



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

TECHNOLOGICKÉ PROCESY OBSAHUJÍCÍ RUČNÍ PRÁCE

TECHNOLOGICAL PROCESSES INVOLVING MANUAL WORK

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Mikuláš Krucina

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Milan Kalivoda

BRNO 2022

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie
Student: **Mikuláš Krucina**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce: **Ing. Milan Kalivoda**
Akademický rok: 2021/22

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:

Technologické procesy obsahující ruční práce

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Určité výrobky nelze zhotovit pouze se strojovým vybavením. Je zapotřebí začlenit i ruční práce. Tyto situace jsou ukázány na reálných případech, konkrétně na výrobních procesech oken a dveří.

Cíle bakalářské práce:

- Charakteristika strojního obrábění (včetně historie).
- Ruční práce potřebné v průmyslové výrobě.
- Výběr a rozbor reálných kombinací strojních a ručních prací.
- Detailní doložení výrobního procesu (vstupní data, vybavení, kvalifikace, odpad materiálu).
- Zhodnocení procesu.

Seznam doporučené literatury:

FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.

GIBSON, Ian, David W. ROSEN and Brent STUCKER. Additive manufacturing

technologies: rapid prototyping to direct digital manufacturing. New York:

Springer, 2010. P. 459. ISBN 14-419-1120-0.

IMAI, Masaaki. Kaizen. 1. vyd. Brno: Computer Press, a. s., 2004. 272 s. ISBN 80-251-0461-3.

KARPÍŠEK, Zdeněk. Matematika IV: Statistika a pravděpodobnost. 3. vyd. Olomučany: CERM, s. r. o., 2007. 170 s. ISBN 978-80-241-3380-9.

LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3. vyd. Úvaly: ALBRA, 2006. 914 s. ISBN 80-7361-033-7.

PERNIKÁŘ, Jiří a Miroslav TYKAL. Strojírenská metrologie II. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 180 s. ISBN 80-214-3338-8.

PÍŠKA, Miroslav et al. Speciální technologie obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 252 s. ISBN 978-80-214-4025-8.

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.

PTÁČEK, Luděk et al. Nauka o materiálu I. 2. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2003. 516 s. ISBN 80-720-4283-1.

PTÁČEK, Luděk et al. Nauka o materiálu II. 2. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2003. 516 s. ISBN 80-720-4283-1.

SUCHÝ, Ivana. Handbook of die design. 2nd edition. New York: McGRAW-HILL, 2006. P. 730. ISBN 0-07-146271-6.

ZEMČÍK, Oskar. Nástroje a přípravky pro obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2003. 193 s. ISBN 80-214-2336-6.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2021/22

V Brně, dne

L. S.

Ing. Jan Zouhar, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá strojním obráběním a zároveň ručními pracemi potřebnými v průmyslové výrobě. Účelem je obecně popsat proces obrábění a obráběcí technologie soustružení, frézování a vrtání, jež se řadí mezi strojní metody obrábění. Následující část se zaměřuje již na charakteristiku ručních operací ve výrobě, a to zejména na měření, orýsování, řezání, pilování a stříhání. Poslední část tohoto tématu se zabývá výrobním procesem plastových oken a dveří, vztahujícím se k vyrobené zakázce.

Klíčová slova

strojní obrábění, ruční obrábění, okna, dveře

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with machining and at the same time manual work needed in industrial production. The purpose is to describe in general the machining process and machining technologies of turning, milling and drilling, which are among the machine machining methods. The next part focuses on the characteristics of manual operations in production, especially on measuring, scribing, sawing, filing and cutting. The last part of this topic deals with the production process of plastic windows and doors, related to the manufactured order.

Key words

machining, manual machining, windows, doors

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KRUCINA, Mikuláš. Technologické procesy obsahující ruční práce [online]. Brno, 2022 [cit. 2022-05-04]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/140318>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Milan Kalivoda.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Technologické procesy zahrnující ruční práce vypracoval samostatně s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího práce.

místo, datum

Mikuláš Krucina

PODĚKOVÁNÍ

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

Dále bych chtěl poděkovat Gabriele Jančové za poskytnutí odborných rad v oblasti výroby oken a dveří.

Také bych chtěl poděkovat své rodině, která mě podporovala během celého studia.

OBSAH

ÚVOD	9
1 OBECNÉ ZÁSADY OBRÁBĚCÍCH PROCESŮ	10
1.1 Hlavní charakteristika obrábění při využití strojů	10
1.1.1 Soustružení	11
1.1.2 Frézování	14
1.1.3 Vrtání	17
1.1.4 Historie a vývoj strojního obrábění	20
2 RUČNÍ ZPRACOVÁVNÍ KOVŮ	22
2.1 Měření	22
2.2 Orýsování	25
2.3 Řezání	27
2.4 Pilování	28
2.5 Stříhání	30
3 VÝROBNÍ PROCES OKEN A DVEŘÍ	33
3.1 Zhodnocení výrobního procesu	36
3.1.1 Množství vyrobených kusů a spotřebovaného materiálu u popsané zakázky ..	38
3.1.2 Srovnání s rozsáhlejší zakázkou u obdobného procesu	38
ZÁVĚR	39
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	40
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	45
SEZNAM PŘÍLOH	46

ÚVOD

Technologické procesy v oblasti obrábění představují širokou problematiku, již je nedílnou součástí ať už malosériové, či velkosériové výroby. Jednotlivá odvětví se neustále vyvíjejí a zdokonalují, což je spojeno s požadavky na výsledný produkt, které jsou v současné době pořád vyšší. V závislosti na nejrůznějších požadavcích existuje mnoho obráběcích metod. Tyto metody je možné rozdělit z hlediska charakteru práce na ruční a práce uskutečňované za pomoci strojů. Metody založené na ruční práci postupně ustupují metodám strojním, jelikož neustálý vývoj používaných strojů umožňuje efektivnější a kvalitnější provedení dané operace, přesto jsou v některých oblastech stále využívány. Ve velké řadě případů totiž není možné zcela nahradit tento prvek ruční práce za práci samotného stroje, což by v případě kusové výroby nebylo ani výhodou.

K nejrozšířenějším druhům strojního obrábění se řadí soustružení, frézování a vrtání. Tyto druhy představují základní metody třískového obrábění, jejichž princip spočívá v odebírání materiálu ve formě třísky z obráběného materiálu. Tříska je tvořena u frézování a vrtání rotujícím nástrojem při pohybu samotného nástroje vzhledem k materiálu nebo během pohybu materiálu vzhledem k nástroji, což se liší v závislosti na používané metodě. Na rozdíl od frézování a vrtání u soustružení je tříska tvořena pomocí nástroje, pohybujícího se vzhledem k rotujícímu obrobku. V souvislosti s těmito metodami existují různé typy strojů, umožňující provedení jednotlivých operací. V současné době jsou ve velké míře využívány CNC stroje, jelikož disponují vyšší produktivitou práce v porovnání s univerzálními obráběcími stroji, ale přesto se tyto univerzální obráběcí stroje v mnoha případech stále využívají.

Ruční obráběcí metody nepatří k tak využívaným metodám, jak je tomu v případě těch strojních. Důvodem je snaha v co největší míře automatizovat výrobu, což vede k nahrazování ručních prací za práci strojů. V určitých případech není možné a ani výhodné zcela nahradit tyto ruční práce za práci samotných strojů, a z tohoto důvodu zůstávají jednotlivé ruční metody součástí některých výrobních procesů.

Cíl této bakalářské práce spočívá v charakterizování vybraných strojních i ručních obráběcích metod a popsání výrobního procesu, obsahujícího strojní i ruční práce. Poslední část tématu je tedy věnována výrobě plastových oken a dveří, vztahující se k zakázce, jejíž cílem je zhotovit jeden kus dveří a tři kusy oken. Samotná výroba se skládá z několika obráběcích metod, které se využívají ke zhotovení jednotlivých dílů, jež jsou popsány ve výrobním procesu.

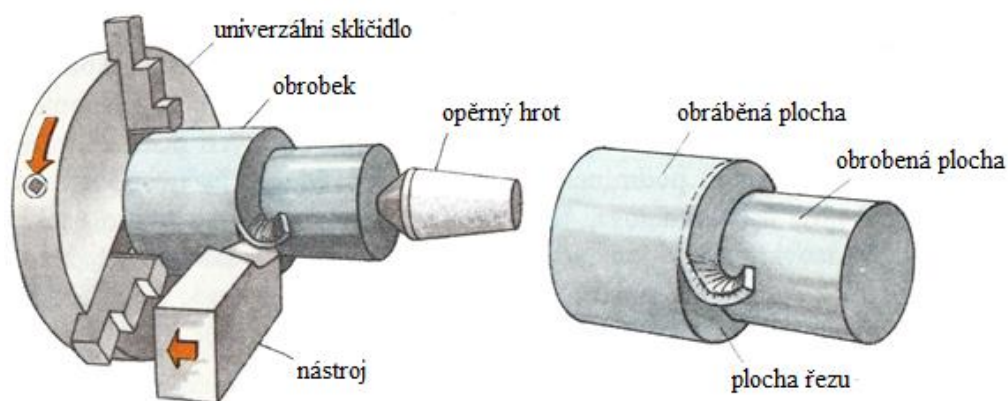
1 OBECNÉ ZÁSADY OBRÁBĚCÍCH PROCESŮ

Obrábění představuje jednu z nejdůležitějších výrobních technologií ve strojírenské oblasti, jejíž princip spočívá v odebírání materiálu z obráběného předmětu. Tento proces se využívá již spousty let pro zpracování hutních polotovarů a neustále dochází k jeho zdokonalování, jelikož je neustále snaha dosahovat co nejlepších výsledných produktů. Z tohoto důvodu bude vysvětlen obecně proces obrábění a vůbec jeho účel, jelikož dále v této práci budou popsány jednotlivé metody a tato charakteristika poslouží jako základ. Cílem procesu je získání požadovaného tvaru předmětu s určitým stupněm přesnosti, jenž se uskutečňuje v soustavě stroj – nástroj – obrobek (obr. 1). [1; 2]

Rozdělení obrábění na základě úběru materiálu, zda se během odebírání materiálu tříška tvoří, či nikoli [3]:

- třískové,
- beztřískové.

Základní metodou je třískové obrábění, při kterém je materiál odebírán ve formě třísky. K odebírání třísky dochází pomocí vtlačování nástroje do povrchu obráběného materiálu. Při vytváření třísky materiál prochází ve velmi krátkém časovém úseku mezním stavem pružné napjatosti, plastické deformace a oddělení částic materiálu formou lomového porušení. Tento materiál určený k obrábění, se označuje jako obrobek. V některých případech není možné využívat obráběcí metody, kde se tvoří tříška, a využívají se tedy nekonvenční metody, jež při úběru materiálu netvoří třísku. Mezi nekonvenční metody se například řadí elektroerozivní, elektrochemické obrábění, obrábění laserem, ultrazvukem a jiné. Názvy jednotlivých ploch během operace jsou patrné z obrázku níže, a jedná se o plochu obráběnou, obrobenou a plochu řezu. Obráběná plocha je část, která teprve bude obráběná, kdežto obrobená plocha opracováním, již prošla. Řezná plocha představuje místo, ve kterém obrábění právě probíhá. Dále jsou používány názvy jako ostří a řezný pohyb, kde se ostřím rozumí hrana nástroje odřezávající třísku a řezným pohybem vzájemný pohyb mezi obrobkem a nástrojem. [1; 2; 4]



Obr. 1 Popis obrábění v soustavě stroj – nástroj – obrobek [2].

1.1 Hlavní charakteristika obrábění při využití strojů

Obecně princip obrábění a jeho účel, již byl popsán, kdežto tato kapitola je zaměřená přesněji na strojní obrábění. Při tomto způsobu obrábění je lidská práce nahrazena prací stroje. Také se jedná o proces s cílem získat výrobek o určitém tvaru a rozměru podle požadavků z polotovaru. Nejčastěji jsou obráběny kovy, ale lze také obrábět materiál jako je dřevo, keramika, plast a další. Existují různé druhy metod strojního obrábění, které spadají do tří skupin. Tyto tři

základní skupiny představují metody obrábění nástroji s definovanou geometrií břitu, přesné a dokončovací metody, nekonvenční metody. Pokud je potřeba velmi přesné práce, jsou v některých situacích využívány také CNC stroje, jež jsou schopné oproti běžným strojům pracovat podle předem připraveného softwaru. [4; 5]

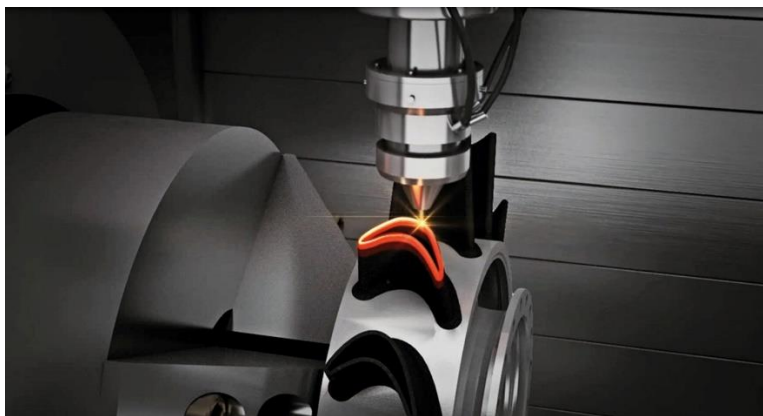
Rozdělení metod strojního obrábění do tří základních skupin [4]:

- Mezi **metody obrábění nástroji s definovanou geometrií břitu** se řadí například soustružení, frézování, vrtání, hoblování, obrážení a protahování.
- Příkladem **přesných a dokončovacích metod obrábění** je broušení, honování, superfinišování, lapování a leštění.
- **Nekonvenční metody obrábění** zahrnují například elektroerozivní, elektrochemické obrábění, obrábění chemické, ultrazvukem, vodním paprskem, pomocí plasmu, tokem elektronů a laserem.

Aplikace strojního obrábění je široká a umožňuje vyhovět nejrůznějším požadavkům na obrábění a konečný produkt. Obráběné výrobky se používají v mnoha průmyslových odvětvích, jako je například strojírenství, stavebnictví a výroba. Jako příklad je možné uvést výrobu automobilů, kde je nutné, aby díly byly přesně opracované a tím správně plnily svou funkci. Dále se jako příklady mohou uvést specifické požadavky na obrábění dílů pro čerpadla, potrubí a jiné. [6]

Na základě techniky použité k dosažení požadovaného tvaru předmětu je možné obrábění rozdělit na [7]:

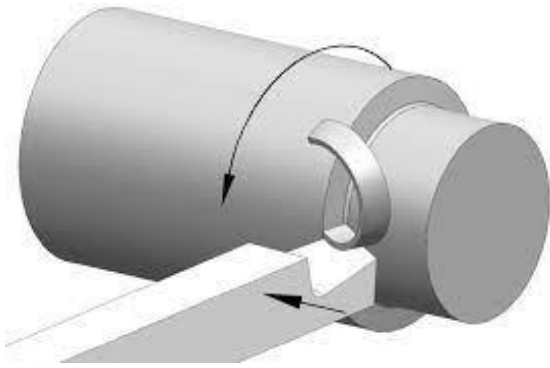
- **Subtraktivní proces**, který k dosažení požadovaných rozměrů, odebírá materiál z polotovaru.
- **Aditivní proces** (obr. 2), jenž je řazen k novějším metodám výroby a také znám jako 3D tisk, umožňuje vytvořit konstrukci trojrozměrného objektu z digitálního modelu.



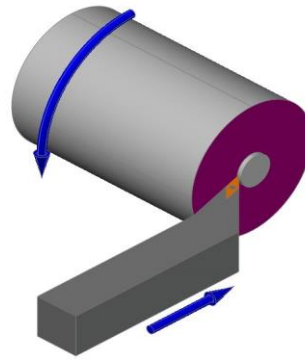
Obr. 2 Výroba ve spojení obrábění a 3D tisku [8].

1.1.1 Soustružení

Představuje obráběcí metodu využívanou ke zhotovení rotačních nebo rovinných ploch. Celá metoda je založena na principu odebrání třísky z rotujícího obrobku, většinou pomocí jednobřitého nástroje, který vykonává pohyb ve směru osy obrobku nebo ve směru kolmém na osu obrobku. Rotační pohyb vykonávaný obrobkem představuje hlavní pohyb, kdežto posuvný přímočarý pohyb vykonávaný nástrojem je pohybem vedlejším. Na obr. 3 a obr. 4 jsou tyto posuvné pohyby nástroje vůči rotujícímu obrobku vyobrazeny. [9]



Obr. 3 Pohyb nástroje ve směru osy [10].

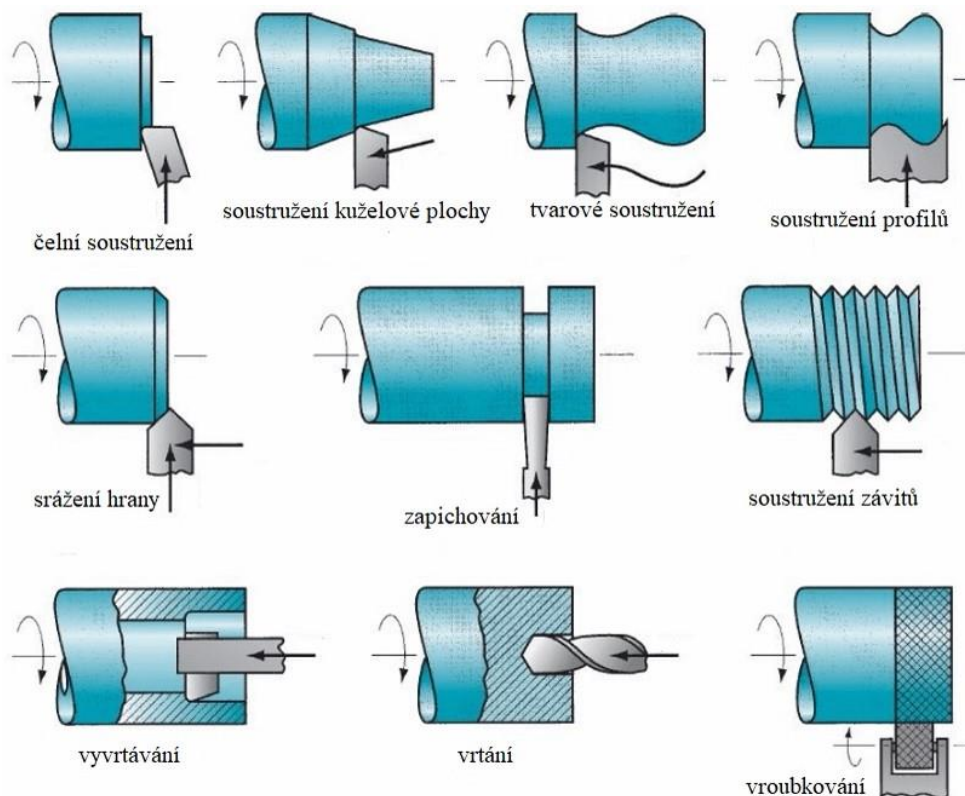


Obr. 4 Pohyb nástroje k ose [11].

Tento typ obrábění je velice rozšířený a ve velké míře využíváný ve strojírenské oblasti. Důvodem vysokého využívání je jeho univerzální použitelnost, přesnost a jednoduchost, kterou tento typ disponuje. Na soustruhu je totiž možné vykonávat operace jako vrtání, řezání závitů, vyvrtávání, frézování, broušení a jiné. [9]

Jednotlivé práce (obr. 3) uskutečňované soustružením je možné rozdělit na základě několika hledisek, a to podle směru posuvu, místa obrábění a postupu soustružení [3]:

- Podle **směru posuvu** se soustružení rozděluje na soustružení válcové neboli podélné (obr. 3) a čelní neboli příčné (obr. 4).
- Z hlediska **místa obrábění** se soustružení dělí na soustružení vnějších a vnitřních ploch.
- Podle **postupu soustružení** existuje soustružení válcových, čelních, šroubových ploch a dále rýhování, vroubkování a tvarové soustružení.



Obr. 5 Příklady prací uskutečňované soustružením [12].

Z hlediska účelu a množství odebíraného materiálu se soustružení dělí na [13]:

- **Hrubování**, jež má za účel odebrat velké množství materiálu za krátký časový úsek. Přesnost a jakost vzniklého povrchu v tomto případě není důležitá.
- **Soustružení na čisto** odebírá materiál v desetinách milimetrů, jelikož účelem tohoto procesu je dodržení rozměrové i tvarové přesnosti a jakosti vytvářeného povrchu.

Nástroje používané pro soustružení jsou soustružnické nože, které mohou být celistvé nebo složené. Jednotlivé části nože jsou obvykle normalizované a popsány v podnikových nebo také i v mezinárodních normách, kde nejdůležitější části nože představují části upínací a řezné. Soustružnické nože se dále rozdělují z technologického hlediska na prizmatické, kotoučové, tangenciální a radiální, což je nejužívanější druh nože. [1; 9]

Rozdělení radiálních nožů na základě vybraných hledisek [9]:

- Z hlediska vztahující se ke **konstrukci** rozlišujeme radiální nože celistvé, s pájenými břitovými destičkami a s vyměnitelnými břitovými destičkami.
- **Směr posuvného pohybu** rozlišuje nože pravé a levé, což je určeno podle směru pohybu podél obrobku během obrábění.
- Podle **způsobu obrábění ploch** existují nože určené pro vnější a vnitřní plochy a v závislosti na tvaru tělesa mohou být nože buď přímé nebo ohnuté.
- Na základě **materiálu** patří mezi nejběžněji užívané materiály pro nástroje rychlořezná ocel, u břitových destiček se jedná o slinutý karbid, keramiku, ale také diamantové destičky jsou často využívány.

Materiály pro nástroje jsou vybírány na základě mnoha faktorů mezi, které se řadí materiál obrobku, náklady a životnost nástroje. Právě na zmíněnou životnost je kladen velký důraz, jelikož výrazně ovlivňuje výrobní náklady. Při výrobě je snaha dosahovat co nejmenších nákladů a pokud bude životnost krátká, kde bude potřeba časté výměny a nákupu nového nástroje, je tato úspora nepravděpodobná. [14]



Obr. 6 Soustružnické nože s VBD [15].

Soustruhy představují stroje určené pro soustružení, které jsou využívány v mnoha typech, velikostech a provedeních. Další důležitou charakteristikou rozlišující jednotlivé druhy soustruhů je jejich úroveň automatizace. Ručně ovládané stroje vyžadují během průběhu operace ruční řízení řezného nástroje, v opačném případě mohou být také řízeny počítačem, kde je celý proces předem naprogramován. Soustruhy se skládají z několika základních částí, mezi které se řadí lože, vřeteník s převodovou skříní, support, posuvové ústrojí a koník. [9; 14; 16]

Jednotlivé druhy soustruhů [16]:

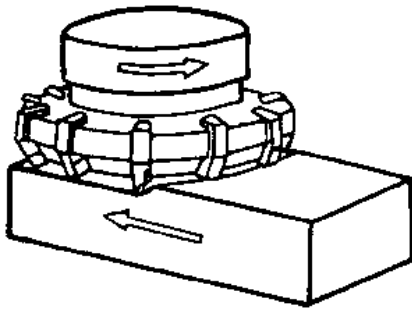
- hrotové, čelní, svislé, revolverové, poloautomatické, automatické, CNC.

Bezpečnost a ochrana zdraví při soustružení [17]:

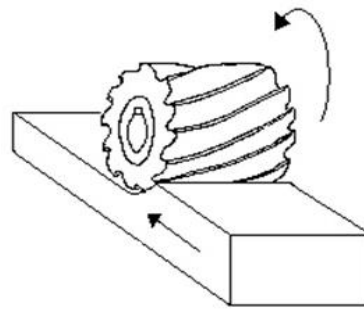
- před začátkem samotné činnosti je potřeba zkontrolovat stav používaného stroje a spouštěcí zařízení, zda není poškozené,
- kontrola správného upnutí obrobku před začátkem operace,
- dále před zahájením činnosti je potřeba zkontrolovat upnutí nože, upnutí se může lišit, záleží totiž na typu upínání,
- k upínání ať už nástrojů nebo obrobků, je potřeba využívat pouze nepoškozené a nářadí k tomuto procesu určené,
- upínací klíč je nutné vždy vyjímat ze sklíčidla po upnutí obrobku,
- během soustružení se dbá, aby nedošlo k poškození využívaných nástrojů a měřidel,
- při upínání obrobku, měření, nebo při výměně nástroje, je nutné, aby vřeteno soustruhu bylo zastavené,
- pokud je obráběn delší tyčový materiál, je potřeba vyčnívající část z vřeteníku zakrýt,
- vřeteno nesmí být přibrždováno nebo zastavováno pomocí jiných předmětů či rukama,
- pracoviště po ukončení činnosti je potřeba uklidnit, odstranit třísky a vzniklý odpad, aby bylo možné jeho následného využití,
- třísky jsou odstraňovány pouze pomocí nástrojů k tomu určených, neodstraňují se rukou,
- potřeba využití ochranných pomůcek zabráňující vzniku poranění pracovníka při práci,
- mezi ochranné pomůcky se řadí rukavice, obličejový štít, sluchátka, ochranné brýle, pracovní oděv a obuv.

1.1.2 Frézování

Frézování představuje jednu ze základních strojních obráběcích metod založenou na odebírání materiálu ve formě třísky. Umožňuje obrábět vnitřní, vnější rovinné plochy a také tvarové plochy nerotačních obrobků. Jedná se o přerušovaný řezný proces, kde jsou třísky odebírány za pomoci břitů rotujícího nástroje. Každý zub frézy vchází a vychází z obrobku odřezává krátké třísky proměnných průřezů. Mechanismus tvorby třísek je cyklický. Na základě smyslu hlavního a vedlejšího pohybu se mění tloušťka třísky v intervalech buď z maximálního na nulový průřez (sousedné frézování) nebo z nulového na maximální průřez (nesousedné frézování). Oproti soustružení, kde posuvný pohyb koná nástroj, u frézování je posuvný pohyb vykonáván obrobkem v kolmém nebo rovnoběžném směru k ose nástroje. Hlavní pohyb je vykonáván nástrojem a jedná se o rotační pohyb. Vedlejší pohyb této operace je vykonáván obrobkem a jedná se o pohyb posuvný, jak již bylo zmíněno. Posledním pohybem této operace je přísuv, který slouží k vymezení hloubky řezu a také jej vykonává nástroj. V průběhu operace nejsou břity frézy neustále v záběru, ale jen během krátkého časového úseku, a proto může být využíváno chlazení. Chlazením se prodlužuje trvanlivost břitů a také umožňuje využívat během operace vyšší řezné rychlosti. [4; 9; 18]



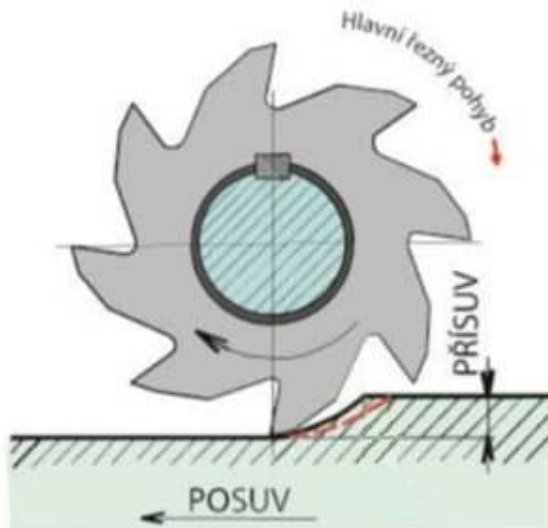
Obr. 7 Frézování rovinné plochy čelní frézou [19].



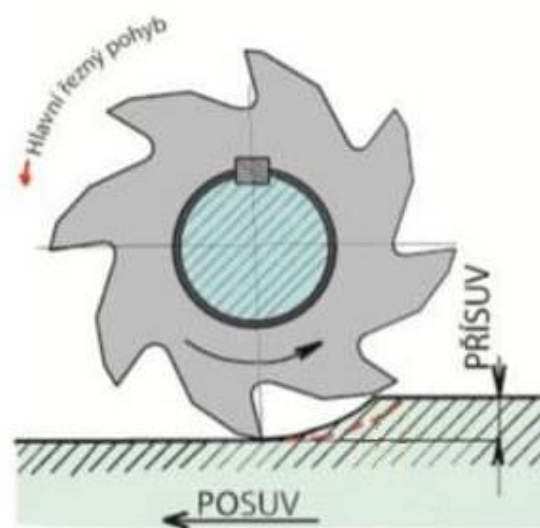
Obr. 8 Frézování rovinné plochy válcovou frézou [20].

Z technologického hlediska a v závislosti na použití nástroje se frézování rozděluje na válcové a čelní, které jsou určené pro rovinné plochy. Rozměrově větší rovinné plochy jsou obráběny čelními frézovacími hlavami. Nástroj pro frézování rovinných ploch se volí na základě jeho průměru, aby průměr frézy byl větší než šířka samotné plochy, díky čemuž nebude muset frézování probíhat na více záběrů. Pokud se jedná o frézování tvarových ploch, místo válcových a čelních fréz se využívají tvarové frézy. Dále je možné válcové frézování rozdělit z pohledu pohybu mezi obrobkem a nástrojem na sousledné a nesousledné frézování. [9; 21]

- **Nesousledné frézování** (obr. 10) se vyznačuje opačnou orientací posuvného pohybu obrobku, než je směr pohybu rotujícího nástroje. Průřez vzniklé třísky se během této operace postupně zvětšuje od nulové hodnoty tloušťky do maximální. Mezi výhody tohoto způsobu může být řazen například klidný záběr, který nezávisí na hloubce řezu, nižší tuhost celé soustavy. V opačném případě nevýhodou nesousledného frézování je složka řezné síly, která působí směrem nahoru. Řezná síla tedy odtahuje obrobek od stolu stroje. Mezi další nevýhody se řadí nižší kvalita výsledné plochy, nižší trvanlivost nástroje a menší řezný výkon. Tento způsob frézování je vhodné využívat pro hrubování. [9; 21; 22]
- **Sousledné frézování** (obr. 9) má orientaci posuvného pohybu obrobku ve stejném směru jako je smysl rotace nástroje. Tloušťka vzniklé třísky má při vniknutí zubu do materiálu maximální hodnotu a postupně se zmenšuje, díky čemuž klesá namáhání břitu. U této metody složka řezné síly působí směrem dolů a obrobek je tlačěn ke stolu. Mezi výhody se řadí menší drsnost obrobené plochy, vyšší trvanlivost nástroje, menší potřebný výkon a směr působení řezné síly. K nevýhodám této metody se řadí nutnost vymezení vůle u posuvného mechanismu, potřebná tuhost soustavy a větší rázy při vnikání nástroje do materiálu. Použití tohoto způsobu je vhodné u měkkých a houževnatých materiálů. [9; 21; 22]



Obr. 9 Sousledné frézování [22].



Obr. 10 Nesousledné frézování [22].

- **Válcové frézování** (obr. 8) odebírá materiál za pomoci zubů, které jsou rozmístěny na obvodu nástroje. U této metody je osa frézy rovnoběžná s obráběnou plochou. Během této operace bývá v záběru pouze jeden zub a ubíráním třísky dochází k nerovnoměrnému zatížení stroje, což způsobuje nepatrné obvodové házení, které vede ke vzniku vlnité stopy na obráběné ploše. [9; 21]
- **Čelní frézování** (obr. 7) se vyznačuje nástroji, které mají zuby rozmístěné po obvodě a zároveň na čele. V tomto případě je osa nástroje kolmá k obráběné ploše oproti válcovému frézování. Tuto metodu je možné rozdělit podle polohy osy frézy k obráběné ploše na symetrické a nesymetrické frézování. Jedná se o produktivnější metodu, jelikož je využito více zubů v záběru. Zatížení stroje během procesu je rovnoměrné a díky tomu je dosaženo vyšší kvality výsledných ploch. [9; 21]

Frézy představují vícebřité rotační **nástroje** využívané u procesu frézování. Existují v mnoha typech, jelikož se jedná o rozsáhlou metodu obrábění, ale tvary a velikosti nejpoužívanějších fréz jsou normalizovány. Při výběru vhodného nástroje jsou brány v potaz především faktory, s jakou kvalitou, rychlostí a za jakou cenu bude proces proveden. [9; 23]

Na základě technologického uplatnění je možné nástroje rozdělit do několika skupin z hlediska [9]:

- umístění zubů, materiálu zubů, provedení zubů, směru zubů, počtu zubů, konstrukčního uspořádání, geometrické tvaru funkční části, způsobu upnutí a smyslu otáčení.

Stroje využívané pro tento proces jsou frézky, které jsou vyráběny a používány v různých rozměrech a s různým příslušenstvím. Charakteristickým rozměrem u těchto strojů je velikost upínací plochy stolu. Mezi další technické parametry je řazena maximální délka pohybu pracovního stolu nebo vřeteníku, rozsah otáček vřetena a posuvů, výkon elektromotoru a dosažená kvalita obrobené plochy. Z pohledu stupně automatizace frézky mohou být rozdělené na ručně nebo programově ovládané. [9; 24]

Základní skupiny frézek [24]:

- konzolové, stolové, rovinné a speciální.

Rozdělení frézek podle polohy vřetení [24]:

- vodorovné (horizontální), svislé (vertikální).

Bezpečnost a ochrana zdraví při frézování [25]:

- během upevňování obrobku je nutné, aby nástroj a upínací stůl byly v klidu,
- veškerá manipulace s nástroji může probíhat pouze pokud je zastavené vřeteno,
- při výměně frézy je potřeba použití ochranných rukavic,
- upnutí obrobku musí být pevné,
- potřeba odstranění přebytečných předmětů z upínacího stolu před zahájením operace,
- kontrola zakrytí rotujících šroubů, které vyčnívají,
- proti poraněním vzniklých na základě odletujících třísek je nutné používat ochranné brýle, obličejové štíty, ochranné kryty,
- v případě výměny nástroje, mazání nebo čištění je nezbytné vypnout stroj,
- třísky jsou odstraňovány pouze nástroji k tomu určenými, nikoli rukou,
- potřeba používání ochranných pomůcek, stejně jako tomu je u soustružení.

1.1.3 Vrtání

Znázorňuje jednu z nejstarších a nejzákladnějších obráběcích metod, která je i v současné době ve velké míře využívána ve strojírenských a výrobních oblastech. Cílem celého procesu je vytvoření zcela nové nebo zvětšení již existující díry. Pokud se jedná o vytvoření zcela nové díry, materiál není předem nijak předpracován, a jde o vytvoření díry zcela (obr. 11). V opačném případě je-li obráběný materiál předem předpracován a obsahuje již předvrtané díry, vrtání je využíváno pouze k jejich zvětšení případně obrobení (obr. 12). Dále mezi vrtání patří způsoby obrábění jako vystružování, vyhrubování a zahlubování. Jedná se o dokončovací metody, využívané v případech, kdy přesnost nebo drsnost vytvořené díry nevyhovuje. Většina nejrozličnějších strojních součástí obsahuje a využívá různé typy děr, což poukazuje na vysokou důležitost a významnost této metody. [26; 27]

Hlavní a vedlejší pohyby charakterizující tento proces, jsou v tomto případě vykonávány nástrojem. Hlavní pohyb představuje rotaci nástroje kolem vlastní osy, po které se zároveň posouvá kolmo k obráběné ploše, do které zároveň vstupuje. Tento posuvný pohyb nástroje podél své osy k obráběné ploše je označován jako vedlejší pohyb. Pokud se jedná o vrtání na soustruhu, rotační pohyb koná obrobek a posuvný pohyb nástroj. [26; 28]

Řezná rychlost ostří nástroje při vrtání i jiných operacích, kde je užíváno osových nástrojů, není v každém místě stejná. Za řeznou rychlost se tedy považuje rychlost na největším průměru daného nástroje, jelikož rychlost od vnějšího průměru se směrem ke středu zmenšuje a v ose je nulová. Z tohoto důvodu se využívají v některých případech předvrtané díry, jelikož příčný břit třísky neodřezává, ale jen tlačí a tím by mohlo dojít ke zhoršení výsledné kvality celého procesu. [26; 28]

Tvorba třísky u vrtání ve srovnání se soustružením a frézováním představuje větší problém, jelikož u soustružení a frézování může tříska odcházet prakticky kdekoli, aniž by docházelo k poškození jakosti vzniklého povrchu. U vrtání je tvorba a odvod třísky poněkud složitější, jelikož tříska vzniká v místě řezu, kde nemá možnost jednoduchého odcházení. Následným špatným odřezáváním a odvodem třísky může docházet k poškození jakosti vzniklé plochy. Z tohoto důvodu se dbá na určení tlaku a množství chladicí kapaliny, jenž ovlivňuje správnost odvodu třísky. [28]



Obr. 11 Vytváření díry zcela [29].



Obr. 12 Opracování již předvrtané díry [29].

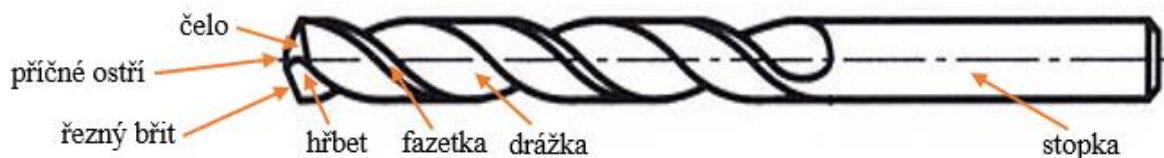
Vrtání se rozděluje na několik druhů v závislosti na technologii procesu a druhu použitého nástroje na [26]:

- navrtávání začátku díry do plného materiálu za pomoci středícího vrtáku,
- vrtání krátkých děr do plného materiálu nebo do předem předvrtaných děr, kde se využívají vrtáky šroubovitě, kopinaté, dělové, hlavňové, s vyměnitelnými špičkami a vyměnitelnými břitovými destičkami,
- pro vrtání hlubokých děr do plného materiálu nebo do předem předvrtaných děr jsou využívány vrtáky dělové, hlavňové, ejektorové a u malých průměrů šroubovitě vrtáky,
- tvorba průchozích děr vytvářených odřezáváním materiálu ve tvaru mezikruží korunovým vrtákem, který může být jednobřitý nebo i vícebřitý,
- speciální případy, což představuje vrtání děr v plechu, vrtání odstupňovaných děr, vrtání děr současně s vystružováním, závitováním, zahlubováním, hlazením,
- vrtání děr u těžkoobrobitelných, kompozitních a nekovových materiálů se uskutečňuje za využití vrtáků se speciální konstrukcí nebo geometrií.

Nástroje používané u této operace se označují jako vrtáky. Základní druh vrtáku představuje dvoubřitý šroubovitý vrták (obr. 13), který se nejčastěji využívá k vrtání krátkých děr. Volba vhodného nástroje pro určitou situaci je ovlivněna několika faktory. Mezi tyto faktory se řadí průměr a délka vrtané díry, délka a materiál vrtáku (vrták by měl být tvrdší než obráběný materiál), množství vrtaných děr, přesnost procesu, typ vrtacího hrotu, povrch povlaku vrtáku a druh používaného stroje. [30; 31]

Rozdělení vrtáku do základních skupin z hlediska technologie vrtání, konstrukce, geometrie a druhu nástroje [26; 30]:

- Vrtáky středící, šroubovitě, kopinaté, s vyměnitelnou špičkou, s VBD, korunové, dělové, hlavňové, ejektorové, BTA, STS, stupňovité, s vnitřním chlazením, určené pro plech, odstupňované a sdružené.



Obr. 13 Popis vrtáku s válcovou stopkou [32].

Vrtačky představují **stroje**, existující v různých velikostech a konstrukcích, určené nejběžněji pro vrtání, ale i pro ostatní operace jako je vyhrubování, vystružování a zahlubování. Přičemž tyto metody nemusí být vždy prováděny na vrtačkách, ale v některých situacích je možné využití soustruhů a obráběcích center. Správný výběr stroje ovlivňuje efektivitu, výkon a spolehlivost vrtání. [26]

Rozdělení vrtaček dle konstrukce [26; 33]:

- **Ruční vrtačky** jsou používány u méně přesných operací a vrtání se uskutečňuje na základě ručního přitlačování vrtačky k materiálu.
- **Stolní vrtačky** disponují jednoduchou konstrukcí a zároveň posuvným vřeteníkem, který umožňuje jeho lehké nastavení výšky vzhledem k pracovnímu stolu.
- V případě **sloupových vrtaček** je posuv vřeteníku a pracovního stolu vertikální po sloupu. Pokud je obráběná součást menších rozměrů upíná se na pracovní stůl, kdežto rozměrnější součásti se upínají na základovou desku.
- U **stojanových vrtaček** je pohyb vřeteníku a pracovního stolu prováděn po vedení robustního stojanu skříňového průřezu.
- **Otočné vrtačky** s vřeteníkem posouvajícím se vodorovně po rameni, jsou používány u vrtání do těžších a rozměrnějších obrobků.
- **Speciální vrtačky** jsou určené pro specifické operace vrtání. Do této skupiny se řadí vrtačky souřadnicové, vícevřetenové, stavebnicové, na hluboké díry, s vrtacími hlavami a jiné.

Bezpečnost a ochrana zdraví při vrtání [34]:

- během této operace je nutné využívat vhodný pracovní oděv, výjimkou jsou rukavice, jež se nesmí u vrtání používat,
- nutnost správného upnutí vrtaného obrobku, aby bylo zabráněno jeho pootočení, a tedy jeho poškození,
- v případě tenkých plechů je zakázáno držet plech pouze v rukou, ale využívají se kleště, kterými je plech držen za nejvzdálenější konec,
- nejen obrobek, ale i vrták musí být správně upnut před samotným vrtáním,
- na základě vybavení vrtačky, zda obsahuje ochranný kryt, či nikoli, je nutné využívat ochranné brýle, nebo obličejový štít,
- vřeteno vrtačky musí být v klidu během nasazování nebo výměny vrtáku,
- dobrzdění vřetena vrtačky rukou je zakázáno,
- k uvolnění vrtáku se využívá vyřázcího klínu nebo také příslušenství obsaženého na stroji,
- vyřázcí klín nesmí být ke stroji nijak upevněn,

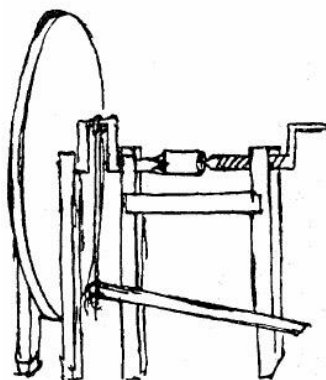
- řemenové převody umístěné v horní části musejí být chráněny ochranným krytem,
- stejně jako u přechozích metod, třísky nesmějí být odstraňovány pouze rukou, ale je potřeba použití nástrojů, které jsou k odstraňování třísek určeny.

1.1.4 Historie a vývoj strojního obrábění

Nálezy předmětů, které byly objeveny v Egyptě z doby kamenné, vypovídají o znalosti jednoduchého soustružení a dále také o znalosti soustružení vypovídají nalezené soustružené bronzové předměty z doby bronzové. Další zmínka o obrábění pochází z 3. století před naším letopočtem z Řeckého díla Méchaniké syntaxis. V tomto díle se objevují informace nejen o soustružení, ale i o soustružených válcích a pístech čerpadel. [35]

Ve společnosti bylo využíváno obrábění kovů a jiných materiálů, jako například dřeva, které bylo univerzálním konstrukčním materiálem, spousty let. Pokud srovnáme historii obrábění kovů a dřeva, tak k obrábění kovů se používaly především ruční nástroje, kdežto u dřeva se postupně začaly uplatňovat pomocné mechanismy, jako soustruhy, vrtačky, pily, a tyto stroje se považují za předchůdce pozdějších obráběcích strojů. Během několika příštích století vznikla řada konstrukčních nápadů v oblasti obrábění kovů, ale jen malá část z nich byl využita v praxi. Přesto obrábění kovů neustále nabývalo na významnosti a pro počátek strojního obrábění jako takového, byly důležité dvě základní metody, a to soustružení a vrtání. [35]

Soustružení, jakožto jeden ze základních a široce využívaných způsobů obrábění má bohatou historii, sahající až do starověkého Egypta, jak již bylo zmíněno. Soustruh z tohoto období představoval velice jednoduchý stroj, který ale nemůže být spojován se současným soustruhem. Výrazný rozvoj v této oblasti přinesl teprve Leonardo da Vinci a soustruh (obr. 14), který navrhl. Tento soustruh za využití kliky byl schopen plynulé rotace, k čemuž pomáhal i setrvačnický ústrojí umístěný na jedné straně stolu. K dalšímu pokroku došlo na konci 15. století, kdy se začaly využívat první suporty, které umožňovaly vytvořit výrobek o vyšší přesnosti. [36]



Obr. 14 Schéma soustruhu Leonarda da Vinciho [37].

Britský technik Henry Maudslay využil některých existujících poznatků a principů k vytvoření prvního modernějšího soustruhu. Díky tomuto je Henry Maudslay považován za autora moderního soustruhu. Znakem velkého pokroku a zlepšení v tomto odvětví představovala schopnost řezání závitů a samotná přesnost procesu zmíněného stroje. Maudslayův soustruh se stal společně s vyvrtávačkou od Wilkinsona, jedním z nejpoužívanějších strojů pro obrábění rotačních ploch. V tehdejší době pohon pro tyto stroje zajišťovala lidská síla, v některých případech, kdy byl potřebný větší výkon, byla využita vodní energie. Výraznou změnu a pokrok týkající se pohonu, přinesla průmyslová revoluce, jelikož je úzce spjata se zdokonalením parních strojů. [36]

K hlavnímu rozmachu v oblasti obrábění a obrábění kovů pomocí strojů došlo teprve v období průmyslové revoluce. Obráběcí stroje přestaly fungovat pouze na základě pohonu dodaného silou člověka a začaly využívat parní stroj jako pohon, což mělo za následek zrychlení a zjednodušení produkci výrobků. Cílem průmyslové revoluce bylo dosáhnout jednodušší a produktivnější výroby, což zpočátku nebylo ve společnosti zcela podporováno a chtěno. Důvodem byla obava a strach dělníků z možné náhrady jejich práce stroji. [36]

2 RUČNÍ ZPRACOVÁNÍ KOVŮ

V současné době a trendu v oblasti výroby, ruční obrábění a jednotlivé ruční operace postupně ustupují a jejich využívání se neustále snižuje, přesto představují významnou část výroby. V předešlé kapitole byly podrobněji rozebrány jednotlivé druhy a principy strojního obrábění, kdežto tato kapitola je zaměřena přesněji na ruční zpracování kovů. Nejprve bude popsán princip dané metody, její použití, používané nástroje a následně BOZP týkající se této metody. [38]

Pod pojmem ruční operace si lze představit určitou práci vykonanou pracovníkem nebo skupinou pracovníků s využitím jen jednoduchých nástrojů. V opačném případě strojně ruční operace představuje kombinaci práci stroje a ruční činnost pracovníka, bez které by se pracovní stroj neobešel. V běžné praxi a výrobě je snaha v co největší míře nahradit určitou ruční práci za práci stroje, což ve většině případů není možné pro celou výrobu. [39]

Příklady jednotlivých druhů ručního zpracování kovů [40]:

- měření, orýsování, řezání, pilování, stříhání, řezání závitů, vrtání, zahlubování, rovnání, ohýbání, kování, pájení, broušení, svařování a nýtování.

2.1 Měření

Využívá se k získání a porovnání rozměrů daného výrobku. Tato operace představuje důležitou kontrolní činnost, zjišťující, zda předmět splňuje předepsané rozměry uvedené na výkrese. V průběhu výroby prochází daná součást různými operacemi jako je soustružení, frézování, vrtání a jiné, popřípadě některými ručními operacemi v závislosti na výrobku, kterého má být dosaženo. Během těchto operací a na konci samotné výroby dochází ke kontrolování součástí, tedy k jejímu přeměří, což určuje, zda je vyrobena správně či nikoli. V závislosti na přesnosti daného výrobku se mění také jeho výrobní cena, jelikož s rostoucí přesností roste i cena. Z tohoto důvodu je velký důraz na přesnost kladen u rozměrů, u kterých je to nezbytně nutné. Pro správný způsob měření, aby nedocházelo k chybám v průběhu operace, je potřeba využití vhodných měřidel. Existuje totiž široká nabídka měřidel, které je možné vybrat a využívat pro různé techniky a situace měření. [40; 41; 42]

Základní délkovou jednotkou je určený metr (m), ale v běžné strojírenské praxi jsou naměřené rozměry udávány nejběžněji v milimetrech (mm). V případě některých závitů a u potrubí je využívanou jednotkou anglický palec (1''), přičemž délka jednoho palce je 25,4 mm. Změřené úhly jsou udávány ve stupních (°), následně v minutách a sekundách. Z hlediska měření je možné jednotlivé měření rozdělit na měření délkových rozměrů, tvarů a úhlů. [40; 41; 42]

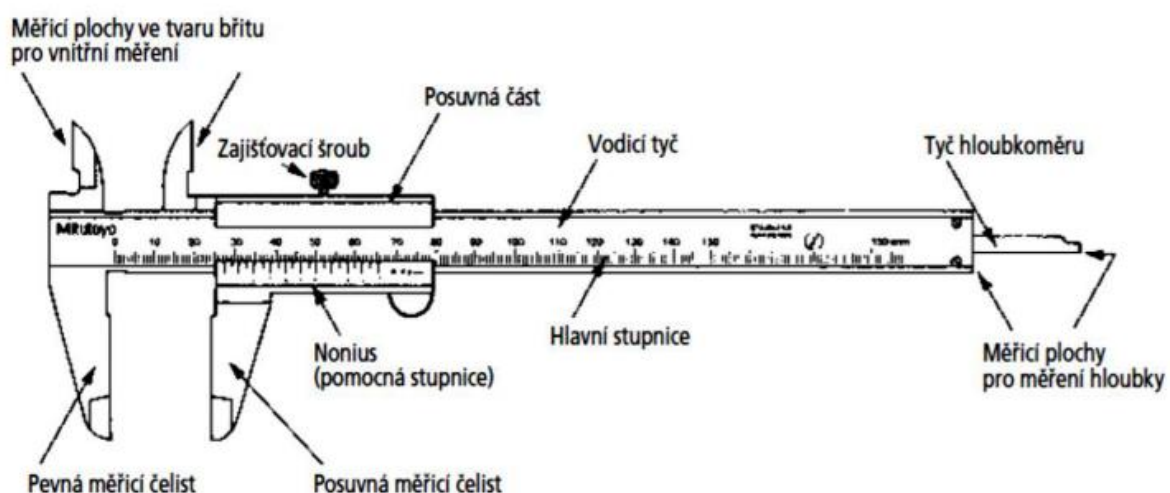
Podle charakteru může být měření rozděleno na [42; 43]:

- **Měření skutečných hodnot** je metoda měření, umožňující odečítat skutečné hodnoty předmětu získané přímo měřidly. Pokud se jedná o hrubé měření, využívají se měřidla ocelová nebo měřicí pásma s přesností 1 mm nebo 0,5 mm. Přesná měření jsou prováděna pomocí posuvných a mikrometrických měřidel.
- **Měření porovnáním** nezjišťuje skutečné rozměry předmětu přímo, ale v tomto případě se kontroluje součást například daným kalibrem nebo šablonou a zjišťuje se, zda vzniklá odchylka nepřesahuje povolenou toleranci.

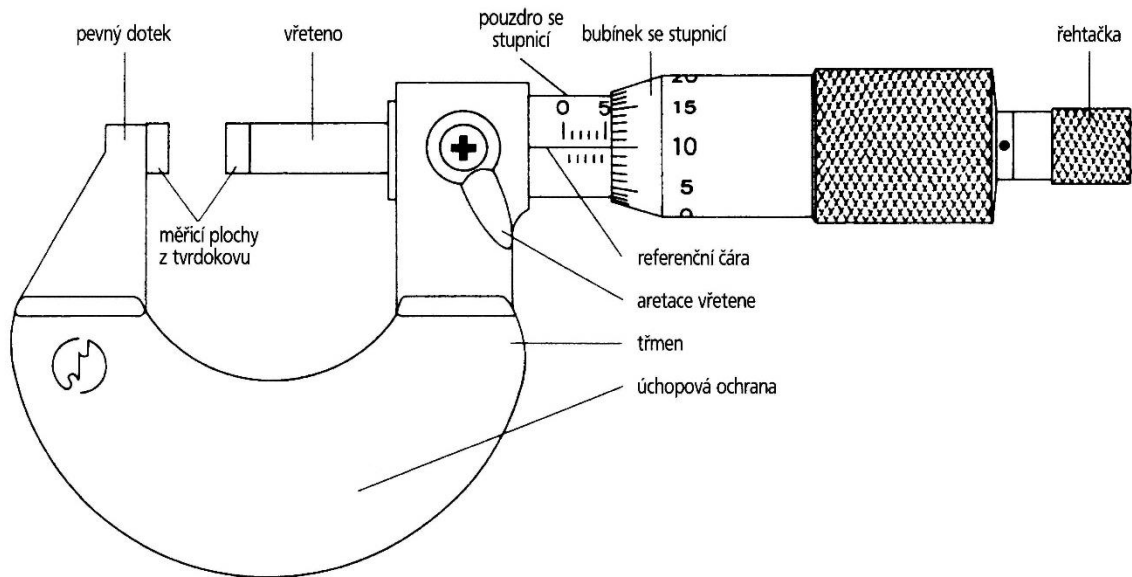
Druhy měřidel [40; 44; 45]:

- **Pevné měřítko** představuje jednoduché ocelové měřidlo určené pro měření délek.
- **Listové měřítko** je zhotovováno z pružinové oceli a umožňuje měřit délkové i zakřivené plochy.

- **Svinovací metr** je ocelové délkové měřítko o délce 1 m až 10 m, svinuté v ochranném pouzdře. Začátek metru je opatřen volným zobáčkem, díky kterému je možné měřit vnitřní i vnější rozměry.
- **Skládací metr** měří délkové rozměry a skládá se z několika částí o stejné délce.
- **Hmatadla** jsou využívána k přenášení vnitřních i vnějších rozměrů součásti na měřítko, ze kterého je daný rozměr zjištěn. Tyto měřidla se skládají ze dvou ramen spojených kloubem a rozdělují se na hmatadla obkročná a dutinová. Hmatadla obkročná jsou používána pro vnější rozměry, kdežto dutinová pro rozměry vnitřní. Práce s hmatadly spočívá na rozevření ramen přibližně na měřený rozměr a následným zmenšením nebo zvětšením rozevření hmatadla jedním ramenem je zjištěn určený rozměr, který je posléze přenesen na měřítko.
- **Posuvné měřítko** (obr. 15) je řazeno mezi přesná měřidla, které existují s různými konstrukcemi, tvary ramen a nonickými stupnicemi. Posuvným měřítkem je možné měřit rozměry vnější, vnitřní i hloubkové. Měřená délka je odečtena ze dvou stupnic nacházejících se přímo na měřidle, po přisunutí ramen k určeným plochám. Rameno s hlavní stupnicí, která je s milimetrovým dělením, je nepohyblivé, kdežto druhé rameno s nonickou stupnicí je posouváno podél nepohyblivého ramena. Podle nonia je určena přesnost samotného měřidla.
- **Mikrometr** (obr. 16) je příklad vysoce přesného měřidla, které měří rozměry s přesností 0,01 mm. Tímto měřidlem jsou měřeny vnitřní i vnější rozměry. Pokud se jedná o měření vnějších rozměrů, měřidlo se označuje jako třmenový mikrometr. V opačném případě, kdy jsou měřeny vnitřní rozměry, měřidlo je nazýváno mikrometrický odpich. Měření mikrometrem je založeno na pohybu mikrometrického šroubu s měřícím dotykem v trubce. Trubka a bubínek, jsou totiž opatřeny stupnicí, ze kterých se odečítá měřený rozměr.
- **Úhelníky a úhломěry** jsou využívány k měření rovinnosti ploch a úhlů.
- **Kalibry** se řadí mezi kontrolní měřidla, podle kterých se kontroluje skutečný rozměr nebo tvar, zda nedošlo ke vzniku nepřípustných odchylek. V mnoha případech jsou kalibry používány místo hmatadel, jelikož výsledné měření je s větší přesností.



Obr. 15 Popis posuvného měřítka [46].



Obr. 16 Popis mikrometru [46].

Základní pravidla, které je nutné dodržovat k dosažení správného měření [44]:

- potřeba čisté součásti i měřidla,
- teplota součásti a měřidla musí být stejná, nejběžněji 20 °C,
- měřidlo se volí podle požadovaného stupně přesnosti,
- v průběhu měření musí dotyky k součásti správně přiléhat, bez použití přílišné síly,
- hodnoty se odečítají při pohledu kolmo na stupnici, nikoliv při šikmém pohledu,
- po měření je měřidlo očištěno, jeho přesnost je v pravidelných intervalech kontrolována z důvodu přesnosti pro následující měření.

Chyby při měření mohou být systematické nebo nahodilé. Systematické chyby se neustále opakují, což způsobuje vada nebo opotřebení používaného měřidla, ale je možné je korigovat. Chyby vyskytující se nepravidelně, náhodně, jsou označovány jako nahodilé. Naopak tento typ chyb není možné korigovat, jako v případě chyb systematických. [42; 43]

Příklady možných příčin chyb [41; 42]:

- špatné nastavení měřidla,
- špatný způsob odečítání hodnot ze stupnice,
- vliv tepla může ovlivnit výsledek měření,
- nepřesnost způsobená pracovníkem,
- nečistota měřené plochy,
- nepřesnost měřidla.

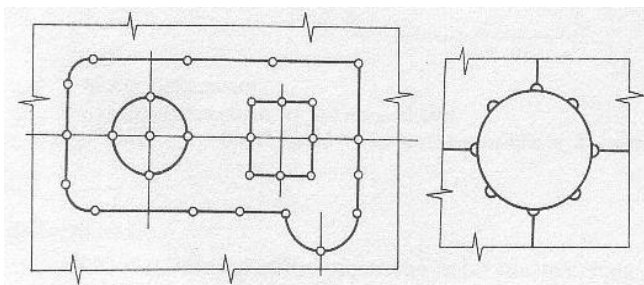
Bezpečnost a ochrana zdraví při měření [43; 47]:

- uložení a očištění měřidel a pomůcek po práci na bezpečné místo, aby nedošlo k jejich poškození,
- nutné dbát zvýšené opatrnosti při používání měřidel s ostrými konci,
- mezi nastavené měřicí plochy nesmí být předmět vtlačován.

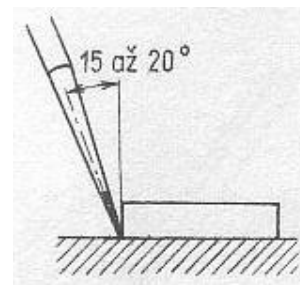
2.2 Orýsování

Z jednoduššího hlediska lze orýsování popsat jako operaci, která vede k přípravě polotovaru na obrábění. Cílem této operace je, totiž označit krajní meze, které jsou určeny na výrobním výkrese, na materiál určený k opracování. Tímto přenesením jednotlivých rozměrů vzniká orýsování materiálu, určující, jaká část bude následně obráběna, ať už ručně či za pomoci strojů. Tyto krajní meze označeny ryskami a vyraženými důlky, které zajišťují zachování orýsování i v případě, pokud dojde ke smazání čar. Během samotného procesu nesmí dojít k jejich překročení. [40; 48]

Postup orýsování (obr. 17) začíná prostudováním dokumentace výrobku, a poté následuje změření materiálu, jestli se na něj daný výrobek vejde. Dále je materiál určený k orýsování očištěn a uložen na rýsovačskou desku, což je dokonale rovný stůl, využívaný jako podložka. Rysky jsou vytvářeny vniknutím rýsovací jehly s kalenou špičkou do materiálu. V některých případech před samotným orýsováním jsou větší součásti potírané roztokem křídý ve vodě, u malých součástí roztokem modré skalice. Toto potírání má za účel zlepšit viditelnost rysek, jelikož po usušení vznikne na povrchu povlak, kde jsou vzniklé rysky lépe viditelné. Aby bylo dosaženo přesného orýsování a nedocházelo k chybám, musí se vycházet od dané přímky nebo roviny, podle které se poté rýsují ostatní rozměry. V případě chybného orýsování, výsledným produktem bude zmetek. Orýsování je možné rozdělit na plošné a prostorové. U plošného orýsování se rýsuje na plochém materiálu, kdežto v případě materiálu se složitějšími tvary je využíváno prostorového orýsování. [40; 49; 50; 51]



Obr. 17 Schéma orýsování [51].



Obr. 18 Odklon rýsovací jehly od pravítka [51].

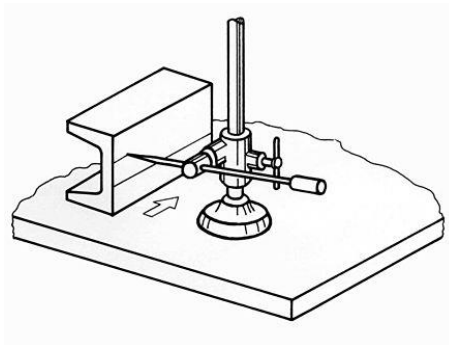
Rýsování přímých čar se uskutečňuje za použití jehly a pravítka, které je přitlačeno na polotovar. Ryska je následně vytvořena jedním tahem jehlou, která je mírně skloněná ve směru pohybu a odkloněna od horní strany pravítka (obr. 18), kopírující hranu pravítka přitlačeného k polotovaru. K vytvoření rysek u složitějších tvarů polotovaru není možné využít jen pravítko a je potřeba využít nádrh (obr. 19), který umožňuje rýsovat rovnoběžné rysky i u složitějších tvarů polotovarů. [49]

Rýsování rotačních a souměrných součástí je založeno na vytvoření osy. Od vyznačené osy se následně vynášejí jednotlivé vzdálenosti děr, hran a ostatní rozměry. Následně jsou vytvořené rysky a středy, které jsou opatřeny důlky, jak již bylo zmíněno dříve v kapitole. [50]

Nástroje a pomůcky pro orýsování [40; 50; 52]:

- **Rýsovačská deska** se používá jako podložka při rýsování. Jedná se o dokonale rovný stůl, na který se umísťují součásti. Součásti jsou na stole zároveň vyrovnány a ustavovány podložkami do nejvhodnější polohy pro orýsování.
- **Stojánkvý nádrh a výškoměr** představují stoján se svislým sloupkem, na kterém je upnutá jehla, jejíž polohu je možné měnit. Při rýsování vodorovné rysky je nádrh nebo výškoměr s jehlou posouván po desce.

- **Důlčík** vytváří důlky k zvýraznění a zachování orýsování i v případě smazání rysek. Úhel špičky u správně nabroušeného důlčíku je 60° . Při vyrážení důlku je potřeba umístit důlčík kolmo k povrchu, aby byl důlek vytvořen správně, a následným přiklepnutím kladívka na důlčík je vytvořen důlek.
- **Kružidlo** je využíváno k rýsování kružnic, oblouků a roztečí. Při práci je nutné, aby hroty kružítka byly stejně dlouhé a ostré. Nejběžněji se využívají kružidla kloubové a pružinové konstrukce. V případě velkých kružnic a oblouků jsou využívány tyčové kružítka.
- **Rýsovací jehla** může mít ostrou nebo plochou špičku s úhlem 10° až 15° . Rýsovat jehlou je možné podle pravítka nebo úhelníku, přičemž jehla je držena v ruce nebo je upnuta ve stojánkovém nádrhu.
- **Plochý a příložený úhelník** slouží k rýsování úhlů. Tyto úhelníky se odlišují svíraným úhlem a nejběžnější se vyskytují s úhly 45° , 60° , 90° a 120° .
- **Šablona** je použitelná pouze pro přesně danou operaci. Její použití je tedy nejčastější u větší výroby a nikoli jen pro jeden unikátní výrobek.
- **Hledač středu** vyhledává střed na čele kruhových polotovárů.
- **Ocelové pravítko, úhloměr.**



Obr. 19 Orýsování pomocí nádrhu [53].

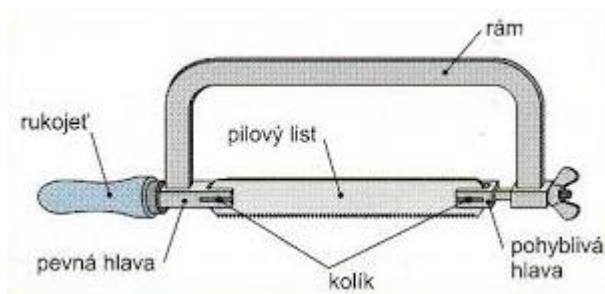
Bezpečnost a ochrana zdraví při orýsování [51; 54; 55]:

- pořádek pracoviště, místa, kde má orýsování probíhat,
- odkládání rýsovacích nástrojů a pomůcek na bezpečné místo,
- rýsovací nástroje nesmí být nošeny v kapse,
- zákaz manipulace s rýsovacími nástroji v úrovni očí a potřeba dbát zvýšené opatrnosti při práci s nástroji,
- používání nepoškozených a správně naostřených nástrojů,
- při používání kladiva je potřeba kontrolovat, zda je pevně nasazená násada,
- vniklé otřepy po odůlčkování je potřeba odstranit,
- při používání oboustranných broušených jehel, je nutné, aby hrot na jedné straně byl chráněn,
- po ukončení práce se nástroje musí očistit od vzniklých nečistot.

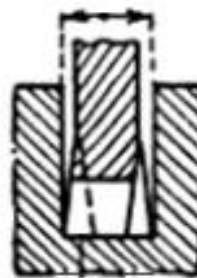
2.3 Řezání

Představuje operaci k dělení nebo vytváření drážek v materiálu, během které jsou tvořeny jemné třísky. Tato operace může být rozdělena na strojní a ruční řezání. Strojním řezáním jsou prováděny řezy čistěji a v kratším časovém úseku v porovnání s ručním. Přesto ruční řezání je řazeno mezi jednu z nejdůležitějších metod ručního obrábění, jelikož umožňuje řezat tvarově složitě nebo rozměrově velké součásti, což s využitím strojů v některých situacích není možné. Ruční řezání je například využíváno k odřezávání přebytečného materiálu, což urychluje následné obrábění. [40; 50]

Nejobvyklejší nástroj používaný u ručního řezání je pilka (obr. 20) a elektrická ruční pilka, jestliže je potřeba většího výkonu. Řez se uskutečňuje pomocí pilového listu, který je napjatý za dírky v rámu. List je upnut v rámu tak, aby jeho zuby směřovaly od rukojeti ve směru řezání. Zuby jsou trojúhelníkového tvaru a mohou být jednočinné nebo dvojčinné. Jednočinné zuby umožňují řezat pouze v jednom směru, kdežto dvojčinné v obou směrech a zároveň nedochází k jejich zasekávání. Aby nedocházelo ke dření listu v drážce (obr. 21), zuby vytvářejí drážku širší, než je samotný list, z tohoto důvodu mohou být zuby širší než list, nebo také střídavě ohýbány do pravé a levé strany anebo využitím lehce zvlněného listu je také možné, jak předejít dření v drážce. Řezáním je produkováno velké teplo, kvůli kterému je v některých situacích potřeba chladit, k čemuž se obvykle využívá olej. Také u zhotovování delších a hlubších řezů jsou listy mazány mazivem, čímž se zmenšuje tření listů o boky drážek. [40; 50]



Obr. 20 Popis ruční pilky [56].



Obr. 21 Vůle mezi pilovým listem a stěnami drážky [40].

Pilové listy jsou tvořeny z houževnaté oceli, pokud je požadován vyšší řezný výkon jsou tvořeny z rychlořezné oceli. Listy mohou mít ozubení buď jednostranné nebo oboustranné. Jednotlivé mezery mezi zuby jsou vytvořeny pomocí frézování nebo sekání. [41]

Hustota zubů je určena počtem zubů na délku jednoho palce (délka 25,4 mm), který je značen 1“. Pro měkkou ocel je vhodné použít pilky s hrubšími zuby, které mají hustotou 10 až 16 zubů na 1“. Naopak u tvrdé oceli je vhodné využít pilky s jemnými zuby o hustotě 18 až 25 zubů na 1“. Na řezání tenkých součástí jsou využívány pilky ještě s větší hustotou než u tvrdých ocelí, a to o hustotě 25 až 32 zubů na 1“. Volba hustoty ozubení je také ovlivněna podle toho, zda se jedná o plný nebo dutý materiál a také na množství tvořené třísky během řezání. [40; 50; 57]

Postup při řezání ruční pilkou

Před samotným řezáním musí být součást dobře upnuta, z důvodu zamezení jejího pružení během procesu, například ve svěráku. V případě využití svěráku se součásti upínají co nejbližší k čelistem, aby bylo zabráněno pružení. Následně je hranou pilníku vytvořen zárez v místě, kde bude řez vytvořen, aby pilový list neskouzával. Na začátku samotného řezání se řeže skloněnou pilkou (obr. 22), na kterou je tlačeno jen při pohybu vpřed, jelikož nejběžněji se řeže jednočinnými zuby. Během zpětného pohybu tedy nedochází k tlačení na pilku a pohyb je volný oproti pohybu vpřed. Součásti, jestli je to možné jsou ve většině případů řezány širším profilem,

nikoliv tenkým profilem na výšku. V okamžiku, kdy, dojde k naříznutí celé plochy součásti, přechází pilka ze skloněné polohy do vodorovné. V případě řezání hlubokých řezů, je nutné otočit list o 90 °, jelikož by vadil rám pilky a vytvoření řezů by nebylo možné. Pokud je potřeba zhotovení křivek, jsou využívány úzké pilky schopné natáčení v řezu. Postup u řezání trubek se mírně liší, protože zuby by se zasekávaly při řezání najednou. Trubky se tedy řezou těsně k dutině, a poté se pootočí ve směru práce a v řezání se pokračuje, dokud se drážky nespojí. [40; 50; 58; 59]

V průběhu řezání, jestliže nebude součást pevně upnuta, může dojít k prasknutí pilky, a to může mít za následek zranění pracovníka. Z hlediska výdrže listu, aby nebylo potřeba časté výměny, je nutné na začátku procesu dodržovat správný sklon pilky (obr. 22). Při nedodržování správného sklonu, dochází k vylamování zubů a otupení listu. Otupení listu se projevuje namáhavějším řezáním a je nutná jeho výměna. Vždy je potřeba používat na výměnu nový list, není možné otupený list nabrousit a poté znovu používat. Další aspekt spojený s poškozením pilky souvisí s dořezáváním. Během dořezávání může dojít k zaseknutí zubů do tenké vrstvy materiálu a jejich následné vylomení. Z tohoto důvodu se v některých případech materiál nedořezává úplně, ale je pouze ulomen. [40; 50]



Obr. 22 Správný sklon pilky na začátku řezání [60].

Bezpečnost a ochrana zdraví při řezání [58; 59; 61; 62]:

- před začátkem práce je nutná kontrola pilového listu, jestli je upnut tak, aby nedocházelo k jeho prohýbání, nebo nebyl upnut příliš silně,
- kontrola rukojeti, zda není poškozená a volná,
- pořádek na pracovním místě a vhodný oděv pro práci,
- správné upnutí polotovaru, tak aby řez byl veden co nejbližší u místa upnutí a zamezilo se pružení,
- potřebný prostor pro pohyb pilky,
- pokud dojde k otupení pilového listu je potřeba jej vyměnit, nikoliv pokračovat v práci s otupeným listem,
- odkládání pilky na bezpečné místo k přecházení jejímu poškození například pádem ze stolu,
- dbát zvýšené pozornosti v průběhu celého procesu, ale převážně v situacích, kdy může dojít ke sjetí pilky,
- vzniklé třísky se nesfoukávají, jelikož hrozí poranění očí.

2.4 Pilování

Pilováním se rozumí jedna ze základních metod ručního obrábění, která odděluje třísky materiálu pilníkem. V předchozích letech mělo pilování významné postavení, jelikož bylo používáno k dokončování většiny výrobků. Se zdokonalením obráběcích strojů dochází

postupně k vytlačení pilování, protože současné stroje jsou schopné vytvořit mnohem čistší plochu a následným pilováním by došlo v některých případech spíše ke zhoršení kvality obrobene plochy místo požadovaného zlepšení. Pilování, ale nadále zůstává důležitou operací využívanou v odvětvích jako například nástrojařství, šablonářství a opravy strojů, kde nemůže být vždy použit samotný stroj. [40]

Pilování je využíváno k úpravě a dokončení povrchu součásti po předchozích operacích, kterými byl materiál součásti hrubě odebrán například stříháním, řezáním nebo jinými metodami. Samotný princip pilování je založen na pohybu pilníku, na který je tlačeno, po ploše materiálu. Piluje se celou jeho plochou, kde zuby odebírají malé třísky, a aby se předešlo předčasnému otupení je nezbytné vyvíjet tlak na pilník pouze ve směru dopředu. [50; 63]

Pilníky

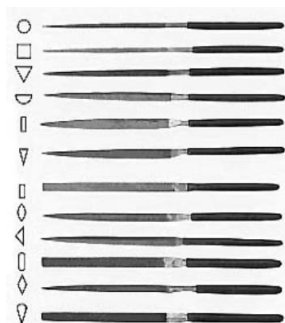
Jsou vytvářeny z nástrojové oceli kování nebo válcováním za tepla. Je nutné, aby dosahovaly dostatečné tvrdosti, čehož je dosaženo obsahem uhlíku (1,1 % až 1,5 % uhlíku) v materiálu a následným kalením. Části pilníků se rozdělují na tělo, stopku a násadu (obr. 1). Tělo na jedné straně přechází ve stopku, na které je umístěna násada. U některých druhů násad je využívána objímka, která zabraňuje roztrhnutí násady na stopce. V případě je-li násada špatně naražená a nedrží pevně, může docházet k její pružení a posléze i k uvolnění. Toto může mít za následek nepřesnosti procesu a také zranění pracovníka. [40; 50]



Obr. 23 Popis pilníku [64].

Druhy seků rozdělují pilníky, na pilníky se sekem jednoduchým, křížovým a rašplovým. Jednoduchý sek je využíván pro měkké kovy, kdežto křížový sek je vhodný pro zpracování oceli a litiny. V porovnání vytvořených třísek, pilníky s křížovým sekem vytvářejí kratší třísku, protože druhý sek dělí zuby prvního na menší části. Rašplový sek je využíván hlavně v truhlářské oblasti, jelikož jeho použití je vhodné na materiál jako je dřevo. [40; 50]

Zuby pilníků mohou být tvořeny seky nebo frézováním. V případě zhotovení zubů frézováním, pilník je výkonnější, ale dochází k rychlejšímu opotřebení oproti zubům sekaným. Dále je možné pilníky rozdělit na základě jakosti a provedení, účelu, hustoty seků a tvaru průřezu. Na základě rozdělení podle jakosti a provedení existují pilníky obyčejné a přesné. Podle účelu se dělí na lehké, těžké, uběrací a pilníky na pily. Z hlediska hustoty seků na hrubé, polohrubé, střední, jemné a velmi jemné. Rozdělení podle průřezu je zobrazeno na obrázku 24. [40; 50]



Obr. 24 Rozdělení pilníků na základě tvaru průřezu [65].

Uchopení pilníku se odlišuje podle jeho druhu. Pokud se jedná o větší pilníky, při práci je jejich rukojeť držena pravou rukou kdežto levá ruka pilník na druhém konci vyvažuje, vede a určuje působící tlak. Malé pilníky v porovnání s velkými jsou drženy pouze jednou rukou, v některých případech je jejich konec jen opírán o prsty. Toto uchopení bylo popsáno pro praváky, v případě leváků je potřeba opačného uchopení pilníku. [40; 63]

Upínání obrobků [40; 66]:

- Součásti větších rozměrů jsou upínány do svěráku. V běžné situaci je mezi součástí a čelist svěráku umístěna vložka, z důvodu zabránění poškození pilované součásti.
- Menší součásti jsou upínány do svěrek, přestože se jedná o součást s malými rozměry není možné danou součást držet v ruce a pilovat ji.
- U plochých součástí je využíváno desek, jak dřevěných, tak i ocelových.
- Při pilování dlouhých součástí, je potřeba součást postupně posouvat a pilovat vždy jen tu část, která je pevně upnutá.
- Obecně lze říct, že pilované místo je vždy upnuto pevně mezi čelistmi, aby nedocházelo k pružení, což by vedlo k nepřesnostem.

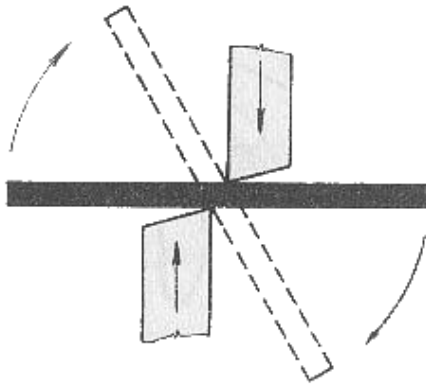
Bezpečnost a ochrana zdraví při pilování [61; 67]:

- používané pilníky musejí mít rukojeť, což zabraňuje sklouznutí ruky,
- rukojeť pilníku musí být na stopku pevně nasazena a nijak poškozená,
- k provedení práce nesmí být používané tupé pilníky, jelikož může docházet k jejich sklouzávání po materiálu,
- pro konkrétní práci je nutné vždy používat pouze správně zvolený pilník,
- v průběhu pilování, musí pracovník dbát, aby nedocházelo k vrážení násady do materiálu nebo do svěráku, ve kterém je materiál upnut, jinak by mohlo dojít k poškození,
- předmět určený k pilování musí být vždy dobře upnut,
- piliny nesmí být odstraněny rukou nebo sfoukáváním, jelikož hrozí pořezání nebo poranění očí.

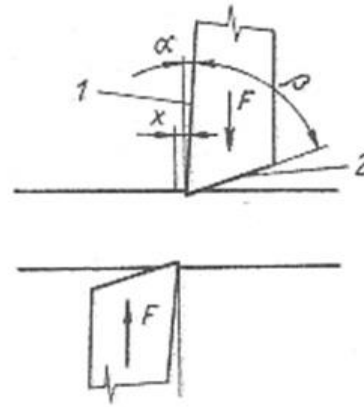
2.5 Stříhání

Metoda využívaná pro nastříhávání a přestříhávání plechových součástí a různých součástí tyčového profilu. Tato metoda představuje dělení materiálu bez vzniku třísky. K dělení materiálu dochází pomocí dvou nožů, pohybujících se proti sobě. V porovnání s jinými metodami, jako je například řezání, stříhání je z časového hlediska efektivnější. [68]

Princip stříhání spočívá ve vnikání klínových nožů do materiálu z obou stran. Materiál je nejprve noži stlačován a až následně dochází k postupnému oddělování. Nástroje využívané u této metody jsou nůžky. Při vzájemném pohybu nožů proti sobě je nutné, aby došlo k těsnému míjení obou nožů v místě stříhu. Pokud nože k sobě nebudou dostatečně přitaženy a vůle mezi nimi bude příliš velká, dojde ke kroucení materiálu a k jeho poškození. Používané nůžky určené ke stříhání, musí mít vhodný tvar a pevnost nožů, aby stříhání proběhlo správně. V závislosti na materiálu jsou voleny nože s vhodným úhlem mezi čelem a hřbetem (obr. 26). U měkkých kovů se používá úhel mezi čelem a hřbetem 65 °, pro kovy se střední tvrdostí 70 ° až 75 ° a pro tvrdé kovy se využívá 80 ° až 85 °. Úhel hřbetu, který je přibližně 2 ° až 3 °, zabraňuje poškození stříhaného materiálu noži. Během stříhání, je potřeba materiál přidržet, jelikož má snahu se naklápět při působení nožů (obr. 25), a to ručně nebo za pomoci přidržovače. [44; 69]



Obr. 25 Naklápění materiálu během stříhání [70].



Obr. 26 Geometrie nože [70].

1 – hřbet, 2 – čelo, x – vůle mezi noži, α – úhel hřbetu, β – úhel mezi čelem a hřbetem

Rozdělení nůžek z hlediska obsluhy [44]:

- ruční,
- strojní.

Ruční nůžky

Práce ručních nůžek je založena na principu dvouramenné páky. Jsou využívány ke stříhání tenkých plechů do tloušťky 1,5 mm. Nůžky dělíme na univerzální a na typy, které jsou určeny přesně na určitý druh práce. Volba správných nůžek závisí na tvaru a druhu stříhu. Nutnou podmínkou, aby docházelo ke stříhání materiálu, je dodržení úhlu sevření, který musí být menší než 15° . Pokud bude úhel sevření příliš velký, nůžky budou po materiálu pouze klouzat. [41; 44]

Ruční nůžky je dále možno dělit na [41; 44]:

- **nůžky s uzavřenými držadly** jsou využívány na stříhání přímých úseků a vnějších oblouků,
- **nůžky s otevřenými držadly** mají stejné využití jako nůžky s uzavřenými držadly,
- **nůžky s držadly ohnutými nahoru** jsou ovladatelné nad plechem v průběhu stříhání, díky čemuž umožňují stříhat dlouhé rovné kusy plechu,
- **nůžky s noži zahnutými do oblouku** se využívají pro stříhání vnitřních oblouků a otvorů,
- **tvarové nůžky** dovolují vystříhovat jakékoli tvary díky tenkým břitům.

Strojní nůžky

V porovnání s nůžkami ručními, strojní umožňují stříhat materiál s větší tloušťkou a jejich práce je přesnější a produktivnější. Strojní nůžky využívají pohonu buď ručního, mechanického nebo hydraulického, čímž je práce pro pracovníka ulehčená. [44; 71]

Rozdělení strojních nůžek na jednotlivé druhy [44; 71]:

- **Nůžky tabulové** (obr. 3) využívají pracovní stůl s přidržovačem, na který jsou umísťovány jednotlivé tabule plechu. Tyto tabule jsou na pracovním stole zajištěny přidržovačem, aby bylo zabráněno posunutí plechu během stříhání. Horní nůž na zakřiveném rameni je pohyblivý, kdežto spodní nůž je pevný a rovný. Rameno,

kromě nože obsahuje na druhém konci tyč s protizávažím k usnadnění pohybu páky. Tyto nůžky jsou využívány ke stříhání přímých pásů plechu.

- **Nůžky okružní a křivkové** jsou schopné stříhat různé tvary křivek. Jednoduché stříhání křivek je dovoleno, díky malé stykové ploše dvou kotoučových nožů, které tyto nůžky používají.
- **Nůžky pákové** (obr. 4) se skládají ze dvou nožů, které jsou umístěny na pevné konstrukci s přidržovačem. Horní nůž se pohybuje pomocí páky a spodní je stejně jako v případě tabulových nožů pevný. Umožňují stříhat plech, pásy i profilový materiál.
- **Elektrické ruční nůžky** jsou používány na stříhání rozměrnějších plechů a profilových součástí. Materiál je umístěn mezi horní a dolní nůž. Dolní nůž je nepohyblivý a horní nůž se pohybuje za pomoci elektromotoru přes klikové ústrojí.



Obr. 27 Nůžky tabulové [71].



Obr. 28 Nůžky pákové [72].

Bezpečnost a ochrana zdraví při stříhání [44; 56; 73; 74]:

- v průběhu stříhání na spodní straně materiálu vzniká ostřep, kterým může být způsobeno poranění, z tohoto důvodu je nutné jej odstranit pilníkem,
- při manipulaci s plechy je nutné využívat ochranné rukavice,
- během práce s pákovými nůžkami je potřeba vždy používat přidržovač a zajišťovat páku, aby nedošlo k její spadnutí,
- u tabulových nůžek musejí být přítomny lišty pro ochranu prstů,
- nutnost dodržování pravidel stanovených návodem k obsluze u jednotlivých druhů strojních nůžek při jejich používání,
- odkládání nůžek na místa, která jsou bezpečná,
- potřeba zvýšené pozornosti pracovníka během stříhání.

3 VÝROBNÍ PROCES OKEN A DVEŘÍ

Tato kapitola, jejíž zaměření vyplývá z názvu, je psána oproti 1. a 2. kapitole na základě spolupráce s pracovníkem pracujícím ve firmě, která se pohybuje v oblasti výroby oken a dveří. Tyto získané znalosti o výrobním procesu a průběhu zhotovení zakázky jsou doplněny o informace z webových stránek.

Výrobní proces je popsán podle reálné zakázky, jež byla zpracována touto firmou. Před zahájením samotného procesu je potřeba nejprve objednat dostatečné množství materiálu a kování k provedení konkrétní zakázky. Množství materiálu s kování se určuje na základě výrobního listu, jelikož obsahuje rozměry vyráběných oken a dveří. Následně je tedy možné začít zpracovávat danou zakázku. [75]

Tab. 1 Hodnoty z profilové listiny.

pozice	e – pozice	označení	kusy	délka [mm]	barva
1	-	podkladový profil	1	1450	neut.
	1-	rám okenní 64 mm	2	1456	bílá
	1-	rám okenní 64 mm	2	1156	bílá
	1-1	štulp 65 mm	1	1008	bílá
	1-1	křídlo okenní 78 rov	2	1085	bílá
	1-1	křídlo okenní 78 rov	2	693	bílá
	1-2	křídlo okenní 78 rov	2	1085	bílá
	1-2	křídlo okenní 78 rov	2	693	bílá
2	1-	rám dveří 78 mm pro	2	2203	bílá-golden
	1-	rám dveří 78 mm pro	1	2006	bílá-golden
	1-	Al prah 20 mm hl. 72 m	1	2000	neut.
	1-1	křídlo dveří ven 12	2	2145	bílá-golden
	1-1	křídlo dveří ven 12	1	954	bílá-golden
	1-1	křídlo dveří ven 12	1	954	bílá-golden
	1-2	štulp 65 mm	1	2068	bílá-golden
	1-2	křídlo dveří ven 12	2	2145	bílá-golden
	1-2	křídlo dveří ven 12	1	954	bílá-golden
	1-2	křídlo dveří ven 12	1	954	bílá-golden
3	-	podkladový profil	2	1500	neut.
	1-	rám okenní 64 mm	4	1506	coal grey
	1-	rám okenní 64 mm	4	796	coal grey
	1-1	křídlo okenní 78 rov	4	1435	coal grey
	1-1	křídlo okenní 78 rov	4	725	coal grey

Tab. 2 Hodnoty z výztužní listiny.

pozice	označení	kusy	délka [mm]
1	výztuha 28x28x1, 5 mm uzavřená	2	1352
1	výztuha 28x28x1, 5 mm uzavřená	2	1052
1	výztuha 28x28x1, 5 mm otevřená	2	945
1	výztuha 36x15x48x1, 5 mm uzavřená	1	923
1	výztuha 28x28x1, 5 mm otevřená	2	553
1	výztuha 28x28x1, 5 mm otevřená	2	945
1	výztuha 28x28x1, 5 mm otevřená	2	553
2	výztuha 40x40x2 mm uzavřená	2	2115
2	výztuha 40x40x2 mm uzavřená	1	1882
2	výztuha 60x40x2 mm uzavřená	2	2043
2	výztuha 60x40x2 mm uzavřená	2	852
2	výztuha 60x40x2 mm uzavřená	1	2043
2	výztuha 60x40x3 mm uzavřená	1	2043
2	výztuha 36x15x48x1, 5 mm uzavřená	1	1889
2	výztuha 60x40x2 mm uzavřená	2	852
3	výztuha 28x28x1, 5 mm uzavřená	4	1402
3	výztuha 28x28x1, 5 mm uzavřená	4	692
3	výztuha 28x28x1, 5 mm otevřená	4	1295
3	výztuha 28x28x1, 5 mm otevřená	4	585

Potřebné množství plastových profilů a výztuží je určeno na základě hodnot obsažených v tabulce 1 a 2 [75]:

- Na základně celkové délky **plastových tyčí** a přičtení 10 % této celkové délky navíc je objednan dostatečný počet těchto tyčí, které se dodávají po 6 500 mm. K celkové délce je potřeba připočítat ještě 10 % této délky, z důvodu průřezu vytvořeného pilou používanou k řezání těchto plastů. Celková délka plastů u této zakázky je tedy 58 518 mm, z čehož plyne, že je nutné objednat 10 plastových tyčí.
- Na rozdíl od plastových profilů **tyče výztuží** jsou dodávány v délce 6 000 mm. Počet potřebných tyčí je určen také podobně, ale není potřeba již počítat s průřezem vytvořeným pilou, tudíž už se nepřičítá 10 % celkové délky. Celková délka výztuží je 47 200 mm, a tedy potřebný počet tyčí je 8.



Obr. 29 Řez plastového okna [76].

- Na obrázku 29 lze vidět komory plastového profilu (bílou barvou) a výztužní profil (modrou barvou).

Tab. 3 Pořadí činností procesu výroby.

pořadí činnosti	činnost	použité stroje
1	řezání plastových profilů	dvoukotoučová pila (obr. 31)
2	řezání výztuží	pásová pila (obr. 30)
3	procesy obráběcího centra	obráběcí centrum (obr. 32)
4	pájení	vícehlavý svařovací automat (obr. 33), fréza
5	kování, kontrola funkčnosti	-
6	sklení	-
7	kontrola funkčnosti	-

Výrobní proces [75]:

- Jednu z prvních operací při zhotovování této zakázky představuje nařezání plastových profilů podle rozměrů, jež jsou zadány v tabulce 1. Tyto jednotlivé plastové tyče jsou řezány pod úhlem 45° a následně jsou opatřeny čárovým kódem. Tento čárový kód obsahuje informace o následujících operacích, kterými má daný kus projít. K řezání je využívána dvoukotoučová pila (obr. 31).
- Další operací uskutečňovanou na začátku výroby je řezání výztuží. Jednotlivé výztuže jsou řezány podle určených délek v tabulce 2. Jakmile jsou nařezány na požadované rozměry, vkládají se do plastových profilů. Výztuže se využívají ke zlepšení pevnosti vyráběných oken a k jejich řezání se využívá strojní pásová pila (obr. 30).



Obr. 30 Pásová pila Bernardo EBS 128 CL [77]. Obr. 31 ROTOX dvoukotoučová pila ZGS 314 [78].

- Plastové profily s vloženými výztužemi poté putují do obráběcího centra (obr. 32). Zde probíhají veškeré procesy v závislosti na informaci neseném čárovým kódem jednotlivých dílů. Mezi tyto operace se řadí šroubování výztuží k plastovým profilům, frézování otvorů na kování a tvorba otvorů na odvodnění.
- Takto připravené profily postupují na pájení, ke kterému je využíván vícehlavý svařovací automat (obr. 33). Žhavicí desky o teplotě 250°C roztaví konce plastových profilů, načež následuje stlačení roztavených konců profilů k sobě, čímž dojde k jejich spojení. Po ukončení procesu vyjíždí ze stroje již pevně spojený okenní rám či křídlo dané zakázky. Pájením jsou odebrány z každé strany plastového profilu 3 mm, což zkrátí celkovou délku určitého profilu tedy o 6 mm. Z tohoto důvodu zadané délky plastových tyčí v tabulce 1 už obsahují těchto 6 mm navíc, aby došlo k vykompenzování této ztráty materiálu způsobenou pájením. Po mírném zchladnutí rámu nebo křídla dojde k automatickému přesunu k fréze, která odstraňuje přebytky roztaveného plastu v rozích.

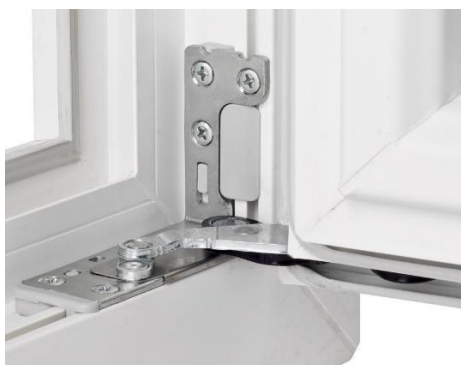


Obr. 32 ROTOX obráběcí centrum SBA 485 [79].



Obr. 33 ROTOX vícehlavý svařovací automat SMK 506 [80].

- Následuje okování křídel i rámu (obr. 34), k čemuž je využíváno kování od firmy MACO. Po dokončení okování dochází k vložení křídla do rámu, aby došlo k jejich zkompletování, a především ke kontrole funkčnosti otevírání. Poslední činnosti tohoto stanoviště je našroubování podkladového profilu, který je opatřen těsněním, na spodní díl rámu.



Obr. 34 Příklad části kování u oken [81].

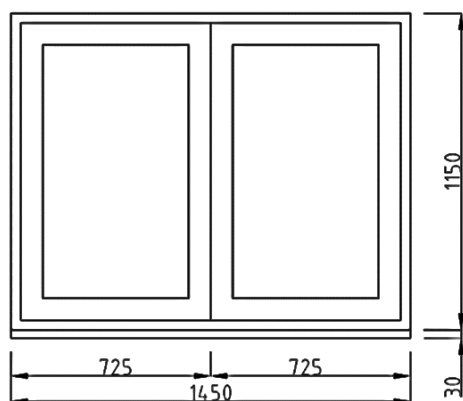
- Jakmile je zkontrolována funkčnost daného křídla s rámem, dochází k zasklení, ke kterému je použito trojsklo (obr. 29). Nejdříve je sklo vloženo v křídlo vypodložkované, a poté pomocí zasklívacích lišt, nařezaných na daný rozměr pod úhlem 45° a jejich zaklepnutím kladívkem do zasklívacích drážek v křídle, pevně uchyceno.
- Poslední činnost výroby představuje opět kontrolu funkčnosti, ale již zkompletovaného dílu. V případě nenalezení žádné vady vyrobené zakázky následuje už jen její expedice, čímž je proces výroby ukončen.
- Doplnující foto z výroby se nachází v příloze 1. Příklad používaného obráběcího centra je popsán a zobrazen v příloze 2, kdežto v příloze 3 je popsána a zobrazena pásová pila.

3.1 Zhodnocení výrobního procesu

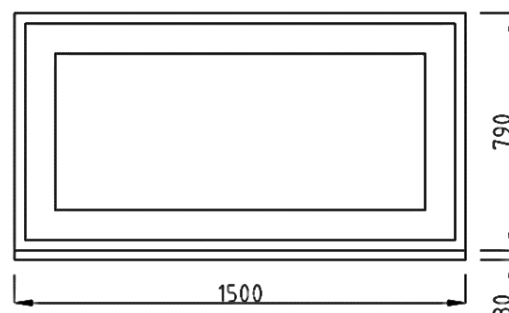
Z výchozích údajů zakázky zadaných v tabulce 1 a 2 vyplývá množství potřebného materiálu. Jak již bylo zmíněno, na plastové profily bylo potřeba objednat 10 plastových tyčí, jež se dodávají po 6 500 mm a tedy jejich celková délka činí 65 000 mm. Odečtením celkové délky plastových profilů od celkové délky 10 plastových tyčí je získán zbytkový materiál. Tento zbytkový materiál představuje délku 6 482 mm profilového plastu. Vzhledem k této délce bude tento zbytek použit u jiné zakázky a jedná se tedy o využitelný zbytek a nikoli jen o odpad. V případě zjišťování zbytkového materiálu u výztuží je postupováno stejně a od celkové délky objednaných tyčí je odečtena celková délka výztuží. Ke zhotovení zakázky bylo potřeba

objednat 8 tyčí výztuží, jež se dodávají po 6 000 mm, tedy celková délka těchto tyčí je 48 000 mm. Tudiž, zbytkový materiál výztuží je 800 mm. Zbytek o této délce je také využitelný a bude možné jej použít u jiné zakázky.

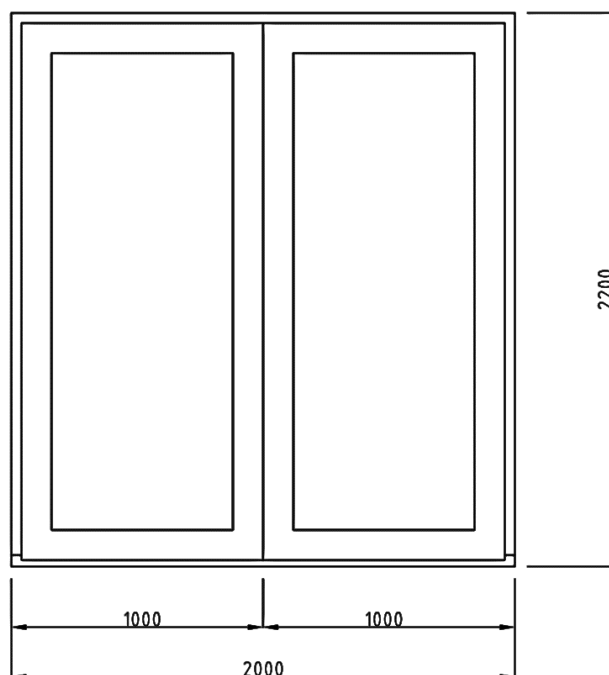
Výsledné produkty, kterých bylo touto výrobou dosaženo, představují jedno dvoukřídlé okno (obr. 35), jedno dvoukřídlé dveře (obr. 37) a dvě stejná jednokřídlá okna (obr. 36). Tyto vyrobené dveře a jednotlivé typy oken se odlišují také barvou, která je zaznamenána v tabulce 1. Použité sklo u dveří tak i u obou typů oken je již stejné a jedná se o trojsklo.



Obr. 35 Schéma dvoukřídlého okna.



Obr. 36 Schéma jednokřídlého okna.



Obr. 37 Schéma dvoukřídlých dveří.

3.1.1 Množství vyrobených kusů a spotřebovaného materiálu u popsané zakázky

Tab. 4 Vyrobený počet kusů oken, dveří a spotřebovaný materiál u malé zakázky.

-	vyrobené kusy	množství spotřebované výztuže [m]	množství spotřebovaného plastového profilu [m]
celková zakázka	4	47,200	58,518
okna	3	27,619	35,642
dveře	1	19,581	22,876

3.1.2 Srovnání s rozsáhlejší zakázkou u obdobného procesu

Tab. 5 Vyrobený počet kusů oken, dveří a spotřebovaný materiál u větší zakázky.

-	vyrobené kusy	množství spotřebované výztuže [m]	množství spotřebovaného plastového profilu [m]
celková zakázka	35	1091,526	1295,375
okna	35	1091,526	1295,375
dveře	-	-	-

ZÁVĚR

Téma této bakalářské práce spočívalo v charakteristice strojního obrábění, používaných ručních prací v průmyslové výrobě a popisu konkrétního výrobního procesu využívající strojní i ruční metody obrábění. V kapitole 1 byl popsán nejprve obecný princip a účel obrábění, ať už s využitím, či bez využití strojů. Následně již byly rozebrány jen metody strojního obrábění, a to technologie soustružení, frézování a vrtání. U těchto metod, jež se řadí mezi základní technologie strojního obrábění, byl definován základní princip jejich práce, používané nástroje, stroje, bezpečnost a ochrana zdraví při práci, vztahující se k dané metodě.

V opačném případě kapitola 2 představuje charakteristiku vybraných operací, spadajících do oblasti ručních prací používaných ve výrobě. Mezi metody, jež byly popsány v této kapitole se řadí měření, orýsování, řezání, pilování a stříhání. Ve všech případech byl nejprve opět popsán princip činnosti, následně byly přiblíženy nástroje a stroje k této operaci potřebné, a poté byla v bodech zdůrazněna bezpečnost a ochrana zdraví při práci, týkající se dané ruční obráběcí operace.

Kapitola 3 reprezentuje popis výrobního procesu plastových oken a dveří, vzhledem ke zvolené zakázce, jehož cílem bylo vyrobit jeden kus dveří a tři kusy oken. Napřed na základě zakázky bylo vyhodnoceno množství potřebného materiálu na jednotlivé části oken i dveří. Posléze byly popsány jednotlivé stanoviště, kterými díly postupně procházely až do samotné expedice výsledných produktů. Na výrobu dveří bylo potřeba 19 581 mm výztuže a 22 876 mm plastového profilu, kdežto v případě oken bylo spotřebováno 27 619 mm výztuže a 35 642 mm plastového profilu. Zhotovená zakázka byla nakonec zhodnocena z hlediska vyrobených kusů a spotřebovaného materiálu a porovnána s diametrálně odlišnou zakázkou na základě množství vyrobených kusů a spotřebovaného materiálu.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. *Teorie obrábění, tváření a nástroje*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 225 s. : il. ISBN 80-214-2374-9.
 2. Obrábění. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1183>
 3. Strojní obrábění kovů. *Adoc.pub* [online]. [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: <https://adoc.pub/kapitola-01-lekce-01-uvod-vyznam-pedmtu-seznam-kapitol.html>
 4. ŘÍČKA, Jaroslav a Vladimír BULLA. *Základy strojírenské technologie obrábění*. Vyd. 1. Brno: Ediční středisko VUT, 1989, 31 s. : il., tabulky, schémata, [9] s. příl. ISBN 80-214-1042-6.
 5. What Is Machining? – Definition, Process, And Tool. *Engineering choice* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: <https://www.engineeringchoice.com/machining-and-machining-tools/>
 6. What, Exactly, Is Machining? Popular Types, Tools & Techniques. *Condor machinery* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: <https://www.condormachinery.com/what-exactly-is-machining-types-tools-techniques/>
 7. ARZT, Kristin. What is Machining? Intro To Machine Shop Processes & Tools. *The crucible* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: <https://www.thecrucible.org/guides/machining/>
 8. Hybridní výroba spojuje 3D tisk s přesným obráběním. *Strojirenstvi* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: <https://www.strojirenstvi.cz/hybridni-vyroba-spojuje-3d-tisk-s-presnym-obrabenim>
 9. HUMÁR, Anton. *Technologie I - Technologie obrábění - 1. část* [online]. VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2003 [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/studijni-opory/TI_TO-1cast.pdf
 10. LATHE TOOLS AND TOOLHOLDERS. *Toolnotes* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: <http://toolnotes.com/home/machining/lathes-101/lathe-tools-and-toolholders/>
 11. Soustružení. *Wikipediea* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Soustru%C5%BEn%C3%AD#/>
 12. Lathe Machine Operations And Lathe Cutting Tools. *Engineering choice* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: <https://www.engineeringchoice.com/lathe-machine-operations-and-cutting-tools/>
 13. Druhy soustružení. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1223>
 14. Turning. *Manufacturing Cost Estimation* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: <https://www.custompartnet.com/wu/turning>
 15. Soustružnické nože s výměnnými destičkami. *Boukal* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: <https://www.boukal.cz/soustruznicke-noze-bernardo-hm-12-mm-sada-c-9-dilu/3121/produkt>
 16. Soustruhy. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1221>
 17. BOZP při soustružení. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-14]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1063>
-

-
18. Základní pojmy frézování. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1225>
 19. Purpose and importance of milling. *Gtz* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <http://www.nzdl.org/cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0gtz--00-0----0-10-0---0---0direct-10---4-----0-1l--11-en-50---20-about---00-0-1-00-0-0-11----0-1-&a=d&c=gtz&cl=CL1.3&d=HASHb62b9a3cb27f6788c18538.2>
 20. 06 Milling. *Makingthat* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://makingthat.wordpress.com/06-milling/>
 21. Základní způsoby frézování. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1226>
 22. Frézování. *Strojářská bible* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://www.strojarskabible.cz/frezovani/>
 23. Druhy a rozdělení fréz. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1228>
 24. Stroje pro frézování. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1227>
 25. BOZP při frézování. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1064>
 26. HUMÁR, Anton. *Technologie I - Technologie obrábění - 2. část* [online]. VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2004 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/studijni-opory/TI_TO-2cast.pdf
 27. Vrtání. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1207>
 28. Podstata vrtání, popis základních operací. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1208>
 29. KUBÍČEK, Miroslav. Obrábění. *SPŠ a VOŠ Brno Sokolská* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://www.sokolska.cz/DUMy/STT,%20KOM/VY_32_INOVACE_19-10.pdf
 30. Nástroje na vrtání. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1209>
 31. Inox Metal Machining. *Inox* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.inoxcast.com/metal-machining/>
 32. Vrták 221121 HSS s válcovou stopkou - střední řada. *Nakol* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.nakol.cz/vrtak-221121-hss-s-valcovou-stopkou---stredni-rada>
 33. Druhy vrtaček. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1212>
 34. BOZP při vrtání. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1062>
 35. Vzpomínky 75 - Historie obrábění 2. *TOS Varnsdorf* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.tosvarnsdorf.cz/cz/o-spolecnosti/historie/vzpominky/clanky/vzpominky-75-historie-obrabeni-2.html>
 36. GRUBER, Josef. Malé dějiny soustruhu. *Spstrplz* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: http://www.spstr.pilsedu.cz/osobnistranky/josef_gruber/clanky/soustr.pdf
-

-
37. Leonardo da Vinci lathe build. *Homemadetools* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.homemadetools.net/forum/leonardo-da-vinci-lathe-build-50596>
 38. Ruční zpracování kovů. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1861>
 39. NOVÁK, Josef. *ORGANIZACE A ŘÍZENÍ* [online]. VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2007 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://projekty.fs.vsb.cz/414/organizace-a-rizeni.pdf>
 40. DOBROVOLNÝ, Bohumil. *Ruční zpracování a obrábění kovů* [online]. Vydání 7. 1954 [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: http://www.muzeumhodin.info/paichl/knihy/hodiny/literatura/Dobrovolny_1953/Dobrovolny_zpracovani_kovu.pdf
 41. BUCHTA, Jaroslav. Ruční zpracování kovů. *Představujeme Vám pohodlné a bezplatné nástroje pro publikování a sdílení informací.* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/6541259-Rucni-zpracovani-kovu.html>
 42. Měření. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1862>
 43. SVOBODA, Petr. Měření I. *Training Site* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://sousvitavy3.netventic.net/repository/medialib/user_273/Rucnizpracovanikovu/VY_32_INOVACE_OVS_3_01.pdf
 44. BARTOŠ, Libor. Ruční zpracování kovů. *Střední škola řemesel a Odborné učiliště - lázně* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://oulipova.cz/storage/user-70/module-349/technologie-rucni-zpracovani-kovu-1roc-15851553530phptshssb.pdf>
 45. Druhy měřidel. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1116>
 46. Měření vnějších rozměrů. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1894>
 47. SVOBODA, Petr. Měření II. *Training Site* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://sousvitavy3.netventic.net/repository/medialib/user_273/Rucnizpracovanikovu/VY_32_INOVACE_OVS_3_02.pdf
 48. Plošné měření a orýsování. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1114>
 49. Postup při orýsování. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1121>
 50. DOBROVOLNÝ, Bohumil. *Strojní zámečnictví: ruční obrábění kovů*. 2. upravené vydání. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1962, 86 stran : ilustrace.
 51. Orýsování. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1863>
 52. Nástroje pro orýsování. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1122>
 53. Nádrh. *Wikiwand* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.wikiwand.com/cs/N%C3%A1drh>
 54. SVOBODA, Petr. Orýsování I. *Training Site* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://sousvitavy3.netventic.net/repository/medialib/user_273/Rucnizpracovanikovu/VY_32_INOVACE_OVS_3_04.pdf
-

-
55. SVOBODA, Petr. Orýsování II. *Training Site* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z:
https://sousvitavy3.netventic.net/repository/medialib/user_273/Rucnizpracovanikovu/VY_32_INOVACE_OVS_3_05.pdf
 56. Ruční zpracování kovů: řezání, stříhání, pilování, vrtání, řezání závitů. *ISŠTE Sokolov* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://digit.isste.cz/op-hs/assets/-1945027748125.%20Rucni%20zpracovani%20kovu-%20rezani,%20stihani,%20vrtani,%20rezani%20zavitu.pdf>
 57. Jak vzniká tříska při řezání. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1127>
 58. SVOBODA, Petr. ŘEZÁNÍ KOVŮ I. *Training Site* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z:
https://sousvitavy3.netventic.net/repository/medialib/user_273/Rucnizpracovanikovu/VY_32_INOVACE_OVS_3_12.pdf
 59. SVOBODA, Petr. ŘEZÁNÍ KOVŮ II. *Training Site* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z:
https://sousvitavy3.netventic.net/repository/medialib/user_273/Rucnizpracovanikovu/VY_32_INOVACE_OVS_3_13.pdf
 60. ŘEZÁNÍ. *COPTel – výukový portál SŠ-COPT Kroměříž* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z:
https://coptel.cz/pluginfile.php/16647/mod_resource/content/1/EZ%C3%81N%C3%8D%20nov.pdf
 61. BOZP při ručním zpracování kovů. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1061>
 62. Řezání kovů. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1864>
 63. Postup při pilování. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1135>
 64. *Rašpľovanie a pilovanie* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z:
https://cloud8.edupage.org/cloud/Pracovny_list_na_WEB_-_THD._7.r._4.5._-_8.5.pdf?z%3ALpWw%2BpMh7Vfw2JcVNSon7ylCC%2FSVs%2FQOAgxf6aLw%2BG6eLOQt67yOqKXotxO3FCAN
 65. Pilníky. *Jatagan* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.jatagan.eu/pilniky/>
 66. Náradí a upínání. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1137>
 67. SVOBODA, Petr. Pilování I. *Training Site* [online]. [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: https://sousvitavy3.netventic.net/repository/medialib/user_273/Rucnizpracovanikovu/VY_32_INOVACE_OVS_3_06.pdf
 68. Stříhání. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1142>
 69. Vůle mezi břity. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1147>
 70. Stříhání kovů. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1865>
 71. Druhy nůžek. *ELUC* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/1144>
-

-
72. Ruční pákové nůžky. *Expondo* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.expondo.cz/msw-rucni-pakove-nuzky-10060948>
 73. SVOBODA, Petr. STŘÍHÁNÍ KOVŮ I. *Training Site* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: https://sousvitavy3.netventic.net/repository/medialib/user_273/Rucnizpracovanikovu/VY_32_INOVACE_OVS_3_14.pdf
 74. SVOBODA, Petr. STŘÍHÁNÍ KOVŮ II. *Training Site* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: https://sousvitavy3.netventic.net/repository/medialib/user_273/Rucnizpracovanikovu/VY_32_INOVACE_OVS_3_15.pdf
 75. JANČOVÁ, Gabriela, *mistrová výrobní linky* [ústní sdělení]. Český Těšín, 24.4.2022.
 76. Plastová okna. Průvodce výběrem, profily a zasklením. *Stavebnictvi3000* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/plastova-okna-pruvodce-vyberem>
 77. Pásová pila na kov Bernardo EBS 128 CL. *Boukal* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: https://www.boukal.cz/pasova-pila-na-kov-bernardo-eb-128-cl-400-v/22126/produkt?gclid=EAIaIQobChMIu4TFyY-_9wIVA41oCR1y_w9IEAQYBSABegIRHPD_BwE
 78. PVC. *Rotox* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.rotor.eu/cs/produkty/pvc-stroje/rez/pvc.html?v=desktop&cHash=e0e7cb4930c8e1c052fb76f664dbf728>
 79. Opracování profilů. *Rotox* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.rotor.eu/cs/produkty/pvc-stroje/opracovani-profilu.html>
 80. Svařovací automaty. *Rotox* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.rotor.eu/cs/produkty/pvc-stroje/svarovaci-automaty.html>
 81. Skryté kování MACO MULTI POWER. *Aluplast s.r.o. Kaplice* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.alu.plast.cz/skryte-kovani-maco-multi-power-0014.html>
 82. O firmě. *MEROPS* [online]. [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://okna.merops.cz/o-firme/>
-

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratky

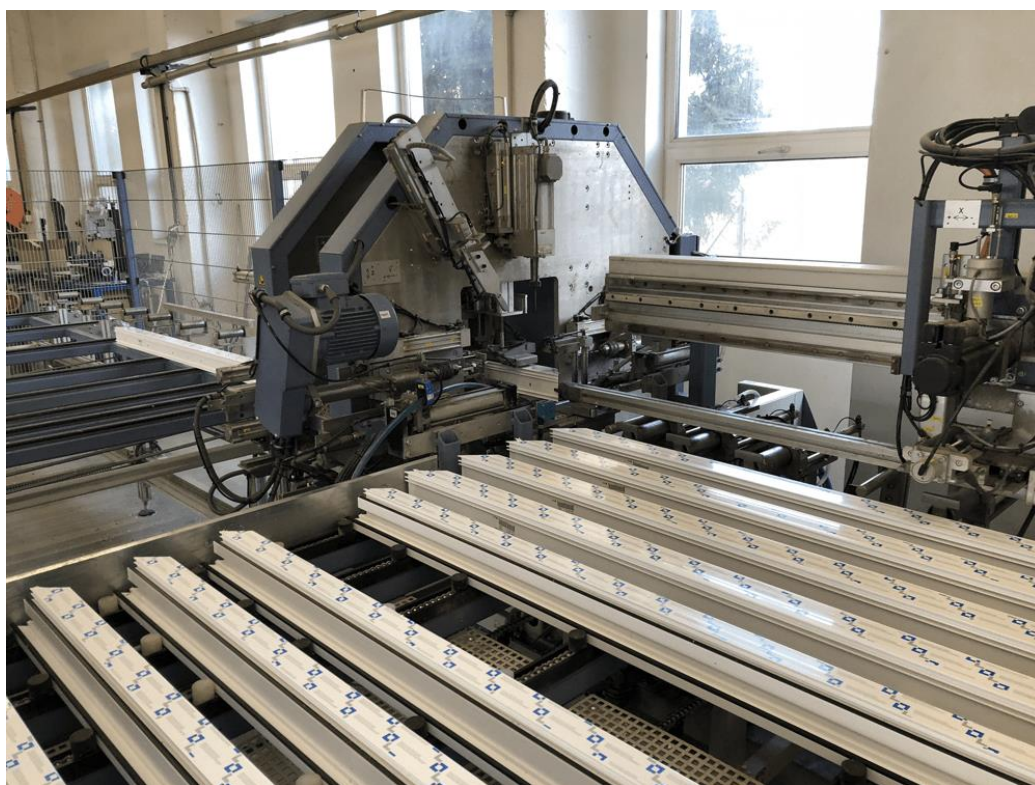
Označení	Legenda
3D	trojrozměrný
BOZP	bezpečnost a ochrana zdraví při práci
BTA	boring and trepanning association
CNC	počítačem řízený obráběcí stroj
STS	single tube system
VBD	vyměnitelná břitová destička

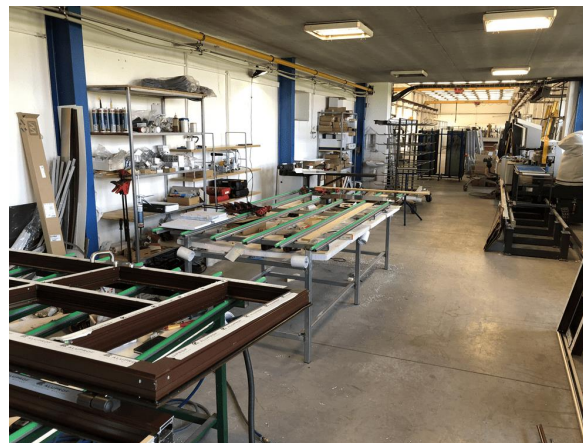
SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Fotodokumentace z výrobního prostředí
Příloha 2 Popis obráběcího centra ROTOX SBA 485
Příloha 3 Popis pásové pily na kov Bernardo EBS 128 CL

Příloha 1

Fotodokumentace z výrobního prostředí [82].









Příloha 2

Popis obráběcího centra ROTOX SBA 485 [79].

- CNC obráběcí centrum s třemi interpólovými CNC osami a integrovaným SPS řízením,
- 60 až 140 okenních jednotek/směnu, podle specifikace stroje,
- dva chapače pro vložení a odebrání profilu,
- přenos dat přes síť nebo připojený stroj,
- výběr opracování s čárovým kódem,
- PC pro obsluhu a vizualizaci,
- pro zhotovení:
 - odvodušňovacích a odvodňovacích drážek,
 - montážní otvory a otvory pro sloupky,
 - šroubování výztuh,
 - vrtání a frézování otvorů,
 - značení protikusů,
 - opracování dveří na křídle a rámu.



Příloha 3

Popis pásové pily na kov Bernardo EBS 128 CL [77].

- oboustranné natáčení ramene pro řezání úhlu v rozmezí -60° až $+45^{\circ}$,
- plynulé klesání ramene pily s regulací rychlosti zdvihu hydraulického válce,
- automatický koncový vypínač zastavuje pilový pás po ukončení řezu,
- rameno pily je odolné proti kroucení,
- tři rychlosti nastavitelné ručně přesunem klínového řemene,
- robustní konstrukce zajišťuje klidný chod bez vibrací,
- nastavení úkosu se provádí naklopením ramene pily,
- vybaven základnou a chladicím systémem,
- rychloupínací svěrák s dorazem pro délku obrobku.

