopravy

Obrázek 10: Schéma organizační struktury

(Zdroj: Vlastní zpracování dle *ROBOTRIO*, s.r.o., 2012)

2.2 Popis vnějšího okolí podniku

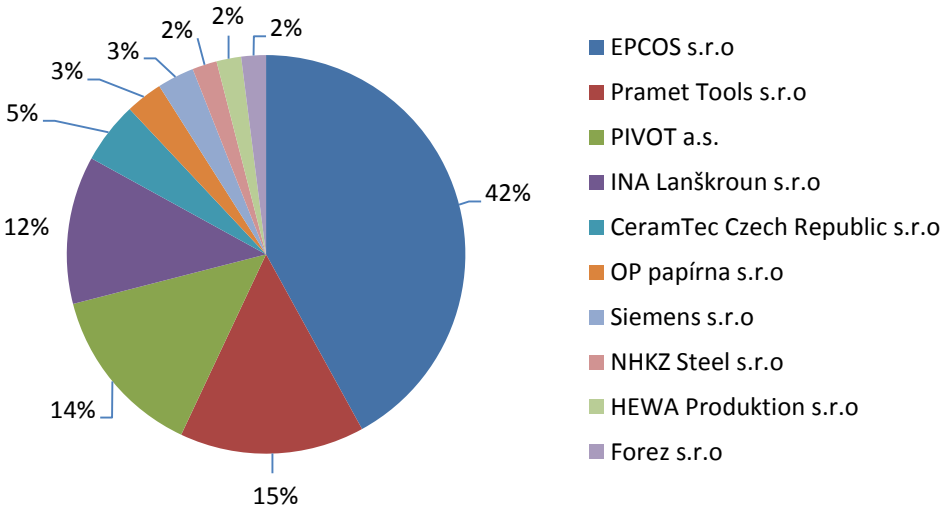
Vzhledem k zaměření mé bakalářské práce především na firmu budu redukovat analýzu vnějšího okolí podniku pouze na faktory, které přímo ovlivňují průběh, organizaci a množství výroby. Stručně představím konkurenční prostředí, strukturu stávajících zákazníků a dodavatelů.

2.2.1 Trhy a konkurence

Firma disponuje drátovými řezačkami s většími rozsahy pojezdu (790×550×510 mm) v pracovním prostoru, které nejsou v České republice moc rozšířeny. Díky tomu má firma téměř 80 % zisku z těchto drátových řezaček. Jako největšího konkurenta lze uvést firmu SIMO plus, s.r.o., která se nachází v Rovensku. Tato firma patří jednomu z bývalých spolumajitelů firmy ROBOTRIO, s.r.o., tudíž nabídky těchto dvou firem jsou si velmi blízké.

2.2.2 Zákaznící

Firma se věnuje zakázkové výrobě (≈ kusové výrobě). Ta je charakteristická tím, že se vyrábí široký sortiment v malém množství a často individuálně. Má však několik stálých odběratelů, kteří požadují jeden výrobek ve velkém množství, ti uzavírají smlouvy na delší dobu. V následujícím grafu č. 1 je znázorněno procentuální rozložení nejlepších deseti odběratelů z roku 2012.



Graf 1: Procentuální rozložení nejlepších 10ti odběratelů

(Zdroj: Vlastní zpracování)

2.2.3 Dodavatelé

Firma má několik dodavatelů, ti většinou dodávají materiál, náhradní díly, nástroje a stroje. Veškeré výrobní operace, které jsou potřebné pro zhotovení zakázky, si dělá firma sama, až na kálení. V tomto případě firma odesílá polotovar do kalírny v jiné firmě a následně po jeho vyzvednutí, dodělá zbytek potřebných výrobních operací pro dokončení výrobku. V následující tabulce č. 7 jsou uvedeni jednotliví dodavatelé, polotovary a vybavení, které dodávají.

Tabulka 7: Dodavatelé a dodávaný materiál

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Dodavatel	**Dodávané položky**
CZ Top Trade, s.r.o.	Barevné kovy, pryskyřice
M &V spol. s.r.o.	Obráběcí nástroje, frézy pro třískové obrábění, čelisti, vrtáky
MATEZEX spol. s.r.o.	Železný materiál
Pfingster, s.r.o.	Náhradní díly do drátových vrtaček
Ponam, v.o.s.	Tabule plechu
Jiřina Žižková - SPROZI	Vyměnitelné břitové destičky pro řezné nástroje
Hoffman Nürnberg	Veškeré nástroje co jsou potřeba, pokud nejsou jinde k dostání za výhodnější cenu
Mitutoyo Česko, s.r.o.	Měřidla
CERATIZIT Austria G.m.b.H	Tvrdokovy
HAMMER CZ, s.r.o.	Šrouby, matice, spojovací materiál
EXVALOS spol. s.r.o.	Ložiska
ISCAREX, s.r.o.	Destičky. obráběcí nástroje
MIRONET, s.r.o.	Pro IT pracovníky – náhradní díly
NORTH OIL, s.r.o.	Oleje, chladící emulze
Böhler Uddeholm CZ, s.r.o.	Kalírna - Vyškov
CZECH metal spol. s.r.o.	Kalírna - Olomouc
Bodycote HT, s.r.o.	Kalírna - Brno

2.3 Výrobní procesy ve firmě

Nástrojárna ROBOTRIO, s.r.o. se specializuje na výrobu. Na začátku podkapitoly jsou vyjmenovány jednotlivé výrobní operace, které ve firmě probíhají a v další části podkapitoly je uveden průběh výrobního procesu od přijetí zákazníkovi objednávky až po předání hotového výrobku.

2.3.1 Výrobní operace

Ve firmě probíhá několik typů výrobních operací:

- elektrojiskrové řezání,
- elektrojiskrové hloubení,
- soustružení,
- frézování,
- broušení,
- dělení materiálu.

2.3.2 Obecný průběh výroby

Po přijmutí objednávky je potřeba stanovit technologický postup výroby (chronologický sled jednotlivých operací, které se budou u každého kusu vyskytovat), aby byl zhotoven finální výrobek. V následujících odrážkách je stručně znázorněn průběh výroby, od přijmutí objednávky až po předání hotového výrobku zákazníkovi.

- Zákazník přijde do firmy s objednávkou a výkresovou dokumentací.
- Objednávka se zadá do účetního systému POHODA.
- Na základě dodaných výkresů vedoucí výroby naplánuje technologický postup výroby, který následně vytiskne na výrobní list. V tomto listu jsou uvedené přibližné časy jednotlivých operací.
- Vedoucí výroby do výkresu zaznačí přídavky. Např. pokud se jedná o broušenou plochu, tak se na ní musí nechat přídavek na opracování po tepelné úpravě (kalení).
- Připravené dokumenty (výrobní list a výkresy) se předají mistrovi.
- Mistr popíše štítek na modré bedně a odnese ji ke stroji, který je ve výrobním listu na prvním místě.

- Zhotovený polotovar se umístí do bedny a obsluha ji zanese mistrovi.
- Mistr zapíše do programu, že se daná operace již vykonala a zapíše skutečný čas, jak dlouho to doopravdy trvalo.
- Bednu s polotovarem mistr odnese k dalšímu stroji v pořadí dle výrobního listu.
- Po provedení veškerých nutných operací ke zhotovení výrobku se výrobek odnese do skladu, kde je uložen do doby, než si pro něj přijede majitel (zákazník, co si ho objednal).

2.4 Strojové vybavení

Nástrojárna ROBOTRIO, s.r.o. nabízí kompletní provoz moderní nástrojárny, s nejnovějšími technologiemi a profesionalitou. Disponuje stroji pro elektroerozivní obrábění, třískové obrábění a měření. V následujících podkapitolách je uveden přehled strojového vybavení a základní charakteristiky u vybraných strojů.

2.4.1 Přehled strojů

V následující tabulce jsou uvedeny stroje, kterými firma disponuje.

Tabulka 8: Strojní vybavení

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Název stroje	Vyobrazení	Pracoviště	Popis
Robofil 640 CC		Elektroerozivní obrábění	Drátové řezání
Robofil 440 CC		Elektroerozivní obrábění	Drátové řezání
Robofil 290		Elektroerozivní obrábění	Drátové řezání

Roboform 350		Elektroerozivní obrábění	Hloubení
Propalovačka Drill 20		Elektroerozivní obrábění	Hloubení
HARTFORD MPV-10		Třískové obrábění	Vertikální obráběcí centrum na frézování
Doosan N280S		Třískové obrábění	Soustružení
Pegas		Třískové obrábění	Dělení materiálu
BK CNC Studer Favorit		Třískové obrábění	Broušení na kulato
FS 800 SC		Třískové obrábění	Broušení na plocho

WENZEL **LH 87**		Měření

2.4.2 Charakteristika a technické parametry některých strojů

Podle získaných podkladů z firmy a na základě vlastního studia v teoretické části jsou uvedeny charakteristiky některých strojů.

Stroje pro drátové řezání:

- **ROBOFIL 640 CC**

  Je špičkový stroj, který je určený pro rozměrné obrobky s výškou řezu až 510 mm. Řezání probíhá ve vodní lázni, přesnost a drsnost povrchu je zachována v celém rozsahu širokého pojezdu.

  Technická data:

Pojezd x	mm	790
Pojezd y	mm	550
Pojezd z	mm	510
Maximální rozměr obrobku x	mm	1200
Maximální rozměr obrobku y	mm	800
Maximální rozměr obrobku z	mm	510
Maximální hmotnost obrobku	kg	3.000
Maximální drsnost obráběných povrchů Ra		0,2
Maximální výška řezu	mm	510

- **ROBOFIL 440 CC**

Vysoce výkonný stroj, který představuje špičku střední třídy drátových řezaček. Díky unikátní koncepci generátoru ROBOFILU 440 CC dosahuje ve vodní lázni rychlost řezání až 400 mm/min. a drsnost povrchu 0.2 Ra.

Technická data:

Pojezd x	mm	535
Pojezd y	mm	340
Pojezd z	mm	410
Maximální rozměr obrobku x	mm	800
Maximální rozměr obrobku y	mm	600
Maximální rozměr obrobku z	mm	420
Maximální hmotnost obrobku	kg	1.000

- **ROBOFIL 290**

Kompaktní výkonný stroj s koaxiálním výplachem a s vysokou přesností, který je určený pro menší obrobky.

Technická data:

Pojezd x	mm	400
Pojezd y	mm	245
Pojezd z	mm	200
Maximální rozměr obrobku x	mm	600
Maximální rozměr obrobku y	mm	300
Maximální rozměr obrobku z	mm	200
Maximální hmotnost obrobku	kg	1.000

Stroje pro hloubení:

- **Roboform 350**

Speciální generátor pro obrábění SK.

Technická data:

Maximální rozměr obrobku x	mm	800
Maximální rozměr obrobku y	mm	550
Maximální rozměr obrobku z	mm	370
Systém Gama-tec pro drsnost obráběných povrchů Ra až		0,1

Stroje na třískové obrábění:

Frézování:

- **Vertikální obráběcí centrum HARTFORD MPV-10**

Technická data:

Pojezd x	mm	1050
Pojezd y	mm	530
Pojezd z	mm	600
Otáčky vřetena	min^{-1}	10 000
Řízená 4 osa		

Soustružení:

- **Doosan N280S**

Technická data:

Max. obráběný průměr	mm	280
Točná délka	mm	200

Dělení materiálu:

- **Automatická pásová pila Pegas 240*280 A CNC-F**

Technická data:

Sklon ramene	°	25
Je určena pro dělení materiálu v kolmých řezech		

Broušení

- **BK CNC Studer Favorit (na kulato)**

Technická data:

Vzdálenost hrotů	mm	650
Výška hrotů	mm	175
Maximální hmotnost obrobku	kg	80
Maximální otáčky vnitřního vřetene	min^{-1}	40 000

- **FS 800 SC (na plocho)**

Technická data:

Pojezd x	mm	600
Pojezd y	mm	400
Pojezd z	mm	375

Měření

- **WENZEL LH 87**

Technická data:

Měřící rozsah	mm	800×1000×700
Měřící sonda		Renishaw PH10M

- **Mitutoyo 630LH**

Lineární výškoměr, který se používá v přímém spojení se strojem WENZEL LH 87.

- **Mitutoyo CV-1000**

Je profiloměr, který se používá v přímém spojení se strojem WENZEL LH 87.

2.5 Začlenění ekologických podmínek

Rozvoj průmyslové výroby je neoddělitelně spjat s životním prostředím. Většina výrobních technologií je doprovázena produkcí odpadů všeho druhu, které znečišťují pracovní i životní prostředí. Je tedy nezbytné rozvojem technologií minimalizovat produkci škodlivin, nebo vzniklé škodlivé účinky likvidovat. Vedení firmy si toho je plně vědomo, a proto zabezpečuje rozvinutý systém třídění odpadu v celém areálu a všichni zaměstnanci jsou v tomto směru proškoleni. Firma si vede evidenční list se vzniklým odpadem.

2.5.1 Recyklace opotřebených položek

Ve výrobě vzniká několik druhů odpadu, proto je nutné vzniklý odpad dále třídit a starat se o jeho další zpracování, nebo recyklaci.

- Pro běžný odpad (sklo, plasty, kartony, apod.) jsou v areálu označené kontejnery pro tříděný odpad, odkud ho odváží firma SITA CZ, a.s., která zajišťuje jeho následné zpracování. Tato firma se také stará o část nebezpečného odpadu (oleje, baterie, zářivky, apod.), který vznikl ve firmě.
- Společnost KOVO CZ, s.r.o., se stará o odpad, který vznikl při obrábění kovů – kovové třísky.
- Firma ROBOTRIO, s.r.o., se dále stará o odvoz deionizační pryskyřice. Deionizační pryskyřice slouží k úpravě provozních vlastností pro drátové řezačky. Průchodem vody přes deionizační nádobu se získává demineralizovaná vysoce čistá voda s elektrickou vodivostí menší než 3 uS/cm. Dosažení tohoto parametru je nutné pro zajištění optimálních podmínek pro drátové řezání. O odvoz barelů s pryskyřicí se stará společnost CZ TOP TRADE, s.r.o.
- Při některých výrobních procesech dochází k opotřebení vyměnitelných částí (např. vyměnitelné řezné destičky), recyklaci těchto částí ve většině případů zajišťuje jejich výrobce samostatně. Již ve smlouvě bývá uvedeno, že se daný výrobce postará o opotřebené části. Ty bývají většinou převáženy ve speciálních přepravkách.

3 Rozbor konkrétního pracoviště

Rozbor konkrétního pracoviště je zpracován podle získaných podkladů z firmy a na základě vlastního samostudia. Na začátku kapitoly je proveden rozbor výroby konkrétního výrobku, v další části kapitoly je definování ekonomických závislostí s přímou vazbou na produkci, firma si nepřála zveřejnit konkrétní údaje, proto je daná část zpracována pouze obecně.

3.1 Výroba vložky razníku

Výroba vložky razníku je pro firmu velmi důležitou zakázkou, protože na ni má uzavřený dlouhodobý kontrakt. Zákazník zadal podklady pro výrobu razníku do více firem, firma ROBOTRIO, s.r.o. zakázku dostala díky relativně nízké ceně, vysoké kvalitě výrobku a přijatelnému termínu možného dodání. V této části práce je uvedena základní charakteristika a technologický postup výroby vložky razníku.

3.1.1 Popis vložky razníku

Vložka razníku se používá při výrobě motoru. V praxi zákazník zadává jednotlivé razníky do různých firem, které ve finální verzi nakonec spojí do obrovské formy, ve které se lisují celé motory. Lisováním jsou razníky do povrchu značeného materiálu zatlačovány silou lisovacího přímočarého motoru.

3.1.2 Technologický postup výroby

Zákazník do firmy dodal výkresovou dokumentaci (přiložena v příloze č. 4), na základě které vedoucí výroby vypracoval technologický postup výroby (viz Tabulka č. 9). Většina operací je realizována přímo v Nástrojárně, pouze kalení se provádí v jiných firmách (viz. operace č. 6). Firma ho smluvně svěřila jiné společnosti, tudíž činnost není zajišťována vlastními zaměstnanci firmy, ale na základě smlouvy outsoursingové společnosti.

Tabulka 9: Technologický postup výroby

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Číslo operace	Pracoviště	Popis operace	Množství	Měrná jednotka
1	Tyč pr. 80 jak. 19 552		0,25	m
2	Pila	Nadělení materiálu	10	min
3	Soustruh	Začištění průměru, zarovnání čela s přídavkem a vrtání startu pro drát ze strany tvaru	30	min
4	Centrum CNC	Frézování dutiny pr. 51-0.1-0.05 na číslo na horní toleranci	25	min
5	Soustruh CNC	Soustružení tvaru s přídavky dle výkresu pr. 55 na čisto, R6 s přídavkem dle TZ	20	min
6	Kalení	Externí	400	Kč
7	Rezerva	-	100	Kč
8	Pila	Nadělení materiálu pro elektrody na tvar a sražení tvaru	10	min
9	Fréza kl.	Frézování polotovarů	30	min
10	BP	Broušení na plocho	15	min
11	Centrum CNC	Dokončení elektrod	70	min
12	Kontrola	Kontrola elektrod	15	min
13	BP	Broušení čela na čisto	20	min
14	BK CNC	Broušení pr. 66g6 na čisto a technologický pr. 79	60	min

15	Kontrola	Kontrola souososti a komosti	10	min
16	Drátová řezačka	Řezání otvoru na čisto	340	min
17	Kontrola	Kontrola polohy a rozměru	15	min
18	Drátová řezačka	Řezání tvaru na čisto	80	min
19	Kontrola	Kontrola polohy a rozměru	10	min
20	Rob.350	Hloubení tvaru	130	min
21	Rob.350	Sražení tvaru ze spodu	20	min
22	Kontrola	Kontrola tvaru	15	min
23	Nástrojář	Dokončení	30	min
24	Povrchovka	Povrchová úprava	4 000	Kč

3.2 Vyjádření ekonomických vztahů a závislostí

Proces podnikání je neoddělitelně spojen s dosahováním ekonomického efektu, tj. zisku. Firma ROBOTRIO, s.r.o. se zabývá zakázkovou výrobou, z čehož plyne, že nenabízí již hotové výrobky/polotovary za předem stanovenou cenu, ale vyrábí výrobky/polotovary až na základě konkrétních objednávek od zákazníků.

3.2.1 Výpočet ceny pro výrobu vložky razníku

Návrh ceny je vyjádřen a zpracován pouze obecně z hlediska principu, konkrétní údaje nejsou na přání firmy uvedeny.

Průběh stanovení ceny

Zákazník přijde do firmy s objednávkou a výkresovou dokumentací. Jedná-li se o větší objednávku, která se bude opakovat, pak zákazník dodá tyto podklady do více firem a následně se rozhodne podle nabízených cen od výrobců, který je ten nejvhodnější.

Na základě dodaných výkresů vedoucí výroby provede odborný odhad. Naplánuje technologický postup výroby a podle výkresů stanoví předpokládaný výrobní čas v minutách na jednotlivých strojích. Stanoví tedy, jak dlouhou dobu se bude materiál/polotovar opracovávat na konkrétním stroji. Do tohoto výpočtu vedoucí výroby nezapočítává čas na chystání výroby, ale pouze čas, kdy stroj pracuje. Dále vedoucí výroby stanoví množství materiálu, které se má z polotovaru jednotlivými výrobními operacemi odebrat.

V ekonomickém systému POHODA jsou nataženy hodinové sazby jednotlivých strojů, které má firma již od začátku výroby na konkrétních strojích stanoveny. V ekonomickém systému se do jednoho pole zadá stroj, na kterém bude polotovar opracováván a do druhého pole čas, jak dlouho se bude polotovar opracovávat. Po zadání veškerých položek, které jsou uvedeny ve výrobním listu, systém spočítá celkovou cenu výrobku.

Cena se pošle v cenové nabídce zákazníkovi. V případě větších objednávek, kdy zákazník dodal objednávku do více firem, vyhraje firma s nejnižší nabízenou cenou. Proto firma ROBOTRIO, s.r.o., nadále upravuje celkovou cenu výrobku, která vyšla

v ekonomickém systému POHODA a zadává k ní různé množstevní slevy pro zákazníka, aby si zákazník vybral tuto firmu.

ZÁVĚR

Bakalářskou práci tvoří tři hlavní kapitoly. První kapitola se věnuje teoretickým východiskům bakalářské práce. Jsou v ní vymezeny základní strojírenské pojmy a základní terminologie a způsoby obrábění.

Ve druhé kapitole je představena společnost ROBOTRIO, s.r.o., výrobní program dané společnosti a strojírenské prostředí, ve kterém se pohybuje. Dále je druhá část zaměřena na výrobní procesy společně s jejich průběhem a na představení strojového vybavení, kterým firma disponuje. Několik vybraných strojů je podrobněji technologicky charakterizovaných. V závěru druhé kapitoly je uvedeno začlenění ekologických podmínek

Ve třetí části je představen rozbor konkrétního pracoviště a vyjádření ekonomických závislostí na produkci výroby. Firma si nepřála zveřejnit konkrétní ekonomické údaje, proto je postup a návrh ceny uveden pouze obecně.

Z výpočtu ceny lze poznat ekonomická závislost s přímou vazbou na produkci. Cena výrobku se nestanovuje pouze na základě nákladů na danou výrobu, ale souvisí i s konkurencí. Jedná-li se o větší nebo dlouhodobější objednávky, firma sníží cenu pro daného zákazníka, protože si tím zajišťuje zisk v budoucích obdobích a také možné uzavření dalších smluv v budoucnosti.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

HUMÁR, A. *Sylaby předmětu výrobní technologie II.část.* Brno: VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2002. 84 s.

HUMÁR, A. *Sylaby předmětu technologie obrábění 1.část.* Brno: VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2003. 138 s.

HUMÁR, A. *Sylaby předmětu technologie obrábění 2.část.* Brno: VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2004. 95 s.

HUMÁR, A. *Sylaby předmětu technologie obrábění 3.část.* Brno: VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2005. 57 s.

JUROVÁ, M. *Organizace přípravy výroby.* Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2009. 100 s. ISBN 978-80-214-3946-7.

JUROVÁ, M. *Řízení výroby.* Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011. 219 s. ISBN 978-80-214-4370-9.

KEŘKOVSKÝ, M. *Řízení výroby.* Brno: PC-DIR Real, 1998. 87 s. ISBN 80-214-1702-1.

MAKOVEC, J. et al. *Organizace a plánování výroby*. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 1998.274 s. ISBN 80-7079-171-3.

ROBOTRIO, s.r.o. [online].© 2012 [cit. 2013-03-12].
Dostupné z: http://www.robotrio.cz/

SANDVIK COROMANT; [PŘELOŽIL MIROSLAV KUDELA]. *Příručka obrábění: kniha pro praktiky.* 1. české vyd. Praha: Sandvik CZ, s.r.o. a Scientia, s.r.o., 1997.857 s. ISBN 91-972299-4-6.

Sbírka listin: ROBOTRIO, s.r.o. *Obchodní rejstřík a Sbírka listin* [online]. © 2013 [cit. 2013-05-05]. Dostupné z: https://or.justice.cz/ias/ui/vypisvypis?subjektId =isor%3a305203&typ=full&klic=88ev4b

ZDRAVECKÁ, E. a J. Kráľ. *Základy strojárenskej výroby.* Vyd. 2. Košice: Elfa, 2004. 143 s. ISBN 80-89066-72-9.

ZEMČÍK, O. *Sylaby předmětu technologické procesy.* Brno: VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2002. 54 s.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Schéma výrobního procesu 14

Obrázek 2: Plochy na obrobku..... 18

Obrázek 3: Pohyby při soustružení a frézování 19

Obrázek 4: Základní práce na soustruhu..... 21

Obrázek 5: Univezrální hrotový soustruh 24

Obrázek 6: Válcové frézování: a) nesousledné, b) sousledné 25

Obrázek 7:Vodorovná konzolová frézka; Svislá konzolová frézka..... 30

Obrázek 8: Bruska CNC na díry 33

Obrázek 9: Pásové pily Pegas 36

Obrázek 10: Schéma organizační struktury 42

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Procentuální rozložení nejlepších 10ti odběratelů..... 43

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Charakteristika jednotlivých typů výroby 16

Tabulka 2: Charakteristické hodnoty měrné řezné síly 20

Tabulka 3: Terminologie a příslušné parametry pro soustružení 22

Tabulka 4: Terminologie a příslušné parametry pro frézování..... 27

Tabulka 5: Technologie a příslušné parametry broušení 32

Tabulka 6: Parametry strojních pil..... 35

Tabulka 7: Dodavatelé a dodávaný materiál..... 44

Tabulka 8: Strojní vybavení..... 46

Tabulka 9: Technologický postup výroby 54

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Základní vztahy pro obrábění

Příloha 2: Měrná řezná síla

Příloha 3: Certifikát EN ISO 9001 : 2009

Příloha 4: Technologický výkres

Příloha 1:Základní vztahy pro obrábění

VZORCE PRO OBRÁBĚNÍ

1. SOUSTRUŽENÍ

Vzorce	
$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1\,000}$	(Řezná rychlost)
$Q = v_c \times a_p \times f$	(Objem odebraného materiálu)
$t = \frac{l}{f \times n}$	(Čas obrábění)
$P = \frac{v_c \times a_p \times f \times k_c}{60\,000\,000}$	(Užitečný výkon)
$k_c = k_s \left(\frac{0,4}{h_m}\right)^{0,29}$	(Měrná řezná síla)
$h_m = f \times \sin \kappa$	(Střední tloušťka třísky pro přímková ostří)
$h_m = f \times \sqrt{\frac{a_p}{i\,D}}$	(Střední tloušťka třísky pro vyměnitelné břitové destičky kruhového tvaru)
$R_t = \frac{f^2 \times 1\,000}{8 \times r_\epsilon}$	(Výška nerovností, *H*)
$\partial = \frac{F \times L^3}{3 \times E \times I}$	(Vychýlení vrtací tyče)
$I = \frac{\pi \times D^4}{64}$	(Kvadratický moment průřezu vrtacích tyčí s kruhovým průřezem tělesa)
$M = F \times r$	(Krouticí moment)

2. FRÉZOVÁNÍ

Vzorce	
$f_z = \frac{v_f}{n \times z}$	(Posuv na zub)
$f_r = \frac{v_f}{n}$	(Posuv na otáčku)
$Q = \frac{a_p \times a_e \times v_f}{1\,000}$	(Objem odebraného materiálu)
$P = \frac{a_p \times a_e \times v_f \times k_c}{60\,000\,000 \times \eta}$	(Užitečný výkon)
$k_c = k_s \left(\frac{0,2}{h_m}\right)^{0,29}$	(Měrná řezná síla)
$h_m = f \times \sqrt{\frac{a_p}{i\,D}}$	(Střední tloušťka třísky, válcové frézování)
$h_m = \frac{\sin \kappa \times 180 \times a_e \times f_z}{\pi \times D \times \arcsin\left(\frac{a_e}{D}\right)}$	(Střední tloušťka třísky, čelní frézování)
$t = \frac{l}{v_f}$	(Čas obrábění)
$R_t = \frac{f^2 \times 1\,000}{4 \times D}$	(Výška nerovností, *H*)

3. VRTÁNÍ

Vzorce	
$Q = v_c \times a_p \times f$	(Objem odebraného materiálu)
$t = \frac{l}{f \times n}$	(Čas obrábění)
$P = \frac{k_c \times f \times v_c (D^2 - d^2)}{D \times 240\,000 \times \eta}$	(Užitečný výkon, vrtání krátkých děr)
$P = \frac{k_c \times f \times a_p \times v_c \times \left(1,17 - \frac{a_e}{D}\right)}{60\,000\,000 \times \eta}$	(Užitečný výkon, vrtání dlouhých děr)
$k_c = k_s \left(\frac{0,4}{f}\right)^{0,29}$	(Měrná řezná síla)

Příloha 2.1: Měrná řezná síla – charakteristické hodnoty

MĚRNÁ ŘEZNÁ SÍLA (k_c) CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY PRO BĚŽNÉ OBRÁBĚNÉ MATERIÁLY

Materiál obrobku	kód CMC	Tvrdost HB	Vlastnosti	k_c 0,4 (N/mm²)
Nelegovaná ocel	**01.1**	110	C < 0,25 %	2 200
	01.3	150	C < 0,8 %	2 600
	01.5	310	C < 1,4 %	3 000
Nízkolegovaná ocel	**02.1**	125–225	Nekalená	2 500
	02.2	220–420	Kalená	3 300
Vysokolegovaná ocel	**03.11**	150–300	Žíhaná	3 000
	03.21	250–350	Kalená nástrojová ocel	4 500
Zvlášť tvrdá ocel	**04.1**	> 450	Kalená a popuštěná	4 500
Temperovaná litina	**07.1**	110–145	S krátkou třískou	1 200
	07.2	200–230	S dlouhou třískou	1 300
Šedá litina	**08.1**	180	Nízká pevnost	1 300
	08.2	260	Vysoká pevnost, legovaná	1 500
Tvárná litina	**09.1**	160	Feritická	1 200
	09.2	250	Perlitická	2 100
Ocelolitina	**06.1**	150	Nelegovaná	2 200
	06.2	150–250	Nízkolegovaná	2 500
	06.3	160–200	Vysokolegovaná	3 000
Korozivzdorná ocel	**05.1**	150–270	Feritická, martenzitická 13–25 % Cr	2 800
	05.2	150–275	Austenitická, Ni <8 %, 18–25 % Cr	2 450
	05.3	275–425	Prudce ochlazená a popuštěná, martenzitická, <0,12 % C	2 800
	05.4	150–450	Precipitačně vytvrzené oceli	3 500
Žárovzdorné superslitiny na bázi Fe	**20.11**	180–230	Zušlechtěné, nebo žíhané rozpouštěcí metodou	3 700
	20.12	250–320	Stárnuté nebo žíhané rozpouštěcí metodou a stárnuté	3 900

Příloha 2.2: Měrná řezná síla – charakteristické hodnoty

Materiál obrobku	kód CMC	Tvrdost HB	Vlastnosti	k_c 0,4 (N/mm²)
Žárovzdorné superslitiny na bázi Ni	**20.21**	140–300	Zušlechtěné, nebo žíhané rozpouštěcí metodou.	3 500
	20.22	300–475	Stárnuté nebo žíhané rozpouštěcí metodou a stárnuté.	4 150
	20.24	200–425	Odlité, nebo odlité a stárnuté.	4 150
Žárovzdorné superslitiny na bázi Co	**20.31**	180–230	Zušlechtěné, nebo žíhané rozpouštěcí metodou.	3 500
	20.32	270–320	Žíhané rozpouštěcí metodou a stárnuté.	4 150
	20.33	220–425	Odlité, nebo odlité a stárnuté.	4 150
Slitiny titanu			Technicky čistý, 99,5 % titan	
	23.1	400 MPa	α, (téměř) α a β slitiny, zušlechtěné	1 530
	23.21	950 MPa	$\alpha + \beta$ slitiny, stárnuté	1 675
	23.22	1 050 MPa	β slitiny, zušlechtěné nebo stárnuté	1 690
Slitiny hliníku	**30.11**	30–80	Kované a tažené zastudena.	800
	30.12	75–150	Kované a žíhané rozpouštěcí metodou a stárnuté.	800
	30.21	40–100	Lité.	900
	30.22	70–125	Lité, žíhané rozpouštěcí metodou a stárnuté.	900
	30.3	80	Nelegované, Al $\geqq$ 99 %.	400
Hliník s vysokým obsahem Si	**30.4**		10–14 % Si	900
			14–16 % Si	1 500

Příloha 3 : Certifikát EN ISO 9001 : 2009

CLPR CERTIFIKACE

certifikace CLPR certificate

certifikát

Tímto potvrzujeme, že systém managementu kvality organizace

ROBOTRIO

ROBOTRIO, s.r.o.

Langrova 2799/36, 787 01 Šumperk

IČ: 25390872

byl prověřen a uznán akreditovaným certifikačním orgánem č. 3016 Českým lodním a průmyslovým registrem, s.r.o. ve shodě s normou

ČSN EN ISO 9001:2009

Certifikovaný systém managementu kvality:

Nástrojařství. CNC obrábění. Obchodní činnost a služby v oblasti výpočetní techniky a software.

Toto uznání je dále podmíněno tím, že držitel bude udržovat systém managementu kvality podle uvedené normy, což bude sledováno ze strany ČESKÉHO LODNÍHO A PRŮMYSLOVÉHO REGISTRU.

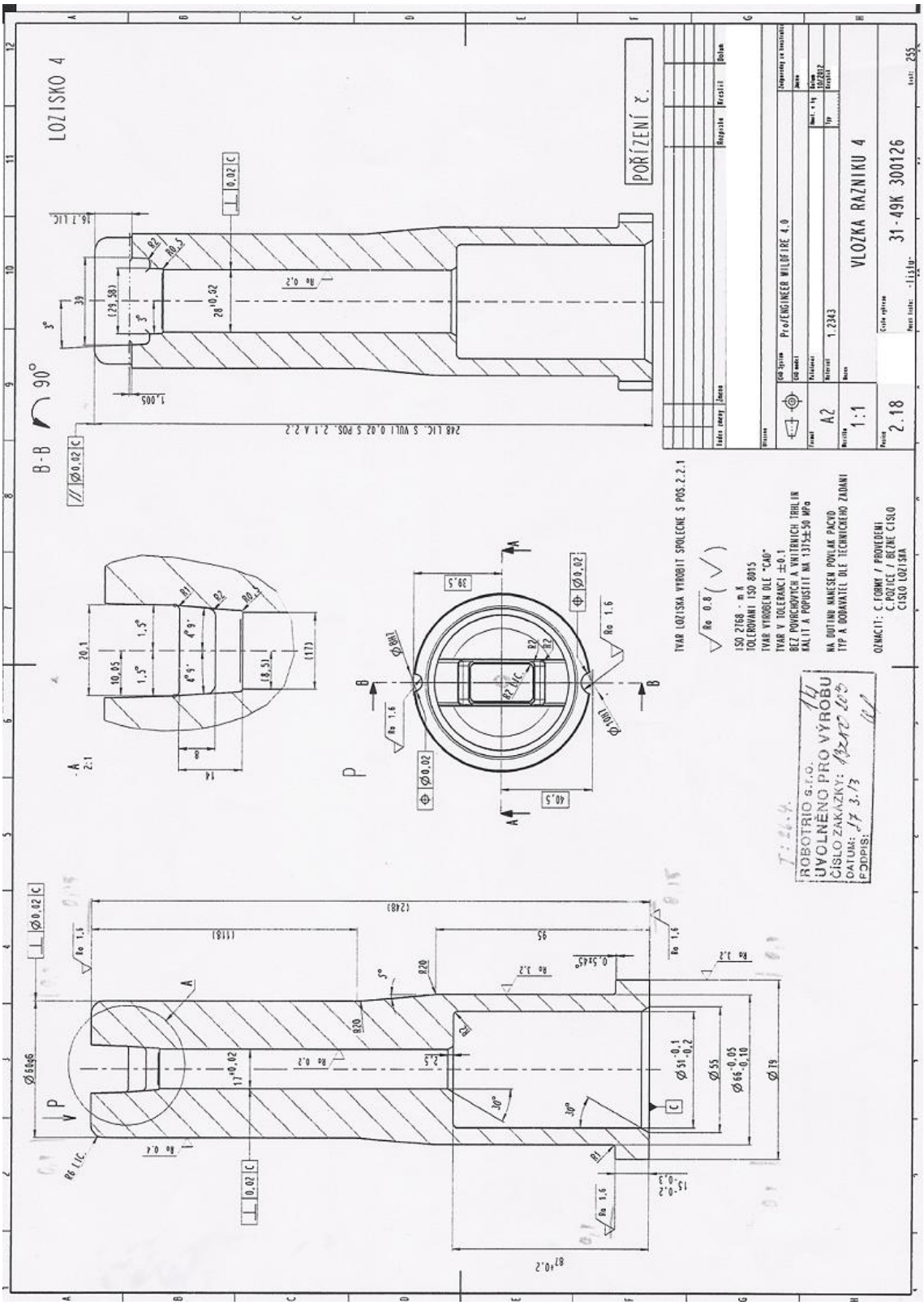
Certifikát byl poprvé vystaven v roce 2005 a od té doby je udržován.

Tento certifikát nahrazuje certifikát č. C-80035/R2 platný do 26.02.2011.

Číslo certifikátu:	C-84388
Certifikát je platný od/do:	11.02.2011/10.02.2014
Datum a místo vystavení:	14.02.2011, Praha

IAF S 3016

Jiří Dynybyl

Jiří Hemr

Příloha 4: Technologický výkres