



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

DĚLICÍ PŘÍSTROJ V KUSOVÉ VÝROBĚ

A DIVIDING DEVICE IN PIECE PRODUCTION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Josef Patočka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Milan Kalivoda

BRNO 2021

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie
Student: **Josef Patočka**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Strojírenská technologie
Vedoucí práce: **Ing. Milan Kalivoda**
Akademický rok: 2020/21

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:

Dělicí přístroj v kusové výrobě

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Dělicí přístroj má hlavní působiště jako zvláštní příslušenství u univerzálních obráběcích strojů. Najdou se i jiné možnosti.

Cíle bakalářské práce:

- Charakteristika kusové výroby
- Charakteristika dělicího přístroje
- Ukázky z reálných situací
- Autorské návrhy i na nezvyklé využití
- Zhodnocení

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.

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

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.

SHAW, Milton Clayton. Metal Cutting Principles. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 2005. P. 651. ISBN 0-19-514206-3.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
ředitel ústavu

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

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je seznámení s dělicím přístrojem. Hlavní cíl je názorně popsat jeho funkci, způsob manipulace a postavení v kusové výrobě. V první části práce je popis a rozdělení dělicích přístrojů, v druhé části je popis kusové výroby a třetí část tvoří ukázkové dílo vytvořené pomocí dělicího přístroje podle návrhu autora. Autorské dílo tvoří výkres, výrobní postup, seznam pomůcek a nástrojů a názornou fotodokumentaci výroby.

Klíčová slova

frézování, broušení, dělicí přístroj, kusová výroba

ABSTRACT

The main work of the Bachelor's thesis is to describe dividing device, function and the manipulation in the piece production. The Bachelor's thesis is separated into 3 parts. The first part is about dividing device. The second part is describing piece production of manufacturing technology and the third part is the suggestion of product from author. There is defined design, production process, list of tools and the fotodocumentation of process.

Key words

milling, grinding, dividing device, piece production

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

PATOČKA, Josef. *Dělicí přístroj v kusové výrobě* [online]. Brno, 2021 [cit. 2021-05-17]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/132591>. 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 **Dělicí přístroj v kusové výrobě** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

19.05.2021

.....
Datum

.....
Josef Patočka

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto panu Ing. Milanu Kalivodovi za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce. Děkuji také své rodině, která mně při studiu pomáhala.

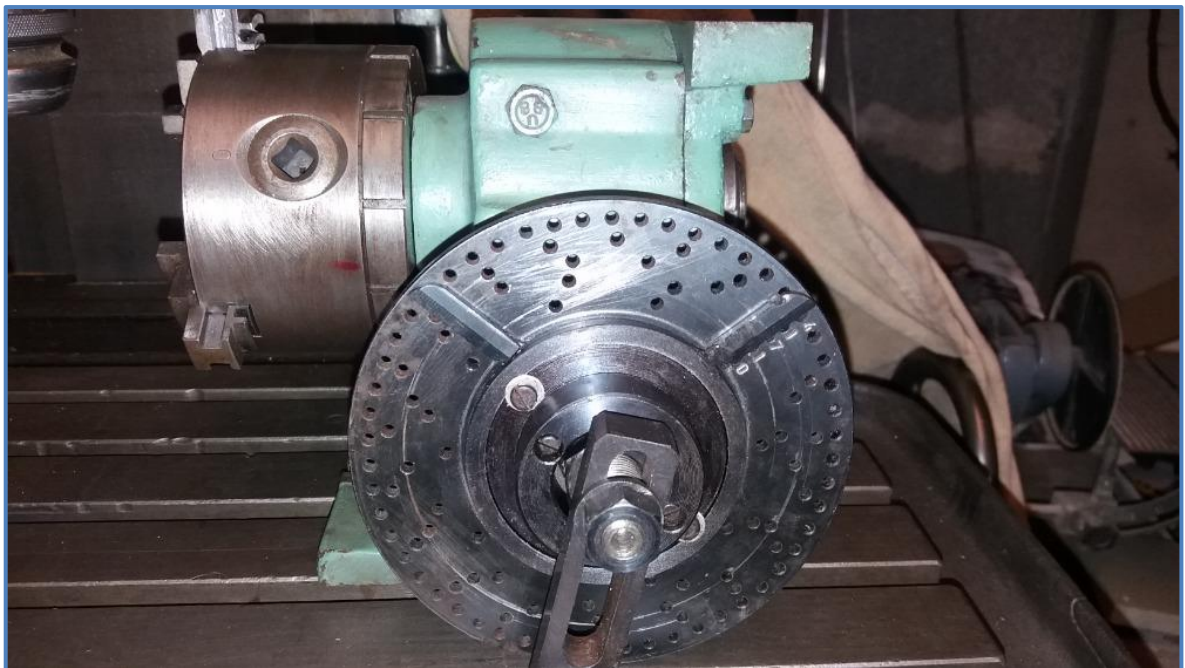
OBSAH

ABSTRAKT	3
PROHLÁŠENÍ	4
PODĚKOVÁNÍ.....	5
OBSAH	6
ÚVOD	8
1 FRÉZOVÁNÍ	9
1.1 Základní způsob frézování	9
1.2 Válcové frézování	10
1.2.1 Sousedné frézování	11
1.2.2 Nesousedné frézování	11
1.3 Čelní frézování.....	12
2 CHARAKTERISTIKA DĚLICÍHO PŘÍSTROJE.....	13
2.1 Přímé dělení dělicího přístroje.	14
2.2 Nepřímé dělení dělicího přístroje.....	16
2.3 Diferenciální dělení	20
2.3.1 Diferenciální dělení stejnosměrné	21
2.3.2 Diferenciální dělení protisměrné	22
2.4 Zvláštní typy operací na univerzálních dělicích přístrojích	24
2.4.1 Frézování zubů spojek.....	24
2.4.2 Frézování drážek s rozlišnou roztečí.....	25
2.4.3 Frézování šroubových drážek.....	26
2.4.4 Frézování vaček	31
2.5 Další typy dělicích přístrojů	34
2.5.1 Optický dělicí přístroj.....	34
2.5.2 Dělicí přístroj s počítadlem.....	36
3 CHARAKTERISTIKA KUSOVÉ VÝROBY	38
3.1 Rozmístění pracoviště v kusové výrobě	38
3.2 Průběh zakázkové výroby ve strojírenské technologii	39
3.3 Profesionální život dělníka v kusové výrobě.....	40
4 AUTORSKÝ NÁVRH OBROBKU	41
4.1 Návodky a výpočty pro dělicí přístroj	42
5 DISKUZE.....	44
ZÁVĚR	45
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	46

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	48
SEZNAM PŘÍLOH.....	50

ÚVOD

Autora k sepsání díla o problematice dělicích přístrojů vedla citová vazba k tomuto přístroji. V dětství si hrál na pískovišti s jedním vyřazeným kusem a navíc se zajímá o historii strojírenské techniky, do které už dělicí přístroj spadá. Dělicí přístroj je využíván dlouhá desetiletí a podle historických etap byl použit k mnoha účelům ať pozitivních, tak i negativních (válečné situace). V historických pramenech lze těžko získat podrobnější údaje. Ví se jen to, že se účastnil velkého rozmachu strojírenské technologie ve 2.světové válce a následujících let během studené války. Od 70.let 20.století začal postupně mizet ze sériové výroby a byl postupně nahrazován modernějšími stroji typu NC a CNC. Místo si však našel v kusové výrobě, kde pro svou jednoduchou obsluhu získal uznání. Je načase se trochu zmínit o tomto přístroji, jelikož odvedl v historii kus dobré práce, která by ještě končit nemusela.



Obr. 1.0 Dělicí přístroj.

1 FRÉZOVÁNÍ

Frézování patří spolu se soustružením mezi základní operace v obrábění. Jedná se o metodu, kdy se zuby nástroje otáčejí okolo své osy a ubírají daný materiál. Samotný řezný proces je ale složený ze dvou pohybů, a to z pohybu již zmíněného rotačního a z pohybu posuvného, který vykonává pracovní stůl frézky a je zároveň kolmý na osu otáčení. Frézovat je možné velkými řeznými rychlostmi a zároveň je zajištěna vysoká přesnost výroby obráběného materiálu a také hospodárnost úběru materiálu oproti obrábění jednobřitým nástrojem při hoblování. [1, 2]

1.1 Základní způsob frézování

Ve výrobě se rozeznávají dva druhy frézování. Prvním z nich je *frézování obvodem* (obr. 1.1a) a druhý je *frézování čelní* (obr. 1.1b), které tvoří základ dalších druhů frézování. U obou druhů dochází k ubírání materiálu při dané hloubce řezu a_p posuvem zubu frézy vzhledem k obrobku. Posuv se následně může vztahovat na jeden zub f_z , za jednu otáčku f_n a posuv za minutu f_{min} . U těchto druhů posuvů existuje následný vztah

$$f_{min} = f_z \cdot z \cdot n \quad [mm \cdot min^{-1}], \quad (1.1)$$

kde $f_z \cdot z = f_n$,
 z je počet zubů frézy
 n je počet otáček frézy [min^{-1}]. [1]

Hlavní řezný pohyb se definuje vztahem

$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad [m \cdot min^{-1}], \quad (1.2)$$

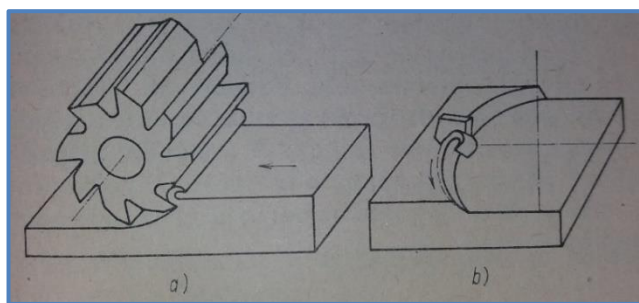
kde je D průměrem rotačního nástroje (frézy) a n je počet otáček frézy [min^{-1}].

Pro vedlejší pohyb existuje také vztah a ten zní

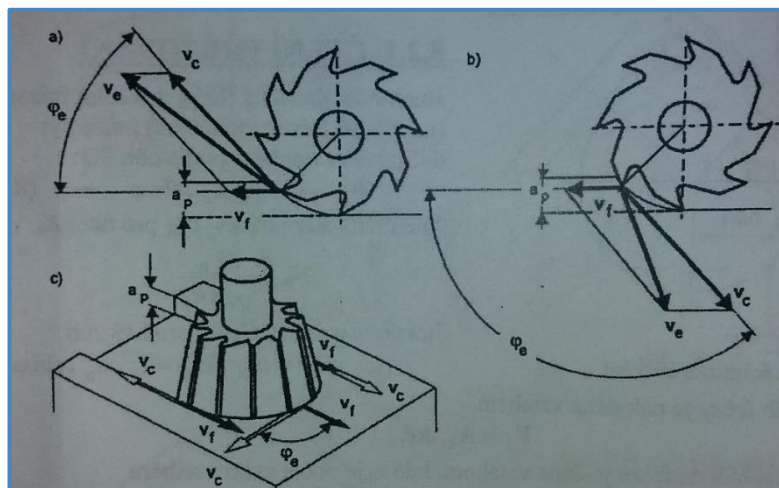
$$v_f = \frac{f_z \cdot z \cdot n}{1000} \quad [m \cdot min^{-1}], \quad (1.3)$$

kde: f_z posuv na zub [mm], z je počet zubů frézy a n je počet otáček frézy [min^{-1}].
Výsledný pohyb v_e se nadále vypočítá vektorovým součtem daných pohybů, které jsou znázorněny na obr. 1.2. [2]

Vektorový součet [2]:
$$v_e = \sqrt{v_c^2 + v_f^2} \quad (1.4)$$



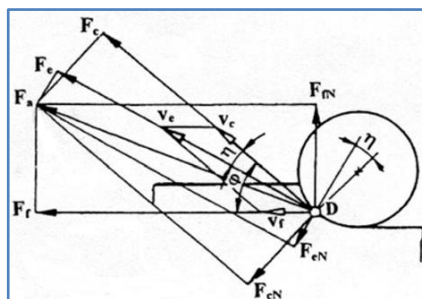
Obr. 1.1 Frézování [1]: a) obvodem, b) čelem.



Obr. 1.2 Kinematika frézování, vektorové skládání pohybů [2].

1.2 Válcové frézování

Válcové frézování (obr. 1.3) nebo tzv. Obvodové frézování se především používá při práci s tvarovými a válcovými frézami. Tvarové zuby se nacházejí na obvodu nástroje, hloubka řezu se nastavuje kolmo na osu frézy a na směr posuvu. Obrobená plocha je rovnoběžná s osou otáčení frézy. Válcové frézování se dělí na dva způsoby obrábění, jelikož je možno měnit průběh vytváření třísky posuvem a směrem rotace frézy. Frézování obvodem se dělí na tzv. *sousledné frézování* a *nesousledné frézování*. [1]



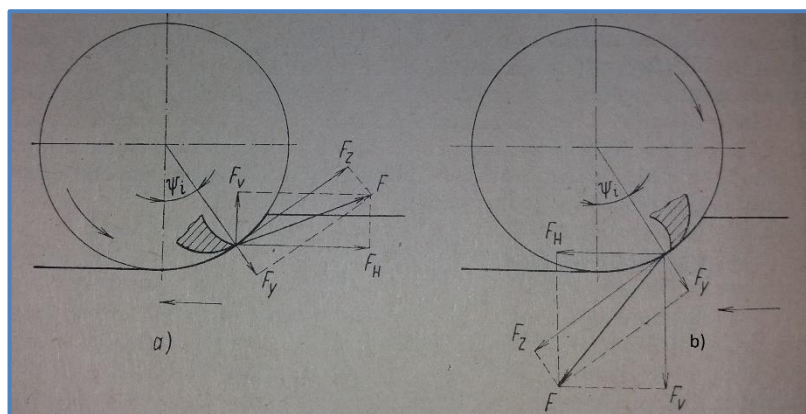
Obr. 1.3 Rozklad celkové řezné síly na zubu nástroje při rovinném frézování válcovou frézou s přímými zuby. Legenda: **D** – hlavní bod ostří; **F_a** – aktivní síla; **F_c** – řezná síla; **F_e** – pracovní síla; **F_{eN}** – kolmá pracovní síla; **F_f** – posuvová síla; **F_{fN}** – kolmá síla posuvu; **φ** – úhel posuvového pohybu; **η** – úhel řezného pohybu [3].

1.2.1 Sousedné frézování

U sousledného frézování (obr.1.3b) je směr rotace nástroje ve směru posuvu obrobku. Tloušťka třísky se zde mění postupně od největšího rozměru po nejmenší. Obrobená plocha vznikne až, když zub odejde ze záběru. Řezné síly se zde většinou orientují směrem dolů. [1]

Výhody sousledného frézování:

- vyšší trvanlivost břitů, což umožňuje použití vyšších řezných rychlostí a posuvů,
- menší potřebný řezný výkon,
- menší drsnost obrobeného povrch. [1]



Obr. 1.3 Frézování [1]: a) nesousledné, b) sousledné.

1.2.2 Nesousledné frézování

U nesousledného frézování (obr.1.3a) je směr rotace nástroje v protisměru posuvu obrobku. Tloušťka třísky se v tomto případě postupně mění od největšího rozměru po nejmenší. K oddělení třísky v tomto případě nedochází u nulové hodnoty, jako u sousledného frézování, ale dochází po určitém prokluzu břitu po ploše vytvořené předešlým zubem. U toho vznikají silové a deformační účinky, které způsobují větší opotřebení břitu. Řezné síly působí směrem nahoru a mají snahu odtáhnout obrobek od stolu. [1]

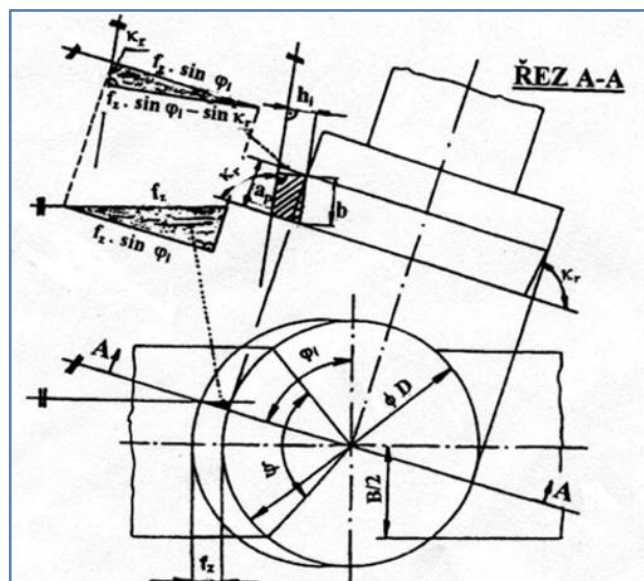
Výhody nesousledného frézování:

- menší opotřebení šroubu a matice,
- není zapotřebí vymezování vůle mezi posuvovým šroubem a matice stolu stroje,
- záběr zubů frézy při jejich vřezávání nezávisí na hloubce řezu. [1]

1.3 Čelní frézování

U čelního obrábění se uplatňují obvodové a čelní břity zubů nástroje. Osa frézy je zde kolmá na obrobenou plochu, šířka záběru ostří a_p se nastavuje ve směru osy frézy. [1]

Vytvořená obrobená plocha nezávisí na tvaru zubu frézy, pokud se nejedná o frézování osazení. Na to je zapotřebí vzít ohled tvarem zubů frézy. U každého otočení nástroje vykoná obrobek za otáčku posuv $f_z \cdot z = f_n$. Tloušťka třísky se v tomto případě zvětšuje ke středu odřezávané plochy a zmenšuje se v místě vstupu a výstupu zubů frézy do obrobku nebo z obrobku (obr. 1.4). Dá se tedy konstatovat, že se zde vyskytuje jak sousledné, tak i nesousledné frézování, kdy jedna polovina nástroje obrábí jedním způsobem frézování a druhá polovina druhým způsobem. [1]



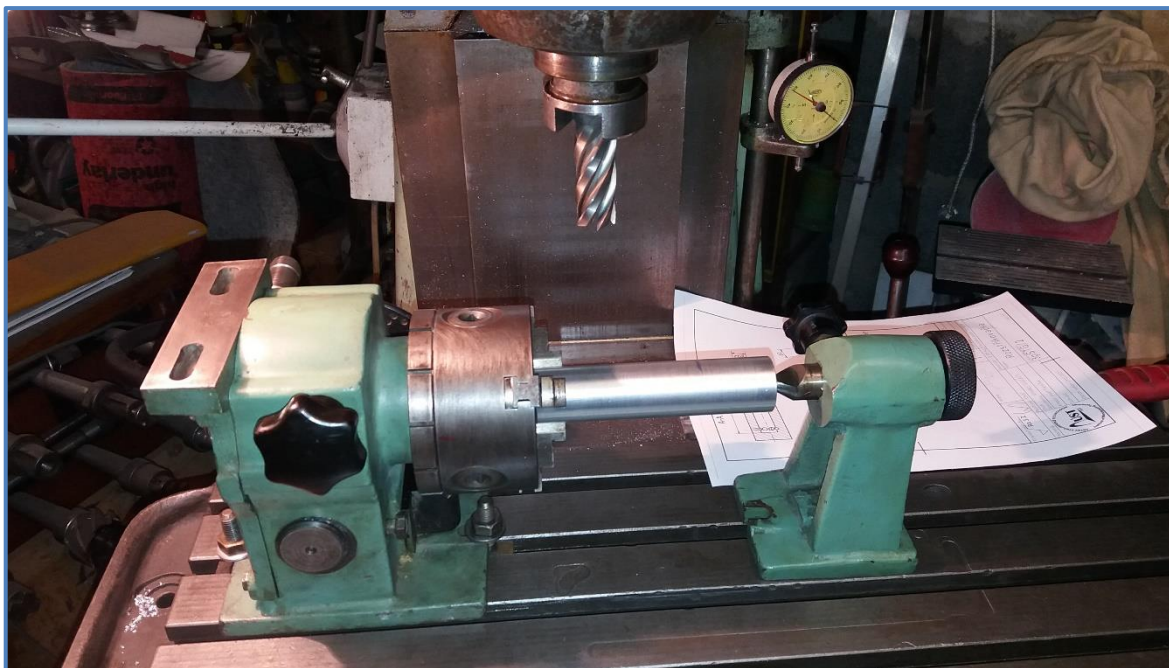
Obr. 1.4 Jmenovitý průměr třísky odebíraný zubem čelní frézy při symetrickém frézování.
Legenda: **D** – průměr frézy; **B** – šířka frézované plochy; f_z – posuv na zub; h_i – tloušťka třísky pro polohu **i** zubu frézy; a_p – šířka záběru ostří; **b** – jmenovitá šířka třísky; φ_1 – úhel posuvového pohybu pro polohu **i** zubu frézy; κ_r – nástrojový úhel nastavení hlavního ostří; ψ – úhel rozpětí polohy zubu frézy [3].

Kromě válcového a čelního frézování existují další způsoby frézování jako je třeba okružní frézování, které se používá pro obrábění válcových tyčí nebo frézování planetové, jenž se uplatňuje u číslicově řízených frézek, můžou se zde obrábět vnitřní zápichy nebo kruhová zaoblení vnějších válcových výstupků. [1]

Frézka je obráběcí stroj, na kterém se dají obrábět plochy různých druhů obrobků. Frézky existují v různých provedeních a dělí se většinou na vodorovné, svislé nebo univerzální. Součástí frézování krom samotné frézky jsou různé druhy přístrojů a nástrojů, které jsou součástí příslušenství a pomohou frézaři práci ulehčit a urychlit. Jedním tímto přístrojem je *dělicí přístroj*.

2 CHARAKTERISTIKA DĚLICÍHO PŘÍSTROJE

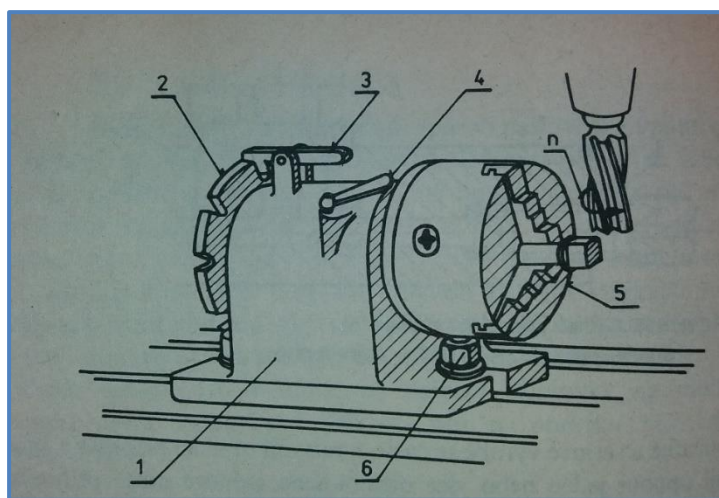
Dělicí přístroj neboli „*dělička*“ se většinou používá jako pomocné zařízení na konzolových frézkách, kde je součástí příslušenství. Jeho náplní práce je pootočit obrobek o určitý úhel, např frézování různých n-hranů, drážek na hřídelích, tvorbě zubů nebo tvorbě šroubovic. Je možné ho spatřit i v příslušenství různých vrtaček nebo brusek. Umožňuje přesné úhlové dělení, které se dá využít také u výroby nástrojů jako jsou vrtáky, výhrubníky či výstružníky. Obrobek se upne do sklíčidla dělicího přístroje, který je upevněn na stole obráběcího stroje, nebo může být také upevněn mezi hrot vřetena a koníku. V praxi existují různé druhy dělicích přístrojů, které se používají v závislosti na druhu práce. Pokud je potřeba vyfrézovat čtyřhran nebo šestihran, tak se použije jednoduchý dělicí přístroj, který se také nazývá dělicí přístroj s přímým dělením. Pro atypické hrany, jako je pětihran, sedmihran či devítihran se používají univerzální dělicí přístroje s nepřímým dělením či diferenciálním dělením. Rozteč, což je vzdálenost jedné plochy či drážky od druhé, se nazývá *dělicí krok* a počet dělicích kroků se nazývá *dělením*. [5]



Obr. 2.1 Frézka a dělicí přístroj.

2.1 Přímé dělení dělicího přístroje.

U přímého dělení se nepoužívají žádné složité výpočty, jelikož se zde nevyskytuje žádné převodové soukolí. Dělení zde proběhne přímo vyměnitelným dělicím kotoučem. Pro tento způsob dělení je zapotřebí mít dělicí kotouče, u kterých je počet zářezů pro západku totožný s roztečí nebo s jejími násobky. Nejčastěji se vyskytují dělicí kotouče s 12 a 24 zářezy, což znamená, že se může dělit na 2,3,4,6, či 12 stejných roztečí. Rozteče jako 7 nebo 8 zářezů se dosáhne za použití jiného dělicího kotouče. Tento princip dělení je typický pro jednoduché dělicí přístroje, jehož složení z daných komponent je zobrazeno na obr 2.2. [4]



Obr. 2.2 Jednoduchý dělicí přístroj. Legenda: 1 – těleso přístroje, 2 – dělicí kotouč, 3 – západka, 4 – šroub k zajištění polohy vřetena, 5 – sklíčidlo, 6 – upínací šroub, n– směr otáčení frézy [4].

Jednoduché dělicí přístroje se většinou používají v sériové výrobě, při frézování plošek čtyřhranů nebo šestihranů na šroubech a maticích. Jejich obsluhování je jednoduché, rychlé, a dokonce i přesné. V jistých časech byl jednoduchý přímý dělicí přístroj oblíben pro svou ovladatelnost jednou rukou i v hromadné výrobě. [4]

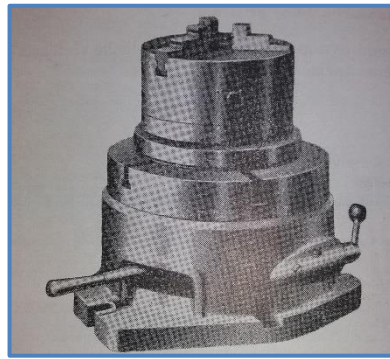
Přímým dělením je možnost získat velkou přesnost, když západka se zajistí do broušených zářezů:

- a) v rozdílu vzdálenosti mezi zářezy nejvýše 0,002mm,
- b) v rozdílu mezi nejmenší a největší vzdáleností mezi zářezy nejvýše 0,003mm. [5]

U hromadné výroby se kladou tyto požadavky:

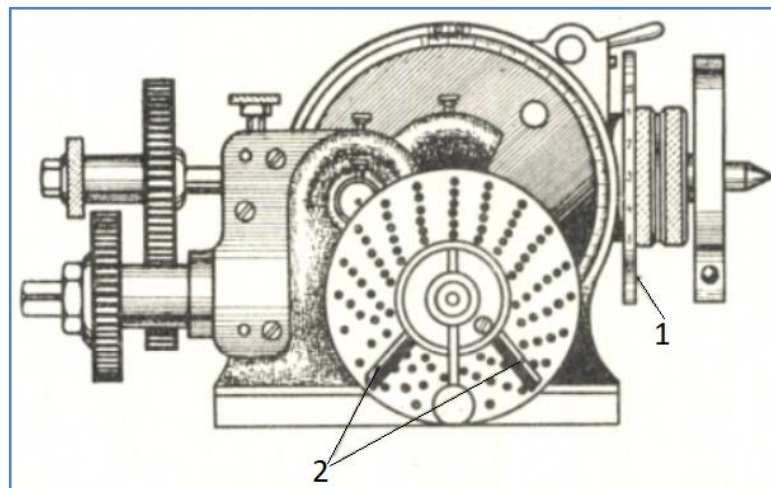
1. dělení nesmí vyžadovat žádnou zvláštní pozornost,
2. dělicí přístroj musí být snadno obsluhovatelný,
3. nesmí se vyskytnout žádné chyby při dělení. [5]

K jednoduchým dělicím přístrojům se řadí i tzv. *svislé dělicí přístroje* (obr. 2.3), které se zpravidla používají pro tvorbu drážek a zubů na čelních rovinných plochách, jako jsou třeba korunové matice. Dělicí přístroj se pomocí vodících drážek, které jsou na spodní straně, ustanoví na pracovní stůl frézky a následně se zajistí šrouby a obráběné součásti se upnou do univerzálního sklíčidla. [6]



Obr. 2.3 Svislý dělicí přístroj [6].

Dalším přístrojem, kterým se dá dělit přímo je *univerzální dělicí přístroj* (obr. 2.4). Aby se dalo na přístroji dělit přímo, tak se musí namontovat na hlavu dělicího vřetena dělicí kotouč se 24 dírami místo dělicího kotouče se zářezy, který se používá u jednoduchých ručních přístrojů. Dá se tedy dělit i bez použití šnekového soukolí 1:40, které je v tomto případě vyřazeno, a i bez použití tří vzájemně vyměnitelných dělicích kotoučů s dírkami na 2,3,4,6,12 a 24 stejných roztečí. [5]



Obr. 2.4 Dělicí přístroj s třemi výměnnými a jedním nevýměnným dělicím kotoučem k přímému dělení. Legenda: 1 – dělicí kotouč k přímému dělení, 2 – nůžkový ukazatel [5].

2.2 Nepřímé dělení dělicího přístroje

Nepřímé dělení se nazývá proto, že se zde vřeteno otáčí pomocí převodového mechanismu, který je tvořen ozubovým soukolím a dělicí klikou. Ozubené soukolí je složeno ze šneku a šnekového převodu v převodovém poměru 1:40, ale může se vyskytnout i jiný druh poměru převodu na přístroji např. 1:60, který se ve výrobě také může objevit. Dělicí přístroj s nepřímým dělením pracuje následovně: Dělicí klika se otočí a tím vyvolá pohyb na hřídeli šneku, jelikož jsou spolu spojeny. Pokud se dělicí klika otočí 40x, tak se daný obrobek upnutý ve vřeteni, otočí kolem své osy o 360°. Do dírek dělicího kotouče (obr. 2.5a) přitom zapadá kolík, který zajistí požadovanou rozteč. Dělicí kotouč se následně zajistí západkovým čepem, který udržuje polohu. Nejčastější výskyt dírek na roztečných kružnicích dělicích kotoučů (obr. 2.5b) bývá:

1. 15, 16, 17, 18, 19, 20,
2. 21, 23, 27, 29, 31, 33,
3. 37, 39, 41, 43, 47, 49. [4]

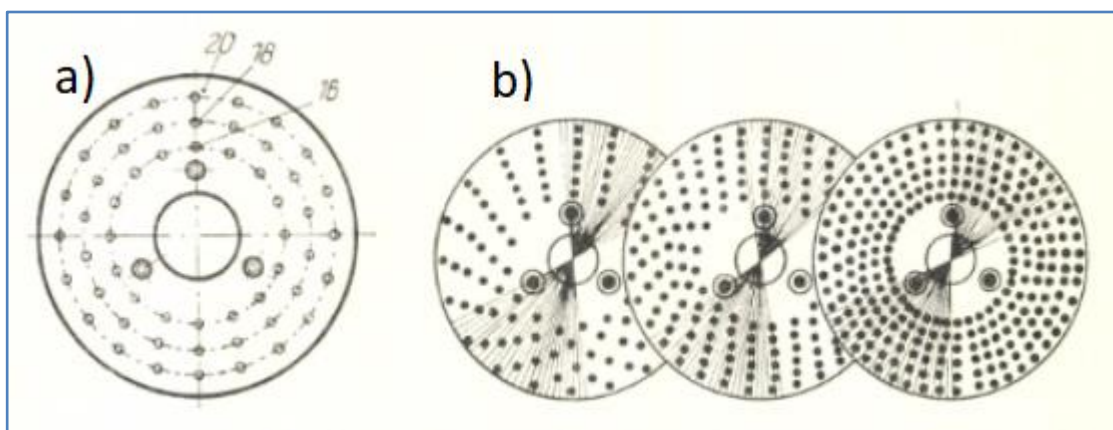
Pro výpočet otáček dělicích klikou není zapotřebí složitých výpočtů. Stačí využít zkušeností ze 4. třídy základní školy a použít malou násobilku. Postupuje se tedy takto:

- počet potřebných roztečí se označí z ,
- počet otáček klikou potřebných na jednu rozteč n ,
- počet otáček klikou na otočení vřetena o 360° se označí p . [6]

Rovnice (2.1) pro výpočet otáček klikou na zvolenou rozteč. [6]

$$n = \frac{p}{z} \quad [-] \quad (2.1)$$

kde: p – počet otáček klikou na otočení vřetena o 360°, z – počet potřebných roztečí, n – počet otáček dělicí kliky na jednu rozteč.



Obr. 2.5 Dělicí kotouč [5]: a) s dírkami, b) skupina tří kotoučů.

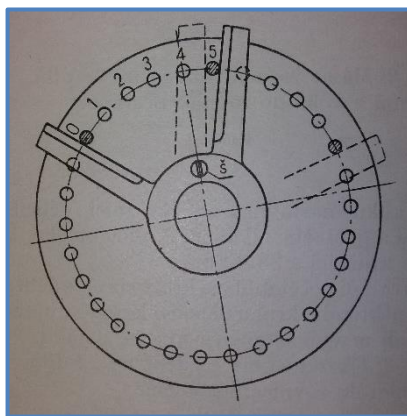
Například se má vytvořit 17 drážek na daném obvodu kulatiny. Dělicí přístroj má převodový poměr 1:40, a tak se může dosadit do rovnice (2.1).

$$n = \frac{p}{z} = \frac{40}{17} = \frac{34 + 6}{17} = 2 + \frac{6}{17}$$

Z vypočtené rovnice tedy vychází, že se dělicí klika 2x otočí a k tomu se navíc otočí o 6+1 děr na roztečné kružnici se 17 dírkami. Pokud není dělicí kotouč se 17 dírkami, tak se použije úprava zlomku na společný jmenovatel. Například existuje dělicí kotouč, kde je na dané rozteči 51 děr. [6]

$$\left(\frac{6}{17}\right) \cdot \left(\frac{3}{3}\right) = \frac{18}{51}$$

Z úpravy zlomku vyplývá, že se na rozteči o 51 dírkách 2x pootočí klikou a k tomu se přidá 18 +1 děr. Pro určování polohy děr se používá nůžkový ukazatel. Používá se proto, aby se při každém natočení nemusel počítat potřebný počet děr, jelikož je to náchylné na vytvoření chyb v počtu. Pomocí nůžkového ukazatele se na začátku práce nastaví poloha děr a pak už se jen během práce otáčí klikou a nůžkovým ukazatelem, který je zajištěný šroubem. Už není potřeba nadále nic počítat. [6]



Obr. 2.6 Nůžkový (úhlový) ukazatel zajišťuje polohu a zamezuje pootočení dělicí kliky.
Legenda: š – zajišťovací šroub [6].

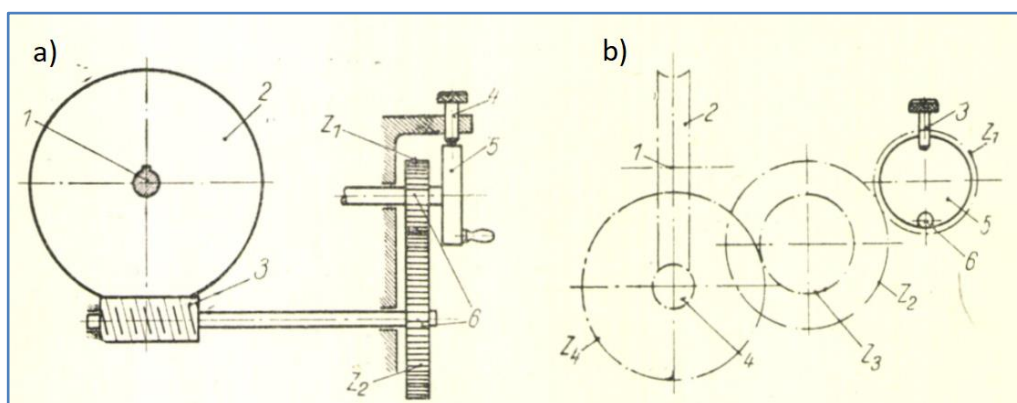
Počet děr již zmíněných 18+1 nebo 6+1 zaručuje tedy přesnost dělení. Jedno rameno úhlového ukazatele tedy ukazuje na počáteční nulu a druhé ukazuje díрку, na kterou se bude zajišťovat kolík (obr.2.6). V rovnici (2.1) se tedy nepočítá počet děr, které budeme zajišťovat, ale počet mezer, které ty díry vymezují. Obrázek 2.6 ukazuje dělení na rozteči 30 děr po 6 dírkách a 5 mezer. V případě dělení zmíněných 17 drážek se bude dělit po 2 otočkách dělicí klikou a 7 děr a 6 mezer či 19 děr a 18 mezer.

Pro urychlení práce má každý typ univerzálního dělicího přístroje tabulku dělení (tab. 2.1), kde jsou všechny možné způsoby dělení, které jdou uskutečnit. Samozřejmě nejdou uskutečnit všechna možná dělení na jednom přístroji. Například prvočísla se velmi špatně dělí. Tento problém byl postupem času vyřešen diferenciálním dělením. [6]

Tab. 2.1 Nepřímé dělení univerzálního dělicího přístroje [6].

Počet dílů	Kruh s počtem děr	Počet otáček kliky	Počet děr	počet dílů	Kruh s počtem děr	Počet otáček kliky	Počet děr
2		20		49	49	0	40
3	24	13	8	50	25	0	20
4		10		51	51	0	40
5		8		52	39	0	30
6	24	6	16	53	53	0	40
7	28	5	20	54	54	0	40
8		5		55	66	0	48
9	54	4	24	56	28	0	20
10		4		57	57	0	40
11	66	3	42	58	58	0	40
12	24	3	8	59	59	0	40
13	39	3	3	60	42	0	28
14	49	2	42	62	62	0	40
15	24	2	16	64	24	0	15
16	24	2	12	65	39	0	24
17	34	2	12	66	66	0	40
18	54	2	12	68	34	0	20
19	38	2	4	70	28	0	16
20		2		72	54	0	30
21	42	1	38	74	37	0	20
22	66	1	54	75	30	0	16
23	46	1	34	76	38	0	20
24	24	1	16	78	39	0	20
25	25	1	15	80	34	0	17
26	39	1	21	82	41	0	20
27	54	1	26	84	42	0	20
28	42	1	18	85	34	0	16
29	58	1	22	86	43	0	20
30	24	1	8	88	66	0	30
31	62	1	18	90	54	0	24
32	28	1	7	92	46	0	20
33	66	1	14	94	47	0	20
34	34	1	6	95	38	0	16
35	28	1	4	96	24	0	10
36	54	1	6	98	49	0	20
37	37	1	3	100	25	0	10
38	38	1	2	102	51	0	20
39	39	1	1	104	39	0	15
40		1		105	42	0	16
41	41	0	40	106	53	0	20
42	42	0	40	108	54	0	20
43	43	0	40	110	66	0	24
44	66	0	60	112	28	0	10
45	54	0	48	114	57	0	20
46	46	0	40	115	46	0	16
47	47	0	40	116	58	0	20
48	24	0	20	118	59	0	20
				120	66	0	22

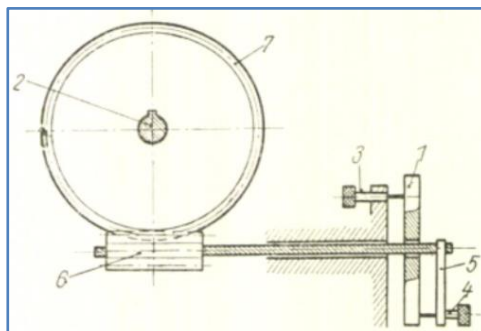
Vytvoření tabulek není jediný způsob urychlení práce na dělicím přístroji. Existují různé modifikace přístroje, které usnadňují práci jak v kusové, tak i v sériové výrobě. Jedním tímto typem modifikace je *usnadněné dělení* (obr. 2.7). Tento přístroj je v sériové výrobě koncipován na předem určenou věc. Může ho obsluhovat i nekvalifikovaný pracovník bez zkušeností. Na tomto přístroji se totiž nevyskytují rozteče dírek na dělicím kotouči, ale pouze jedna dírka pro západku. Pracovník tedy nemůže udělat chybu v součtu dírek. Mezi hřídel šneku a klikový mechanismus jsou vložena výměnná ozubená kola, která se mohou vyskytovat v jedné rovině či ve dvou rovinách. Převodový poměr se tedy nemění počtem děr na dělicím kotouči, ale mění se počtem a velikostí ozubených výměnných kol vložených do daných rovin. [5]



Obr. 2.7 Dělicí přístroj: Schéma dělicího přístroje k usnadněnému dělení.

Legenda a): 1 – dělicí vřeteno; 2 – šnekové kolo; 3 – jednochodý šnek; 4 – čep západky; 5 – klikový kotouč s jedním zářezem pro západku; 6 – výměnná kola Z_1 a Z_2 v jedné rovině.
Legenda b): 1 – dělicí vřeteno; 2 – šnekové kolo; 3 – čep západky; 4 – šnek; 5 – klikový kotouč; 6 – rukojeť; $Z_1 \div Z_4$ – výměnná kola ve dvou rovinách [5].

Další úprava a modifikace dělicího přístroje je *sdužené dělení* (obr. 2.8). V praxi se téměř nevyskytuje, jelikož zde hrozilo zaměnění roztečných kružnic, které se zde vyskytovaly ve větším počtu. Ještě navíc se zde vyskytuje mrtvý chod, takže dělení není příliš přesné. Jedná se o kombinovanou metodu, při níž se používá dvou roztečných kružnic na jednom kotouči. Co se týká obsluhy, tak nejdříve se musí otočit dělicí klikou a potom spolu s ní i dělicím kotoučem s dírkami. Sdužené dělení se stalo později předlohou pro diferenciální dělení, které se stalo mnohem flexibilnější. [6]



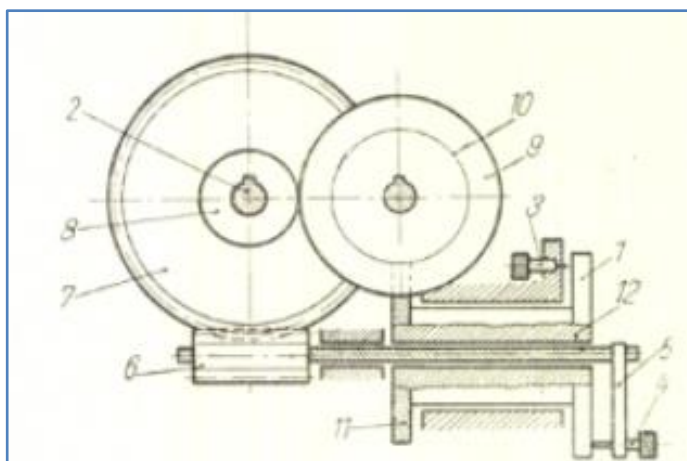
Obr. 2.8 Schéma seřízení dělicího pro sdužené dělení.

Legenda: 1 – dělicí kotouč; 2 – dělicí vřeteno; 3 – zadní zajišťovací kolík; 4 – přední zajišťovací kolík; 5 – dělicí klika; 6 – šnek; 7 – šnekové kolo [5].

2.3 Diferenciální dělení

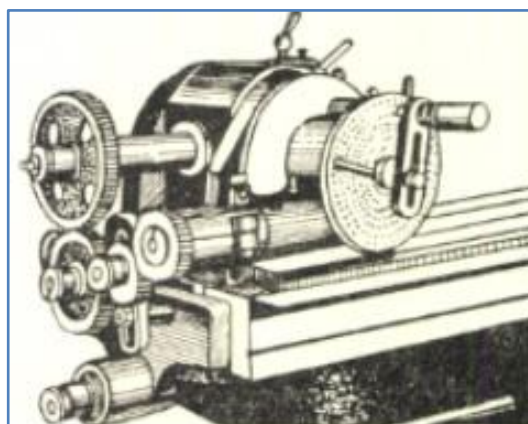
Jedná se o metodu dělení, které je poměrně účinné, ale v praxi se bohužel nedostalo takového vyznání. Způsob dělení je složitý a chyba zde je poměrně často k vidění. Tento způsob dělení se většinou používá, tam kde nepřímé dělení nemůže dosáhnout přesného počtu dílů. Jedním z příkladů je dělení prvočíslem, kde nepřímé dělení je schopno dělit jen málokterá prvočísla, za to diferenciální dělení jich zvládne podstatně více a přesněji. Diferenciálním přístrojem (obr. 2.9) se může dělit počet dílů od 2 do 400. [6]

Univerzální dělicí přístroj má pro diferenciální dělení sadu výměnných kol A, B, C, D, které se upevňují mimo přístroj a spojují dělicí vřeteno s dělicím kotoučem. Každé diferenciální dělení má k univerzálnímu přístroji pro urychlení práce přidělené tabulky kol, které se dají používat (tab. 2.2). Tabulka vychází z rovnice (2.2) na výpočet ozubených kol pro diferenciální dělení. [6]



Obr. 2.9 Soukolí univerzálního dělicího přístroje.

Legenda: 1 – dělicí kotouč s dírkami; 2 – dělicí vřeteno; 3 – zadní zajišťovací kolík (vysunutý); 4 – přední zajišťovací kolík; 5 – dělicí klika; 6 – šnek; 7 – šnekové kolo; 8 a 9 – výměnná kola; 10 a 11 – šroubové soukolí; 12 – pouzdro [5].



Obr. 2.10 Univerzálního dělicí přístroj s diferenciálním soukolím [5].

Slovo *différence* pochází z francouzského jazyka a znamená rozdíl, takže občas je možné zaslechnout starobylý výraz „*rozdílový přístroj*“. Existují případy, kdy nevystačí počet dírek na dělicím kotouči, a tak se použije dělicí klika k rozdělení na menší nebo větší počet dílů. Rozdíl neboli *diference* se následně dosáhne pomocí současného natáčení dělicího kotouče. Jak již bylo zmíněno, dělicí kotouč musí být spojen s dělicím vřetenem ozubenými koly a to tak, aby se dali v provozu, co nejrychleji vyměňovat. Diferenciální dělení tedy probíhá vždy tak, že se dělicí klika a dělicí kotouč navzájem otáčejí ve směru stejnosměrném nebo opačném. Záleží na kolik kusů je třeba dělit a jaké druhy ozubených kol jsou po ruce. [5]

2.3.1 Diferenciální dělení stejnosměrné

Postup stejnosměrného dělení začíná tak, že se dělicí kolík umístěný na dělicí klice vysune z dírky na dělicím kotouči, a daná klika se otočí o 360°. Klika se následně ocitne v počáteční poloze, ale daný kolík nemá kam zapadnout nebo zapadne do jiné dírky, jelikož se počáteční dírka na dělicím kotouči taktéž pootočila ve stejném směru jako klika. Aby mohl kolík zapadnout do počáteční dírky, tak musí klika danou díрку dohnat. To znamená, že se musí pootočit o více jak 360°. Dělí se tedy na menší počet dílů. [7]

Pro ukázkou je hřídel, na níž se má vytvořit 113 drážek. Dělník se tedy může podívat do tabulek a zjistí, kolik výměnných kol s danými zuby bude potřebovat a o kolik děr bude muset otočit na roztečné kružnici.

Převod výměnných ozubených kol i se stanoví rovnicí (2.2)

$$i = \frac{A}{B} \cdot \frac{C}{D} = 40 - z \cdot \frac{p}{n} \quad [-] \quad (2.2)$$

kde: A, B, C, D jsou ozubená kola v poměru, z – počet dílů na který se dělí, p – počet děr příslušný požadovanému dělení a n – celkový počet děr na dané roztečné kružnici.

Zvolí se p a n většinou tak, aby mezi sebou měli určitý jednoduchý poměr.

V tomto případě se volí $p:n = 40:120$, a pak následuje dosazení do rovnice 2.2.

$$i = 40 - 113 \cdot \frac{40}{120} = 40 - \frac{113}{3} = \frac{120 - 113}{3} = \frac{7}{3}$$

Výsledný zlomek vyšel 7:3, což je výsledný poměr pro výměnná ozubená kola. Potřeba jsou kola, která budou mít 7 a 3 zuby, ale bohužel neexistují. Musí se tedy daný zlomek upravit vynásobením čitatele a jmenovatele společným číslem.

$$\frac{7}{3} = \frac{7 \cdot 8}{3 \cdot 8} = \frac{56}{24}$$

Čísla 56 a 24 odpovídají počtu zubů v sadě kola k nim se ještě mohou použít vložená kola s libovolným počtem zubů. Když vyšla hodnota i kladná, tak se musí volit počet vložených kol tak, aby smysl otáčení dělicího kotouče a dělicí kliky byl stejným směrem. Proto se tomu říká dělení stejnosměrné. [7]

2.3.2 Diferenciální dělení protisměrné

Znovu se začíná tak, že se dělicí kolík vysune z dané dírky umístěné na rozteči a klika spolu s kolíkem se otočí. V tomto případě se však klika neotočí o 360° , ale o něco méně, aby kolík zapadl do počáteční dírky. Dělicí klika a dělicí kotouč jsou v tomto případě protichůdný a točí se navzájem proti sobě. To je zajištěno díky sadě výměnných kol, které daný dělicí přístroj má v obsahu příslušenství. Takto se dá dělit na větší počet dílů. [7]

V sadě výměnných dělicích kol se většinou vyskytují normovaná ozubená kol s 24, 25, 26, 28, 30, 32, 40, 44, 48, 56, 64, 72, 80, 86, 88, 100 a 127 zuby.

Další příklad pro diferenciální dělení může být dělení na 121 dílů na hřídeli. Postupuje se podobně jako u stejnosměrného dělení, a to pomocí rovnice (2.2).

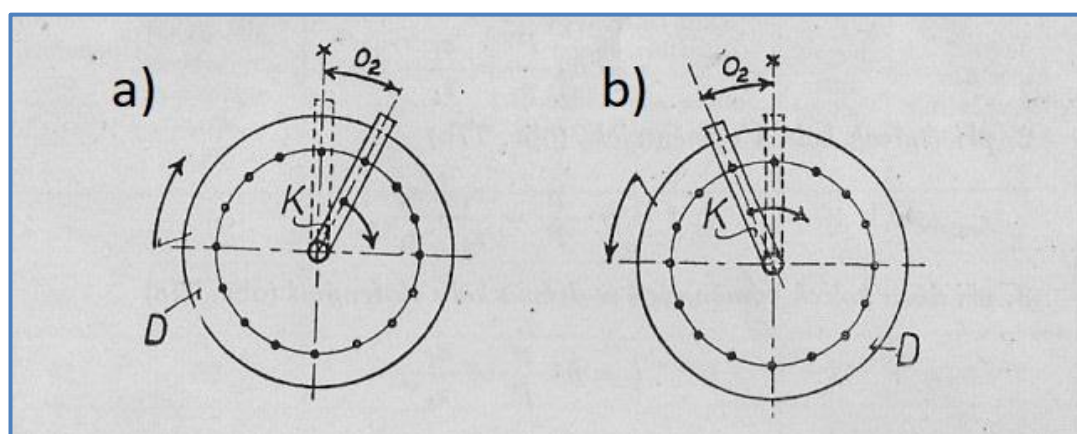
I v tomto případě se volí $p:n = 40:120$.

$$i = 40 - 121 \cdot \frac{40}{120} = 40 - \frac{121}{3} = \frac{120 - 121}{3} = -\frac{1}{3}$$

Výsledný poměr je tedy záporné číslo. Zlomek se musí upravit tak, aby odpovídal počtu zubů na ozubených kolech v sadě pro dělicí přístroj.

$$-\frac{1}{3} = \frac{1.24}{3.24} = -\frac{24}{72}$$

V sadě se vyskytují ozubená kola s 24 a 72 zuby. Teď záleží, jak se uspořádají na lyru dělicího přístroje. Vyšlo záporné číslo, to znamená, že dělicí klika a dělicí kotouč se otočí ve směru opačném. Docílí se toho tak, že se mezi vypočtená ozubená kola vloží minimálně dvě výměnná ozubená kola, která zajistí opačných chod dělicí kliky a dělicího kotouče. [7]



Obr. 2.11 Diferenciální dělení [7]: a) stejnosměrné, b) protisměrné.

Jak již bylo uvedeno, tak dělicí přístroj může dělit na počet dílů od 2 až do 400, což je obrovský rozsah dělení. Každý diferenciální dělení má podobně jako nepřímé dělení svoje tabulky, které se liší jen pro určitý dělicí přístroj. Zde (tab. 2.2) je pro představu výňatek, jak taková tabulka vypadá.

Tab. 2.2 Diferenciální dělení univerzálního dělicího přístroje [6].

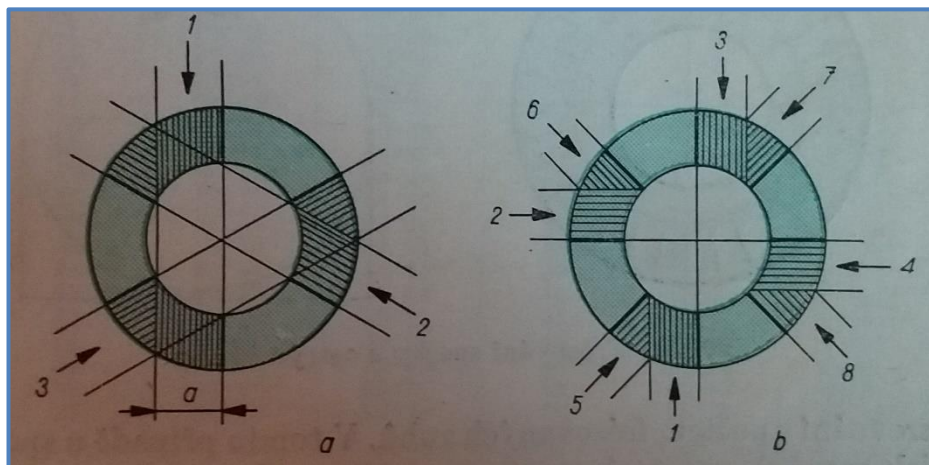
Počet dílů	Kruh s počtem děr	Počet otáček kliky	Počet zubů kol				Počet vložených kol
			A	B	C	D	
60	42	28/42					
61	42	28/42	48			32	2
62	62	40/62					
63	42	28/42	24			48	2
64	24	15/24					
65	39	24/39					
66	66	40/66					
67	28	16/28	28			48	1
68	34	20/34					
69	28	16/28	56			32	1
70	28	16/28					
71	28	16/28	56			32	2
72	54	30/54					
73	28	16/28	28			48	2
74	37	20/37					
75	30	16/30					
76	38	20/38					
77	30	15/30	32			48	1
78	39	20/39					
79	30	15/30	48			24	1
80	30	15/30					
81	30	15/30	48			24	2
82	41	20/41					
83	30	15/30	32			48	
84	42	20/42					
85	34	16/34					
86	43	20/43					
87	54	24/54	24			32	1
88	66	30/66					
89	54	24/54	72			32	1
90	54	24/54					
91	54	24/54	72			32	2
92	46	20/46					
93	54	24/54	24			32	2
94	47	20/47					
95	38	16/38					
96	24	10/24					
97	25	10/25	40			48	1
98	49	20/49					
99	25	10/25	100			40	1
100	25	10/25					
101	25	10/25	100			40	2
102	51	20/51					
103	25	10/25	40			48	2
104	39	15/39					
105	42	16/42					
106	53	20/53					
107	25	10/25	40	48	24	56	1
108	54	20/54					
109	25	10/25	40	48	24	72	1
110	66	22/66					

2.4 Zvláštní typy operací na univerzálních dělicích přístrojích

U frézování nastanou situace, kdy je použití dělicích přístrojů nezbytné. Může to být např. frézování obvodových nebo čelních drážek a zářezů, frézování různých čtyřhranů a šestihranů, zubů na ozubená kola, spojky a další. Tyhle zmíněné operace jsou v kusové výrobě celkem časté, ale existují i operace, u kterých by těžko někdo řekl, že se ještě dnes dají vyrobit jen za pomoci dělicího přístroje. Jsou to např. frézování drážek s rozlišnou roztečí, frézování šroubovitých drážek nebo frézování vaček pro automobily. [5, 6]

2.4.1 Frézování zubů spojky

V dnešní době se tento druh obrábění spojky moc nevyskytuje. Je to poměrně časově náročný druh obrábění, ale během rozšíření výroby automobilů našel velké opodstatnění. Jednoduché spojky s kolmými čely zubů se většinou frézovali pomocí válcové stopkové frézy nebo pomocí kotoučové frézy. Fréza se nastavila tak, aby její čelní plocha byla v rovině procházející osou dělicího vřetená. [6]



Obr. 2.12 Frézování zubů spojky [6]: a) spojka se třemi zuby, b) spojka se čtyřmi zuby.

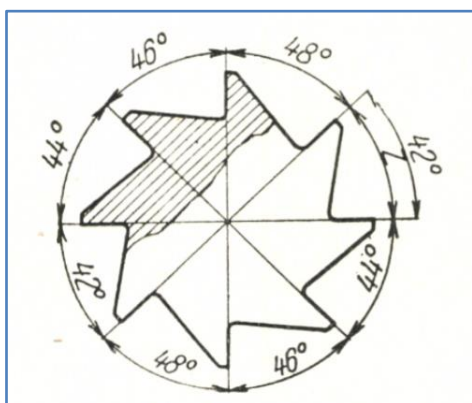
Ve výrobě existovalo frézování lichých (obr. 2.12a) a sudých (obr. 2.12b) zubů. Šířka kotoučové frézy musí být stejná s nejmenší šířkou mezery, která je na obr. 2.12 označena písmenem a . Lichý počet zubů se dal vytvořit na tři průchody kotoučovou frézou, jelikož se každým průchodem obrobila strana každého z obou protějších zářezů. Nadále se pomocí dělicího přístroje obrobek otočil o 120° a opět fréza vytvořila plochu na jeden průchod. Z toho vyplývá, že počet zubů spojky je stejný jako počet průchodů. Co se týká obrábění sudých zubů, tak je to operace časově delší, jelikož se každá zubová mezera musela obrábět zvlášť. Počet průchodů je zde dvojnásobně větší, než je počet zubů spojky. U tohoto případu se při obrábění menších spojek musela vyměnit kotoučová fréza za stopkovou, jelikož kotoučová fréza má velký výběh. Proto zuby s lichým uspořádáním zubů jsou výhodnější jak z hlediska časového, tak z hlediska ekonomického. Nadále se pak ještě volí vnitřní průměr spojky tak, aby byl větší než jedna polovina vnějšího průměru z důvodu průchodu frézy vnitřní mezerou. [5, 6]

Dnešní NC stroje jsou schopné vytvořit spojky mnohonásobně rychleji a přesněji. I přesto se najdou nástrojařské firmy, které frézování spojky pomocí dělicího přístroje praktikují, ale to jen v zakázkové výrobě, a i tak je to celkem ojedinělý případ.

2.4.2 Frézování drážek s rozlišnou roztečí

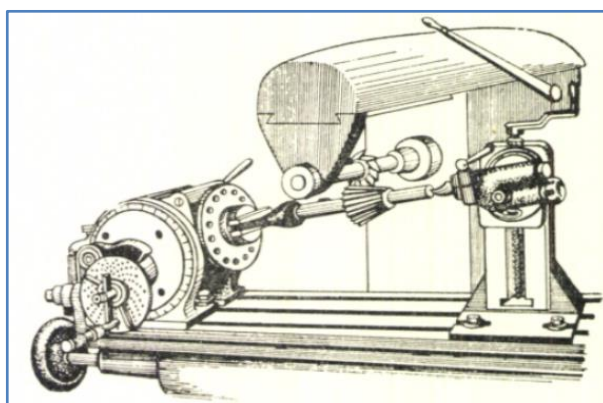
Pod frézováním drážek s rozlišnou nebo také s nestejnou roztečí se dá představit např. výroba výstružníků (obr. 2.14). Výstružník je nástroj, který slouží k dokončování vrtacích operací, kde zajišťuje přesnost díry s danou tolerancí. Je složen ze sudého počtu zubů a několika drážek s různou nebo se stejnou roztečí. Rozteče se většinou volí tak, aby bříty dvou protilehlých zubů ležely vždy na společném průměru, díky tomu se dá měřit průměr jednoduchým posuvným měřidlem. [6]

V hromadné výrobě se výstružníky většinou vyráběly tak, že se vytvořil speciální dělicí kotouč, na kterém proběhlo veškeré dělení. V tomto případě nebylo zapotřebí univerzálního dělicího přístroje a stačilo dělení pomocí jednoduchého nástroje s jedním dělicím kotoučem. Potřebný počet otáček se volil pro každou rozteč zvlášť, což vyřadilo z provozu nůžkový ukazatel, který pro tento účel nebyl vytvořen. Počet děr na roztečné kružnici, který se použil, musel mít společný násobek s počtem otáček dělicí kliky. Podle počtu děr a otáček se navíc také musely volit příslušné středové úhly, a to takovým způsobem, aby byly úměrné roztečím a aby byly sevřeny poloměry, na nichž ležely dva přilehlé zuby (obr. 2.13). [5, 6]



Obr. 2.13

Průřez výstružníku
s nepravidelnými roztečemi [5].



Obr. 2.14 Výroba výstružníku s nestejnými roztečemi [5].

Tab. 2.3 Dělení při frézování drážek výstružníků s nestejnou roztečí [6].

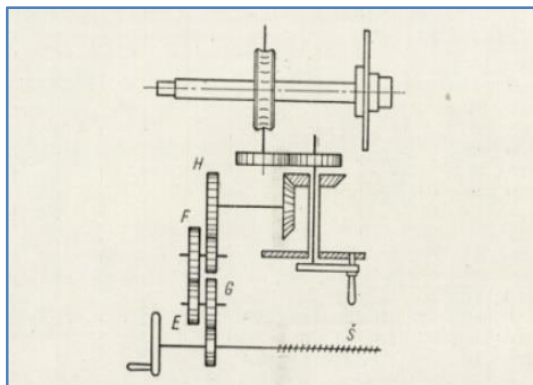
Počet zubů výstružníku	Kruh s počtem děr	Otáčky dělicí kliky				
		1	2	3	4	5
6	42	5 30/42	6 23/42	7 26/42		
8	42	4 12/42	4 32/42	5 10/42	5 30/42	
10	49	3 21/49	3 35/49	4	4 14/49	4 28/49

Ukázkový příklad seřízení:

Má-li se na výstružníku vyfrézovat 6 zubových drážek s různou roztečí, tak podle tabulky dělení (tab. 2.3) se použije dělicí kruh se 42 dírami a pro první zub se oddělí rozteč 5 plnými otáčkami a 30 dírami na dělicím kruhu, pro druhý zub se oddělí rozteč 6 plnými otáčkami a 23 dírami a pro třetí zub se oddělí rozteč 7 plnými otáčkami a 26 dírami na dělicím kruhu. [6]

2.4.3 Frézování šroubových drážek

Základní věc u obrábění šroubových drážek je zajistit posuv stolu frézky s dělicím přístrojem tak, aby při otočení obrobku začala fréza obrábět drážku pod určitým úhlem. Velikost úhlu mezi frézou a osou dělicího přístroje závisí na úhlu stoupání šroubovice.



Obr. 2.15 Schéma převodů při frézování šroubovic.

Legenda: E, F, G, H – sada výměnných kol, Š – pohybový šroub [6].

Jak již bylo zmíněno, tak posuv stolu frézky a počet otáček obrobku upnutého v dělicím přístroji, jsou dva navzájem závislé pochody (obr. 2.15). K tomu, aby nastal potřebný převod požadovaných rychlostí mezi dělicím kotoučem a posuvným stolem existuje posuvový šroub, který danou operaci splňuje. U tohoto typu obrábění nelze použít dělicí přístroj s diferenciálním dělením, jelikož v místech, kde jsou výměnná kola u diferenciálního dělení, je zapotřebí ozubený převod (soukolí) mezi posuvovým šroubem a vřetenem dělicího přístroje. Samotná dělicí klika u tohoto procesu není moc potřebná, jelikož si posuvový šroub určuje dělicí proces sám. Dělicí klika je tedy spojena s dělicím kotoučem pomocí západkového kolíku po celou dobu obrábění. Ostatní dělicí segmenty, jako je dělicí šnekové soukolí uvnitř dělicího přístroje, zůstávají beze změny. [5, 6]

Stejně jako diferenciální dělení mají i převodová kola svoje vlastní rozměry a počty zubů, která jsou součástí příslušenství u frézek při tvorbě šroubových drážek. Jedná se o ozubená kola s následujícím počtem zubů: 24, 28, 32, 40, 48, 56, 64, 72 a doplnění sady se mohou objevit i kola s 44, 86, 100 zuby podle normy DIN 782. [5, 6]

U frézování šroubovic se také vyskytují tabulky pro ulehčení práce frézaři. Každá tabulka se liší podle toho, jaké je stoupání závitu pohybového šroubu. Většinou se vyskytují závity se stoupáním s 5 nebo 6 mm. Pokud tabulky nejsou k dispozici, tak se dají provést výpočty, pomocí nichž je možné zjistit stoupání šroubovice nebo druhy kol na převodovém soukolí. Stoupání šroubovice se dá vypočítat podle následujících rovnic 2.3–2.5. [5, 6]

$$\tan \beta = \frac{\text{délka oblouku}}{\text{stoupání}} = \frac{\pi \cdot d}{s} \quad [-] \quad (2.3)$$

$$s = \frac{\pi \cdot d}{\tan \beta} \quad [mm] \quad (2.4)$$

$$l = \frac{\pi \cdot d}{\cos \alpha} = \frac{s}{\cos \beta} \quad [mm] \quad (2.5)$$

kde: α je úhel stoupání šroubovice, β – úhel nastavení nebo natočení stolu frézky, d – průměr obrobku, l – rozvinutá délka jednoho závitu šroubovice, s – stoupání šroubovice.

Další rovnicí určující počet otáček posuvového šroubu, které jsou potřeba pro stoupání šroubovice s za jednu otáčku dělicího vřetena je

$$n_s = \frac{s}{s_\xi} \quad [-] , \quad (2.6)$$

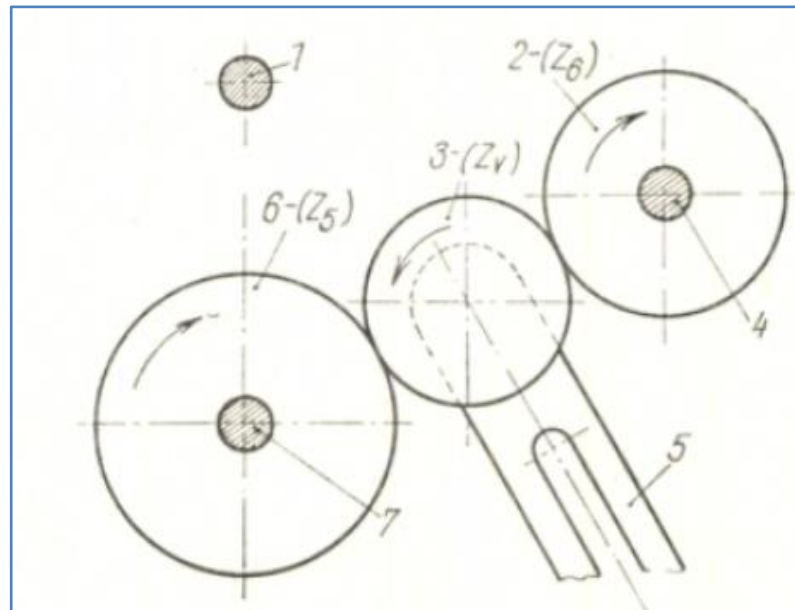
kde s_ξ je stoupání posuvového šroubu podélného posuvu stolu frézky. Převodový poměr ozubených kol i se pak může spočítat podle vztahu (rov. 2.7)

$$i = n_s = \frac{Z_6 \cdot Z_8}{Z_5 \cdot Z_7} \cdot n_v \quad [-] , \quad (2.7)$$

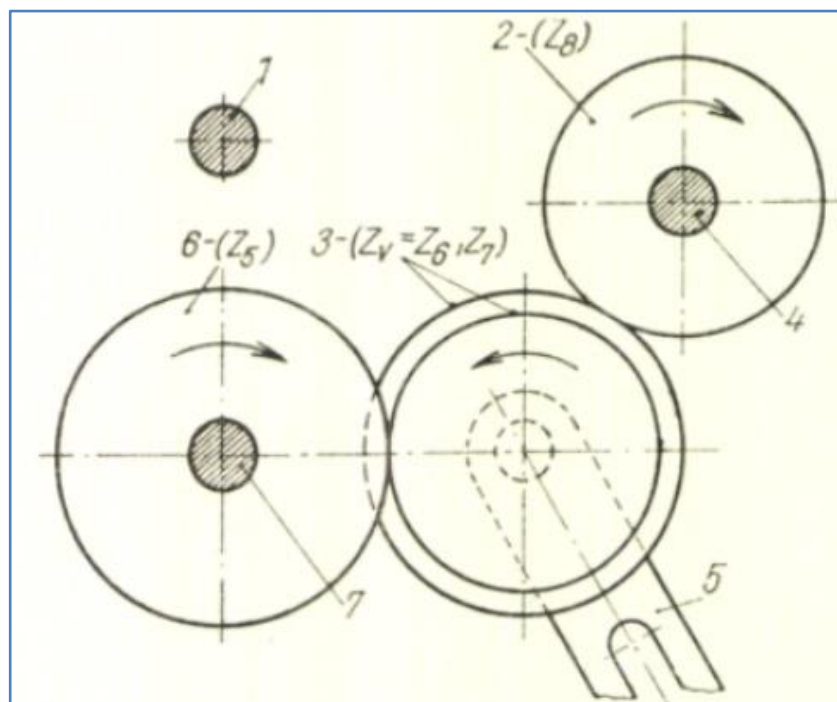
kde n_v je počet otáček dělicí kliky na jednu otáčku vřetena dělicího přístroje a $Z_5 - Z_8$ jsou ozubená kola. Z toho vyplývá celkový vztah pro převodový poměr ozubených kol

$$i = n_s = \frac{Z_5 \cdot Z_7}{Z_6 \cdot Z_8} = \frac{n_v}{n_s} \quad [-] . \quad (2.8)$$

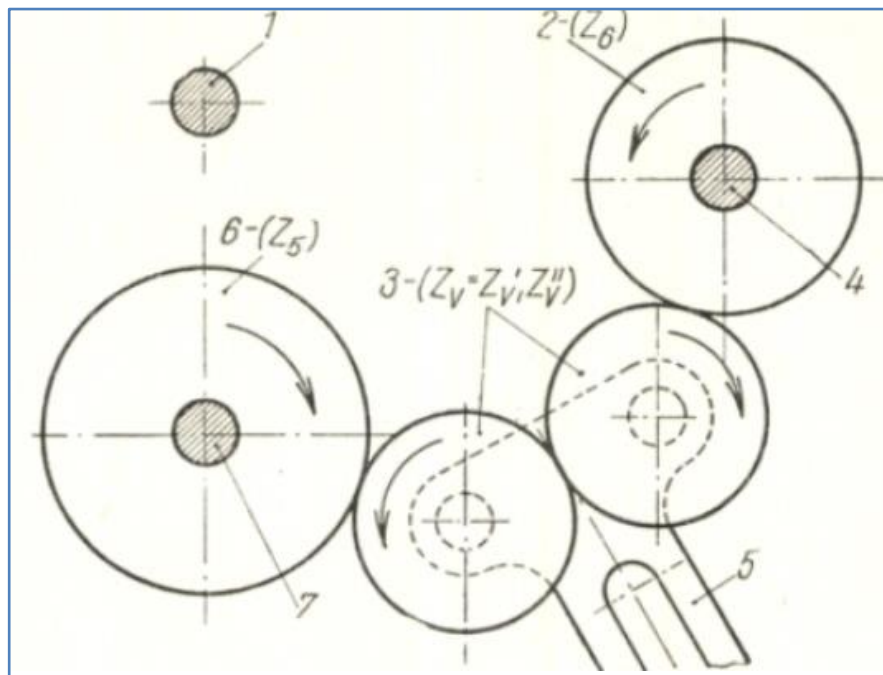
Další důležitý poznatek je, jestli se bude jednat o pravý nebo levý směr otáčení šroubovice. Posuvový šroub má většinou pravý závit, tak když má obrobek stejný smysl otáčení, tak se vyrobí pravá šroubovice a pokud má posuvový šroub levý závit, tak se vyrobí levá šroubovice. Spojuje-li dělicí klika a západkový zajišťovací kolík dělicí kotouč a hřídel šneku, tak musí být převodové soukolí dělicího přístroje seřazeno tak, aby hřídel kuželového kola Z_8 měl stejný smysl otáčení jako vřeteno dělicího přístroje. Potom se vyfrézuje při stejném směru otáčení posuvového šroubu a hřídele kuželového kola drážka s pravou šroubovicí. Jelikož dvě do sebe zapadající kola mají opačný směr otáčení, tak je tento problém třeba vyřešit mezikolem vloženým mezi kola Z_5 a Z_6 u jednoduchého převodu kol (obr. 2.16) pro pravou šroubovicí. V některých případech je možno i spatřit dvojité uspořádání převodu ozubených kol (obr. 2.17), kde výměnná kola Z_7 a Z_6 jako dvoukolí uložené na společném čepu přenáší kinematiku na kolo Z_8 (obr. 2.18). U frézování levé šroubovice musí posuvový šroub a hřídel kuželové kola mít navzájem opačný smysl otáčení. Toho se docílí přidáním dalších výměnných kol na lyro určené pro levý chod šroubovice. Stejně i zde existuje dvojitý převod, který je zajištěn dvěma lyry pro speciální druhy levých šroubovic (obr. 2.19). [5, 6]



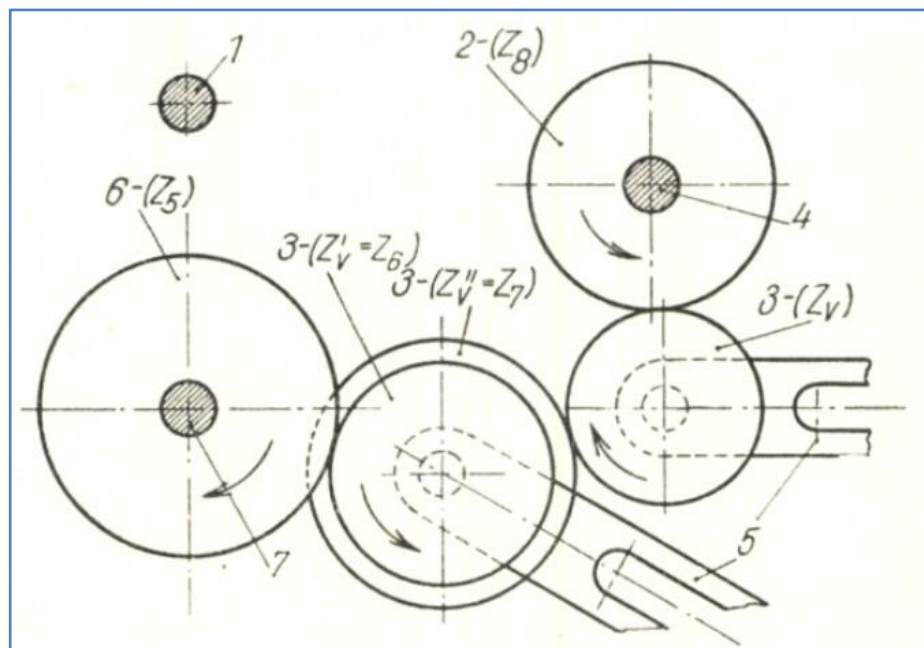
Obr. 2.16 Převodové soukolí s jednoduchým převodem při tvorbě drážky s pravou šroubovicí. Legenda: 1 – vřeteno dělicího přístroje; 2 – hnané výměnné kolo Z_2 ; 3 – mezikolo Z_3 ; 4 – hřídel kuželového kola; 5 – lyra kol; 6 – hnací výměnné kolo Z_6 ; 7 – posuvový šroub stolu frézky [5].



Obr. 2.17 Převodové soukolí s dvojitým převodem při tvorbě drážky s pravou šroubovicí. Legenda: 1 – vřeteno dělicího přístroje; 2 – hnané výměnné kolo Z_2 ; 3 – mezikolo Z_3 ; 4 – hřídel kuželového kola; 5 – lyra kol; 6 – hnací výměnné kolo Z_6 ; 7 – posuvový šroub stolu frézky [5].

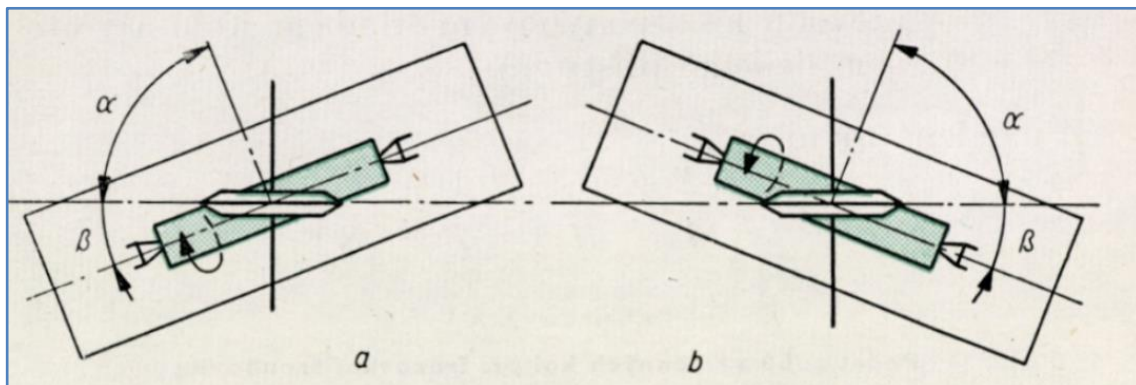


Obr. 2.18 Převodové soukolí s jednoduchým převodem při tvorbě drážky s levou šroubovicí.
Legenda: 1 – vřeteno dělicího přístroje; 2 – hnané výměnné kolo Z_6 ; 3 – mezikolo Z_V ; 4 – hřídel kuželového kola; 5 – lyra kol; 6 – hnací výměnné kolo Z_5 ; 7 – posuvový šroub stolu frézky [5].



Obr. 2.19 Převodové soukolí s dvojitým převodem při tvorbě drážky s levou šroubovicí.
Legenda: 1 – vřeteno dělicího přístroje; 2 – hnané výměnné kolo Z_8 ; 3 – mezikolo Z_V ; 4 – hřídel kuželového kola; 5 – lyra kol; 6 – hnací výměnné kolo Z_5 ; 7 – posuvový šroub stolu frézky [5].

Při frézování drážek ve tvaru šroubovice je nezbytně nutné znát jeden z údajů α – úhel stoupání šroubovice nebo β – úhel nastavení nebo natočení stolu frézky (obr. 2.20). Jeden je závislý na druhém, jelikož tvoří doplněk do úhlu 90° . Součet obou úhlů tedy je $\alpha + \beta = 90^\circ$. Na univerzální frézce se může stůl otočit až o 45° na obě strany. Při menším úhlu stoupání šroubovice α , který by znamenal β větší než 45° by se musel použít frézovací vřeteník, který je schopný obrábět pod jakýmkoliv úhlem. Údaje pro frézování šroubovic je v návodu dělicího přístroje k tomu určeném nebo se to dá dopočítat pomocí rovnic. [5]



Obr. 2.20 Natočení pracovního stolu při frézování šroubovic [5]:
a) – pravá šroubovice; b) – levá šroubovice.

Ukázkový příklad seřízení:

Má se vyfrézovat šroubovitý vrták průměru 18 mm po úhlem $\beta = 32^\circ$. Stoupání závitu posuvového šroubu s_s se rovná 6 mm.

Stoupání šroubovice drážky dle rovnice 2.3.

$$s = \frac{\pi \cdot d}{\tan \beta} = \frac{\pi \cdot 18}{\tan 32} = 90,4 \approx 90 \text{ mm}$$

Počet otáček posuvového šroubu stolu dle rovnice 2.6.

$$n_s = \frac{s}{s_s} = \frac{90}{6} = 15$$

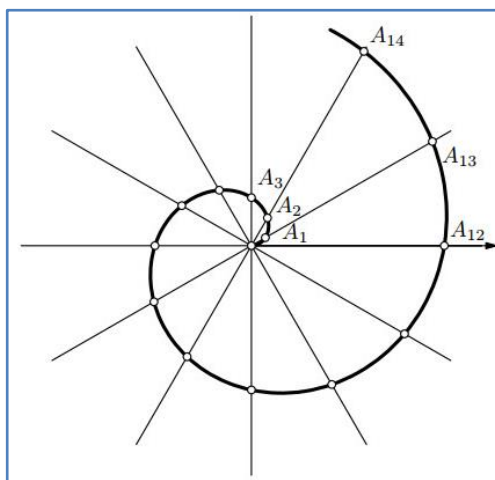
Převod výměnných kol dle rovnice 2.8.

$$i = n_s = \frac{Z_5 \cdot Z_7}{Z_6 \cdot Z_8} = \frac{n_v}{n_s} = \frac{40}{15} = \frac{8.5}{5.3} = \frac{64.40}{40.24} \approx \frac{40.100}{48.32}$$

Jelikož v soupravě výměnných kol je pouze jedno kolo s 40 zuby, tak se musí zlomek upravit tak, aby byl shodný s danými tabulkami. V tomto případě se konečný zlomek upravit, tak aby čísla ve zlomku odpovídala počtu zubů kol v sadě. Pro tuto úlohu jsou tedy potřeba ozubená kola s 40, 100, 48 a 32 zuby. [6]

2.4.4 Frézování vaček

Vačky jsou součástí čtyřdobých spalovacích motorů a zajišťují převod otáčivého pohybu (hřídel) na posuvný pohyb (ventil). Jejich úkolem je vysunout nebo zasunout ventil v daném okamžiku např. v době sání musí být sací ventil otevřený a výfukový zavřený a v době výfuku musí zase sací ventil zůstat zavřený a výfukový otevřený. Samotná vačka tvarem připomíná vejce a je vytvořena na základě Archimédovi spirály, kterou samotný Archimédes popsal před více než 2000 lety. Tato spirála se dá matematicky popsat jako trajektorie bodu, který se rovnoměrně posunuje po polopřímce od jejího počátku v bodě O, zatímco polopřímka se kolem bodu O rovnoměrně otáčí. [8]



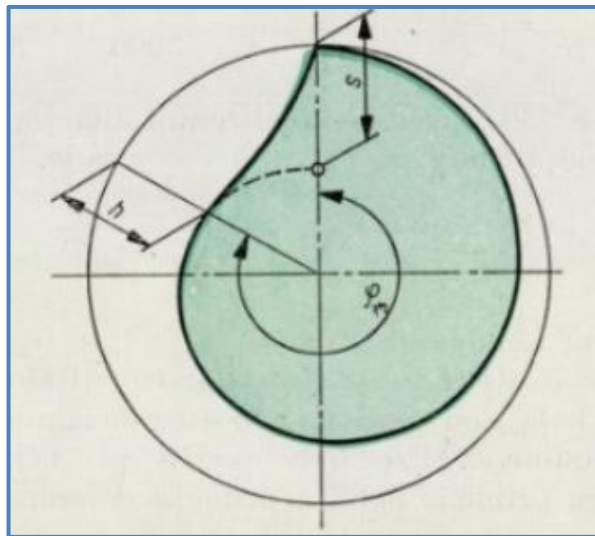
Obr. 2.21 Tvar Archimédovi spirály [8].

Frézování vaček je téměř shodný s frézováním šroubovitých drážek, Dělicí přístroj je zde spojen s posuvovým šroubem pracovního stolu frézky. Obráběcí nástroj je v tomto případě jednoduchá stopková fréza. Samotná vačka se bude obrábět tak, že se upne na upínací trn do vřetena dělicího přístroje, který bude ve svislé poloze upnutý na pracovním stole frézky. Vřeteno dělicího přístroje je stejně jako u výroby šroubovic poháněno díky převodu mezi posuvovým šroubem a ozubených výměnných kol. Ozubená kola jsou zde stejného typu jako u frézování šroubovic. Obrobek tedy koná rotační pohyb a zároveň pohyb translační vzhledem k fríze. Oba typy pohybů se musí pohybovat v Archimédově spirále. Základní rovnicí (2.9), která určuje potřebné hodnoty důležité pro ustavení dělicího přístroje, je

$$S = \frac{360^\circ \cdot h}{\varphi} \text{ [mm]}, \quad (2.9)$$

kde: h – největší zdvih spirály pro středový úhel φ v koncovém bodě spirály, měřený od průměru obrobku (křivkového kotouče), φ – středový úhel, S – stoupání spirály na jednu otáčku obrobku v milimetrech. [5]

Vztah je zobrazen na obr 2.22, kde je možno spatřit i tvar Archimédovi spirály. [5]



Obr. 2.22 Vačka s dráhou tvaru Archimédovi spirály.
Legenda: h – zdvih, S – stoupání, φ – středový úhel účinné dráhy vačky [6].

Při vertikální poloze osy vřetena dělicího přístroje a frézovacího vřetena se může pod určitým převodem vyfrézovat spirála potřebného stoupání S . Jak již bylo zmíněno, tak šroubovice a výroba vaček je prakticky stejný druh obrábění, a tak se nemohou měnit rovnice (rov. 2.6–2.8) pro tvorbu spirály. [6]

Ukázkový příklad seřízení:

Má se se vyfrézovat vačka, jejíž dráha má odpovídat tvaru Archimédovi spirály. Počáteční průměr obrobku činí $d = 200 \text{ mm}$, zdvih je $\alpha = \frac{1}{8}$ obvodu d a zdvih spirály $h = 35 \text{ mm}$. Stoupání s_s posuvového šroubu je 6 mm .

Za prvé se vypočítá středový úhel φ . Zdvih činí $\alpha = \frac{360^\circ}{8} = 45^\circ$.

Středový úhel φ odpovídá $\varphi = 360^\circ - 45^\circ = 315^\circ$.

Stoupání spirály dle rovnice 2.9

$$S = \frac{360^\circ \cdot h}{\varphi} = \frac{360 \cdot 35}{315} = 40 \text{ mm}$$

Počet otáček posuvového šroubu stolu dle rovnice 2.6.

$$n_s = \frac{s}{s_s} = \frac{40}{6} = 6,66 \approx 6,7$$

Převod výměnných kol, kde se počítá převod dělicího přístroje $n_v = 1:40$, je podle rovnice 2.8

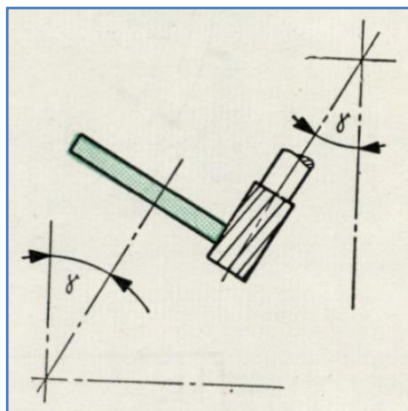
$$i = n_s = \frac{Z_5 \cdot Z_7}{Z_6 \cdot Z_8} = \frac{n_v}{n_s} = \frac{40.6}{40} = \frac{24}{4} = \frac{3.8}{1.4} \approx \frac{72.64}{24.32}$$

Budou potřeba ozubená kola se 72, 64, 24 a 32 zuby. Z toho budou kola se 72 a 64 zuby nasazena jako hnací a ostatní budou hnaná.

Pokud nastane případ, že stoupání S bude menší jak 17 mm, tak se musí natočit osa vřetena dělicího přístroje a osa frézovacího vřetena o úhel γ (rov. 2.10), jelikož pro tak malé zdvihy se většinou neurčí normální sada kol pro potřebný poměr převodu, a tak se musí daná kola vyrobit. Řešením může být naklonění os frézovacího a dělicího vřetena, čímž se zmenší velikost zdvihu stolu frézky, ale musí se počítat s větší velikostí frézovacího nástroje. [5, 6]

$$\cos \gamma = \frac{S'}{S} \quad [-] \quad (2.10)$$

Pomocí funkce se upravil vztah 2.10, což je na obr. 2.23.



Obr. 2.23 Frézování vaček při nakloněném vřetenu dělicího přístroje a frézovací hlavy [6].

Ukázkový příklad seřízení:

Má se se vyfrézovat spirála s výměnnými koly s 80, 30, 72 a 24 zuby o stoupání $S = 15$ mm.

O kolik stupňů se musí natočit vřetena frézy a dělicího přístroje, když je potřeba frézovat vačku o stoupání spirály $S' = 14$ mm?

$$\cos \gamma = \frac{S'}{S} = \frac{14}{15} = 0,933$$

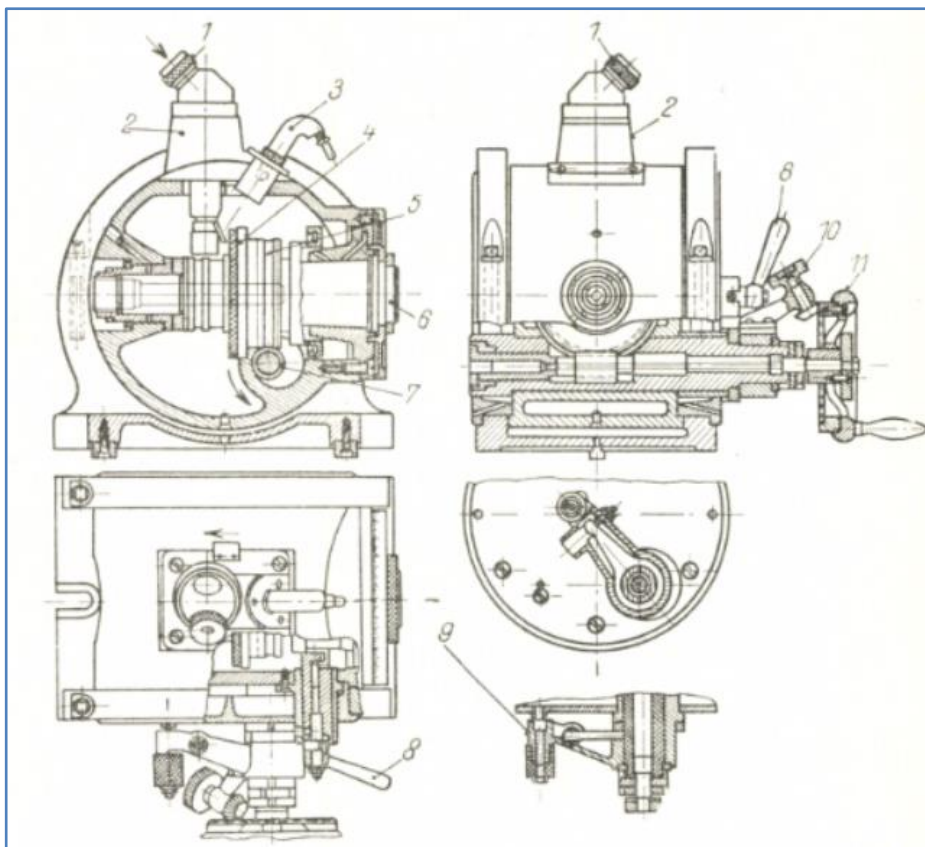
Po dosazení se zjistilo, že je třeba natočit vřetena o úhel $21,04^\circ$.

2.5 Další typy dělicích přístrojů

Práce s dělicími přístroji se neřadí mezi zrovna nejjednodušší druhy prací ve strojírenské technologii, jelikož frézař musí brát v potaz počet dírek a počet otáček dělicí kliky pro dané rozteče. I malá chyba může zapříčinit velkou chybu v dělení. Pro zvýšení spolehlivosti se postupem času vymyslely nové druhy dělicích přístrojů, jedním z nich je *optický dělicí přístroj* a druhý je *dělicí přístroj s počítadlem*. [6]

2.5.1 Optický dělicí přístroj

Tento druh přístroje nemá ani dělicí kotouč ani ozubené převody, protože k dělení na něm není potřeba ani ozubených kol ani šnekového soukolí. Šnekové soukolí je zde použito pouze pro otáčení dělicího vřetena. Dělí se zde pomocí kruhové stupnice, která je vyrytá na obvodu skleněného kotouče. Samotný dělicí kotouč je upevněn na dělicím vřetenu. V zorné oblasti neboli poli mikroskopu se odečítají úplné stupně a minuty, na noniu dokonce desítky sekund. Dělicí mechanismus je zde optický, čímž se zaručuje obrovská přesnost při nastavení určitých druhů roztečí. [5]

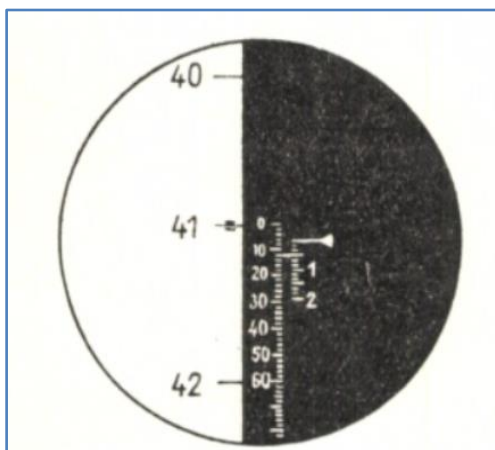


Obr. 2.24 Konstrukce optického dělicího přístroje.

Legenda: 1 – otáčivá hlava okuláru; 2 – mikroskop; 3 – osvětlení; 4 – dělicí kotouč; 5 – šnekové kolo; 6 – dělicí vřeteno; 7 – šnek; 8 – svěrací páka; 9 – sklápěcí páka šneku; 10 – ruční kolečko (nastavení); 11 – ruční hnací kolo [5].

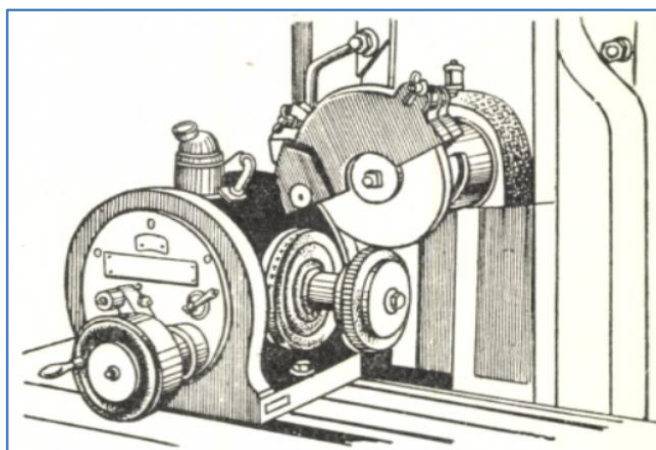
Optický dělicí přístroj se většinou používá u velmi přesných dělení. Jak již bylo zmíněno, tak šnekové soukolí zde slouží jen k hrubému nastavení vřetena, kdežto u ostatních univerzálních přístrojů zajišťuje přímo dělení. Optický dělicí přístroj je vybaven místo dělicím kotoučem skleněným kotoučem, na němž se vyskytuje úhlová stupnice po celém obvodu. Úhlová stupnice je rozdělena na 360 dílků. Tento skleněný kotouč bývá uložen přímo na dělicím vřetenu a slouží k jeho přesnému seřízení. Otočením skleněného kotouče o 1 dílek odpovídá otočení vřetena o 1° . Převod v tento okamžik činí 1:1, ale je prakticky možné si nastavit jakýkoliv druh převodu. Například se může nastavit převod 1:4, který odpovídá o pootočení kotouče o 1° a dělicího vřetena o 0,25 stupňů tedy o 15 minut. Hodnoty se odečítají na stupnici s noniem s přesností 4 až 6 minut. Optický dělicí přístroj lze pootočít až o 110° v každém úhlu s již zmíněnou přesností. [9]

Lze konstatovat, že celý přístroj se řídí pomocí optických základů úhlů dopadů a odrazů. V zorném poli mikroskopu se vyskytují na levé straně úplné stupně skleněného kotouče. Spolu se stupni se v dané rovině nacházejí i složky minutového dělení a noniového dělení po 10 vteřinách. Všechny tyto složky dělení je možné spatřit pomocí okuláru. Díky mikroskopu je možné spatřit až šedesátinásobné zvětšení stupnic. Na obrázku 2.25 je možné spatřit dělení pro úhel $41^\circ 6' 40''$. Zorné pole je pro lepší viditelnost osvětleno žárovkou, která je zapojena přes transformátor na elektrickou síť. [5, 9]



Obr. 2.25 Zorné pole mikroskopu [5].

(ukazuje nastavení $41^\circ 6' 40''$)



Obr. 2.26 Optický přístroj při broušení [5].

Optickým přístrojem lze prakticky dělit na jakýkoliv počet roztečí, dokonce i prvočísla. Zabere to ale hodně času při počítání, tak se potřebná hodnota může vyčíst z tabulky, která je součástí každého přístroje. [5]

Ukázkový příklad seřízení:

Má se se vyfrézovat 100 průběžných drážek. Postup pro výpočet je:

$$\alpha = \frac{360}{\text{počet roztečí}} = \frac{360}{100} = 3,6^\circ = 3^\circ 36'$$

Středový úhel α , který se musí odečíst na stupnici při každém otočení, je v tomto případě $3^\circ 36'$.

2.5.2 Dělicí přístroj s počítadlem

U tohoto dělicího přístroje se dá říct dovětek „*pokrok nezastavíš*“, jelikož se jedná o univerzální dělicí přístroj, který je schopen dělit obvod v rozsahu od 2 do 900 dílků. Samotný přístroj je koncipován tak, že je zde možné obrábět jak v horizontálních, tak i ve vertikálních pozicích, díky čemuž si při svém uvedení na trh zaručil velkou pozornost. Mezi nejdůležitější přednosti dělicího přístroje patří:

- dělení od 2 do 900 dílků včetně prvočísel,
- dělení všech možných počtů roztečí a stupňů ve svislých a vodorovných pozicích vřetena dělicí hlavy,
- dělení je zde možné od každé obvodové rozteče dělicího vřetena, a to díky pomoci zvláštního vymazávacího zařízení,
- změnění dělicího kroku z číselných hodnot na úhlový stupeň a naopak během jedné otáčky,
- nastavení dělicího vřetena v rozsahu od vodorovné do horizontální polohy v každé poloze (stupnice je dělená po 15 stupních). [5]

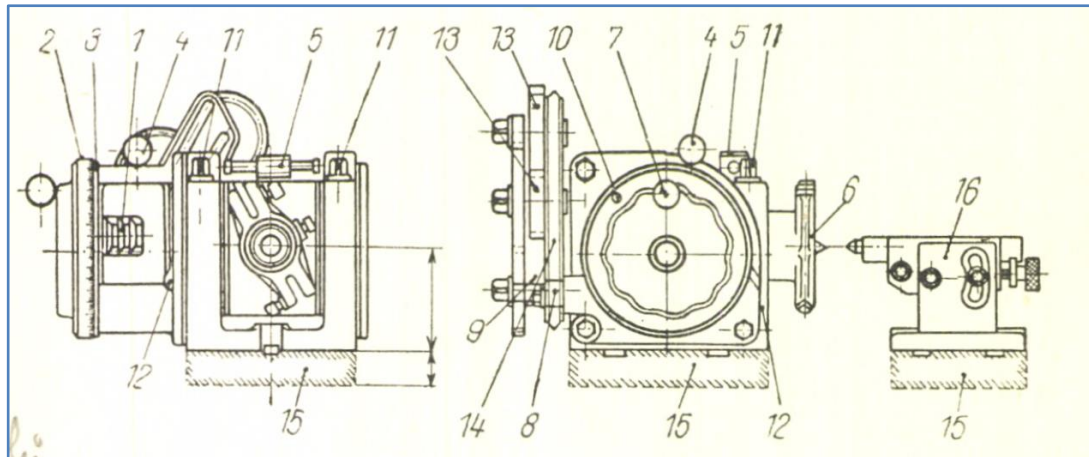
U každého univerzálního dělicího přístroje s nepřímým dělením lze nanejvýše dělit tak, jak je na to uzpůsoben. To znamená, že je zde dělení omezeno roztečnou kružnicí, dělicím převodem a dělicím kotoučem. Existují rozteče či dělicí kroky, které zde nejdou vytvořit např. prvočísla. U přístroje s diferenciálním dělením je to lepší v tom, že se dá dělit ve větším rozsahu a patřičně jakýkoliv roztečí. Problém je jediný, a to v tom, že u diferenciálního dělení se může obrábět jen v horizontálních polohách. [5, 6]

U tohoto dělicího přístroje se nenachází dělicí kotouč s dírkami, jelikož byl nahrazen počítadlem. Jedné celé otáčky dělicího vřetena se zde dosáhne tak, že se na počítadle v okénku na viditelných kotoučích nastaví číslo 900. Jakékoliv nastavení velkého dělicího kroužku na ručním nastavovacím kole a vymazávacího zařízení počítacích kotoučů s čísly umožňuje zahájit dělení na rozteče z kterékoliv polohy vřetena. Zahájení každého dělení je určeno polohou 000 počítacích kotoučů a polohou 0 dělicího kroužku. [5]

Technické údaje a hlavní rozměry podle obr. 2. 27 jsou [5]:

- | | |
|---|--------------|
| ➤ výška hrotu bez podkládací desky | 125 mm |
| ➤ rozsah naklápění dělicího vřetena | více jak 90° |
| ➤ kuželová dutina pro hrot | Morse č.4 |
| ➤ hodnota pro přepočítání dělení v rozsahu 2 až 900 | 1:900 |

Tento univerzální přístroj dosáhl opravdové univerzálnosti ve výrobě. Mohou s ním po krátkém zaškolení pracovat i méně zkušení dělníci. Nevýhoda je v tom, že přišel v době, kdy už začal rozmach NC strojů. [6]



Obr. 2.27 Dělicí přístroj s počítadlem a jeho složení.

Legenda: 1 – počítací kotouče; 2 – stupnice; 3 – nonius; 4 – ruční řadící páka; 5 – svěrací páka; 6 – dělicí vřeteno; 7 – ruční kolo; 8 – vodící čep; 9 – čepy výměnných kol; 10 – zajišťovací kolík; 11 – stahovací šrouby; 12 – páka; 13 – výměnná kola; 14 – lyra [5].

U obrábění dlouhých obrobků se používá jako u jiných přístrojů středící koník, který minimalizuje házivost obrobku. Je součástí příslušenství přístroje a lze také přestavovat do svislé nebo vodorovné polohy. Na začátku dělení musí být nastaveno číslo 000 a kroužek se stupnicí nastaven na jednu z nul. Číslo 000 se nastaví pomocí stisknutím páky. Tohle vše musí následně souhlasit s nulovou rýskou na noniu. Z těchto nastavených poloh je přístroj připraven na dělení daných roztečí. Řadící páka musí být potom nastavena na značku „dělení“ t. j. natočena směrem doleva. Při dělení obrobku musí být svěrací páka uvolněna, jelikož potom by se musel překonat tlak způsobený svíráním. Následovně po každé nastavené rozteči se musí svěrací páka zpět dotáhnout, aby nebylo šnekové soukolí namáháno velkým pracovním tlakem. [5]

Ukázkový příklad seřízení:

Má se se vyfrézovat 51 průběžných drážek. Každý dělicí krok je úměrný podílu z 900, jímž má být kruh dělen. Číslo 900 se dosáhne za plnou otáčku na počítacích kotoučích. Kruh se rozdělí na 51 roztečí a první dělicí číslo je $1/51$ z 900 = $900/51 = 017,647$, druhý dělicí krok je $017,647 + 017,647 = 035,294$, třetí dělicí krok $035,294 + 017,647 = 052,941$ atd. až do čísla 900. Čtvrté desetinné číslo se v tomto případě zaokrouhlí, jelikož nemá na přesnost tak velký vliv. Přesnost rozteče odečítané na počítadle je určena kroužkem se stupnicí a s ním spojeným noniem. Za jednu otáčku ručního kola se vřeteno dělicího přístroje pootočí o 4° , pokud tu je použit dělicí převod 1:90. Kroužek se stupnicí a průměrem 200 mm je rozdělen rýskami na 500 dílů. Potom vychází, že jeden dílek se rovná:

$$\frac{4 \cdot 60}{500} = 0,48 \text{ minut}$$

Přímá přesnost nastavení je od jedné rýsky k druhé na stupnici 0,48 minut. Noniem se tato vypočtená hodnota zvětší ještě o $1/10$, a tak se dosáhne konečné nastavovací přesnosti 0,048 minut, což po převedení na jednotky vteřin vychází 2,88 vteřin. [5]

3 CHARAKTERISTIKA KUSOVÉ VÝROBY

Dělicí přístroj byl v historii využíván jak v sériové, tak i v kusové výrobě. Nejvýraznější stopu zanechal v kusové (zakázkové výrobě), kde byl velmi často využíván pro obrábění malého počtu kusů. Zakázková výroba je založena na principu výroby malého množství kusů, avšak ve více variant nebo možnostech. Pro kusovou výrobu je zde typický nepravidelný pohyb výrobků. To znamená, že pohyb v budoucnu vyrobených výrobků není přesně vymezen mezi danými pracovišti. [10]

Ve strojírenství je kusová výroba velmi častou záležitostí. Většinou, než se ustanoví sériová výroba, která je typická svou velkokapacitní produkcí, se vyrobí malý počet kusů, které se nejdříve musí osvědčit v praxi. Výrobky pocházející z kusové výroby jsou většinou dražší než výrobky ze sériové výroby. Jedná se o výrobky, které nejsou typické a které jsou v souladu s přáním zákazníka. Vyrábí se přesně to, co si zákazník přeje. Aby byla zakázková výroba co nejkvalitnější, tak se na ní musí podílet mnoho specializovaných pracovníků. [10]

3.1 Rozmístění pracoviště v kusové výrobě

Ve výrobě se rozlišuje [11]:

- Pracoviště – základní výrobní a organizační jednotka výrobního procesu,
- Výrobní úsek – soustava pracovišť, které tvoří výrobní celek,
- Výrobní jednotka – spojení více výrobních úseků.

Základním prostorovým hlediskem je uskupení pracovišť. Z prostorového hlediska se rozlišuje uspořádání pracovišť v kusové výrobě na [11]:

- Individuální,
- Skupinové – technologické.

Individuální uspořádání je typické zejména pro malé firmy typu nástrojáren nebo kovovýroben, kde není možné daná strojní zařízení umístit do skupin. Zařízení jsou zde rozmístěna libovolně dle zvyklosti nebo tak, kde je místo. [11]

Skupinové – technologické uspořádání se většinou vyskytuje v kusové výrobě nejčastěji. Hlavním znakem je zde technologická příbuznost výrobních zařízení. Výrobek zde putuje od jednoho pracoviště ke druhému. V daných firmách mohou být příbuzné stroje ustanoveny na jednom místě dílny (frézovna, soustružna, brusárna a svařovna). Výrobek zde putuje nezávisle na směru mezi dílnami přesně tak, jak je potřeba. [11]

Výhody – pružnější výrobní proces, vyšší odolnost proti poruchám, lepší využití kapacit výrobních strojů a zařízení. [11]

Nevýhody – vyšší náročnost na manipulaci s materiálem (delší materiálový tok), vyšší zásoby rozpracované výroby, potřeba univerzálnějších výrobních strojů. [11]

3.2 Průběh zakázkové výroby ve strojírenské technologii

Výrobek, který vzniká v zakázkové výrobě, musí projít následnými etapami [12]:

1. Předvýrobní etapa výroby (souhrn procesů před počátkem výroby)
2. Výrobní etapa obrobku (fyzická výroba)
3. Konečná etapa výroby (Odbyt)

První cesta je ustanovit poptávku a nabídku, na kterých je to všechno založeno. Počátek výroby začíná podanou poptávkou zákazníka danému výrobcí. Samotná poptávka vytváří zakázkový plán, který se dělí na *standardní a individuální*. [12]

Standardní plán je založen na principu propagace firmy. Ve strojírenské technologii to znamená, že firma vydá katalogy nebo propagační spisy, co vše daná firma je schopna vyrobit. Katalogy daných obrobků obsahují, v jaké kvalitě a rychlosti je firma schopna daný výrobek vytvořit. Cena obrobků se odvíjí podle kvality, množství, dostupnosti materiálu a rychlosti výroby. Zákazník si tedy může v katalogu vybrat, co je dostupné, a podá nabídku. Firma nabídku přijme a vytvoří výrobek. Další způsoby propagace mohou být ve stylu reklam či letáků nebo mohou být ve stylu různých prezentačních akcí pořádanou zástupci firmy. [12]

Individuální plán se stanoví na základě přímé poptávky zákazníka, které představuje projevení zájmu o realizaci výrobku. Na základě poptávky a daných specifikací, které má výrobek obsahovat, se firmou ustanoví cenová nabídka. Výše ceny se odvíjí buď podle složitosti a kvality výrobku, nebo podle dostupnosti potřebného materiálu. Když zákazník cenovou nabídku přijme, tak začne počátek obchodu. Zákazník pošle svou výkresovou dokumentaci výrobku spolu s informací o kvalitě a budoucí činnosti výrobku. Konstruktor ve firmě podle výkresu od zákazníka vytvoří výkresovou technickou dokumentaci (výkresy, kusovníky atd.) Kopii nebo část technické dokumentace pošle konstruktor zákazníkovi jako schvalovací výkres, který musí být následně schválen. Po schválení se konstruktor po domluvě s technologem rozhodne, na jakých obráběcích strojích se bude výrobek vyrábět a jakým způsobem. Další část technické dokumentace vypracuje seznam materiálu potřebného k výrobě. Po zpracování technické dokumentace je vše připraveno na výrobu. Výroba začne po dodání potřebného materiálu. Budoucí výrobek putuje dílnou od stroje ke stroji podle počtu operací, kterých je potřeba na konečné zhotovení. Může putovat například z frézky na soustruh a v konečné fázi se upraví povrch na brusu. Záleží tedy, jak je výrobek složitý a jaké má být kvality. Po poslední obráběcí operaci se obrobek očistí a odmastí a může pokračovat na kontrolu velikostí podle výkresu, a když je vše v pořádku, tak pokračuje do expedice, kde je připraven na předání zákazníkovi. V expedici obrobek zakončuje svůj výrobní proces. Další proces je odbytový, to znamená že nastane obchodní transakce mezi firmou a zákazníkem. Obchodní transakce je završena fakturací. [10, 12]

3.3 Profesionální život dělníka v kusové výrobě

Dělník je člověk, který ve strojírenské technologii vytváří hodnotu svou zručností. Autor bakalářské práce v minulosti navštívil nástrojařskou firmu, která se věnuje převážně kusové výrobě pro automobilový průmysl. Vytváří se zde různé druhy přípravků, přírub nebo tvářecích nástrojů. Samotná firma počítá dohromady 30 lidí a 25 strojů a zařízení. Z toho ve výrobě se pohybuje 25 lidí a ostatní tvoří administrativní složku. Život dělníka v kusové výrobě se liší v tom, že musí zvládat více činností. Když někdo onemocní, tak druhý ho může bez problému nahradit. Práce dělníka zde začíná tak, že dostane výkres, kde je zdokumentováno, co vše se má obrobit. Dělník zde má postavení, že musí být sám sobě technologem. Musí si umět zodpovědět na otázku, jakým způsobem se bude obrábět, jaké se použijí rezné rychlosti a posuvy na stroji. Za tohle všechno nese velkou odpovědnost. Pokud se má vyrobit složitější výrobek, tak si dělníci výrobek posílají přes dílnu a každý na něm podle výkresu obrobí určitou část podle technologického postupu, který si dělníci sami stanoví nebo se na něm předem domluví. Během samotné výroby se může měnit pořadí operací tak, aby byly co nejefektivněji využity stroje a lidská práce. Jednotlivé operace se kombinují tak, že se jednoduché operace provádějí na konvenčních strojích a složitější operace se provádějí na NC obráběcích centrech, které mají předem připravený program.

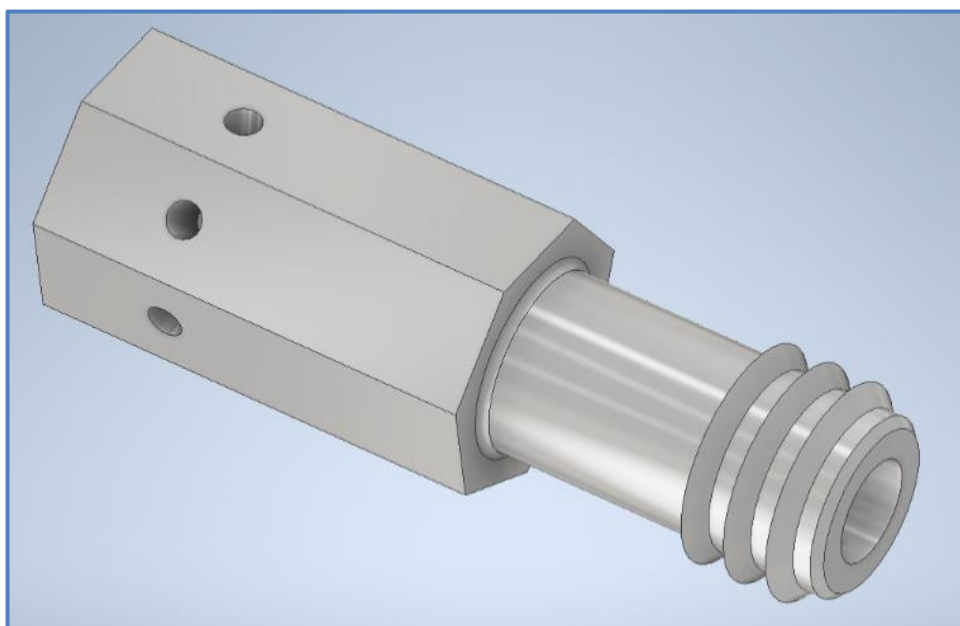
Dělníci jsou v dané firmě na sobě závislí. Tvoří dohromady celek, který v konečné fázi vytváří hodnotu svou týmovou prací. Z lidského hlediska si zde lidé vyjdou vstřícně a jsou k sobě navzájem tolerantnější. V takto malém kolektivu je nepsané pravidlo, že méně zkušení dělníci chodí konzultovat jednotlivé operace se zkušenějšími kolegy. Zkušenější kolegové prokonzultují a pomohou s daným problémem, pokud se chování mladšího dělníka vyskytuje v určité rovině lidské stránky. Nezkušení dělníci respektují zkušenější dělníky pro jejich moudrost a zkušenosti, které mohou mladší nezkušení dělníci v budoucnu využít. Druhou výhodou je flexibilnější život dělníka. Nepracuje se zde na noční směny, ale pouze na ranní či odpolední. Samotný organismus člověka neutrpí takovou újmu, jako pracovat v noci. Většinou je zde s vedoucím firmy domluveno, kdo bude chodit na ranní a kdo na odpolední směny. Další velkou výhodou je, že si dělník může s vedoucím firmy domluvit na určitých požadavcích. Například pokud dělník potřebuje jít z práce dříve, tak vedoucí ho pustí s tím, že si potřebné hodiny odpracuje jiný den. Je to všechno založeno na domluvě lidí. Nevýhodou je, že člověk, i když je manuálně zručný a má určité dovednosti, tak není platově dostatečně oceněn. Platy se zde pohybují spíše podprůměrem. Pokud by se platy navýšily, tak hrozí, že firma přestane prosperovat a může hrozit její konec.

V sériové výrobě bývají dělníci většinou platově lépe ohodnoceni než v kusové výrobě, i když nejsou tak manuálně zruční a nemají tak velké dovednosti, jako dělníci v kusové výrobě. Při práci zde nemají tak velkou odpovědnost za svoji činnost. Není zde požadována velká vzdělanost. Dělníci zde většinou dostávají více pracovního volna. Velkou nevýhodou je tu práce na směny ranní, odpolední a noční. Dělník zde nemá možnost mít tak flexibilní přístup od svého vedoucího. Musí odpracovat určitý počet hodin, jinak hrozí, že nebude dostatečně platově ohodnocen. Pracovat určité dny na ranní, odpolední a noční směny člověka vyčerpá. Hrozí zde porušení životosprávy člověka, která má velký vliv na chod organismu. Samotná aklimatizace z ranní směny na noční, která je následný den, není pro každého člověka přívětivá a vyrovnat se s tím je dost často velký problém.

4 AUTORSKÝ NÁVRH OBROBKU

Jako autorský návrh byl zvolen obrobek ve tvaru sedmiúhelníku (obr. 4.1). Jedná se o součást, která bude sloužit pro zahradnické účely jako kropicí zařízení. Zahradní hadice bude nasunuta na součástku a přes osazení bude zajištěna spojovací páskem. Proud vody vstoupí do součástky vnitřním průměrem a uvnitř součástky tlak vody zesílí, jelikož vnitřní průměr je menší jak vnitřní průměr hadice. Voda následně vyjde ven dírami, které jsou vyvrtány na každé straně sedmistěnu.

Součástka je vyrobena z duralu, který je snadno obrobitelný a pro zahradní účel zcela vystačí, proto není ani potřeba součást tolerovat přesnými mírami. Na délku měří 90 mm a v nejširším místě měří 29 mm. Vnitřní průměr pro vstup vody měří 11,5 mm. Díry, kterými voda opouští součást jsou vyvrtány na průměr 4 mm. Podrobnější informace o obrobku jsou znázorněny v přílohách.



Obr. 4.1 Autorský návrh kropicího zařízení navržený v programu Inventor.

4.1 Návodky a výpočty pro dělicí přístroj

Frézování:

Hlavní řezný pohyb [2]:

$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 25 \cdot 400}{1000} = 31,4 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$$

kde je D průměrem rotačního nástroje (frézy) a n je počet otáček frézy [min^{-1}].
Hlavní řezný pohyb je $31,4 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$.

Pro vedlejší pohyb [2]:

$$v_f = \frac{f_z \cdot z \cdot n}{1000} = \frac{0,04 \cdot 5 \cdot 400}{1000} = 0,08 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1} = 80 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$$

Vedlejší pohyb je $0,08 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$.

Výsledný pohyb $v_e = \sqrt{v_c^2 + v_f^2} = 31,4 + 0,08 = 31,48 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$.

Dělicí přístroj:

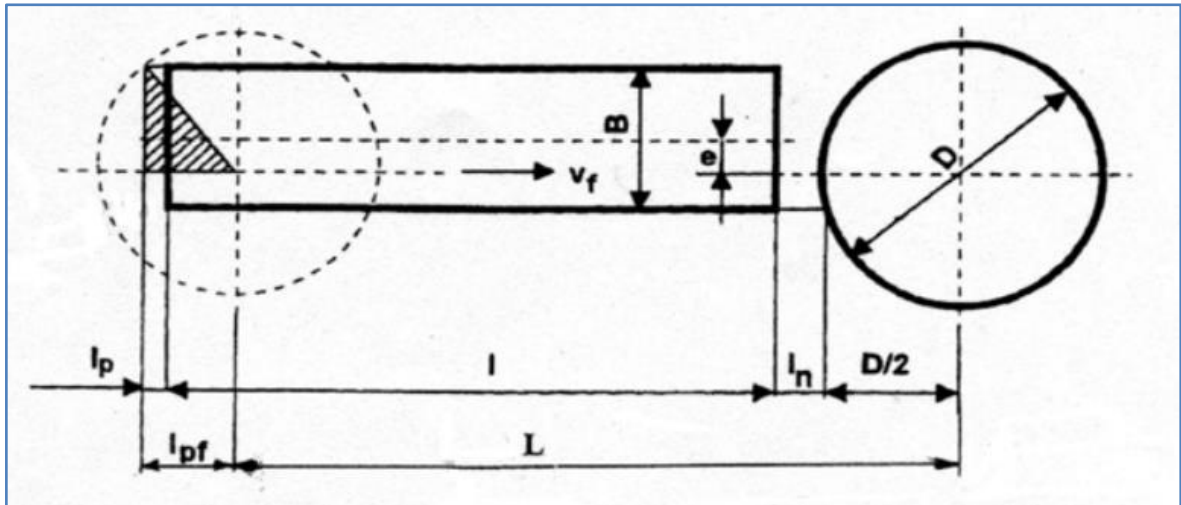
Jedná se o tvorbu sedmiúhelníku, tudíž se musí nastavit na dělicím přístroji s nepřímým dělením dělení na 7 dílů. Dělicí přístroj má převodový poměr 1:40. Příklad se spočítá podle vztahu (2.1). [6]

$$n = \frac{p}{z} = \frac{40}{7} = \frac{35 + 5}{7} = 5 + \frac{5}{7}$$

Pro rozdělení obrobku na 7 dílů je zapotřebí 5 otoček dělicí klikou a k tomu o 5 dírek na roztečné kružnici se 7 dírkami. Vzhledem k tomu, že takový dělicí kotouč neexistuje, tak se zlomek upraví na:

$$5 + \frac{5}{7} = 5 + \frac{5 \cdot 3}{7 \cdot 3} = 5 + \frac{15}{21}$$

Po úpravě zlomku vyšlo, že se bude dělit na dělicím kotouči s roztečnou kružnicí s 21 dírami. Na této kružnici se nastaví nůžkový ukazatel, tak aby jeho ramena svírala úhel, v němž bude ležet 15 děr.



Obr. 4.2 Vyjádření dráhy frézy ve směru posuvového pohybu – frézování asymetrické.

Legenda: **D** – průměr frézy [mm]; **H** – hloubka odebírané vrstvy [mm];

B – šířka frézované plochy [mm]; **L** – dráha frézy ve směru posuvu [mm];

l – délka frézované plochy [mm]; **l_n** – délka náběhu [mm]; **l_p** – délka přeběhu [mm];

e – přesazení frézy [mm]; **v_f** – posuvová rychlost [mm·min⁻¹] [3].

Strojní čas frézování [3]:

Rovinná plocha se bude frézovat válcovou čelní frézou při dispozici nástroje (obr. 4.2):

$$D = 25 \text{ mm}, B = 13,4 \text{ mm}, e = 0 \text{ mm}, l = 60 \text{ mm}, l_n = 4, l_p = 3 \text{ mm}, v_f = 80 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$$

Dráha frézy ve směru posuvu [3]:

$$L = l + l_n + l_p + \frac{D}{2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{B}{2} + e\right)^2} = 60 + 4 + 3 + \frac{25}{2} - \sqrt{\left(\frac{25}{2}\right)^2 - \left(\frac{13,4}{2}\right)^2} = 67,5 \text{ mm}$$

Jednotkový strojní čas [3]:

$$t_{AS} = \frac{L}{v_f} = \frac{67,5}{80} = 0,84 \text{ min} \cong 51 \text{ s}$$

$$t_{AS_{celk}} = 7 \cdot 51 = 357 \text{ vteřin} = 5,88 \text{ min}$$

Výsledný strojní čas na obrobení jedné strany je 51 vteřin. Po sečtení všech stran je celkový strojní čas frézování 357 vteřin.

5 DISKUZE

Hlavním tématem bakalářské práce je „*skoro zapomenutý*“ dělicí přístroj a kusová výroba. Lze konstatovat, že jeden bez druhého by nemohl existovat. V budoucnu se dá očekávat, že dělicí přístroj zmizí z výroby úplně a stane se součástí exponátů technického muzea. V současné době je dělicí přístroj možno spatřit v příslušenství nástrojařských frézek v malých firmách. Jeho obrovskou výhodou jsou nízká pořizovací cena a náklady na provoz, jelikož se jedná o čistě mechanické zařízení, kde není potřeba elektrické energie. Jeho obsluha také patří mezi výhody, jelikož není příliš složitá. Bohužel hlavní nevýhodou je množství obrobených dílů a hlavně obráběcí časy. Z těchto nevýhod těží CNC stroje, které mají daleko kratší obráběcí časy a navíc dokážou obrobit součástky ve větším množství. Jsou daleko efektivnější pro sériovou výrobu. Příkladem může být výroba ozubených kol odvalovacím způsobem, která má velmi malé výrobní časy a hlavně je velmi přesná. Je založena na evolventním pohybu, kdy se obrobek pomalu a plynule otáčí. Fréza se postupně odvaluje na boku obrobku a následující zuby frézy se postupně dostávají do polohy. Zuby se tedy vyrábí najednou a ne postupně jako u frézování dělicím způsobem. V dělicím přístroji je obrobek upnut a postupně je otáčen o požadovanou rozteč. Speciální modulová fréza obrobí potřebný tvar na rozteči. Výroba zde není příliš přesná, jelikož každý dělicí přístroj má vůle v záběru dělicí kliky a hlavně v převodu mezi šnekovým kolem a vřetenem přístroje. Vůle se zde nahromadí a celkově uberou na přesnosti obrábění. Mluvit zde o přesnosti v rámci setin zde není příliš na místě. Ale i tak se najde využití, jelikož se jedná o velmi lacinou výrobu a pokud je daná zakázka v kusové výrobě na výrobu např. 5 ozubených kol s nezávislostí na čase, tak použití CNC odvalovací frézky by se nevyplatilo, protože samotné vytvoření programu a ustanovení součásti by zabralo dost času a hlavně spotřeba elektrické energie by byla vyšší než u obyčejné nástrojové frézky s dělicím přístrojem. Technolog ve firmě tedy rozhodne vyrobí ozubená kola dělicím způsobem a odvalovací frézku využije na výhodnější způsob použití.

Jedním z podtémat bakalářské práce je stanovení nezvyklého využití dělicího přístroje. Tento úkol je na splnění obtížný, jelikož dělicí přístroj slouží pouze k jednomu účelu a to stanovení potřebné polohy na obrobení. Může se ale vyskytnout v různých průmyslových odvětvích. Kromě strojírenského řemesla se může objevit i v tesařství nebo v truhlářství, kde může pomoci ustanovit obrobek tak, aby se daly rovnoměrně vyvrtat díry do obrobku pod stejnou roztečí nebo aby se daly vyfrézovat plochy pod stejnou roztečí. Dělicí přístroj se může spatřit i u dekoračních řemesel v dřevozpracujícím průmyslu, kde díky různému nastavení roztečí je schopen natočit obrobek tak, aby se do něj dali vyfrézovat drážky nebo vyvrtat díry různých tvarů. Změnění jeho účelu natočení polohy obrobku nejde změnit. Je zkonstruován pouze pro tento účel. Možná v budoucnosti někoho napadne dělicí přístroj modifikovat tak, aby byl využitelný u více strojů než frézka nebo vrtačka. Tím by se vrátil opět na scénu a možná by se dal využít i jinde než v kusové výrobě.

ZÁVĚR

Řešené téma lze posoudit ze 3 pohledů. První pohled se týká postavení dělicího přístroje ve výrobě, druhý pohled se zabývá kusovou výrobou a třetí řeší vlastní návrh výroby:

- V této bakalářské práci je charakterizován dělicí přístroj a jeho postavení v zakázkové výrobě. Po celou dobu své existence je dělicí přístroj používán v příslušenství vrtaček, frézek a brusek. Vytvořilo se mnoho modifikací tohoto nástroje v závislosti na druhu práce. Používal se jak v sériové, tak i v kusové výrobě. Postupem času a pokroku technologie však vymizel z velkých podniků a zůstal součástí malých nástrojáren a kovovýroben, kde plní nadále svoje úkoly.
- Autor využil obecných vlastností k návrhu a výrobě obrobku v němž by měl dělicí přístroj speciální využití. Dělicí přístroj zde sehrál hlavní roli při tvorbě tvaru sedmihranu. Celkový strojní čas při tvorbě stěn byl 5,88 min. Vyrobena součást je plně funkční a slouží ke svému účelu kropení zahrady. Vzhledem k tomu, že šlo o kusovou výrobu, tak byly všechny činnosti soustředěny na jednoho pracovníka.
- Kusová výroba je charakterizována malým množstvím výrobků, pro které se musí individuálně řešit vybavenost pracoviště. Záleží na zručnosti pracovníka, který kusovou výrobu zajišťuje z hlediska konstrukce, obsluhy seřizování a vlastní výroby.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. VIGNER, Miloslav a Zdeněk PŘIKRYL a kol. *Obrábění: Technický průvodce 61*. Praha: Nakladatelství technické literatury n.p., Spálená 51, 113 02 Praha 1, 1984, 808 s. DT 621.9.
2. DRIENSKY, Dušan, Pavel FÚRIK, Terézia LEHMANOVÁ, Josef TOMAIDES a Jindřich KLÚNA. REDAKCE BÁŇSKÉ A STROJÍRENSKÉ LITERATURY. *Strojní obrábění I*. Praha: Nakladatelství technické literatury n.p., Spálená 51, 113 02 Praha 1, 1986, 424 s. DT 621.9(075.3).
3. KOČMAN Karel. a Jaroslav PROKOP. *Technologie obrábění*. 1.vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.
4. DRIENSKY, Dušan, Pavel FÚRIK, Terézia LEHMANOVÁ, Josef TOMAIDES a Jindřich KLÚNA. REDAKCE BÁŇSKÉ A STROJÍRENSKÉ LITERATURY. *Strojní obrábění I*. Praha: Nakladatelství technické literatury n.p., Spálená 51, 113 02 Praha 1, 1986, 424 s.
5. SCHULZE, Walter. *Teilkopfarbeiten*. Leipzig: Nakladatelství Fachbuchverlag G. m. b. H., 1953, 280 s. DT 621.9–589.8. Dostupné také z:
<https://ndk.cz/view/uuid:16311df0-fa55-11e5-8d5f-005056827e51?page=uuid:18004390-0bb7-11e6-a4c4-5ef3fc9ae867>.
Z německého jazyka přeložil Bohumil Mašek.
6. ŠTRAJBL, Jan a kol. *Příručka frézaře*. Praha: Nakladatelství technické literatury n.p., Spálená 51, 113 02 Praha 1, duben 1962, 480 s. DT 621.914 /917.
7. Dělicí přístroje – druhy dělení. *Tumlikovo Metal Cutting Technologies* [online]. 5.12. 2010 [cit. 2021-5-16]. Dostupné z: <http://www.tumlikovo.cz/delici-pristroje-druhy-deleni/>
8. PAGÁČ, Marek. *Křivky: Co je spirála a jak ji zkonstruovat (zadání)* [online]. Brno, 18.1. 2018 [cit. 2021-5-16]. Dostupné z: <https://www.mujsolidworks.cz/krivky-co-je-spirala-a-jak-ji-zkonstruovat-zadani/>
9. VACH, Josef. *Frézař: Technologie pro 1.ročník OU a UŠ*. 3.dopl.vyd. Praha: Nakladatelství technické literatury n.p., Spálená 51, 113 02 Praha 1, 1966, 176 s. DT 621 . 914 . 1.
10. SVOBODOVÁ, Hana a Jaromír VEBER. *Produktový a provozní management*. Praha: Oeconomica, 2003. ISBN 80-245-0611-4.
11. LORENC, Miroslav. Provozní management. *Rozmístění pracovišť*. [online] c2011. [cit. 2021-5-16.] Dostupné z WWW: <<http://lorenc.info/3MA112/rozmisteni-pracovist.htm>>.

12. MAKOVEC, Jaroslav a kolektiv. *Základy řízení výroby*. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 1991, 98 s. ISBN 80-7079-110-1.
13. Firma STIMZET [online]. [cit. 2021-5-16]
Dostupné z : [STIMZET nástroje na otvory](http://www.stimzet.cz), (www.stimzet.cz).
14. SANDVIK Coromant. *Milling tools* [online]. [cit. 2021-5-16]. Dostupné z:
<https://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/products/pages/milling-tools.aspx>
15. Denas Děčín spol. s.r.o [online]. [cit. 2021-5-16]. Dostupné z:
<http://denasdc.cz/stranka/firma/?lang=cs>
16. AJAX PILNÍKY s.r.o [online]. [cit. 2021-5-16]. Dostupné z:
<https://www.ajaxpilniky.cz/>
17. Mitutoyo – Česko: *Katalog měřicích přístrojů*. Teplice: Mitutoyo-Česko Dubská 1626 415 01 Teplice, 2008. Dostupné také z:
https://shop.mitutoyo.cz/web/mitutoyo/cs_CZ/mitutoyo/01/Small%20Tool%20Instruments%20and%20Data%20Management/index.xhtml
18. TOS Kuřim [online]. [cit. 2021-5-16]. Dostupné z: <http://www.tos-kurim.cz/cz/>
19. Bernardo [online]. [cit. 2021-5-16]. Dostupné z: <https://www.bernardo.at/cz/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

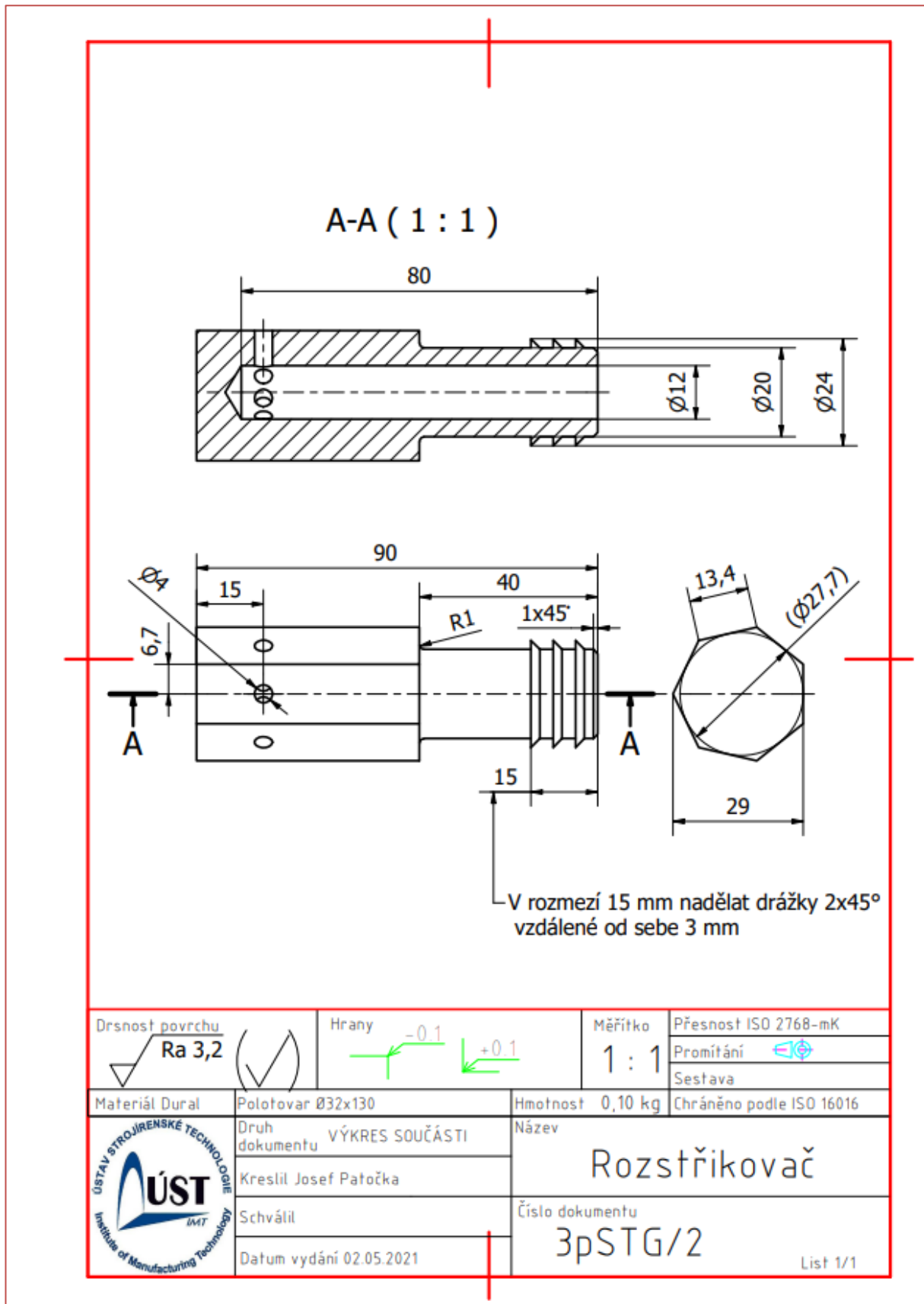
Symbol	Jednotka	Popis
B	[mm]	Šířka frézované plochy
D	[mm]	Průměr obrobku/průměr nástroje
F_a	[N]	Aktivní síla
F_c	[N]	Řezná síla
F_e	[N]	Pracovní síla
F_{eN}	[N]	Kolmá pracovní síla
F_f	[N]	Posuvová síla
F_{fN}	[N]	Kolmá síla posuvu
R_a	[μm]	Střední aritmetická hodnota drsnosti
S	[mm]	Stoupání spirály
a_p	[mm]	Šířka záběru ostří
b	[mm]	Jmenovitá šířka třísky
e	[mm]	Přesazení frézy
f_n	[mm]	Posuv zubů na otáčku
f_{min}	[mm]	Posuv nástroje za minutu
f_z	[mm]	Posuv na zub
h	[mm]	Zdvih spirály
h_i	[mm]	Tloušťka třísky
l	[mm]	Rozvinutá délka/délka frézované plochy
l_n	[mm]	Délka náběhu
l_p	[mm]	Délka přeběhu
n	[-]	Počet otáček (dělicí kliky, posuvového šroubu)
p	[-]	Počet otáček klikou na otočení vřetena o 360°
s	[mm]	Stoupání šroubovice
š	[mm]	Stoupání posuvového šroubu
v_c	[m. min ⁻¹]	Řezná rychlost
v_f	[m. min ⁻¹]	Vedlejší pohyb
t_{AS}	[min]	Strojní čas
z	[-]	Počet (zubů, roztečí, dílců)
α	[°]	Úhel stoupání šroubovice, středový úhel
β	[°]	Úhel nastavení nebo pracovního stolu frézky
γ	[°]	Úhel nastavení vřetena
η	[°]	Úhel řezného pohybu
κ_r	[°]	Nástrojový úhel nastavení hlavního ostří
φ	[°]	Úhel posuvového pohybu
φ_i	[°]	Středový úhel
ψ	[°]	Úhel rozpětí polohy zubu frézy

Zkratka	Popis
A	Výměnné kolo
B	Výměnné kolo
C	Výměnné kolo
CNC	Computer numeric control
ČSN	Československá státní norma
D	Hlavní bod ostří
DIN	Deutsche Industrie-norm (Německá národní norma)
E	Výměnné kolo
G	Výměnné kolo
Š	Pohybový šroub
Z₁ – Z₈	Ozubená kola

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Výkres součásti
Příloha 2	Výrobní postup
Příloha 3	Seznam nástrojů
Příloha 4	Seznam pomůcek
Příloha 5	Fotodokumentace výroby
Příloha 6	Hrotový soustruh SV18 RA
Příloha 7	Nástrojová frézka FN 22
Příloha 8	Soustruh TOS MN 80 A

Výkres součásti












PŘÍLOHA 2

Výrobní postup

VUT v Brně ÚST		VÝROBNÍ POSTUP		Název celku : Rozstříkovač	
Datum : 5.5. 2021		Vyhotoval : Josef Patočka		Kontroloval :	
Číslo op. pořadové :		Název, označení stroje, zařízení, pracoviště :		Dílna :	
Orientační :		Popis práce v operaci :		Výrobní nástroje, přípravky, měřidla, pomůcky :	
00/00	PÁSOVÁ PILA 05967	ŘEZÁRNA	ŘEZAT POLOTOVAR Ø32 NA DÉLKU L=130	P1	
01/01	SOUSTRUH HROTOVÝ SV18 RA 04126	OBROBNA	ZAROVNAT ČELA A SRAZIT HRANY na 0,2 x 45° VRTAT STŘEDÍCÍ DŮLEK Ø2 x 5	P1 T1 T2	
02/02	FRÉZKA FN 22 05157	OBROBNA	UPNOUT POLOTOVAR DO SKLÍČIDLA DĚLICÍHO PŘÍSTROJE OPŘÍT KONÍKEM VYROVNAT FRÉZOVAT SEDMIHRAN V DÉLCE L = 60 (DLE VÝKRESU A NÁVODKY)	P1 P2 P3 T3	
03/03	Frézka FN 22 05157	OBROBNA	VRTAT DÍRY 7x Ø 4 (dle návody)	P1 P3 T4	
05/05	Soustruh TOS MN 80A 04113	OBROBNA	UPNOUT ZA Ø32 A PODEPŘÍT KONÍKEM S OTOČNÝM HROTEM SOUSTRUŽIT Ø24 NA L= 40 SOUSTRUŽIT A ZAPICHOVAT Ø20 NA L= 40 (DLE VÝKRESU) VRTAT Ø6 NA L = 80 VRTAT Ø12 NA L = 80 SRAZIT HRANU NA Ø12 SRAZIT HRANU NA Ø20 UPÍCHNOUT NA L= 90,5	P1 P4 T5 T6 T7 T8	
06/06	Soustruh TOS MN 80A 04113	OBROBNA	UPNOUT ZA Ø24 A ZAROVNAT ČELO NA L= 90, SRAZIT HRANU	T2	
07/07		OBROBNA	ODJEHLIT RUČNĚ	T9	
08/08	OTK		KONTROLA ROZMĚRŮ (DLE VÝKRESU)	P1	





PŘÍLOHA 3

Seznam nástrojů

číslo pomůcky	znázornění	název nástroje	výrobce	materiál
T1		Vrták středící 60° - tvar A 2.5 x 5.0 ČSN 221110 DIN 333A	STIMZET	HSS
T2		Soustružnický nůž-ubírací stranový pravý- ČSN 223716 (pájená destička)	DeNas	SK P25
T3		Fréza válcová čelní 25 x 50 mm 4 BŘ. HSS krátká hrubozubá Mk3 typ W ČSN 222148	SANDVIK Coromant	HSS
T4		Vrták s válcovou stopkou Ø4 ČSN 221121- DIN 338 RN	STIMZET	HSS
T5		Soustružnický nůž-ubírací přímý pravý- ČSN 223710 (pájená destička)	DeNas	SK P25
T6		Soustružnický nůž-zapichovací pravý- ČSN 223730 (pájená destička)	DeNas	SK P10
T7		Vrták s válcovou stopkou dlouhý Ø6 PN 2916-DIN 340 RN	STIMZET	HSS
T8		Vrták s válcovou stopkou Ø12 ČSN 221121- DIN 338 RN	STIMZET	HSS
T9		pilník jehlový Ajax plochý zaoblené rohy PJOZ 160/2 5,8x1,5 DIN 7261	AJAX PILNÍKY	ČSN 19 133

PŘÍLOHA 4

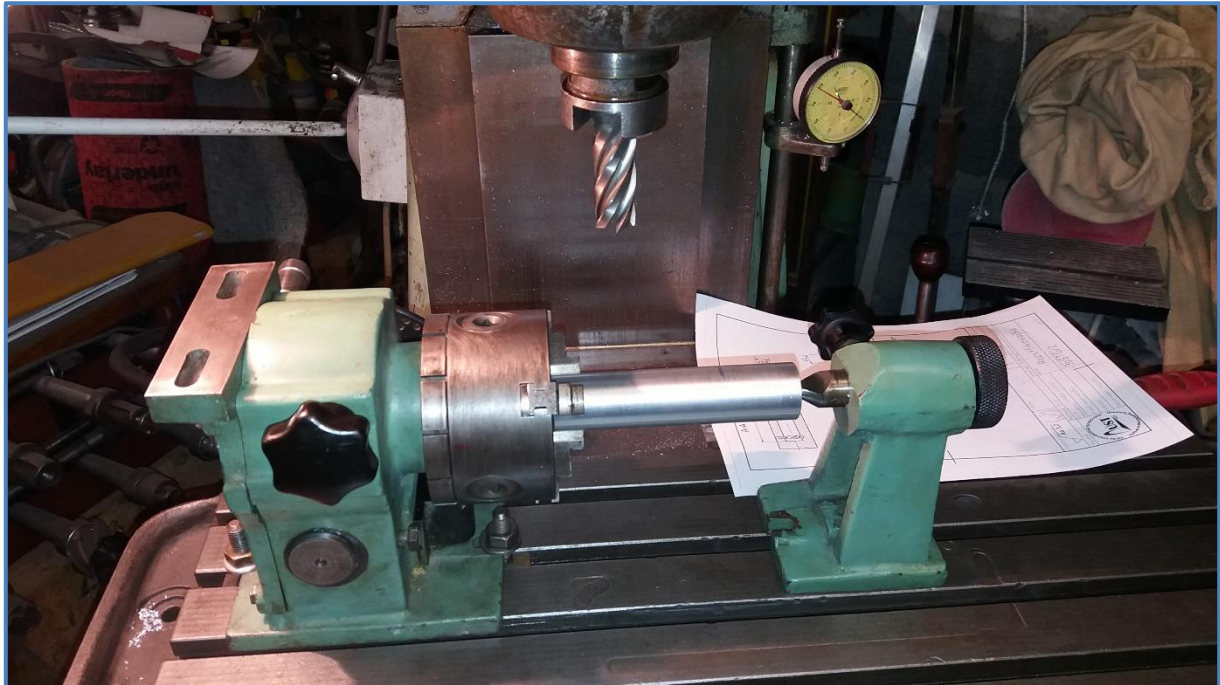
Seznam pomůcek

číslo pomůcky	znázornění	název pomůcky	výrobce
P1		Mitutoyo Digitální posuvné měřítko 150 mm ABS , 500-181-30 norma DIN 862, standardní konstrukce,	Mitutoyo
P2		Úchylkoměr 0-10/0,01mm norma DIN 878.	Mitutoyo
P3		Univerzální dělicí přístroj DU 200A ČSN 24 4180	TOS Kuřim
P4		Otočný hrot MK2 ČSN 243324	Bernardo

Fotodokumentace výroby



Fotodokumentace výroby



Fotodokumentace výroby



Fotodokumentace výroby



Hrotový soustruh SV18 RA



Technické údaje	
Oběžný průměr na ložem	380 mm
Oběžný průměr nad suportem	215 mm
Vzdálenost hrotů	1000-1250 mm
Vrtání vřetena	41 mm
Kužel ve vřetenu	[metrická 1:20] 50mm
Kužel hrotů	Morse 4
Průměr upínací desky	320 mm
Průměr sklíčidla	250 mm
Největší hmotnost obrobku	300 kg
Největší průřez nože	22 X 22 mm
Otáčky vřetena	
počet stupňů	21
rozsah	14-2800 min ⁻¹
Posuvy	
podélné v rozsahu	0,02 - 5,6 mm. ot ⁻¹
příčné v rozsahu	0,01 - 2,8 mm. ot ⁻¹
Elektromotor pro pohon vřetena	6 kW
Rozměry stroje : šířka x délka	950 X 3020 mm
Hmotnost	1800 kg

Nástrojová frézka FN 22



Technické údaje	
Výrobce	TOS Čelákovice - Žebráka
Rok výroby	1966
Upínací plocha svislého stolu	220 X 640 mm
Upínací plocha sklopného stolu	260 X 700 mm
Průměr otočného stolu	360 mm
Podélný pohyb stolu	300 mm
Svislý pohyb stolu	300 mm
Příčný pohyb vřeteníku	150 mm
Zdvih smykadla obrážecí hlavy	0-80 mm
Kužel vřetena	Morse 4
Počet stupňů otáček vřetena	16
Rozsah otáček vodorovného i svislého vřetena	40 - 2000 min ⁻¹
Rozsah otáček rychloběžného vřetena	3150-5000 min ⁻¹
Počet zdvihů obrážecího smykadla	40 zdvih. min ⁻¹
Počet stupňů posuvů	17
Rozsah posuvů	10-400 mm. min ⁻¹
Výkon elektromotoru	2,2 kW
Půdorysná plocha stroje	1200 X 1150 mm
Váha stroje	650kg

Soustruh TOS MN 80A



Technické údaje	
Oběžný průměr na ložem	160 mm
Oběžný průměr nad suportem	90 mm
Šířka lože	120 mm
Vrtání vřetena	18 mm
Kuželová dutina ve vřetenu	[metrická 1:20] 25mm
Kužel hrotů	Morse 1
Přední konec vřetena	M 39 x 4
Otáčky vřetena	
počet stupňů	9
rozsah	150-2000 min ⁻¹
Posuvy	
podélné v rozsahu	0,01-0,15 mm. ot ⁻¹
příčné v rozsahu	ruční
Elektromotor pro pohon vřeteníku	0,55 kW
Rozměry stroje : šířka x délka	1000 X 1500 mm
Hmotnost	180 kg