



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

## ZPŮSOBY UPÍNÁNÍ NÁSTROJŮ A OBROBKŮ

CLAMPING MODE OF TOOLS AND WORKPIECES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

PAVLÍNA KAMENICKÁ

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

ING. MILAN KALIVODA

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2012/13

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Pavlína Kamenická

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

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:

### **Způsoby upínání nástrojů a obrobků**

v anglickém jazyce:

### **Clamping mode of tools and workpieces**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Úvod (přehled, vývoj, možnosti, současný stav).
2. Upínání nástrojů (rozdělení, ukázkové příklady).
3. Upínání obrobků (rozdělení, typické ukázky).
4. Praktický rozbor upínací sestavy z firemního prostředí.
5. Diskuze, závěrečné posouzení.

Cíle bakalářské práce:

Sestavení přehledné databáze možností upínání. Uvedení konkrétních elementů vybraných z katalogů firem. Rozbor vytipované upínací sestavy na základě odborné praxe. Posouzení problematiky upínání.

Seznam odborné literatury:

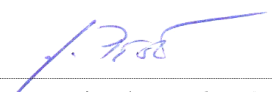
1. KOČMAN, Karel a Jaroslav PROKOP. Technologie obrábění. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2001. 270 s. ISBN 80-214-1996-2.
2. Příručka obrábění, kniha pro praktiky. 1. vyd. Praha: Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.
3. FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.
4. ZEMČÍK, Oskar. Nástroje a přípravky pro obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2003 (2002). 193 s. ISBN 80-214-2336-6.
5. ZEMČÍK, Oskar. Technologická příprava výroby. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2002. 158 s. ISBN 80-214-2219-X.
6. ZDRAVECKÁ, Eva a Ján KRÁL'. Základy strojárské výroby. 1. vyd. Prešov: Vydavateľstvo Michala Vaška, 2002. 145 s. ISBN 80-7165-353-5.
7. PERNIKÁŘ, Jiří a Miroslav TYKAL. Strojírenská metrologie II. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 180 s. ISBN 80-214-3338-8.

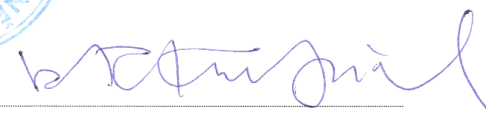
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Kalivoda

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/13.

V Brně, dne 21.11.2012



  
\_\_\_\_\_  
prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
Ředitel ústavu

  
\_\_\_\_\_  
prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.  
Děkan

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá upínáním nástrojů a obrobků ve strojírenské praxi. Přináší přehled o možnostech jejich upínání při třískovém obrábění. Pro konkrétní obráběcí operace jsou postupně představovány jednotlivé způsoby upínání a taktéž jsou blíže popsány jejich funkční principy. V práci je obsažen i praktický rozbor pořízený ve firemním prostředí. Jeho cílem bylo zjistit reálné použití upínání nástrojů a obrobků v praxi. V závěru jsou doplněny ukázky typických upínacích prostředků z katalogových listů různých společností.

### **Klíčová slova**

upínání, obrobky, nástroje, obrábění, upínací zařízení

## **ABSTRACT**

This bachelor's thesis deals with a clamping of machine tools and workpieces in an engineering practice. It provides an overview of the possibilities of their clamping during machining. The individual ways of the clamping for specific machining operations are there presented sequentially and also their functional principles are described in detail. In the thesis is contained also a practical analysis acquired in a business environment. Its aim was to find out the real use of the clamping of machine tools and workpieces in practice. In the conclusion are added examples of typical clamping devices from catalogue sheets of various companies.

### **Key words**

clamping, workpieces, machine tools, machining, clamping devices

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

KAMENICKÁ, Pavlína. *Způsoby upínání nástrojů a obrobků*. Brno 2013. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 48 s., 10 příloh. Vedoucí práce Ing. Milan Kalivoda.

### **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Způsoby upínání nástrojů a obrobků** vypracovala samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

.....  
Datum

\_\_\_\_\_  
Pavlína Kamenická

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Milanu Kalivodovi za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce. Dále děkuji pracovníkům společnosti Erwin Junker Grinding Technology a.s. za jejich ochotu a poskytnutí potřebných informací k praktické části bakalářské práce. Také chci poděkovat své rodině za podporu při mém studiu.

**OBSAH**

ABSTRAKT .....	4
PROHLÁŠENÍ.....	5
PODĚKOVÁNÍ .....	6
OBSAH.....	7
ÚVOD.....	9
1. VOLBA UPÍNACÍHO ZAŘÍZENÍ .....	10
2. UPÍNÁNÍ NÁSTROJŮ.....	11
2.1 Požadavky na upínání nástrojů .....	11
2.2 Soustružení.....	11
2.2.1 Nožové hlavy a upínky .....	12
2.2.2 Revolverová hlava .....	12
2.2.3 Šestiboká nástrojová hlava.....	13
2.2.4 Upínání nástrojů u číslicově řízených soustruhů .....	13
2.3 Frézování .....	13
2.3.1 Upínání nástrčné frézy .....	14
2.3.2 Upínání frézy s válcovou stopkou .....	15
2.3.3 Upínání frézy s kuželovou stopkou .....	17
2.3.4 Číslicově řízené frézky .....	17
2.4 Vrtání .....	17
2.5 Další metody obrábění .....	18
2.5.1 Broušení .....	18
2.5.2 Hoblování.....	19
2.5.3 Obrážení.....	21
2.5.4 Vyvrtávání .....	22
3. UPÍNÁNÍ OBROBKŮ .....	23
3.1 Požadavky na upínání obrobků.....	23
3.2 Soustružení.....	23
3.2.1 Univerzální sklíčidlo.....	23
3.2.2 Upínání mezi hroty .....	24
3.2.3 Opěry .....	26
3.2.4 Kleština .....	27
3.2.5 Upínací deska.....	27
3.2.6 Soustružnické trny .....	29
3.2.7 Upínání obrobků u číslicově řízených soustruhů.....	30

3.3 Frézování .....	30
3.3.1 Strojní svěráky .....	30
3.3.2 Upínací pomůcky .....	31
3.3.3 Upínací přípravky .....	32
3.3.4 Upínání obrobků u číslicově řízených frézek .....	32
3.4 Vrtání .....	32
3.5 Další metody obrábění .....	33
3.5.1 Broušení .....	33
3.5.2 Hoblování.....	34
3.5.3 Obrážení.....	35
3.5.4 Vyvrtávání .....	35
4. PRAKTICKÝ ROZBOR Z FIREMNÍHO PROSTŘEDÍ.....	36
4.1 Výběr společnosti .....	36
4.2 Historický vývoj společnosti .....	36
4.3 Upnutí na hrotovém soustruhu SUI 80, TOS Trenčín .....	36
4.4 Upnutí na hrotovém soustruhu SV 18 RB, TOS Trenčín .....	38
4.5 Upnutí na rovinné portálové frézce 12 SV .....	38
4.6 Upnutí na hoblovice HD 20 .....	39
4.7 Upnutí na horizontální frézce WHN 13 NC .....	39
4.8 Upnutí na brousicím stroji WALDRICH COBURG .....	40
4.9 Upnutí na frézce EFGS 50/63 .....	41
5. DISKUZE .....	42
5.1 Soustružení.....	42
5.2 Frézování .....	42
5.3 Hoblování.....	42
5.4 Broušení .....	42
ZÁVĚR .....	43
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	44
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	46
SEZNAM PŘÍLOH.....	48



## ÚVOD

Technologie obrábění, která je jedním ze základních odvětví výrobní strojírenské technologie, slouží k výrobě součástí odebráním třísky. Navazuje na proces výroby polotovarů jiných technologií, jako je například slévání, tváření a nekonvenční metody obrábění. Z hlediska výroby součástí zaujímá samotné obrábění v celkovém měřítku přibližně 30% až 40%.

V rozvíjící se strojírenské výrobě jsou kladeny stále vyšší požadavky na dosažení maximální produktivity práce a také na hospodárnost výroby. Ty lze zvýšit zdokonalením technologického postupu. Jedním z jeho důležitých úseků je samotné upínání nástrojů a obrobků a s tím také spojená správná volba upínacího zařízení. Při upínání nástrojů a obrobků je nutné se řídit určitými zásadami a zároveň respektovat požadavky zákazníka. Také je třeba klást důraz na bezpečnost a spolehlivost upnutí nástroje a obrobku. Důkladné upnutí má vliv na přesný tvar a rozměr obrobku, přesnost a jakost obráběného povrchu, opotřebení nástroje a také zkrácení času potřebného na upnutí, což se odrazí i v celkovém strojním čase.

Hlavním účelem upnutí obrobku k nástroji (a zároveň k obráběcímu stroji) je jeho ustavení do požadované polohy. Nutné je jeho pevné zajištění, tedy zabránění jeho uvolnění při působení řezných a odstředivých sil.

Každá obráběcí metoda vyžaduje vlastní nároky na upnutí obrobků a nástrojů. Na dnešním trhu existuje široká nabídka různých typů upínacích prvků. Ty lze dělit podle několika kritérií. Nejdůležitějším z nich je způsob obrábění zahrnující jak metody soustružení, frézování a vrtání (na které se tato práce zaměřuje), tak i další metody, jež jsou v práci stručně rozebrány. Konkrétně se jedná o broušení, hoblování, obrážení a vyvrtávání.

Vzhledem k neustálému vývoji a zdokonalování strojírenské výroby dochází i k pokroku v samotném upínání. Tato práce bude však zaměřena na nejrozšířenější způsoby, které se používají i v menších provozech.

## 1. VOLBA UPÍNACÍHO ZAŘÍZENÍ

### Volba upínacího zařízení závisí na:

- operaci obráběcího procesu (soustružení, frézování, vrtání, hoblování, broušení,...),
- tvaru obrobku, jeho rozměru a hmotnosti,
- typu stroje,
- velikosti nástroje,
- požadované přesnosti obrábění,
- celkovém počtu vyráběných součástí,
  - V kusové a malosériové výrobě se používají jiná upínací zařízení než u sériové a hromadné výroby, kde se používají speciální zařízení (přípravky), díky nimž se zkracuje čas potřebný k upínání a zvyšuje se kvalita součástí a zároveň se snižuje jejich výrobní cena součástí.
- upínací síle (nutné pro spolehlivý přenos krouticích momentů pracovního vřetena),
- ekonomickém hledisku.

### Správnost provedení upnutí má vliv na:

- tvar obrobku,
- přesnost obráběného povrchu,
- jakost obráběného povrchu,
- opotřebení nástroje,
- délku vedlejšího výrobního času,
- atd.

## 2. UPÍNÁNÍ NÁSTROJŮ

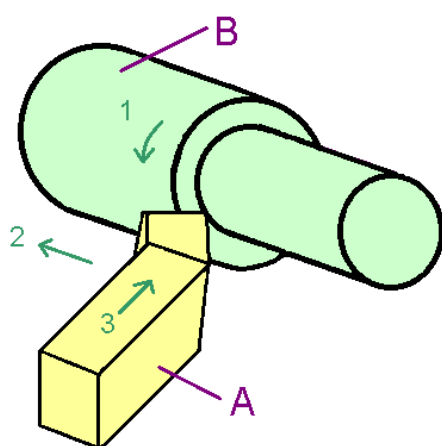
### 2.1 Požadavky na upínání nástrojů

Požadavky na upínání nástrojů jsou:

- jednoduchost upnutí,
- dostatečná tuhost upnutí,
- bezpečnost upnutí,
  - Nástroj by se mohl vlivem působení odstředivé síly a síly řezného odporu uvolnit, proto musí být v upínacím zařízení dobře zajištěn.
- minimální náklady na provedení upnutí,
- spolehlivý přenos krouticího momentu (např. u frézování, vrtání,...),
- rychlost výměny nástroje,
- soustřednost a vyváženost rotujících částí,
- přesnost upínání,
  - Ta závisí na přesnosti vlastního upínače (jeho konstrukce musí být navržena tak, aby samotný upínač nástroj nedeformoval).
- životnost upínacího prostředku.

### 2.2 Soustružení

Při tomto druhu třískového obrábění dochází k opracování vnějších i vnitřních rotačních ploch. Materiál obrobku je odebírán nejčastěji jednobřitým nástrojem. Hlavní pohyb, který koná obrobek, je rotační a nástroj (soustružnický nůž) vykonává naopak pohyb posuvný - příčný, podélný nebo obecný (při soustružení tvarů) - směrem k obrobku. Pohyby obrobku a nástroje jsou znázorněny na obrázku 2.1.



*A - nástroj*

*B - obrobek*

*1 - hlavní řezný pohyb*

*2 - vedlejší řezný pohyb (posuv)*

*3 - přísuv*

Obr. 2.1 Pohyby při soustružení [20]

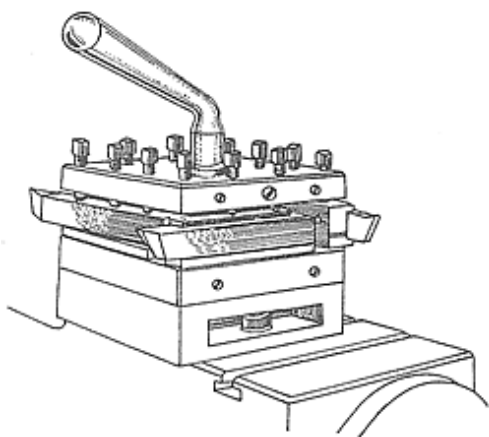
Důležitým hlediskem při upínání soustružnických nožů je jejich výškové nastavení. To se při upínání do nožových hlav nejčastěji kontroluje pomocí špičky nástroje, která má být ve stejné výšce jako je osa obrobku. Toho se docílí tak, že se nože podloží

kovovými podložkami, dokud nebude špička nástroje s osou obrobku v rovině. Počet použitých podložek by však měl být co nejmenší. [20]

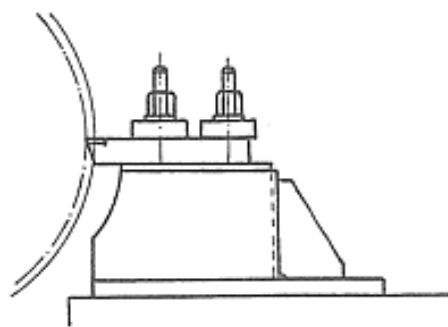
Dále se musí dbát na tzv. vyložení soustružnického nože, které by mělo být minimální. To znamená, že nůž by měl být upnut nakrátko. V opačném případě je nůž namáhán na ohyb, což následně způsobí jeho kmitání a postupně tak dojde k vylamování břitu. Proto by vyložení soustružnického nože nemělo přesáhnout výšku nože. [20]

### 2.2.1 Nožové hlavy a upínky

U menších soustruhů se nejčastěji soustružnické nože upínají do otočných nožových hlav (obr. 2.2). Jejich výhodou je, že do nich lze upnout najednou až čtyři nože. Umožňují nám tak upnout současně nože různých typů (např. ubírací, radiusový, zapichovací nůž,...). Potřebná výměna nástrojů je tedy rychlejší a tím se zkracuje i celkový výrobní čas. Naopak u větších soustruhů se nože upínají pomocí upínek (obr. 2.3), které mohou být různého typu. [17]



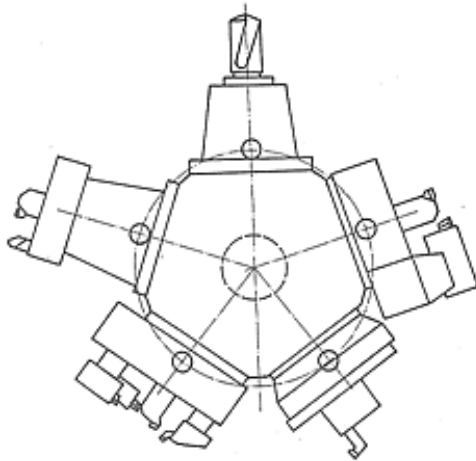
Obr. 2.2 Upínání soustružnických nožů v otočné nožové hlavě [17]



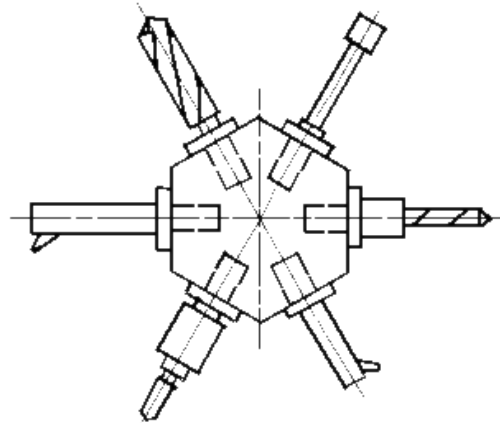
Obr. 2.3 Upnutí nože pomocí upínky [17]

### 2.2.2 Revolverová hlava

Upínání soustružnických nožů do nástrojových otvorů v otočné revolverové hlavě se využívá u revolverových, automatických, ale i svislých soustruhů. Tento způsob umožňuje upínat sestavy po více nástrojích (obr. 2.4). Je možné tak upnout nejen soustružnické nože, ale také nástroje pro vrtání, obrábění závitů, atd. [17]



Obr. 2.4 Upnutí nástrojů  
v revolverové hlavě [17]



Obr. 2.5 Upnutí nástrojů v šestiboké  
nástrojové hlavě [16]

### 2.2.3 Šestiboká nástrojová hlava

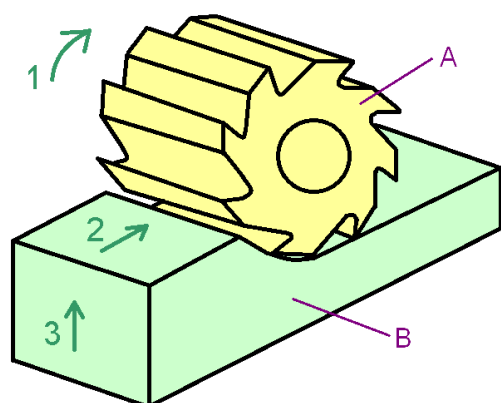
Dalším způsobem upnutí nástrojů u revolverových soustruhů a také číslicově řízených soustruhů je šestiboká nástrojová hlava (obr. 2.5), která se uplatňuje zejména při soustružení děr. Jsou do ní tedy upínány osové nástroje, jako např. vrtáky, výhrubníky, výstružníky apod. Jak je už z názvu zřejmé, lze do ní upnout až šest nástrojů najednou. [16]

### 2.2.4 Upínání nástrojů u číslicově řízených soustruhů

U číslicově řízených soustruhů (CNC) se soustružnické nože upínají do **nástrojových hlav**. Ty mohou mít různá provedení pro různý počet a různé druhy nástrojů (soustružnické nože, vrtáky, výhrubníky,...). Další možností upínání nástrojů u těchto poloautomatických a automatických soustruhů jsou **speciální držáky**. Nástroje se předem seřídí na požadovaný rozměr a poté jsou umístěny do zásobníku nástrojů. Pro samotné obrábění jsou nástroje ze zásobníku použity v automatickém cyklu. [17]

## 2.3 Frézování

Frézování je metodou třískového obrábění rovinných nebo tvarových ploch vícebřítým nástrojem (frézou), který koná hlavní pohyb rotační. Vedlejší pohyb posuvný vykonává obrobek (obr. 2.6).



*A - nástroj*

*B - obrobek*

*1 - hlavní řezný pohyb*

*2 - vedlejší řezný pohyb (posuv)*

*3 - přísuv*

Obr. 2.6 Pohyby při frézování [20]

Volba upínacího prostředku pro upnutí frézy závisí na její konstrukci (tvaru a rozměrech) a na způsobu frézování. Upínací prvky se volí z normalizované řady.

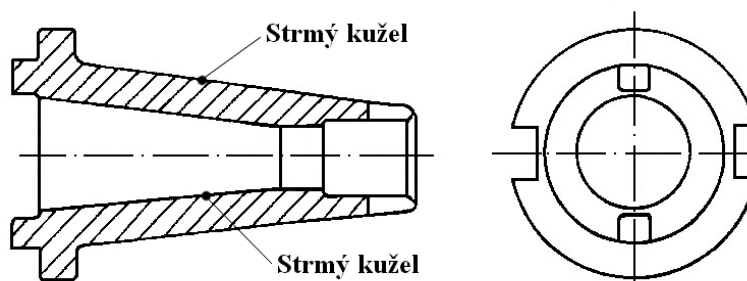
### 2.3.1 Upínání nástrčné frézy

Nástrčné frézy se na frézkách upínají pomocí **frézovacích trnů**, které se umísťují do pracovního vřetena stroje. Dutina vřetena má stejný tvar kužele jako frézovací trn. Kužele mohou být metrické s kuželovostí 1:20, Morse kužele s kuželovostí 1:19 nebo strmé kužele s kuželovostí 1:3,5. [17]

Krouticí moment je u metrického a Morse kužele z vřetena na trn přenášen díky jejich samosvornosti. U frézovacího trnu zapadá plochý nákrůžek do obdélníkového vybrání na konci pracovního vřetena. Tím se při otáčení vřetena trn neuvolní a přenos krouticího momentu je hodnotnější. [17]

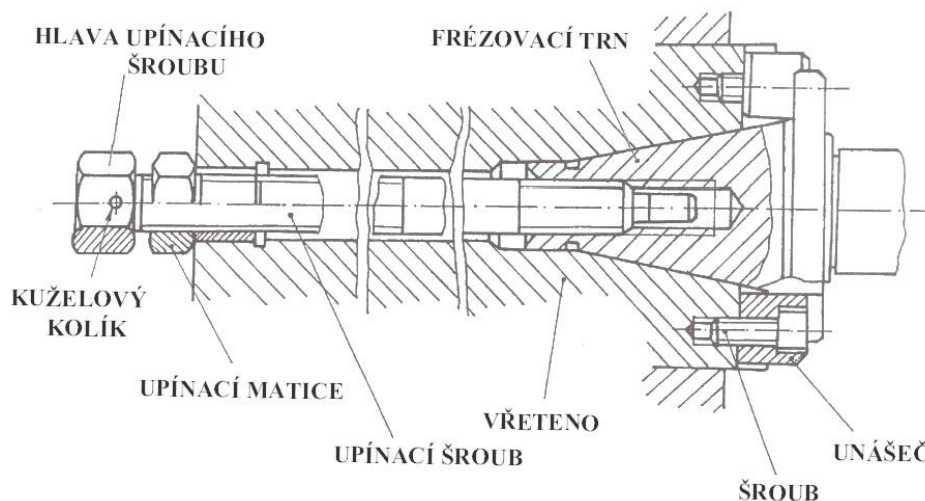
U strmého kužele dochází pouze ke středění trnu ve vřetenu stroje. V tomto případě je krouticí moment přenášen zabíráním mezi dvěma kameny uchycenými na čelní straně vřetena a vybráním v nákrůžku frézovacího trnu. [17]

Pokud jsou mezi kuželem frézovacího trnu a kuželovitou dutinou vřetena nějaké odchylky, použije se redukční pouzdro (obr. 2.7). To může být v různém provedení. Pouzdro se na frézovací trn upevňuje pomocí upínací vložky, která se zasune svými výstupky do drážek pouzdra. Trn se poté do vložky vsune a upínacím šroubem se na vložku našroubuje. [17]



Obr. 2.7 Redukční pouzdro [17]

Frézky vyráběné u nás mají vřetena s dutinou strmého kužele. Frézky s vřetenem metrického kužele a Morse kužele se vyrábí pouze na zakázku. Upnutí strmého frézovacího trnu ve vřetenu stroje je znázorněno na obrázku 2.8. [17]



Obr. 2.8 Upnutí strmého frézovacího trnu ve vřetenu [17]

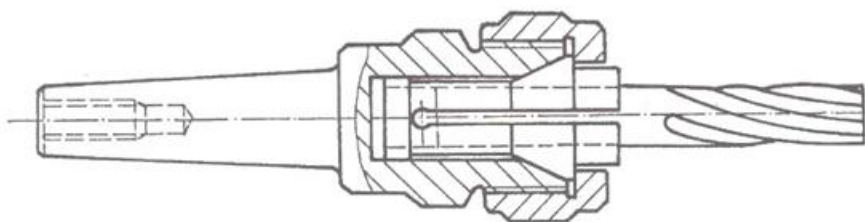
Frézovací trny mohou být krátké nebo dlouhé. Krátké trny se používají pro upnutí čelních nástrčných fréz. K unášení frézy při menších výkonech slouží podélné nebo příčné pero v drážce trnu. Při působení větších výkonů k přenosu krouticího momentu se používají tzv. kameny, které jsou zasazeny do příruby frézovacího trnu. Dlouhé frézovací trny se používají převážně u vodorovných a univerzálních konzolových frézek. Jeden konec trnu je upevněn v redukčním pouzdře vřetena a druhý je v posuvném podpěrném ložisku, které je umístěno na výsuvném rameni vodorovné frézky. Správné polohy frézy docílíme použitím rozpěracích kroužků, které se volně umístí na trn. Aby se zabránilo prohýbání trnu při frézování, musí se fréza umístit co nejbližší k vřetenu nebo podpěrnému ramenu. Frézy se šikmými nebo šroubovitými zuby jsou upínány v takové poloze, aby řezná síla směřovala k vřetenu frézky. [17]

V příloze 5 je uveden katalogový list společnosti PRAMET TOOLS, s.r.o. s upínacím trnem pro nástrčnou frézu.

### 2.3.2 Upínání frézy s válcovou stopkou

Frézy s válcovou stopkou se v dnešní době upínají výjimečně do **upínací hlavice s kleštinou** (obr. 2.9). Jsou nahrazovány **tepelnými a hydraulickými upínacími prostředky**. U **tepelného upínače** dochází k upnutí frézy v důsledku smrštění materiálu, ke kterému dochází vlivem rychlého ohřevu nástroje (nedochází tak k tepelnému ovlivnění nástroje) umístěného v tělese upínače a následného ochlazení proudem vzduchu. Při dalším ohřevu ve speciálním zařízení se fréza z upínacího prostředku opět uvolní. [3]

Tepelný upínač s označením HSK 63A je uveden v katalogovém listu v příloze 4.

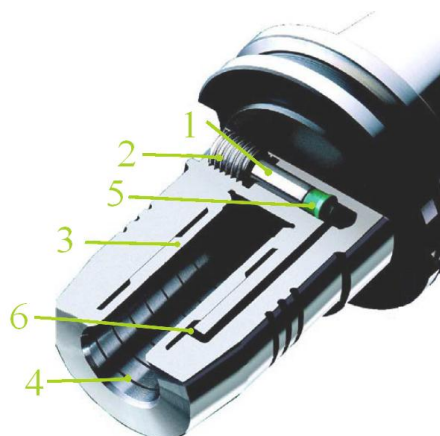


Obr. 2.9 Upnutí frézy do kleštiny [17]

**Hydraulický upínač** funguje na principu zvyšování tlaku oleje v dutině upínače. Na píst s těsněním působí šroub, který jej posouvá. Při zašroubování tak píst stlačuje olej v dutině upínače, čímž dochází ke zvyšování tlaku a zároveň rozpínání oleje. Pouzdro je stlačováno a mírně deformováno a tím dojde k obepnutí válcové stopky nástroje a jejímu upnutí do upínače. Drážky na vnitřní ploše pouzdra slouží k odvedení případných mastnot ze stopky nástroje. [3]

Výborný poměr ceny a výkonu nabízí německá společnost SCHUNK Intec s.r.o., která nabízí nejvýkonnější hydraulický upínač TENDO E, který lze vidět na obrázku 2.10 a v příloze 1. Přenáší krouticí moment až 900 Nm (při upínacím průměru 20 mm). Tím se liší od ostatních hydraulických upínačů o 60 % výkonu. Další jeho předností je výborné tlumení vibrací a nízké obvodové házení nástroje. [9]

- 1 - píst
- 2 - šroub
- 3 - pouzdro
- 4 - drážky
- 5 - těsnění
- 6 - dutina upínače



Obr. 2.10 Hydraulický upínač TENDO E [3]

Hydraulická a tepelná upínací zařízení se používají také u číslicově řízených strojů. Mezi jejich přednosti patří:

- velmi rychlá výměna nástroje,
- vysoká přesnost,
- vysoké upínací síly,
- vysoká tuhost upnutí,
- jednoduchá obsluha,
- atd.



### 2.3.3 Upínání frézy s kuželovou stopkou

Frézy s kuželovou stopkou se upínají pomocí **redukčních pouzder** ve vřetenu stroje. Dutina vřetena má stejný kuželovitý tvar jako vnější kužel redukčního pouzdra. Jeho vnitřní kužel je shodný s kuželem upínací stopky frézy. Aby styčné plochy (stopky frézy, vnitřní a vnější kužel redukčního pouzdra, dutina pracovního vřetena stroje,...) dobře dosedaly, musí se zajistit jejich čistota. [3]

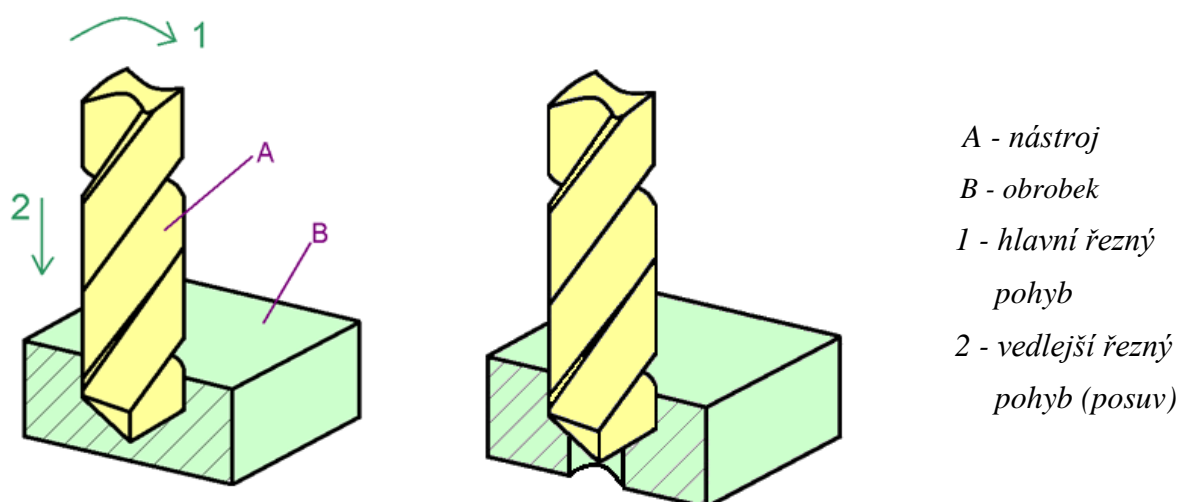
Redukční pouzdro společnosti BISON-BIAL S.A. je zobrazeno v příloze 7.

### 2.3.4 Číslicově řízené frézky

Zvláštním případem je upínání fréz na číslicově řízených frézovacích strojích. Při něm se používá pouze letmé upnutí nástroje (je upnut jen na jedné straně). Tento způsob však vyžaduje rychlé a přesné upnutí již seřizovaného nástroje. [17]

## 2.4 Vrtání

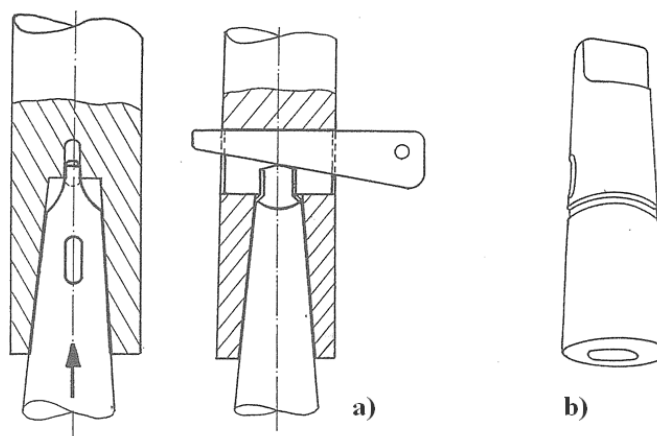
Touto výrobní metodou se obrábí do plného materiálu a slouží nám ke zhotovení vnitřních rotačních ploch (otvorů) nebo rozšíření již předpracované díry. Hlavní řezný pohyb je rotační a vedlejší je posuvný. Oba tyto pohyby vykonává většinou nástroj (vrták) (obr. 2.11).



Obr. 2.11 Pohyby při vrtání [20]

Na vrtačkách je nástroj upnut podobným způsobem jako u frézek. Na rozdíl od frézování v tomto případě není nutné upínat vrtáky pomocí šroubu. Je to z toho důvodu, že při vrtání působí řezná síla vždy do vřetena stroje. Vrtáky se upínají přímo do **pracovního vřetena vrtačky** (obr. 2.12a), které má kuželovou dutinu (Morse kužel). Dále lze použít **redukční pouzdro** (obr. 2.12b). Díky tření samosvorného Morse kužele dochází k přenosu krouticího momentu. Vrták se z Morse kužele uvolní poklepaním na vyrážecí klín, který je předtím nasazen do příčného otvoru ve vřetenu stroje. [17]

Při upínání vrtáku menšího průměru, který má válcovou stopku, se použije samostředící **upínací hlavice**. [17] Můžeme ji vidět v katalogovém listu společnosti PRAMET TOOLS, s.r.o. v příloze 6.



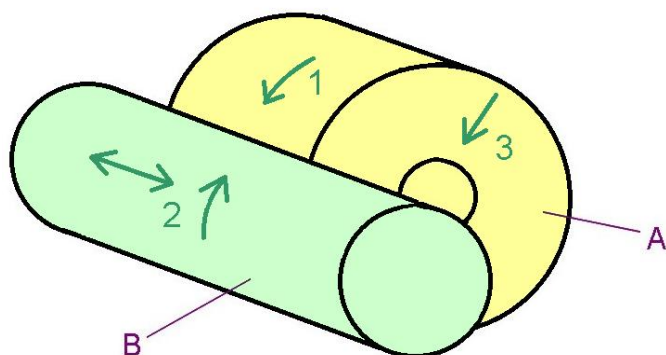
Obr. 2.12 Upínání vrtáku [17]

Vrtat otvory lze i na soustruhu pomocí šroubovitých, kopinatých či hlavňových vrtáků. Vrtáky s kuželovou stopkou se upínají do pinoly koníka, kde se používá **redukční pouzdro**. Vrtáky s válcovou stopkou se upínají do upínacích **tříčelist'ových** nebo **dvoučelist'ových hlavice**. Pro urychlení výměny nástroje můžeme použít **rychloupínací hlavice s pevným pouzdrém**. [20]

## 2.5 Další metody obrábění

### 2.5.1 Broušení

Broušení je dokončovací metoda, která slouží k odstranění nepřesností po předchozím obrábění. Lze brousit válcové vnější i vnitřní, rovinné či tvarové plochy. Hlavním řezným pohybem je v tomto případě rotace nástroje (brousící kotouč). Jeho břity jsou tvořeny zrny brusiva, která jsou navzájem spojena vhodným pojivem a jsou rozmístěna nepravidelně po obvodu brousícího kotouče. Obrobek vykonává vedlejší pohyb - rotační nebo přímočarý vratný pohyb (obr. 2.13)



*A - nástroj*

*B - obrobek*

*1 - hlavní řezný pohyb*

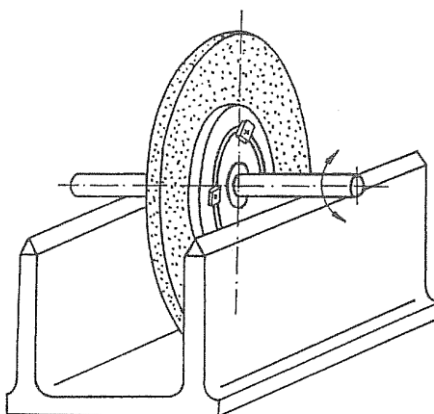
*2 - vedlejší řezný pohyb (posuv)*

*3 - přísuv*

Obr. 2.13 Pohyby při broušení [20]

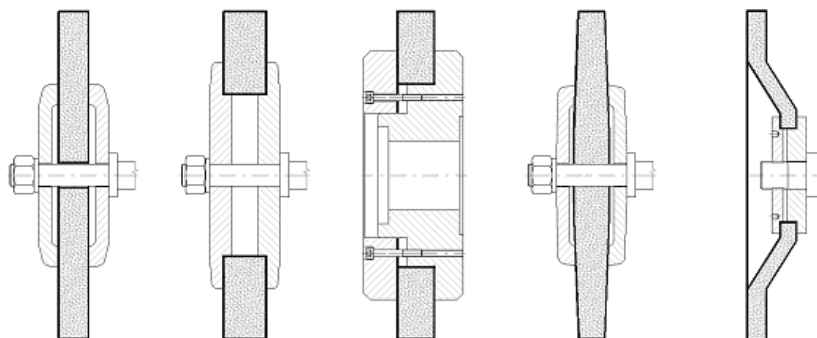
Požadavky na upínání nástrojů při broušení jsou vyšší, tedy i náročnější, než jak je tomu u jiných způsobů obrábění. Smí ho provádět pouze kvalifikované osoby. Před samotným upnutím je nutné prohlédnout brousící kotouč, zda není nějak poškozený. U brousících kotoučů, kde je použito keramické pojivo, se navíc zkouší i jejich zvuková podoba. Nepoškozený kotouč vydává jasný zvuk, poškozený zní tlumeně. Po upnutí kotouče musí následovat „upínací kontrola“, při které se při chodu naprázdno po danou dobu

(nejméně 5 minut) zkouší bezpečná obvodová rychlost. Hodnota rychlosti povolená od výrobce nesmí být překročena. Dále je nutné kotouč vystředit, tedy rovnoměrně rozložit jeho hmotu vůči ose rotace. Aby byl chod vřetena brusky klidný, musí se vyvážit, v opačném případě začne vlivem odstředivých sil kmitat. Dochází tak k postupnému zhoršení jakosti broušené plochy. Vyvažovat lze staticky a dynamicky. Statické vyvažování se provádí na **vyvažovacím stojánku** (obr. 2.14). Aby se kotouč upnutý na přesném trnu po tomto stojánku rovnoměrně odvaloval, tak se postupně v drážkách upínacích přírub přestavují vyvažovací tělíska. Dynamické vyvažování používáme v případě přesného broušení, větší obvodové rychlosti než  $50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a šířce kotouče větší jak 30 mm. K tomu nám slouží **speciální vyvažovací zařízení**, kde dochází ke snížení vlivu momentových dvojic nevyvážené hmoty kotouče.[1], [17]



Obr. 2.14 Vyvažovací stojánek [17]

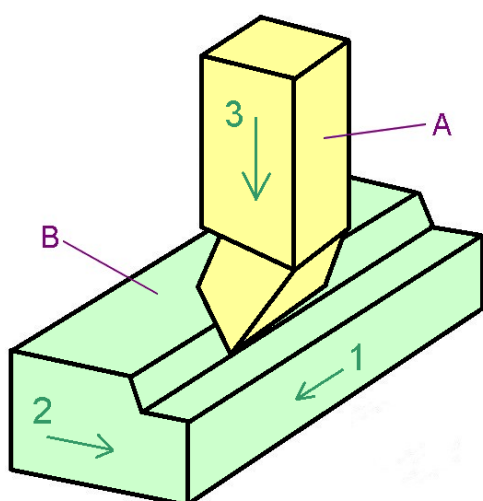
Broušící kotouče větších průměrů se upínají do **upínacích přírub** (obr. 2.15). Pro vyrovnání nerovností na povrchu kotouče se vkládají mezi kotouč a příruby měkké (převážně pryžové nebo kožené) podložky. Kotouč je mezi přírubou upevněn jejich mechanickým sevřením. Aby při upnutí nedošlo k odchylce, musí být příruby rovné a čisté, jejich průměr musí být stejný a musí překrývat 1/3 průměru broušícího kotouče. Menší broušící kotouče se upínají za upínací stopku nebo za díru. [1], [5]



Obr. 2.15 Upínací příruby [1]

### 2.5.2 Hoblování

Jedná se o třískové obrábění, při němž je materiál z obrobku odebírán jednobřitým nástrojem (hoblovacím nožem), který se pohybuje přerušovaným posuvem směrem k obrobku. Ten koná hlavní řezný pohyb (obr. 2.16), jenž je přímočarý vratný. Hoblováním se obrábí dlouhé rovinné plochy, které mohou být vodorovné, svislé, šikmé nebo tvarové.



*A - nástroj*

*B - obrobek*

*1 - hlavní řezný pohyb*

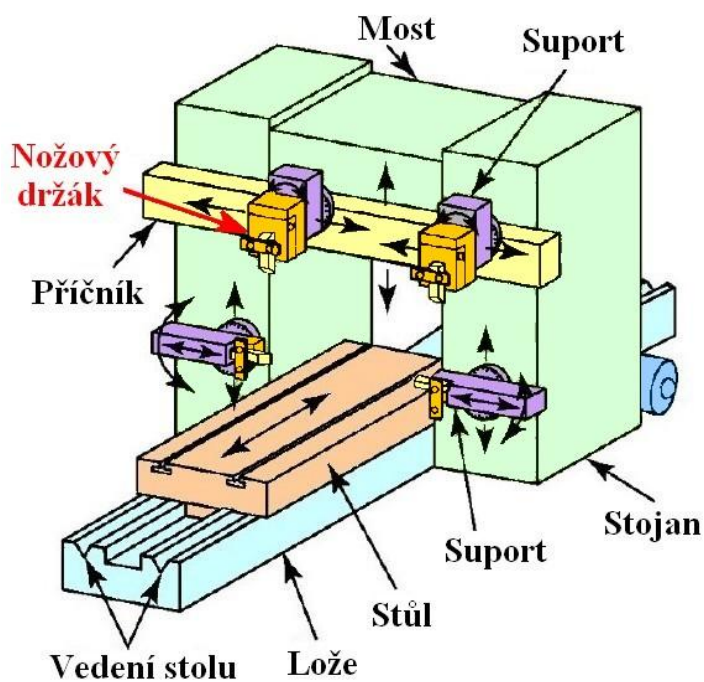
*2 - vedlejší řezný pohyb (posuv)*

*3 - přísuv*

Obr. 2.16 Pohyby při hoblování [20]

Při hoblování se hoblovací nože upínají do **nožových držáků**, které jsou součástí hoblovky. Nožový držák je uchycen na suportu, který umožňuje držáky naklápět na obě strany (až o  $60^\circ$ ). Díky tomu se dají obrábět i šikmé plochy. Zároveň také suport koná axiální pohyb po příčniku. Ten se posouvá po stojanu v horizontálním směru k pracovnímu stolu stroje. Hoblovky mají většinou suportů více. Jeden nebo dva jsou na příčniku a další jsou umístěny přímo na vedení stojanu. Při zpětném pohybu stolu se nožové držáky od desky suportu mechanicky nebo hydraulicky odklápějí, aby nedošlo hřbetem nože k poškození obrobenej plochy obrobku. Nástroj je tak zároveň chráněn i proti opotřebení.

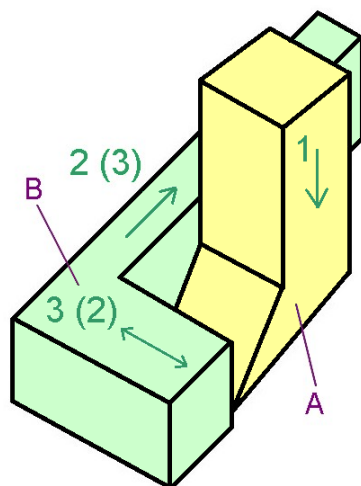
Nožové držáky jsou vidět na obrázku 2.17, na kterém je zobrazena dvoustojanová hoblovka. [4]



Obr. 2.17 Dvoustojanová hoblovka [4]

### 2.5.3 Obrážení

Tento způsob třískového obrábění se používá pro opracování rovinných ploch. Lze jím obrábět svislé, vodorovné i šikmé plochy, které jsou menších rozměrů, než je tomu u hoblování. Dalším rozdílem mezi obrážením a hoblováním je pohyb nástroje a obrobku. Hlavní řezný pohyb (přímocharý vratný) u této metody koná jednobřítý nástroj (obrážecí nůž). Vedlejší pohyb je přerušovaný posuvný a koná ho obrobek. Pohyby při obrážení jsou znázorněny na obrázku 2.18.



*A - nástroj*

*B - obrobek*

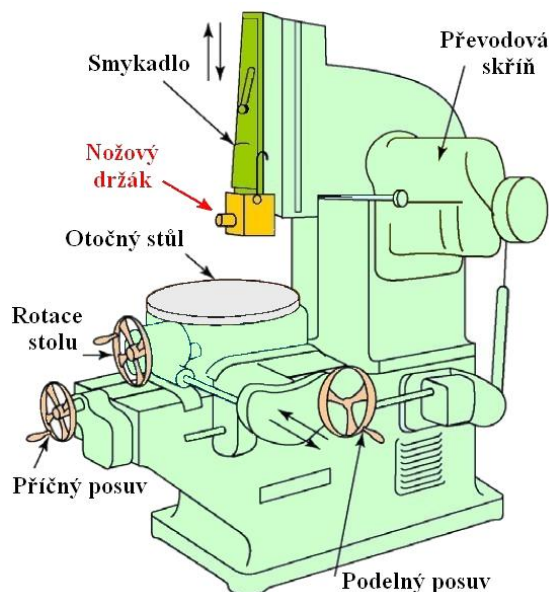
*1 - hlavní řezný pohyb*

*2 - vedlejší řezný pohyb (posuv)*

*3 - příisuv*

Obr. 2.18 Pohyby při obrážení [20]

Obrážecí nože se upínají stejným způsobem jako nože hoblovací - do **nožových držáků**. Ty jsou přichyceny na smýkadle, které koná buď svislý (u svislých obrážecích) nebo vodorovný (u vodorovných obrážecích) pohyb. Pro obrábění krátkých svislých nebo šikmých ploch slouží ruční posuv naklápěcích nožových saní. Na obrázku 2.19 je znázorněna svislá obrážecí, na které je vidět umístění nožového držáku.

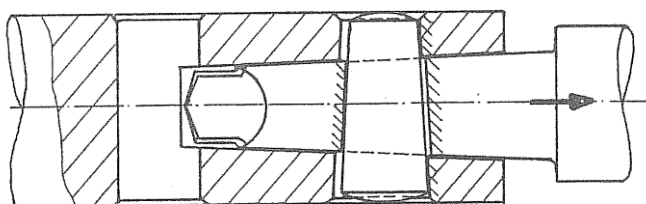


Obr. 2.19 Svislá obrážecí [4]

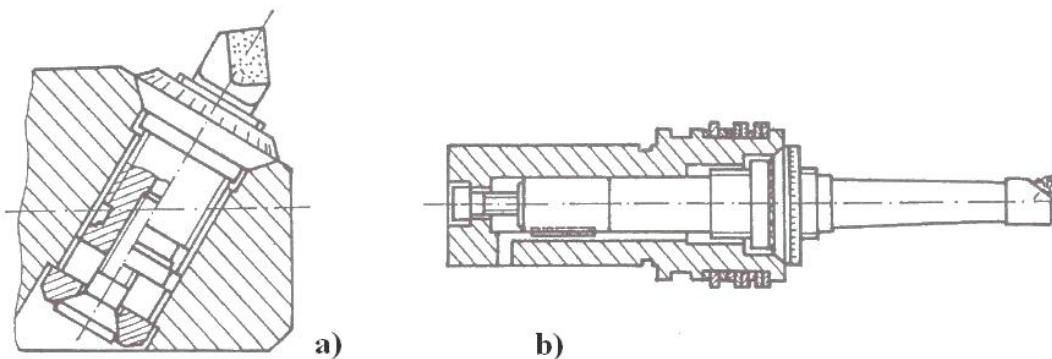
### 2.5.4 Vyvrtávání

Vyvrtávací tyče nebo vyvrtávací hlavy se upínají podobně jako vrtáky do **vřetena** vyvrtávacího stroje samosvorným kuželem Morse. Vyvrtávací nástroje jsou tím zároveň středěny. Upínací kužel vyvrtávací tyče je do dutiny vřetena vtahován pomocí upínacích klínů (obr. 2.20). Samotný vyvrtávací nůž je upnut ve vyvrtávací tyči nebo stavitelným uložením, které umožňuje nastavení nože na jiný průměr. Ve vyvrtávací tyči se nastavení nože provádí pomocí pevných měrek, speciálních měřidel nebo optických seřizovacích přístrojů. Pro přesnější nastavení vyvrtávacího nože použijeme mikrometrické vložky (obr. 2.21a), s jejichž pomocí lze nůž nastavit s přesností na 0,005 mm. [17]

Na číselně programovatelných strojích se nože seřizují na průměr i na požadovanou délku v jejich axiálním směru mikrometrickými hlavicemi (obr. 2.21b). [17]



Obr. 2.20 Upínání vyvrtávací tyče do vřetena [17]



Obr. 2.21 Přesné nastavení nože [17]

### 3. UPÍNÁNÍ OBROBKŮ

#### 3.1 Požadavky na upínání obrobků

Požadavky na upínání obrobků jsou:

- správná poloha obrobku vůči nástroji,
  - dodržení určitých zásad pro umístění obrobku
- jednoduchost upnutí,
- dostatečná tuhost a pevnost upnutí,
- bezpečnost upnutí,
  - Obrobek musí být v upínacím prostředku dobře zajištěn, aby se vlivem působení odstředivé síly a síly řezného odporu neuvolnil.
- rychlost upínání,
  - Ta závisí na druhu upínacího zařízení, velikosti, váze a tvaru obrobku.
- minimální náklady na provedení upnutí,
- spolehlivý přenos krouticího momentu (např. u soustružení),
- přesnost upínání
  - Ta závisí na přesnosti vlastního upínače (samotná konstrukce upínače musí být navržena tak, aby se obrobek při působení upínacích a řezných sil při obráběcím procesu nedeformoval.
- odolnost vůči vibracím,
- životnost upínacího prostředku,
- soustřednost a vyváženost rotujících částí,
- nesmí bránit odchodu třísek a odtoku řezné kapaliny,
- nesmí bránit proměření součástí.

#### 3.2 Soustružení

Při upínání obrobku u soustružení se musí hledět na tvar a rozměr obrobku. Dále musíme přihlížet na poměr délky k průměru, jeho hmotnost, požadovanou přesnost obráběné plochy a také na typ soustruhu.

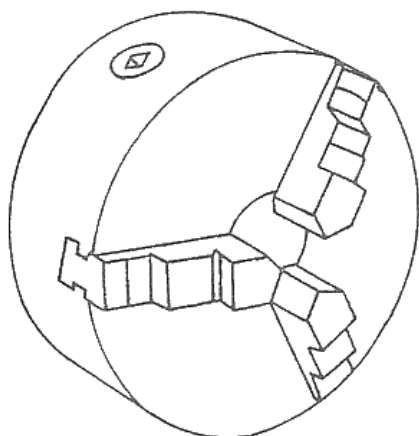
##### 3.2.1 Univerzální sklíčidlo

Univerzální sklíčidlo je nejčastěji užívaným upínacím prostředkem na soustruhu. Využívá se v kusové i sériové výrobě. Slouží jak k upnutí válcových součástí menších rozměrů, tak i obrobků větších rozměrů. U nich je ale nutné použít hrot koníku, o který se opře druhý konec součástí. Součásti lze upínat za vnější i vnitřní plochu. Podle počtu pohyblivých upínacích čelistí rozeznáváme tříčelist'ová (obr. 3.1), čtyřčelist'ová a méně častá dvoučelist'ová sklíčidla. Aby při působení upínacích a řezných sil při soustružení nedocházelo k deformaci obrobku, je nutné upínat do univerzálního sklíčidla pouze ty obrobky, které jsou dostatečně tuhé. Taktéž vyložení obrobku (tj. vyčnívající konec obrobku) by nemělo překročit

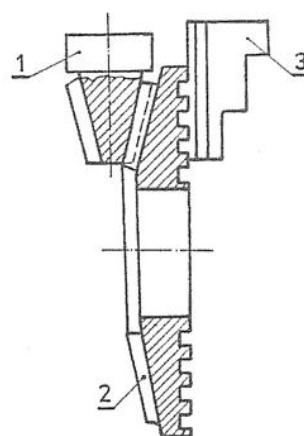
pětinásobek jeho průměru. Jinak musíme volný konec obrobku podepřít otočným hrotem koníku. [17], [20]

Tento upínací prostředek se volí jen v případě, kdy je osa obráběné plochy totožná s osou soustružení, tedy s vřetenem soustruhu. Univerzální sklíčidlo tak obrobek zároveň středí. Přesnost tohoto středění závisí na samotné konstrukci sklíčidla, která je dána přesností jeho výroby. [17]

Hlavní články univerzálního sklíčidla jsou znázorněny na obrázku 3.2 a v příloze 2. Jednou z jeho nejdůležitějších částí je talířové kolo (2) s kuželovým ozubením, na jehož čele je spirálová drážka, do které zapadají zuby upínacích čelistí (3). Na obvodu talířového kola jsou kuželové pastorky (1). V každém z nich je čtyřhranná díra pro utahovací klíč, pomocí kterého otáčíme kuželovým pastorkem. Ten zároveň pootáčí talířovým kolem, díky kterému se v radiálním směru v T drážkách pohybují upínací čelisti. Tyto čelisti se buď přibližují ke středu (obrobek tak sevrou) a nebo se od středu oddalují (rozevírají se). To podle toho, ve kterém směru otáčíme utahovacím klíčem. [6]



Obr. 3.1 Univerzální tříčelist'ové sklíčidlo [17]



Obr. 3.2 Řez univerzálního sklíčidla [17]

- 1 – kuželový pastorek
- 2 – talířové kolo
- 3 – upínací čelist

V univerzálním čtyřčelist'ovém sklíčidle se upínají válcové, ale i hranaté součásti. Princip upínání součástí do sklíčidel tohoto typu je stejný jako u tříčelist'ových. Totéž platí o jejich konstrukci.

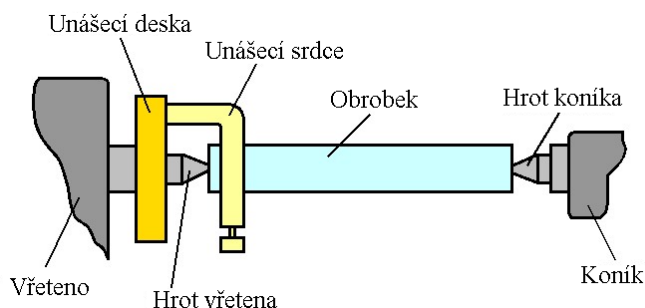
Při upnutí součástí s hrubým povrchem - nepřesného kruhového průřezu (výkovek, odlitek,...) - dochází k upnutí pouze dvěma čelistmi. Zbývající dvě čelisti na povrch obrobku nedosedají, čímž je součást špatně upnuta a obrábění se tak stává nepřesným a dokonce nebezpečným. [6]

### 3.2.2 Upínání mezi hroty

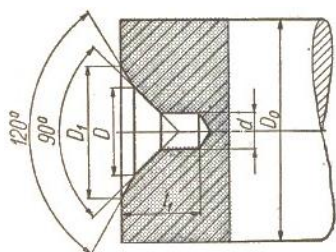
Tento způsob upínání obrobků je znázorněn na obrázku 3.3. Mezi hroty vřetena a koníka se upínají obrobky delších rozměrů, u kterých je navíc vyžadována vyšší přesnost obrábění. Ještě před samotným upnutím se obrobek musí zarovnat na požadovanou délku a na jeho čelech vyvrtat středící důlky, které mají normalizované tvary a velikosti. Jejich vrcholový úhel je, stejně jako u upínacích hrotů, obvykle 60°. U těžkých obrobků nebo při působení velkých řezných sil pro zvýšení únosnosti hrotu bývá úhel 90° (obr. 3.4). Středící důlky mohou být chráněné či nechráněné (obr. 3.5). U chráněných (obr. 3.6) je vnější kužel důlků zvětšen na 120°,



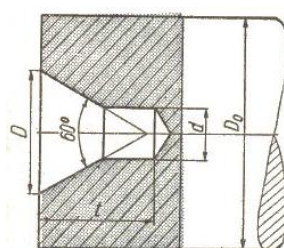
aby např. při přepravě nedošlo k jejich poškození. Válcová díra středícího důlku u obou zmíněných typů chrání špičku hrotu před opotřebováním. Také z tohoto důvodu se plní mazivem. Upínací hroty musí být v těchto důlcích pevně nasazeny, aby u obrobku nebyla radiální a osová vůle. Jinak by došlo k jejich poškození. [17], [6]



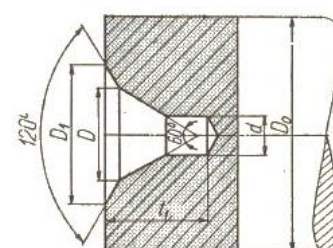
Obr. 3.3 Upnutí mezi hroty [3]



Obr. 3.4 Vrcholový úhel středícího důlku [6]



Obr. 3.5 Nechráněný středící důlek [6]

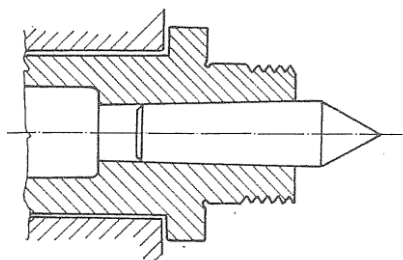


Obr. 3.6 Chráněný středící důlek [6]

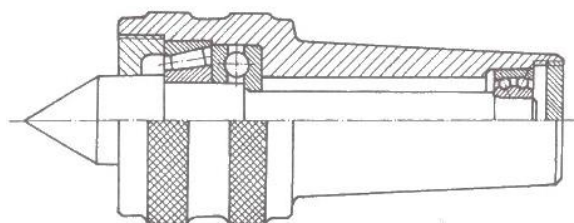
Hroty upnuté v hrotové objímce koníku a dutině kuželového tvaru pracovního vřetena musí být souosé, aby při soustružení nedocházelo ke kuželovitosti obrobku. Hrot ve vřetenu stroje je pevný (obr. 3.7), kdežto hrot koníku může být pevný i otočný (obr. 3.8). Oba hroty mají kuželové stopky Morseovy. Při větší kuželové dutině se použije redukční pouzdro. [6]

Při sériové výrobě osazených součástí je vyžadováno přesné ustavení obrobku vždy ve stejné poloze. Z tohoto důvodu se používají odpružené upínací hroty (obr. 3.9). [6]

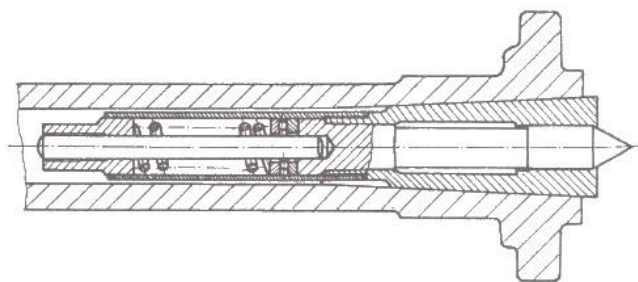
Při obráběcím procesu se otáčivý pohyb pracovního vřetena na obrobek přenáší unášecím srdcem, které je pomocí šroubu upnuté na konci obrobku. Při otáčení se unášecí srdce opírá o kolík, který je připevněn do unášecí desky (obr. 3.10a) našroubované na vřeteno soustruhu. Druhou možností upnutí je srdce s vlastním unášečem, který dosedá do drážky unášecí desky (obr. 3.10b). [17]



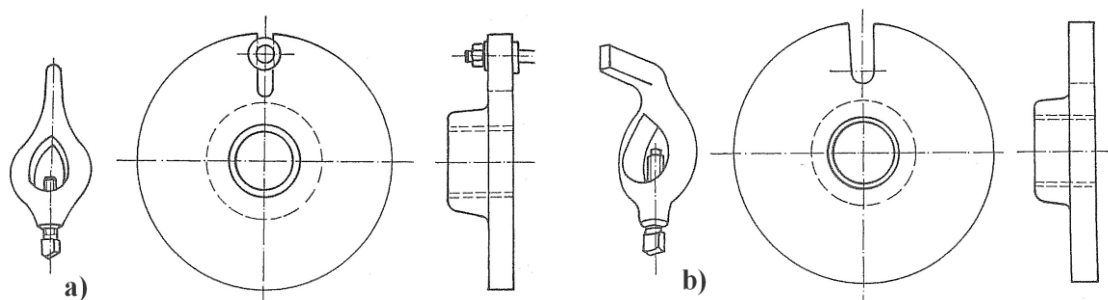
Obr. 3.7 Pevný hrot [17]



Obr. 3.8 Otočný hrot [17]



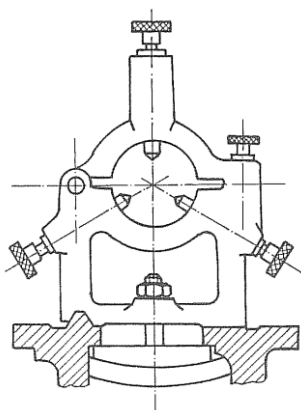
Obr. 3.9 Odpružený hrot [17]



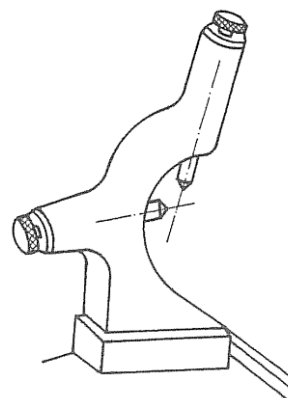
Obr. 3.10 Unášecí srdce [17]

### 3.2.3 Opěry

Při velkém poměru délky k průměru je zapotřebí obrobky podepřít opěrami neboli lunetami. Ty mohou být připevněny přímo k loži soustruhu (obr. 3.11) nebo na suportu proti nožové hlavě, se kterým se spolu s nástrojem posouvají podél součásti (obr. 3.12). Opěrky, které jsou pevně upnuty na loži soustruhu, je možné použít i při vnějším soustružení a zarovnání čel dlouhých obrobků, jejich vrtání i vyvrtávání. [17]



Obr. 3.11 Opěra obrobku upnuta k loži soustruhu [17]



Obr. 3.12 Opěra obrobku připevněna k suportu soustruhu [17]

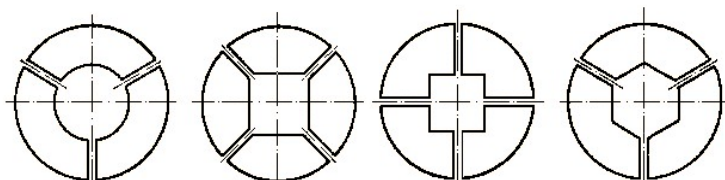
### 3.2.4 Kleština

Tato metoda slouží pro upínání součástí z tyčového materiálu menších průměrů. Používá se hlavně v sériové a hromadné výrobě. Otvor (obr. 3.13) v kleštině se tvarem přizpůsobí tvaru obrobku, který se do ní upíná za vnější válcovou plochu. To usnadňuje samotnou práci kleštiny, která se nemusí rozevírat více, než je třeba a tím je i její sevření snadnější a rychlejší. [6]

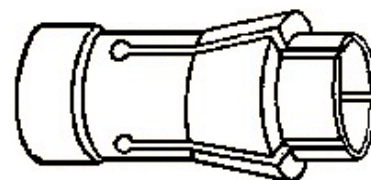
Kleština (obr. 3.14) je ocelové kalené pouzdro kuželového tvaru. Její čelisti vzniknou tak, že se po jejím obvodu do necelé její délky několikrát nařízne. Čelisti se svírají a zároveň tím upínají materiál, pomocí tažného šroubu, který kleštinu vtáhne do kuželové dutiny tělesa hlavy. Aby nebylo třeba velké posouvací a upínací síly vůči materiálu, tak kleština a dutina tělesa hlavy na sebe nedosedají celou plochou, ale jen okraji. [6], [17]

Jednou z předností kleštiny je, že nepoškozuje čistě obrobený povrch součástí. Přesnost obrobené plochy součásti je tak poměrně vysoká. To záleží samozřejmě také na samotné konstrukci kleštiny a volbě materiálu. Tento způsob upnutí zaručuje správnou sousost upnutého obrobku a lze jej použít i pro upínání tenkostěnných součástí, protože kontakt kleštiny s upnutou součástí je ve větší ploše. Nevýhodou těchto upínacích prvků je malý rozsah jmenovitých průměrů kleštin. [6]

Kleština je zobrazena také v katalogovém listu v příloze 10.



Obr. 3.13 Kleštinové otvory [6]



Obr. 3.14 Kleština [6]

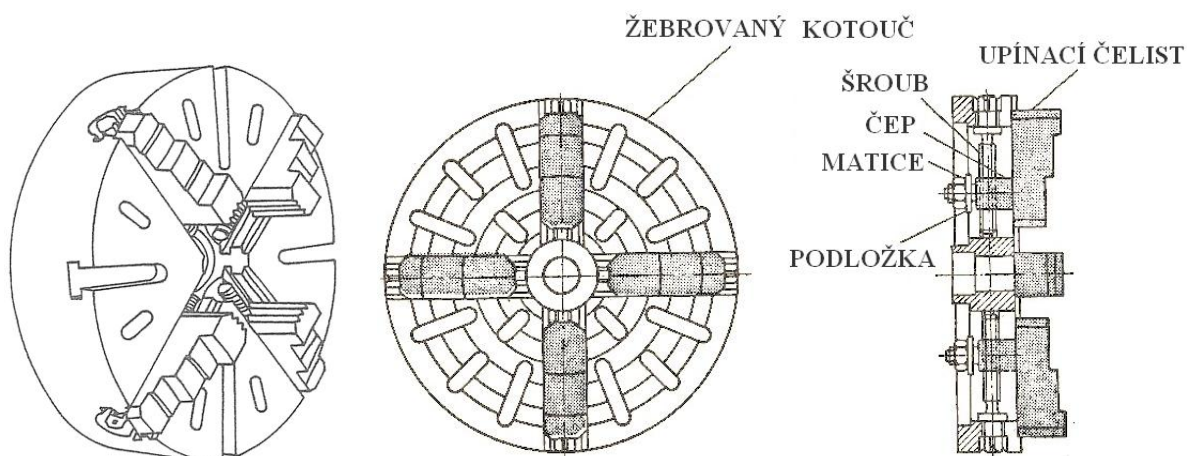
### 3.2.5 Upínací deska

Upínací (lícni) deska (obr. 3.15) se používá pro upnutí rozměrnějších a těžších obrobků, především nepravidelných tvarů, zejména v malosériové a kusové výrobě. Slouží pro upínání obrobků velkých průměrů, kdy už nelze použít univerzální sklíčidlo. Jsou taktéž vhodné pro upínání excentrických obrobků, tedy těch, u nichž je osa některých

obráběných částí oddálena vůči ose upnutého obrobku. Výhodou tohoto upínacího zařízení je možnost zvětšení jejího rozsahu použití a to tak, že se k deskám přidávají jiné upínací prvky, např. upínací úhelníky. [6]

Upínací deska je svým vzhledem i funkcí podobná univerzálnímu sklíčidlu. Liší se ale tvarem, velikostí, rozsahem použití a samotnou konstrukcí upínačů. Avšak největším rozdílem mezi nimi je, že upínací deska umožňuje každou upínací čelist samostatně přestavovat. To znamená, že každou čelist lze nastavit různě podle potřebné vzdálenosti. Nastavení se provádí pomocí šroubu se čtyřhrannou dírou pro nástrčný klíč. Nejčastěji se používá čtyřčelistová upínací deska. Do vřetena soustruhu se upíná obdobně jako univerzální sklíčidlo. Obrobek se v desce upevní mezi čtyři upínací čelisti, které slouží jak pro upnutí za vnější plochu, tak i vnitřní plochu součásti. Jsou uchyceny v žebrech na čelní ploše kotouče v různé vzdálenosti od jeho středu. To nám umožňuje do upínací desky upínat nepravidelné obrobky. Správnou polohu jednotlivých čelistí zajišťuje čep a matice s podložkou na zadní straně kotouče. Tím se docílí pevnějšího a zároveň spolehlivějšího upnutí obrobku než u univerzálního sklíčidla. Jednotlivé části upínací desky lze vidět na obrázku 3.16, kde je znázorněn řez desky. [6]

V příloze 3 je uveden katalogový list lícni (upínací) desky společnosti TOS Svitavy.



Obr. 3.15 Upínací deska [7]

Obr. 3.16 Řez upínací desky [6]

Obrobky se do upínací desky ustavují nejprve jen na zkoušku a poté se pomocí různých pomůcek, např. stojánkového nádrhu nebo číselníkového úchylkoměru (při požadované vyšší přesnosti) střadí a ustaví se tak na přesnou polohu. [6]

Pro upínání tenkostěnných obrobků v sériové nebo hromadné výrobě slouží elektromagnetické nebo magnetické upínací desky. Ty nám při malém odběru třísky dovolují soustružit několik obrobků najednou. Jejich výhodou je snadné a velmi rychlé upnutí obrobků. [6]

Při upínání obrobků nepravidelných tvarů je zapotřebí nejprve obrobky vyvážit. Nevyváženost při upnutí těžšího obrobku za působení vyšších otáček způsobí chvění soustruhu. To vede k nepřesnému obrábění a postupnému poškození stroje. Vyvážeností se rozumí rovnoměrné rozložení hmoty obrobku na každé polovině upínací desky. Toho se dosáhne umístěním protizávaží do žebrek na té polovině kotouče, kde je hmoty obrobku méně. Vyvažovat obrobky lze staticky a dynamicky. Častěji se využívá statické vyvažování. Dynamické se používá u soustružení především tam, kde na obrobek působí

velké řezné rychlosti. U tohoto způsobu vyvažování dochází při otáčení k vyrušení vznikající odstředivé síly. [6]

Tato metoda upínání obrobků se vyznačuje malou produktivitou, protože vyžaduje přesné ustavení obrobků, které je většinou ruční, což je časově náročnější.

### 3.2.6 Soustružnické trny

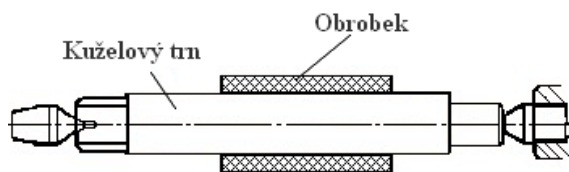
Upínání rotačních obrobků za válcovou díru v univerzálním sklíčidle nebo v upínací desce je omezeno rozměry obrobků a požadovanou přesností na sousost otvorů obráběných ploch. Proto jsou obrobky s předem obrobenou dírou upínány na soustružnické trny. Na nich lze upínat obrobky různého tvaru. Princip tohoto upínání je stejný jako při upínání obrobku v kleštině. Obrobek se na vnější průměr trnu nasadí a spolu s trnem se na soustruh upne, např. mezi hroty. Obrobek se dále soustruží, jako kdyby byl sám upnut mezi hroty. Rozlišujeme upínací trny pevné nebo rozpínací. Pevné trny slouží pro upnutí obrobků s přesně obrobenou dírou. Tyto trny se dále dělí podle tvaru upínací části na kuželové, válcové, závitové nebo také speciální. U těch se tvar shoduje s tvarem obrobené díry v obrobku. [6]

Na kuželové trny (obr. 3.17) můžeme upínat (v tomto případě nalisovat) obrobky s různou tolerancí díry a různým uložením. Jejich nevýhodou však je, že obrobek nedosedá na trn celou plochou. Vlivem tlaku nože při soustružení může dojít k odchýlení obrobku od trnu a obrábění se stává nepřesným. [6]

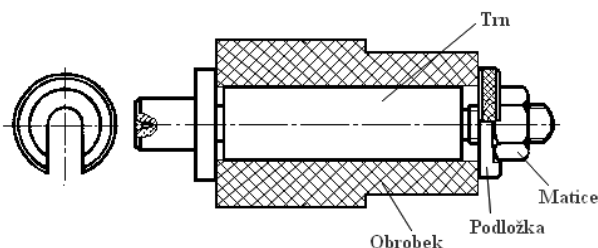
U válcových trnů (obr. 3.18) se obrobky na trny nasouvají a díky válcovitosti se zároveň i středí. Podmínkou pro správné upnutí je předběžné obrobení čel. [7]

Rozpínací trny se volí u takových obrobků, kde se nevyžaduje tak velká geometrická přesnost. Stejně jako u pevných trnů je upínáme mezi hroty nebo v kuželové dutině vřetena soustruhu. Nejlépe se obrobky upínají na rozpínací trny s pouzdry (obr. 3.19). Rozpínací pouzdro (2) s dutinou kuželovitého tvaru je po svém obvodu několikrát naříznuto, aby se lépe rozpínalo. Spolu s obrobkem se nasune na kuželovou část trnu (1). Samotného upnutí obrobku dosáhneme tím, že utáhneme pravou maticí (3), pouzdro se tak začne posunovat po kuželové části trnu a zvětšuje svůj průměr. K uvolnění obrobku dojde při opačném procesu, tedy povolením pravé matice a utážením levé matice (4). [6]

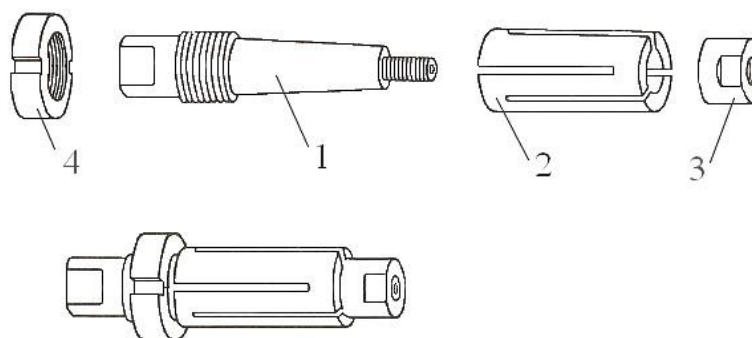
Soustružnický trn s rozpěrnými kroužky a rozpínací pouzdro jsou uvedeny v katalogovém listu společnosti BISON-BIAL S.A. v příloze 8.



Obr. 3.17 Kůželový trn [6]



Obr. 3.18 Válcový trn [6]



Obr. 3.19 Trn s rozpínacím pouzdem [6]

### 3.2.7 Upínání obrobků u číslicově řízených soustruhů

Upínání obrobků na CNC soustruzích se provádí pomocí **samosvorných sklíčidel** (za vnější i vnitřní plochu), **mezi hroty** s čelním unášením. Tyčový materiál se upíná do **kleštin** a také pomocí **přípravků**. Při samotné obráběcí operaci působí vysoké odstředivé síly, proto je kladen větší požadavek na upínací sílu. Ta je regulována automatickým systémem a z bezpečnostních důvodů je také kontrolována čidlem. Další možností upínání obrobků u soustružnických poloautomatů a automatů je použití **čelního unášeče s odpruženými hroty**. Krouticí moment je přenášen řezným odporem nožů, které jsou zamáčknuty do čelní plochy obrobku. Takto lze součást obrobít po celé její délce. [3]

### 3.3 Frézování

Při frézování vznikají vlivem současného záběru několika zuby frézy velké řezné síly, proto se musí obrobek pevně a spolehlivě upnout ve správné poloze. Musí se také volit takové upínací zařízení, u kterého řezné síly od nástroje působí proti pevným částem upínacího prostředku. Při upínání nesmí být obrobek vlivem upínacích sil upínače deformován. Dále se musí hledět na to, aby upínací a obráběná plocha byly co nejbližší vřetenu stroje. [17], [20]

#### 3.3.1 Strojní svěráky

Pro upnutí menších a tvarově jednoduchých obrobků se volí strojní svěráky. Obrobek se ve svěráku ustavuje pomocí kovových podložek. Aby obrobek ve svěráku lépe sedl, klepe se do těchto podložek kladivem. Tím je zajištěna jeho pevná poloha. Svěráky mohou být pevné, otočné, prizmatické středící a sklopné. Ovládají se buď ručně, pneumaticky nebo také hydraulicky. [20]

Pevný svěrák (obr. 3.20) se skládá z tělesa, jehož součástí je i pevná čelist. K sevření obrobku dochází pohybem druhé čelisti, která se pohybuje v radiálním směru proti pevné čelisti. [20]

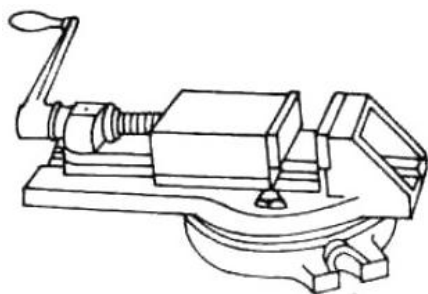
Hlavní částí otočného svěráku je spodní deska se stupňovým dělením, která má kruhový tvar. Pomocí tohoto dělení lze se svěrákem otáčet kolem jeho svislé osy do té polohy, která je pro dané frézování nejlepší. Pevného zajištění se dosáhne utažením matic upínacích šroubů. [20]

K upnutí krátkých válcových obrobků existuje prizmatický středící svěrák. Obě čelisti svěráku jsou pohyblivé a polotovar kruhového průřezu přitlačují k prizmatické

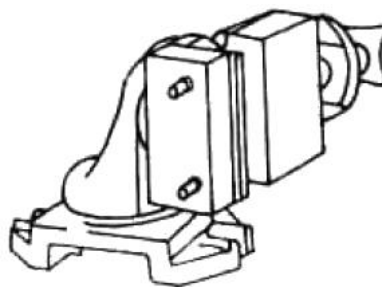
vložce, ta zároveň obrobky středí. Obrobky lze snadno upnout v horizontální i vertikální poloze. [20]

Dalším typem strojního svěráku je sklopný svěrák (obr. 3.21). Ten bývá často používán v kombinaci s otočným svěrákem. Těleso svěráku lze naklápět v jedné nebo více osách. Díky možnosti naklápění lze upínat obrobky různého provedení. [20]

Strojní svěrák se připevňuje na pracovní stůl frézky. Jeho poloha se zajistí upínacími šrouby se čtyřhrannými hlavami, které se zasouvají do T drážek stolu. Svěrák je umístěn tak, aby upínací čelisti byly rovnoběžné nebo kolmé k drážkám stolu. K tomu nám slouží vodící pera v drážce na spodní části svěráku, která zapadají do drážky stolu. Pro kontrolu rovnoběžnosti a kolmosti čelistí svěráku s pracovním stolem je možné použít úhelníky. Kratší rameno plochého úhelníku se upne do svěráku a k delšímu ramenu se přiloží druhý úhelník, kterým se doměřuje správná poloha svěráku. Dále je pro přesné ustavení obrobku nutné dosedací plochy čelistí dostatečně vyčistit. Při upínání tenkých obrobků do svěráků je nutné je upínat s minimálním vyložení, aby při samotném obrábění nedošlo k poškození frézy. [20]



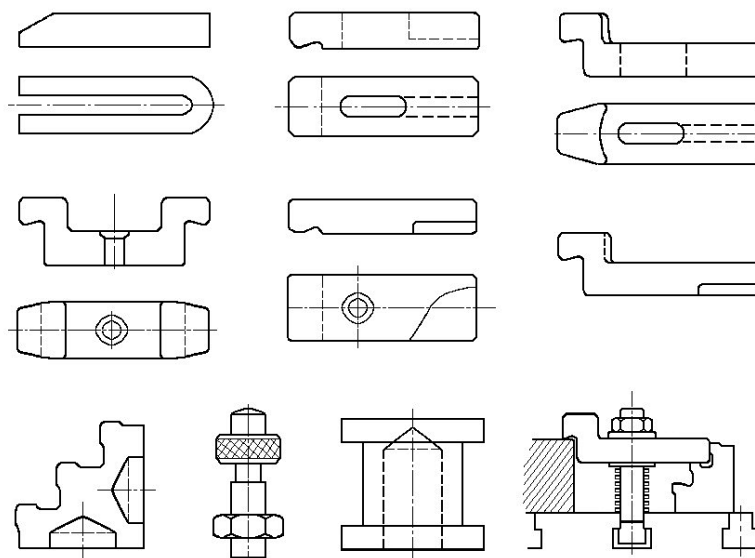
Obr. 3.20 Pevný strojní svěrák [23]



Obr. 3.21 Sklopný svěrák [23]

### 3.3.2 Upínací pomůcky

Obrobky větších rozměrů se při frézování upínají přímo na pracovní stůl frézy. Jejich ustavení se provádí upínacími pomůckami různého typu. Ke stolu frézy se upevní do T-drážek pomocí šroubů se čtvercovou hlavou. Upínacími pomůckami (obr. 3.22) mohou například být **upínky, opěrky, podpěry, atd.** [3]



Obr. 3.22 Příklady upínek a podpěr [3]

### 3.3.3 Upínací přípravky

Upínací přípravky jsou výrobní pomůcky, které slouží k upínání daného obrobku většinou složitějšího tvaru a rozměru. Obrobky se do nich upínají rychle s velkou přesností, čímž nám usnadňují práci při ustavení obrobku do správné polohy. Zkracují tak i celkový strojní čas. Upínací přípravky musí splňovat několik konstrukčních požadavků, jsou to například:

- bezpečný odvod vznikajících řezných sil působících při obrábění,
- tlumení případného chvění,
- nižší hmotnost (usnadňuje tak samotnou manipulaci s přípravkem).

Upínací přípravky mohou být buď jednoúčelové (používané spíše v sériové výrobě pro upínání součástí stejného tvaru a rozměru), anebo víceúčelové (sloužící k upínání součástí různých tvarů, převážně používaných v kusové výrobě). Podle zdroje upínací síly se dělí na mechanické, pneumatické a hydraulické. [22]

### 3.3.4 Upínání obrobků u číslicově řízených frézek

Přesné obrobky obráběné na číslicově řízených frézách se upínají na **technologické palety**. Výhodou tohoto způsobu je, že se obrobek umístěný na paletě může podle požadavků technologického postupu spolu s paletou přemísťovat mezi jednotlivými obráběcími stroji. Na strojích je pro umístění palety přesně určená poloha, ve které se paleta s obrobkem ke stroji pevně upne. Toto upnutí je přesné a rychlé. [3]

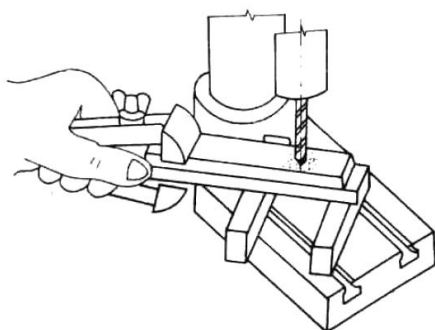
### 3.4 Vrtání

Obrobky se při vrtání musí upínat tak, aby při samotném obráběcím procesu nedocházelo k jejich vibracím. Musí se tedy upínat pevně, jedině tak se zabrání následnému působení odstředivých sil a při použití šroubovitého vrtáku jeho případnému lámání. [23]

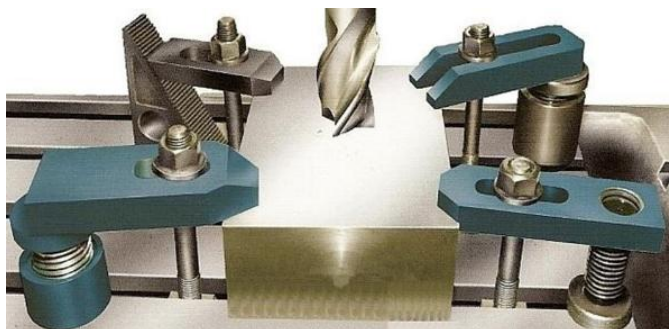
Součásti s rovnoběžnými stěnami jsou upínány do **strojních svěráků**, které mohou být např. otočné, sklopné, pevné nebo s prizmatickými čelistmi. **Otočné** svěráky se uplatňují při vrtání více děr v různých směrech obrobku při jednom jeho upnutí. **Sklopné** se používají při vrtání šikmé díry. Do strojních svěráků s **prizmatickými čelistmi**



jsou upínány válcové obrobky. Při vrtání plechů se používají **ruční svěrky** (obr. 3.23), jejichž pomocí je obrobek při vrtání přidržován. V tomto případě se obrobky podkládají stejně jako při vrtání průchozích otvorů dřevěnými podložkami, aby se zabránilo poškození pracovního stolu vrtačky. K upnutí obrobků složitějších tvarů se využívají **upínací úhelníky**. Těžké a velké obrobky jsou upínány přímo na pracovní stůl vrtačky. Jejich ustavení se provádí pomocí různých **upínek** (obr. 3.24) nebo **šroubů**. [23]



Obr. 3.23 Upínání pomocí ruční svěrky [23]



Obr. 3.24 Upínání pomocí upínek do T drážek stolu vrtačky [19]

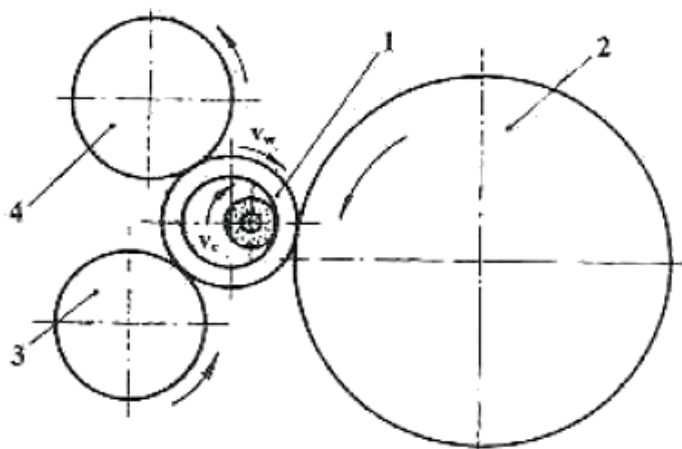
### 3.5 Další metody obrábění

#### 3.5.1 Broušení

- **Upínání u rotačního broušení**

Velké a těžké obrobky, u kterých se obrábí vnější válcová nebo kuželová plocha, se upínají **mezi hroty** nepohyblivého pracovního vřeteníku a koníku. Stejně jako u soustružení je krouticí moment přenášen z pracovního vřetená pomocí unášivých srdcí. Tento způsob broušení se provádí na hrotových bruskách. [17]

U bezhrotého broušení se obrobky neupínají. Jejich ustavení je znázorněno na obrázku 3.25. Obrobky (1) se vkládají mezi tři kotouče. Pomocí opěrného kotouče (3) se zajistí potřebná poloha součásti, podávací kotouč umožňuje její otáčení (2) a upínací kotouč (4) součást přitlačuje k opěrnému a podávacímu kotouči. Tím dochází k pevnému upnutí obrobku během broušení. [5]



Obr. 3.25 Bezhroté broušení [5]

Obrobky, u kterých je broušena vnitřní plocha, jsou upínány do přesných **upínacích sklíčidel**. Ta jsou součástí sklíčidlových brusek na díry. Princip upínání je stejný jako při upínání obrobků do sklíčidla u soustružení. [17]

Dále se válcové obrobky mohou upínat pomocí vhodných **upínek** na upínací desku. [17]

- **Upínání obrobků při rovinném broušení**

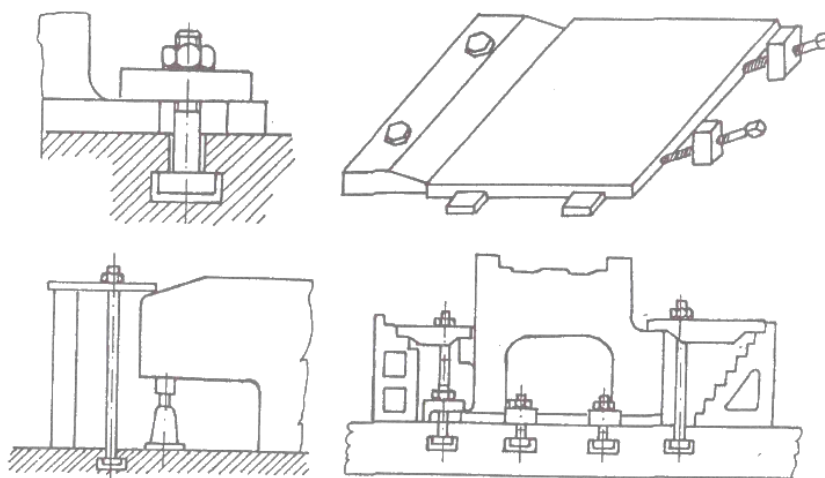
Při rovinném broušení obrobků na rovinných bruskách se využívají **magnetické upínací desky**. Mezi jejich výhody patří jednoduchost, rychlost a především možnost současného upínání několika obrobků. To nám napomáhá brousit více součástí najednou a tím i zvýšit produktivitu práce. U všech druhů magnetických desek jsou upínací síly vytvořeny účinkem magnetického pole permanentních magnetů nebo elektromagnetů, u kterých po celou dobu upínání proudí stejnosměrný elektrický proud. U permanentních magnetů je možné upínací sílu ovládat pomocí mechanického zařízení (většinou páky), které umožňuje okamžité zapojení nebo vypojení působící magnetické síly. Při broušení rozměrnějších obrobků, které zároveň zabírají i větší plochu, lze použít elektricky ovládaný upínač pro vyvození větších upínacích sil. Při použití elektromagnetických upínačů dochází k okamžitému zrušení působících magnetických sil vlivem vypnutí elektrického proudu. [8]

V příloze 9 je uveden katalogový list permanentní upínací desky N-STAR společnosti SOLLAU s.r.o. Tato upínací deska je určena pro broušení i soustružení především kruhových obrobků.

Obrobky z nemagnetického materiálu se upínají do **svěráku** nebo podobným způsobem jako při frézování a hoblování.

### 3.5.2 Hoblování

Obrobky se na hoblovkách upínají podobně jako u frézování různými **upínkami, podpěrami a upínacími šrouby** na pracovní stůl stroje. Šrouby jsou opatřeny T maticemi, které svým tvarem zapadají do drážek pracovního stolu hoblovky. Příklady těchto upínacích pomůcek jsou znázorněny na obrázku 3.26.



Obr. 3.26 Upínání obrobků na hoblovkách [17]

### 3.5.3 Obrážení

Stejně jako u hoblování se obrobky při obrážení upínají pomocí **upínek, podpěr a upínacích šroubů** (obr. 3.25) na pracovní stůl stroje. Na svislých a vodorovných obražkách se menší obrobky upínají do **strojních svěráků**. U obrážení je zvlášť zapotřebí obrobky upínat důkladně, protože zde dochází k rázovému záběru nástroje. [17]

### 3.5.4 Vyvrtávání

Obrobky se při vyvrtávání upínají na pracovní stůl vrtačky nebo na upínací desku podobnými pomůckami jako na rovinných frézách. Používají se **upínky a opěry**. Malé obrobky se upínají do **svěráku**. U NC vyvrtávaček a obráběcích center se obrobky upínají na **technologické palety**, které se předem seřídí. Upnutí palety na stůl vyvrtávačky je potom rychlé a přesné. [17]

## 4. PRAKTICKÝ ROZBOR Z FIREMNÍHO PROSTŘEDÍ

### 4.1 Výběr společnosti

Pro tento praktický rozbor jsem si vybrala pobočku společnosti Erwin Junker Grinding Technology a.s. sídlící v Holicích (Pardubický kraj). Společnost Erwin Junker Grinding Technology a.s. se zabývá výrobou **vysokorychlostních brousicích strojů**. Působí ve 12 lokalitách po celém světě a má i zastoupení v České republice, kde má 3 pobočky (v Mělníku, Holicích a Čtyřkolech).

Závod v Holicích se zaměřuje na konečnou montáž bezhrotých strojů JUPITER a SATURN. Dále poskytuje servis brousicích strojů a jejich prodej se zaměřením na východní Evropu a Rusko.

### 4.2 Historický vývoj společnosti

Počátek historie tohoto závodu v Holicích se datuje od roku 1937, kdy vznikla provozovna mechanických dílen a montáží soukromého podnikatele J. Voženílka v Moravanech. Ta se zabývala výrobou frézovacích strojů. Do roku 1952 se měnili vlastníci společnosti a s nimi i výrobní program. Téhož roku se společnost přemístila do Holic a byla zahájena výroba brousicích strojů, především bezhrotých. V roce 1991 vznikl samostatný státní podnik TOS Holice, později byl název změněn na BSH Holice a.s. Od roku 1999 se majoritním vlastníkem stává společnost Erwin Junker, brousicí technika Mělník a.s. Po necelých deseti letech, v roce 2007, dochází ke sjednocení všech závodů Erwin Junker v České Republice pod názvem Erwin Junker Grinding Technology a.s.

Při návštěvě zmíněné společnosti jsem se zajímala o upínání nástrojů a konkrétních obrobků na určitých typech strojů. Jednotlivé způsoby jsem vyfotografovala a získala podrobnější informace od pracovníků výroby.

### 4.3 Upnutí na hrotovém soustruhu SUI 80, TOS Trenčín

- **nožová hlava** (obr. 4.1)
  - upnuté nástroje: ubírací nůž stranový, ubírací nůž přímý s vyměnitelným plátkem



Obr. 4.1 Nožová hlava

- **univerzální tříčelist'ové sklíčidlo (obr. 4.2)**

- upnutý obrobek: tyč kruhová o průměru 166 mm a délce 1060 mm
- materiál obrobku: ocel třídy 14 220
- předešlé operace: dělení materiálu
- následující operace: frézování, broušení, tepelné zpracování
- zhotovená součást: vřeteno brusky BRD 60

Obrobek je z jedné strany upnut ve sklíčidle a z druhé strany je podepřen hrotem koníka (obr. 4.4), tento konec obrobku je proto opatřen středícím důlkem.

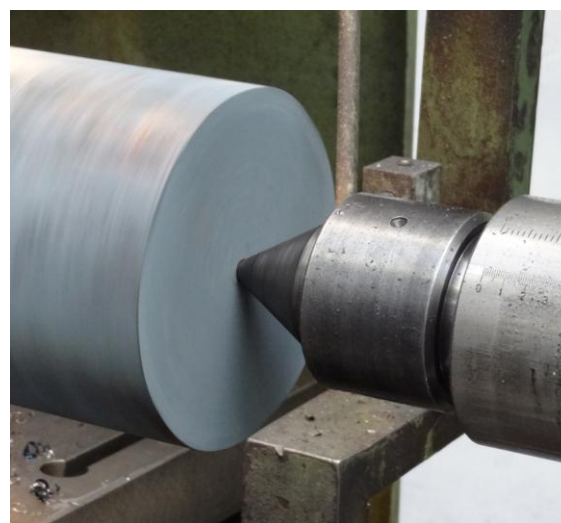
Konkrétně u tohoto obrobku došlo při operaci žihání na odstranění pnutí k jeho prohnutí. Proto se musel konec upnutý ve sklíčidle vypodložit, aby se uprostřed obrobku minimalizovalo kruhové házení (obr. 4.3).



Obr. 4.2 Univerzální tříčelist'ové sklíčidlo



Obr. 4.3 Podložení obrobku



Obr. 4.4 Hrot koníka

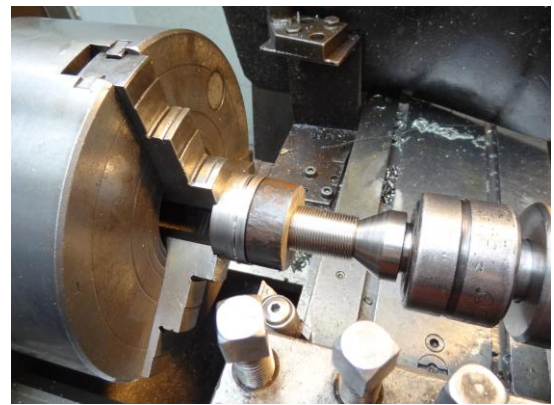
#### 4.4 Upnutí na hrotovém soustruhu SV 18 RB, TOS Trenčín

- **nožová hlava** (obr. 4.5)
  - upnuté nástroje: ubírací nůž ohnutý, zapichovací nůž, ubírací nůž stranový s vyměnitelnou břitovou destičkou
- **upnutí na tření** (obr. 4.6)
  - upnutý obrobek: tyč kruhová o průměru 50 mm a délce 20 mm

Obrobek je sevřen dvěma součástmi, z nichž jedna (kroužek) je upnuta do sklíčidla a druhá (trubka) je vystředěna hrotem koníka. Sevřením mezi obrobkem a součástmi vzniká tření, které zajišťuje, aby vlivem působení řezných sil nedošlo k uvolnění obrobku.



Obr. 4.5 Nožová hlava



Obr. 4.6 Upnutí na tření

#### 4.5 Upnutí na rovinné portálové frézce 12 SV

- **frézovací trn** (obr. 4.7)
  - upnutý nástroj: čelní fréza
- **upínky, šrouby, podpěry** (obr. 4.8)
  - upnutý obrobek: křížové saně – základní část brousicího vřeteníku
  - obrobek je ustaven na podložku, se kterou se poté upne pomocí upínacích pomůcek (upínkami, šrouby a podpěrami) na pracovní stůl stroje
  - polotovar obrobku: odlitek
  - následující operace: hoblování (obrobek je upnut na stejné podložce)



Obr. 4.7 Frézovací trn



Obr. 4.8 Upnutí obrobku pomocí upínek, šroubů a podpěr

#### 4.6 Upnutí na hoblovice HD 20

- **nožový držák** (obr. 4.9)
  - upnutý nástroj: hoblovací nůž
- **upínky, šrouby, podpěry** (4.10)
  - upnutý obrobek: křížové saně



Obr. 4.9 Nožový držák



Obr. 4.10 Upnutí obrobku pomocí upínek, šroubů a podpěr

#### 4.7 Upnutí na horizontální frézce WHN 13 NC

- **upínací hlavice s kleštinou** (obr. 4.11)
  - upnutý nástroj: válcová dvoubřitá fréza
- **úhelník** (obr. 4.12)
  - upnutý obrobek: křížové saně

- nejprve se na pracovní stůl frézky upne úhelník a k němu poté obrobek
- ustavení úhelníku se seřídí pomocí programu



Obr. 4.11 Upínací hlavice s kleštinou



Obr. 4.12 Upnutí obrobku pomocí úhelníku

#### 4.8 Upnutí na brousicím stroji WALDRICH COBURG

- **upínací příruba** (obr. 4.13)
  - upnutý nástroj: brousicí kotouč
- **magnetická deska** (obr. 4.13)
  - upnutý obrobek: lišta
  - magnetická deska je na stůl brousicího stroje upnuta pomocí upínek



Obr. 4.13 Upínací příruba a magnetická deska



#### 4.9 Upnutí na frézce EFGS 50/63

- sklíčidlové upnutí nástroje (obr. 4.14)
  - upnutý nástroj: frézovací hlava Walter
- strojní svěrčky (obr. 4.15)



Obr. 4.14 Sklíčidlo



Obr. 4.15 Strojní svěrčky

## 5. DISKUZE

V této části bakalářské práce navazuji na přehled možností upínání nástrojů a obrobků při třískovém obrábění, které jsou rozebrány v předchozích kapitolách. Na základě praktického rozboru uvádím souhrn způsobů, se kterými jsem se při návštěvě společnosti Erwin Junker Grinding Technology a.s. setkala a které se pro dané obráběcí operace nejvíce používají ve výrobních provozech strojírenské výroby.

### 5.1 Soustružení

U klasických hrotových soustruhů se soustružnické nože upínají do nožových hlav. Jejich výhodou je, že do nich lze upnout více nožů různých tvarů. Tím je výměna nástrojů rychlejší, což se kladně odrazí i v délce celkového strojního času. U tohoto způsobu upínání musíme hledět na jejich vyložení a výškové nastavení. Pro upnutí obrobku bylo při praktické ukázce ve firemním prostředí z jeho jedné strany použito univerzální sklíčidlo. Do tohoto upínacího zařízení se upínají jen dostatečně tuhé obrobky, aby při soustružení nedocházelo k jejich deformaci. Kvůli tomu, že byl daný obrobek větších rozměrů, musel se z druhé strany opřít o otočný hrot koníku.

### 5.2 Frézování

Při frézování na rovinné portálové frézce se obrábělo čelní frézou. Ta se upnula pomocí frézovacího trnu, který byl připevněn přímo ve vřetenu stroje. Pro rovinnou portálovou frézku je charakteristické, že se velké a těžké obrobky upínají přímo na její pracovní stůl. V našem případě se obrobek nejprve ustavil a připevnil na podložku, se kterou se poté upnul pomocí upínek, šroubů a podpěr na stůl frézky. Tyto upínací pomůcky se použily i v následující operaci, kterou bylo hoblování.

Druhým typem je frézování na horizontální číslicově řízené frézce, na které se obrábělo válcovou dvoubřitou frézou. Ta byla upnuta do upínací hlavice s kleštinou. Zde se obrobek upnul pomocí úhelníku. Nejprve však musíme seřídít jeho polohu a to pomocí programu. Až poté je možné k němu připevnit obrobek. Tím dochází k přesnému ustavení obrobku vůči nástroji a tedy i k přesnému obrábění.

### 5.3 Hoblování

Na toto pracoviště se obrobek přemístil spolu s podložkou z operace frézování na rovinné portálové frézce. Obrobek připevněný na podložce se tedy v tomto případě upínal stejným způsobem. Jako upínací zařízení pro hoblovací nůž se použil nožový držák, jenž se používá u všech typů hoblovek. Díky jeho umístění na suportu stroje je možné tyto držáky naklápět. Proto můžeme obrábět i šikmé plochy.

### 5.4 Broušení

Poslední operací třískového obrábění, se kterou jsem se při návštěvě společnosti obeznámila, byla dokončovací metoda obrábění, tedy broušení. Broušící kotouč byl upnut upínací přírubou a při upínání obrobku byla použita magnetická upínací deska. Její předností je jednoduchost, rychlost a možnost současného upnutí více obrobků. Tím se zvyšuje produktivita práce, protože je možné brousit více obrobků najednou.

## ZÁVĚR

V této práci jsem popsala charakteristické rysy jednotlivých způsobů upínání nástrojů a obrobků u daných metod obrábění. Nejvíce pozornosti bylo věnováno nejrozšířenějším způsobům třískového obrábění, kterými jsou soustružení, frézování a vrtání. Bylo též pojednáno o dalších metodách (broušení, hoblování, obrážení a vyvrtávání).

Na základě praktického rozboru, jehož cílem bylo zjistit, jaké je v dnešní době skutečné použití upínání nástrojů a obrobků, byl sestaven přehled shrnující základní data. V nich je zaznamenáno, o jaký typ nástroje se jedná a jaký obrobek byl při operaci upnut.

Zároveň byly pořízeny fotografie pro ukázkou provedení jednotlivých způsobů upnutí jak pro nástroje, tak i pro obrobky, a to na konkrétních strojích u těchto operací: soustružení, frézování, hoblování a broušení.

Také jsem mohla díky zjištěným informacím porovnat teoretickou stránku této tematiky s praktickým použitím upínacích prvků. Ve firmě, kterou jsem navštívila, jsem se setkala s nejběžnějšími provedeními upnutí.

Z poznatků rozebraných v předchozí kapitole usuzuji, že teoreticky popsané způsoby upínání se shodují s použitím v praxi.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Best - Business, a.s.: výrobce a prodejce brousicích nástrojů. *Upínání brousicích nástrojů* [online]. Dostupné z: <http://www.bestb.cz/zasady.php>
- [2] BISON-BIAL S.A. Nástrojové držáky, hroty a nožové hlavy. [online]. Dostupné z: <http://www.zjp.cz/katalogy-bison/t1122>
- [3] HUMÁR, Anton. *Technologie I: Technologie obrábění - 1. část* [online]. Studijní opory pro magisterskou formu studia. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie, 2003, 138 s. Dostupné z: [http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI\\_TO-1cast.pdf](http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI_TO-1cast.pdf)
- [4] HUMÁR, Anton. *Technologie I: Technologie obrábění - 2. část* [online]. Studijní opory pro magisterskou formu studia. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie, 2004, 95 s. Dostupné z: [http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI\\_TO-2cast.pdf](http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI_TO-2cast.pdf)
- [5] HUMÁR, Anton. *Technologie I: Technologie obrábění - 3. část* [online]. Studijní opory pro magisterskou formu studia. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie, 2005, 57 s. Dostupné z: [http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI\\_TO-3cast.pdf](http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI_TO-3cast.pdf)
- [6] JANYŠ, Bohumil a Karel RAFTL. *Upínání obrobků na soustruhu*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1961, 115 s.
- [7] MÁDL, Jan a Jaroslav BARCAL. *Základy technologie II*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002, 55 s. ISBN 80-01-02610-8.
- [8] MAGNETIC PORTAL. Magnetické upínače - základní informace. [online]. Dostupné z: <http://www.magneticportal.cz/magneticke-upinace/magneticke-upinace-obecne-informace7728&lid=CS&oid=1394375>
- [9] Nejsilnější hydraulický upínač nástrojů všech dob. *Technický týdeník*. 2012, roč. 60, č. 18. ISSN 0040-1064.
- [10] NTA s.r.o. Sklíčidla. Kleštiny a příslušenství. [online]. Dostupné z: <http://www.nta.cz/pdf/01NTA.pdf>
- [11] POCH, Josef. *Upínání na obráběcích strojích v kusové výrobě*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1962, 111 s.
- [12] PRAMET TOOLS, s.r.o., Upínače rotačních nástrojů. [online]. Dostupné z: <http://www.pramet.com/cz/ke-stazeni.html>
- [13] SCHUNK. Bären - starkes. [online]. Dostupné z: [http://www.schunk.com/schunk\\_files/attachments/press\\_review\\_MaschineWerkzeug\\_Baerenstarkes\\_2011\\_05.pdf](http://www.schunk.com/schunk_files/attachments/press_review_MaschineWerkzeug_Baerenstarkes_2011_05.pdf)
- [14] SCHUNK. Tendo E compact. [online]. Dostupné z: <http://www.cz.schunk.com/schunk/index.html?country=CZE&lngCode=CZ&lngCode2=DE&r=1>
- [15] SOLLAU s.r.o. Magnetické výrobky. [online]. Dostupné z: <http://www.magnet-technology.cz/katalog/cs-i16-permanentni-upinaci-deska-n-star.html>

- [16] *Soustružení*. [online]. Dostupné z: <http://techstroj.g6.cz/T/T13.pdf>
- [17] SOVA, František. *Technologie obrábění a montáže*. 3. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2001, 273 s. ISBN 80-7082-823-4.
- [18] TECHLAN JAN CHUDOBA. *Manipulační technika*. Magnetické upínání obrobků. [online]. Dostupné: <http://www.techlan.cz/index.php?nid=7728&lid=CS&oid=1394375>
- [19] *Technologie*. [online]. Dostupné z: [http://projekty.sosvsetin.cz/Documents/Vrt%C3%A1n%C3%AD\\_2r.pdf](http://projekty.sosvsetin.cz/Documents/Vrt%C3%A1n%C3%AD_2r.pdf)
- [20] *Technologie strojního obrábění*. [online]. Dostupné z: <http://mail.sstzr.cz/web/download/cat1/technologie-strojního-obrabení.pdf>
- [21] TOS Svitavy. Sklíčidla. [online]. Dostupné z: [http://www.tossvitavy.com/pdf/souhrnny\\_katalog\\_sklicidel.pdf](http://www.tossvitavy.com/pdf/souhrnny_katalog_sklicidel.pdf)
- [22] *Upínací přípravky*. [online]. Dostupné z: <http://strojirenstvi-frezovani.blogspot.cz/2011/03/81-upinaci-pripravky.html>
- [23] *Upínání obrobků při vrtání*. [online]. Dostupné z: [http://mechmes.websnadno.cz/dokumenty/pri-t-06.4\\_vrtani\\_upinaniobrobku.pdf](http://mechmes.websnadno.cz/dokumenty/pri-t-06.4_vrtani_upinaniobrobku.pdf)

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 2.1 Pohyby při soustružení [20].....	11
Obr. 2.2 Upínání soustružnických nožů v otočné nožové hlavě [17].....	12
Obr. 2.3 Upnutí nože pomocí upínky [17].....	12
Obr. 2.4 Upnutí nástrojů v revolverové hlavě [17].....	13
Obr. 2.5 Upnutí nástrojů v šestiboké nástrojové hlavě [16] .....	13
Obr. 2.6 Pohyby při frézování [20].....	14
Obr. 2.7 Redukční pouzdro [17] .....	14
Obr. 2.8 Upnutí strmého frézovacího trnu ve vřetenu [17] .....	15
Obr. 2.9 Upnutí frézy do kleštiny [17].....	16
Obr. 2.10 Hydraulický upínač TENDO E [3].....	16
Obr. 2.11 Pohyby při vrtání [20].....	17
Obr. 2.12 Upínání vrtáku [17] .....	18
Obr. 2.13 Pohyby při broušení [20] .....	18
Obr. 2.14 Vyvažovací stojánek [17] .....	19
Obr. 2.15 Upínací příruby [1] .....	19
Obr. 2.16 Pohyby při hoblování [20].....	20
Obr. 2.17 Dvoustojanová hoblovka [4] .....	20
Obr. 2.18 Pohyby při obrázení [20].....	21
Obr. 2.19 Svislá obražečka [4].....	21
Obr. 2.20 Upínání vyvrtávací tyče do vřetena [17] .....	22
Obr. 2.21 Přesné nastavení nože [17] .....	22
Obr. 3.1 Univerzální tříčelist'ové sklíčidlo [17].....	24
Obr. 3.2 Řez univerzálního sklíčidla [17].....	24
Obr. 3.3 Upnutí mezi hroty [3] .....	25
Obr. 3.4 Vrcholový úhel středícího důlku [6].....	25
Obr. 3.5 Nechráněný středící důlek [6].....	25
Obr. 3.6 Chráněný středící důlek [6] .....	25
Obr. 3.7 Pevný hrot [17] .....	26
Obr. 3.8 Otočný hrot [17] .....	26
Obr. 3.9 Odpružený hrot [17] .....	26
Obr. 3.10 Unášecí srdce [17] .....	26
Obr. 3.11 Opěra obrobku upnuta k loži soustruhu [17].....	27
Obr. 3.12 Opěra obrobku připevněna k suportu soustruhu [17] .....	27
Obr. 3.13 Kleštinové otvory [6].....	27
Obr. 3.14 Kleština [6] .....	27
Obr. 3.15 Upínací deska [7].....	28
Obr. 3.16 Řez upínací desky [6] .....	28
Obr. 3.17 Kuželový trn [6].....	29
Obr. 3.18 Válcový trn [6].....	29
Obr. 3.19 Trn s rozpínacím pouzdrém [6] .....	30
Obr. 3.20 Pevný strojní svěrák [23].....	31
Obr. 3.21 Sklopný svěrák [23].....	31
Obr. 3.22 Příklady upínek a podpěr [3] .....	32
Obr. 3.23 Upínání pomocí ruční svěrky [23].....	33
Obr. 3.24 Upínání pomocí upínek do T drážek stolu vrtačky [19].....	33
Obr. 3.25 Bezhruté broušení [5] .....	33
Obr. 3.26 Upínání obrobků na hoblovkách [17].....	34

Obr. 4.1 Nožová hlava .....	36
Obr. 4.2 Univerzální tříčelist'ové sklíčidlo .....	37
Obr. 4.3 Podložení obrobku.....	37
Obr. 4.4 Hrot koníka .....	37
Obr. 4.5 Nožová hlava .....	38
Obr. 4.6 Upnutí na tření .....	38
Obr. 4.7 Frézovací trn .....	39
Obr. 4.8 Upnutí obrobku pomocí upínek, šroubů a podpěr .....	39
Obr. 4.9 Nožový držák.....	39
Obr. 4.10 Upnutí obrobku pomocí upínek, šroubů a podpěr .....	39
Obr. 4.11 Upínací hlavice s kleštinou .....	40
Obr. 4.12 Upnutí obrobku pomocí úhelníku.....	40
Obr. 4.13 Upínací příruba a magnetická deska.....	40
Obr. 4.14 Sklíčidlo.....	41
Obr. 4.15 Strojní svěráky .....	41

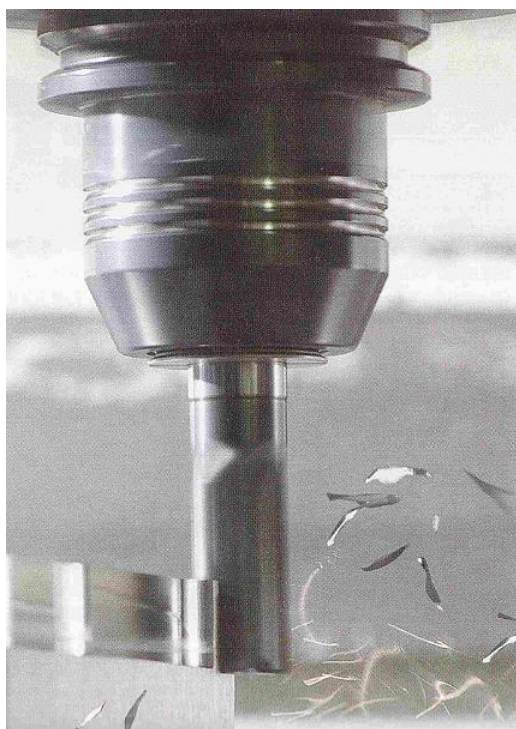
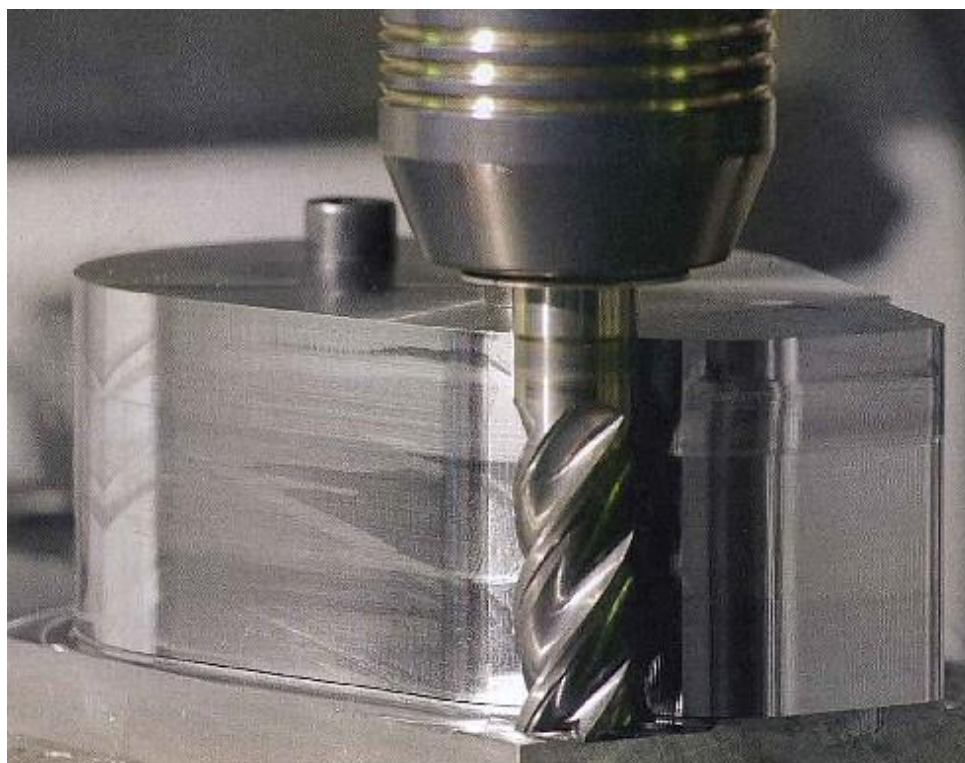
**SEZNAM PŘÍLOH**

- Příloha 1 HYDRAULICKÝ UPÍNAČ TENDO E SPOLEČNOSTI SCHUNK Intec s.r.o.  
Příloha 2 UNIVERZÁLNÍ TŘÍČELISŤOVÉ SKLÍČIDLO  
Příloha 3 LÍCNÍ DESKA SPOLEČNOSTI TOS SVITAVY  
Příloha 4 TEPELNÝ UPÍNAČ SPOLEČNOSTI PRAMET TOOLS, s.r.o.  
Příloha 5 UPÍNACÍ TRN PRO NÁSTRČNOU FRÉZU SPOLEČNOSTI PRAMET TOOLS, s.r.o.  
Příloha 6 UPÍNACÍ HLAVICE SPOLEČNOSTI PRAMET TOOLS, s.r.o.  
Příloha 7 REDUKČNÍ POUZDRO SPOLEČNOSTI BISON-BIAL S.A.  
Příloha 8 SOUSTRUŽNICKÝ TRN S ROPĚRNÝMI POUZDRYA ROZPÍNACÍ POUZDRO SPOLEČNOSTI BISON-BIAL S.A.  
Příloha 9 PERMANENTNÍ UPÍNACÍ DESKA N-STAR SPOLEČNOSTI SOLLAU s.r.o.  
Příloha 10 KLEŠTINA DIN 6343 SPOLEČNOSTI NTA s.r.o.



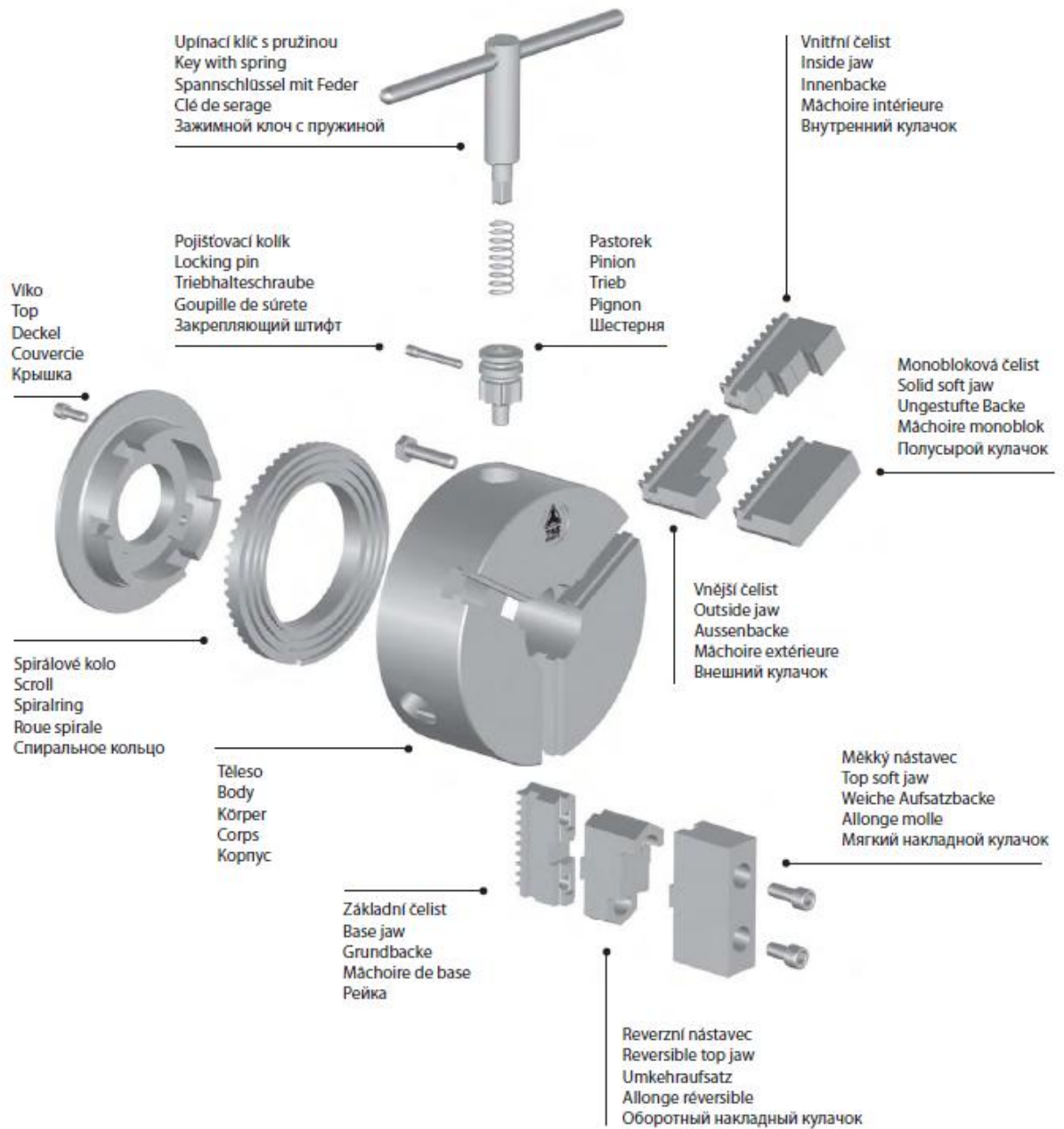
## PŘÍLOHA 1

HYDRAULICKÝ UPÍNAČ TENDO E SPOLEČNOSTI SCHUNK Intec s.r.o.  
[9], [13], [14]



## PŘÍLOHA 2

### UNIVERZÁLNÍ TŘÍČELISTOVÉ SKLÍČIDLO [21]



## PŘÍLOHA 3

### LÍCNÍ DESKA SPOLEČNOSTI TOS SVITAVY [21]

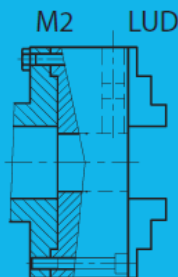
# LUD

Lícní deska s nezávisle přestavitelnými čelistmi LUD  
 Planscheibe mit einzeln verstellbaren Backen LUD  
 Independent Face Plate LUD  
 Plateau à mâchoires réglables indépendantes LUD  
 Патрон с независимением кулачков LUD

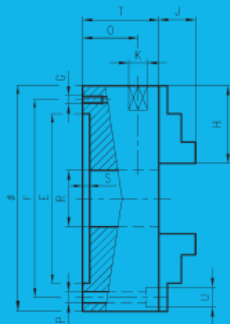


#### LUD – TYP 243807.0

Základní dodávka obsahuje:  
 Grundausführung enthält:  
 Basic delivery contains:  
 Livraison de base contient:  
 Основная поставка включает:



M2 LUD



Max. moment  $M$ , max. upínací síla  $F$ , max. otáčky  $n$   
 Max. Drehmoment  $M$ , max. Spannkraft  $F$ , max. Drehzahl  $n$   
 Max. torque  $M$ , max. gripping force  $F$ , max. speeds  $n$   
 Moment maxi, force de serrage maxi, tours maxi  
 Макс. момент, макс. зажимное усилие, макс. обороты

$\varnothing$			kg	$\varnothing$	$M$ (Nm)	$F$ (kN)	$n$ (min <sup>-1</sup> )
85	M2	084020	1,60	85	10	20	4800
100	M2	104020	2,75	100	15	26	4200
125	M2	124020	4,85	125	22	36	3700
160	M2	164020	7,32	160	38	46	3000
200	M2	204020	15,42	200	54	74	2300
250	M2	254020	23,80	250	80	94	1700
315	M2	314020	44,50	315	94	126	1500
350	M2	354020	54,10	350	94	126	1300
400	M2	404020	57,50	400	94	126	1300

$\varnothing$	E H7	F $\pm 0,2$	G	H	J	K	O	P	R	S	T	U
85	62	72	—	34	17	6	20	4x7	25	4	42	11
100	70	83	—	41	17	6	20	4x9	25	4	42	15
125	95	108	—	51	19	8	21	4x9	28	4	44	15
160	125	140	4xM10	47	22	8	32	4x11	45	4	54	17
200	125	140	4xM10	75	32	12	44	4x11	50	4	72	17
250	200	224	4xM12	75	32	12	44	4x13	60	5	72	20
315	200	224	4xM12	100	36	14	49	4x13	75	5	80	20
350	260	286	—	100	37	14	60	4x13	75	5	91	20
400	260	286	—	100	37	14	60	4x13	75	5	91	20

Lze objednat s přírubou typ 243830.0 v provedení:

Es ist möglich mit Flansche Typ 243830.0 im Ausführung bestellen:

Available to supply with the flange of the kind 243830.0, type:

On peut commander le type 243830.0 avec la bride en modification:

Можно заказать с фланцем тип 243830.0 в проведении:

A – DIN 55026; ISO 702/I; ČSN ISO 702/I

B – DIN 55027; ISO 702/III; ČSN ISO 702/III

D – DIN 55029 inch; ISO 702/II inch; ČSN ISO 702/II inch

# PŘÍLOHA 4


TEPELNÝ UPÍNAČ SPOLEČNOSTI PRAMET TOOLS, s.r.o. [12]

HSK 63A

HSK 63A-SC

TEPELNÉ UPÍNAČE  
SHRINKFIT HOLDERS

DIN 69871



BALANCING  
FINAL ▲

DIN 2080

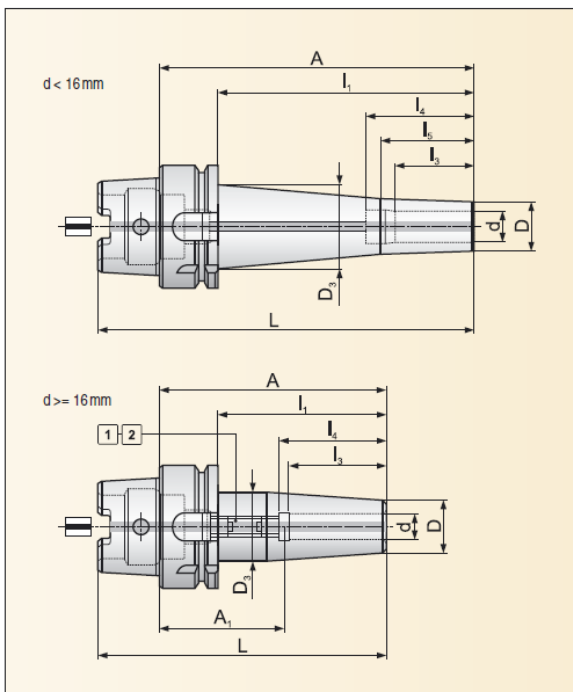
DIN 6339

POZNÁMKA:  
Maximální házivost průměru d ve vzdálenosti 3d v porovnání s HSK kuželem je 0,003 mm.

NOTE:  
Maximum run-out 0,003 mm at 3d.

DIN 2080

ADAPTÉRY  
ADAPTERS



PŘÍSLUŠENSTVÍ  
ACCESSORIES

Označení PRAMET PRAMET specification	Sort. / Assort.	Rozměry / Dimensions												
		HSK	d	A	D	D <sub>3</sub>	l <sub>1</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>	l <sub>5</sub>	L	A <sub>1</sub>	M	[kg]
HSK63A-SC 03100	○	63	3	100	9	21	74	13	-	25	132	-	-	0,80
HSK63A-SC 03140	○	63	3	140	9	28	114	13	-	25	172	-	-	0,90
HSK63A-SC 04100	○	63	4	100	10	22	74	15	-	25	132	-	-	0,80
HSK63A-SC 04140	○	63	4	140	10	29	114	15	-	25	172	-	-	1,00
HSK63A-SC 05100	○	63	5	100	11	23	74	18	-	25	132	-	-	0,80
HSK63A-SC 05140	○	63	5	140	11	30	114	18	-	25	172	-	-	1,00
HSK63A-SC 06100	○	63	6	100	12	23	74	26	40	32	132	-	-	0,80
HSK63A-SC 06140	○	63	6	140	12	30	114	26	40	32	172	-	-	1,00
HSK63A-SC 08100	○	63	8	100	16	27	74	30	44	36	132	-	-	0,90
HSK63A-SC 08140	○	63	8	140	16	34	114	30	44	36	172	-	-	1,10
HSK63A-SC 10120	○	63	10	120	18	32	94	32	45	38	152	-	-	1,00
HSK63A-SC 10160	○	63	10	160	18	39	134	32	45	38	192	-	-	1,30
HSK63A-SC 12130	○	63	12	130	20	36	104	34	46	40	162	-	-	1,10
HSK63A-SC 12170	○	63	12	170	20	43	144	34	46	40	202	-	-	1,50
HSK63A-SC2 16120	○	63	16	120	27	34	94	39	50,5	-	152	71-81	M12×1	1,20
HSK63A-SC2 16160	○	63	16	160	27	34	134	39	50,5	-	192	111-121	M12×1	1,43
HSK63A-SC2 20120	○	63	20	120	33	42	94	41	52,5	-	152	69-79	M16×1	1,45
HSK63A-SC2 20160	○	63	20	160	33	42	134	41	52,5	-	192	109-119	M16×1	1,80

TECHNICKÉ INFORMACE  
TECHNICAL INFORMATION

● Skladovaný / Stock Assort.    ○ Neskladovaný / Non-stock assort.

Všechny rozměry v [mm] / All dimensions [mm]

18

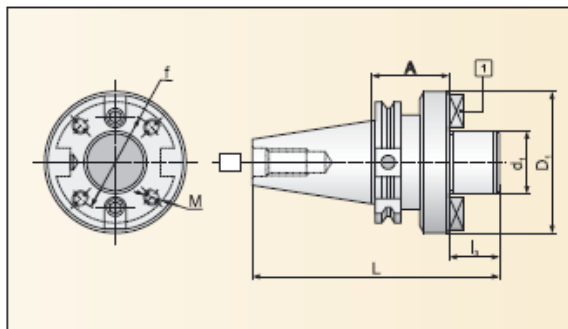
PRAMET

# PŘÍLOHA 5

## UPÍNACÍ TRN PRO NÁSTRČNOU FRÉZU SPOLEČNOSTI PRAMET TOOLS, s.r.o. [12]

69871 A-FMH3

UPÍNACÍ TRNY PRO NÁSTRČNÉ FRÉZY - TYP C  
SHELL MILL HOLDERS - C TYPE



POZNÁMKA: Maximální hřízovost průměru $d_1$ v porovnání s upínacím kuželem je 0,005 mm.	NOTE: Maximum run-out 0,005 mm.
--	------------------------------------

Označení PRAMET PRAMET specification	Sst. / Assort.	Rozměry / Dimensions												
		Kužel Taper	$d_1$	A	$D_1$	L	$l_1$	f	M	-	-	-	[kg]	
69871.40A-FMH3 4050	○	40	40	50	90	158,4	25	66,7	M12					2,50
69871.50A-FMH3 4070	●	50	40	70	90	201,7	30	66,7	M12					5,15
69871.50A-FMH3 6070	●	50	60	70	128	211,7	40	101,6	M16					7,70

NÁHRADNÍ DÍLY - PŘÍSLUŠENSTVÍ / SPARE PARTS - ACCESSORIES

$d_1$	Náhradní díly / Spare parts		Příslušenství / Accessories		
	Unášec [1] Tenon [1]	Šroub [1] Screw [1]			
40					
60					


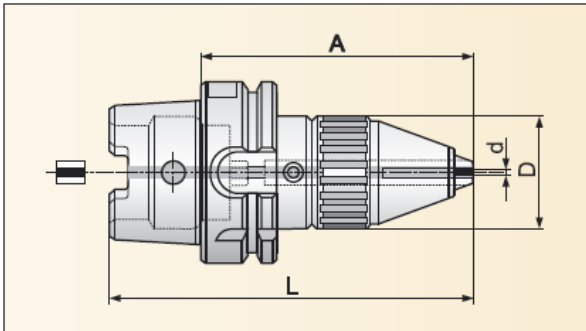


● Skladovaný / Stock Assort. ○ Neskladovaný / Non-stock assort. Všechny rozměry v [mm] / All dimensions [mm]



HSK 63A  
 DIN 69871  
 JIS B 6339  
 DIN 2080  
 ADAPTERY  
 ADAPTERS  
 PŘÍSLUŠENSTVÍ  
 ACCESSORIES  
 TECHNICKÉ INFORMACE  
 TECHNICAL INFORMATIONS

# PŘÍLOHA 6

UPÍNACÍ HLAVIČE SPOLEČNOSTI PRAMET TOOLS, s.r.o. [12]

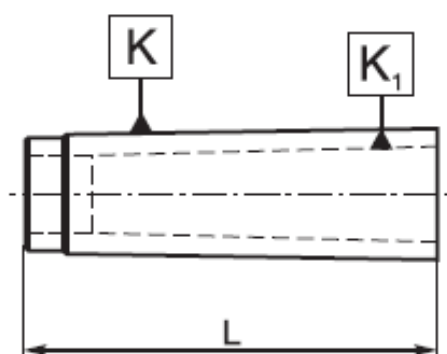
HSK 63A  DIN 69871  JIS B 6339  DIN 2080  ADAPTEŘY ADAPTERS  PŘÍSLUŠENSTVÍ ACCESSORIES  TECHNICKÉ INFORMACE TECHNICAL INFORMATION	HSK 63A-DC13	HLAVIČKA PRO VRTÁKY DRILL CHUCK												
														
	POZNÁMKA: Maximální hřízlost ve vzdálenosti 2,5d v porovnání s HSK kuželem je 0,04 mm. Upínač umožňuje chlazení podél stopy vrtáku.		NOTE: Maximum run-out 0,04 mm at 2,5x d. Chuck enables cooling along a drill shank.											
	Označení PRAMET PRAMET specification	Sort./Assort.	HSK	Ød Vrtáku Drill	Rozměry / Dimensions									
	<b>HSK63A-DC 13</b>	●	63	2 ÷ 13	110	43,0	142	-	-	-	-	-	-	[kg]
NÁHRADNÍ DÍLY - PŘÍSLUŠENSTVÍ / SPARE PARTS - ACCESSORIES														
Upínač Arbors	Náhradní díly / Spare parts					Příslušenství / Accessories								
	Upínací šroub Clamping screw 					Klíč Key 								
HSK63A-DC 13	US 0404					HXK 6								
● Skladovaný / Stock Assort.    ○ Neskladovaný / Non-stock assort.					Všechny rozměry v [mm] / All dimensions [mm]									

## PŘÍLOHA 7

REDUKČNÍ POUZDRO SPOLEČNOSTI BISON-BIAL S.A. [2]

### Typ 1770

- Vřetenová redukční pouzdra s kuželem Morse
- Kompletně kalené a broušené



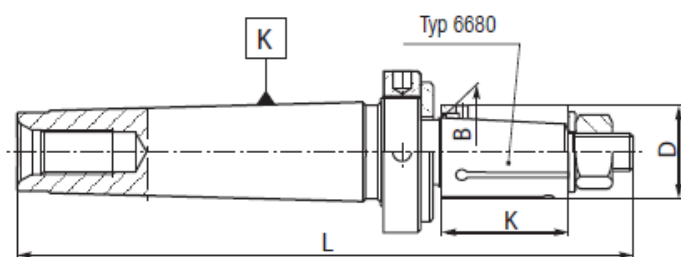
Kód	K MK	K1 MK	L
800000450	2	1	50
800000451	3	1	55
800000452	3	2	65
800000453	4	2	70
800000454	4	3	75
800000455	5	2	80
800000456	5	3	90
800000457	5	4	100
800000458	6	3	110
800000459	6	4	120
800000460	6	5	130
Kód	K Metric	K1 MK	L
800000461	80	5	135
800000462	80	6	170
800000463	100	6	180


## PŘÍLOHA 8

SOUSTRUŽNICKÝ TRN S ROPĚRNÝMI POUZDRY A ROZPÍNACÍ POUZDRO  
SPOLEČNOSTI BISON-BIAL S.A. [2]

### Typ 6610

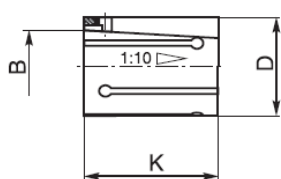
- Soustružnické trny s rozpěrnými pouzdry



Kód	K MK	D	L	B	K	
800000904	3	12-14	141	9,7	22	12; 13; 14
800000905	3	15-18	150	11,7	27	15; 16; 17; 18
800000906	3	19-22	160	14,7	32	19; 20; 21; 22
800000907	4	23-27	190	17,7	37	23; 24; 25; 26; 27
800000908	4	28-32	200	21,7	42	28; 30; 32
800000909	4	33-38	210	25,6	48	33; 34; 35; 36; 38
800000910	5	40-45	255	31,6	54	40; 42; 44; 45
800000911	5	46-52	265	37,6	60	46; 48; 50; 52
800000912	5	55-60	285	44,5	70	55; 58; 60
800000913	5	63-70	310	51,5	80	63; 65; 68; 70

### Typ 6680

- Rozpínací pouzdra pro trny 6610



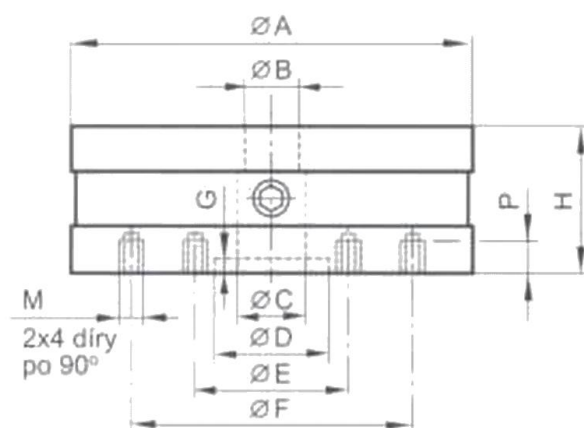
Kód	D	B	K	Kód	D	B	K	Kód	D	B	K
800003516	12	9,7	22	800003529	26	17,7	37	800003543	46	37,6	60
800003517	13	9,7	22	800003530	27	17,7	37	800003544	48	37,6	60
800003518	14	9,7	22	800003531	28	21,7	42	800003545	50	37,6	60
800003519	15	11,7	27	800003532	30	21,7	42	800003546	52	37,6	60
800003520	16	11,7	27	800003533	32	21,7	42	800003547	55	44,5	70
800003521	17	11,7	27	800003534	33	25,6	48	800003548	58	44,5	70
800003522	18	11,7	27	800003535	34	25,6	48	800003549	60	44,5	70
800003523	19	14,7	32	800003536	35	25,6	48	800003550	63	51,5	80
800003327	20	14,7	32	800003537	36	25,6	48	800003551	65	51,5	80
800003524	21	14,7	32	800003538	38	25,6	48	800003552	68	51,5	80
800003525	22	14,7	32	800003539	40	31,6	54	800003553	70	51,5	80
800003526	23	17,7	37	800003540	42	31,6	54				
800003527	24	17,7	37	800003541	44	31,6	54				
800003528	25	17,7	37	800003542	45	31,6	54				



## PŘÍLOHA 9

PERMANENTNÍ UPÍNACÍ DESKA N-STAR SPOLEČNOSTI SOLLAU s.r.o. [15]

A mm	H mm	B mm	C mm	D mm	G mm	M mm	P mm	E mm	F mm	Počet pólů	Hmotnost kg
130	57	16	20	50	5	M6	12	0	120	10	5
150	57	22	24	50	5	M6	12	80	120	10	6,5
200	57	30	32	60	5	M6	12	110	180	12	13
250	70	30	50	80	5	M6	12	140	220	16	20
300	73	44	58	150	6	M8	16	180	260	16	30
350	73	40	58	170	6	M8	16	220	300	20	49
400	75	40	58	200	6	M8	16	260	340	20	75
500	77	60	75	200	8	M8	16	300	400	24	119
600	77	90	94	250	8	M10	20	350	450	30	172
700	77	90	94	250	8	M10	20	350	450	30	234
800	110	110	114	350	8	M10	20	400	700	30	300

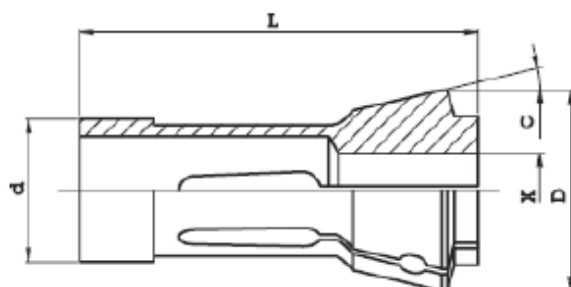


## PŘÍLOHA 10

KLEŠTINA DIN 6343 SPOLEČNOSTI NTA s.r.o. [10]

Kleštiny  
DIN 6343

### KLEŠTINY



KOD		d	D	L	C	otvor max.		
						L	E	Q
010.006	101 E	8	12	42	16°	6	—	—
010.013	110 E	10	16	43	15°	7	—	—
010.014	109 E	10	16	47	20°	7	6	5
010.019		12	17	27	20°	8,5	—	—
010.025	117 E	14	18	46	13°	10	8	7
010.027		12	18	64	16°	10	8	7
010.028	116 E	13	19	64	16°	10	8	7
010.029	120 E	15	21	64	16°	12	10	9
010.030	121 E	15	22	47	20°	10	9	7
010.032	123 E	16	22	55	15°	12	10	7
010.036		18	23	52		13	—	—
010.038	127 E	18	25	67	15°	12	10	9
010.042	136 E	20	26	54	15°	16	12	10
010.043	1299 E	20	27,5	60	15°	17	15	12
010.045	138 E	20	28	67	16°	16	12	10
010.049	139 E	22	28	67	13°	16	12	10
010.051	140 E	22	30	55	15°	18	15	12
010.053	1323 E	22	32	66	16°	18	15	12
010.060	143 E	25	31	54	15°	21	18	15
010.063	144 E	25	34	65	15°	20	17	14
010.064	145 E	25	35	77	16°	20	17	14

KOD		d	D	L	C	otvor max.		
						L	E	Q
010.065	146 E	26	32	67	13°	20	17	14
010.067	147 E	27	38	72,7	15°	23	19	16
010.070	148 E	28	38	70	15°	23	20	16
010.074	1446 E	30	38	65	15°	25	22	18
010.078	157 E	30	42	80	16°	25	22	18
010.084	161 E	32	45	75	15°	26	22	18
010.086	1473 E	32	40	65	15°	26	22	18
010.092	162 E	35	43	70	15°	25	22	18
010.093	163 E	35	48	80	15°	30	26	22
010.101	1536 E	37	47	92	16°	32	30	22
010.102		38	50,3	86	15°	32	29	22
010.111	171 E	42	55	94	15°	36	32	25
010.117	173 E	48	60	94	15°	42	36	30
010.121		52	63	92	15°	46	38	32
010.122		52	65	94	15°	46	38	32
010.127	177 E	58	70	94	15°	52	45	36
010.130		60	72	102	15°	54	40	32
010.133	185 E	66	84	110	15°	60	52	42
010.140		80	98	115	15°	70	60	50
010.147		95	117	125	15°	80	68	56
010.150		115	135	140	15°	100	86	80