



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



## STUDIJNÍ TEXTY

profesní kvalifikace

# OBSLUHA CNC OBRÁBĚCÍCH STROJŮ

23-026-H

## ANOTACE

Studijní texty byly vytvořeny v rámci projektu „Odborné, kariérové a polytechnické vzdělávání v MSK II, reg. č. CZ.02.3.68/0.0/0.0/19\_078/0019613“, klíčové aktivity o5b Centra profesní přípravy.

Cílem této aktivity je větší propojení vyučovacích postupů ve školách s praktickými potřebami zaměstnavatelů, resp. moderními technologickými postupy, které jsou ve firmách aktuálně využívány a úprava ŠVP tak, aby výuka vedla k získání profese, nikoliv pouhému absolvování oboru. Navazující součástí je také skloubení vzdělávání (ŠVP) s profesními standardy Národní soustavy kvalifikací (NSK).

Dosažení profesní kvalifikace Obsluha CNC obráběcích strojů 23-026-H je podmínkou pro získání úplné profesní kvalifikace oboru 23-99-H/15 Obráběč kovů dle NSK, což je předpoklad pro vykonání závěrečné zkoušky v oboru Obráběč kovů 23-56-H/01.

Tento projekt je spolufinancován z Operačního programu – Výzkum, věda a vzdělávání.

## OBSAH

1	BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI (BOZP)	10
1.1	BOZP při práci na CNC obráběcích strojích	10
1.1.1	Bezpečnost práce a všeobecné zásady ochrany zdraví při práci	10
1.1.2	Osobní bezpečnost	12
1.1.3	Bezpečnostní pomůcky	12
1.1.4	Nouzové zastavení stroje	13
1.1.5	Elektro bezpečnost	13
1.1.6	Obsluha stroje	13
1.1.7	Upínací zařízení	15
1.1.8	Laserová sonda	15
1.1.9	Hydroagregát stroje	15
1.1.10	Vyřazení z provozu, demontáž a likvidace stroje	16
1.1.11	Protipožární opatření	16
1.2	Ekologie provozu, odstraňování a likvidace odpadů	16
1.3	Požární poplachová směrnice	17
1.3.1	Postup osob při vyhlášení požárního poplachu:	17
1.3.2	Telefonní čísla tísňových volání:	18
1.3.3	Telefonní čísla Pohotovostních a havarijních služeb:	18
1.4	Traumatologický plán	18
1.5	Záznam o provedeném školení uchazeče	20
1.6	Vzorový test BOZP	21
2	TECHNICKÁ NORMALIZACE	23
2.1	Technické normy	23
2.2	Metody technické normalizace	24
2.3	System technické normalizace	25
2.3.1	Mezinárodní normalizace	25
2.3.2	Evropská normalizace	25
2.3.3	Národní normalizace	25
2.4	České technické normy	25
2.4.1	Označení normy	26
2.4.2	Třídící znak normy	26
2.4.3	Mezinárodní identifikační číslo ICS	26
2.5	Národní normativní dokumenty	27
2.6	Užitečné odkazy na webové stránky	28

3	MĚŘENÍ A KONTROLA DÉLKOVÝCH ROZMĚRŮ, GEOMETRICKÝCH TVARŮ, VZÁJEMNÉ POLOHY PRVKŮ A JAKOSTI POVRCHU. ....	29
3.1	Základy měření ve strojírenské výrobě.....	29
3.1.1	Základní rozdělení měřidel podle kategorizace měřidel .....	29
3.2	Etapy měření .....	30
3.2.1	Příprava měření .....	30
3.2.2	Vlastní měření.....	30
3.2.3	Vyhodnocení měření.....	30
3.3	Všeobecné zásady správného měření .....	31
3.4	Volba měřidla a měřicí metody .....	32
3.4.1	Měřicí metody .....	32
3.4.2	Měřidla .....	33
3.5	Měřidla přímá.....	33
3.5.1	Posuvná měřidla analogová .....	33
3.5.2	Posuvná měřidla digitální .....	34
3.5.3	Mikrometrická měřidla .....	34
3.5.4	Koncové měřky .....	35
3.6	Měřidla nepřímá (porovnávací).....	36
3.6.1	Kalibry .....	36
3.6.2	Číselníkové úchylkoměry, pasametry .....	36
3.7	Délkové (souřadnicové měřicí stroje).....	37
3.8	Kontrolní operace ve výrobním procesu.....	38
3.9	Měření a kontrola geometrických tvarů. ....	39
3.9.1	Tolerance tvaru.....	39
3.9.2	Tolerance směru .....	41
3.9.3	Tolerance polohy .....	42
3.9.4	Tolerance házení.....	43
3.10	Chyby měření a jejich příčiny .....	45
3.10.1	Systematické chyby.....	45
3.10.2	Chyby náhodné.....	46
3.10.3	Chyby hrubé .....	46
3.10.4	Skutečné chyby .....	46
3.11	Dodržování jakosti opracovaných ploch .....	46
3.12	Měřidla drsnosti .....	47
3.12.1	Vzorkovnice drsnosti.....	47
3.12.2	Elektronické dotykové měřicí přístroje .....	47

3.12.3	Metody kontroly struktury povrchu .....	47
3.12.4	Metodika měření .....	49
4	MODIFIKACE PROGRAMŮ PRO CNC STROJE.....	50
4.1	Výrobní postup pro výrobu na NC strojích.....	50
4.1.1	Výrobní dokumentace.....	51
4.1.2	Upínání obrobků na CNC strojích (frézkách) .....	52
4.1.3	Návrh výrobního postupu – postup opracování.....	54
4.1.4	Volba druhu obrábění .....	55
5	CNC PROGRAMY .....	55
5.1	Způsoby programování CNC strojů.....	55
5.1.1	Ruční programování.....	55
5.1.2	Programování CNC strojů pomocí CAD/CAM systémů .....	56
5.1.3	Definice vztažných bodů cnc strojů .....	57
5.1.4	Souřadný systém cnc stroje – pravidlo pravé ruky .....	57
5.1.5	Korekce nástrojů.....	58
5.1.6	Použití pevných cyklů.....	59
5.2	Stavba CNC programu.....	59
5.2.1	Přípravné funkce (G – funkce) .....	61
5.2.2	Pomocné funkce (M – funkce).....	61
5.2.3	Pevné cykly .....	62
5.2.4	Postup tvorby programu .....	62
5.2.5	Simulace cnc programu.....	63
6	UPÍNÁNÍ NÁSTROJŮ A NASTAVENÍ JEJICH POLOHY .....	64
6.1	Nástroje s VBD (vyměnitelná břitová destička).....	64
6.1.1	Opotřebením VBD.....	64
6.1.2	Upínací systémy břitových destiček.....	65
6.2	Monolitní nástroje .....	67
6.3	Upínání nástrojů .....	67
6.3.1	Typy upínacích rozhraní .....	68
6.3.2	Upnutí držáku do vřetene stroje.....	69
6.3.3	Upnutí nástroje do držáku.....	72
6.3.4	Trendové upínání nástrojů .....	74
6.3.5	Seřizování nástrojů .....	76
7	ZPŮSOBY UPÍNÁNÍ OBROBKŮ A POLOTOVARŮ .....	78
7.1	Způsoby upnutí obrobků na CNC frézkách.....	78
7.1.1	Upínání ve strojním svěráku.....	78

7.1.2	Upnutí pomocí upínek.....	79
7.1.3	Stavebnicové/univerzální upínací systémy .....	79
7.1.4	Magnetický upínací systém .....	80
7.2	Ustavení obrobků .....	80
7.2.1	Obrobkové sondy.....	81
7.2.2	Proměření obrobku.....	83
7.2.3	Princip funkce dotykových sond .....	83
7.2.4	Nástrojové sondy .....	84
8	OBSLUHA ČÍSLICOVĚ ŘÍZENÝCH STROJŮ .....	87
8.1	Popis prvků řídicího systému Heidenhain.....	87
8.1.1	Monitor .....	87
8.1.2	Ovládací panel .....	88
8.2	Provozní režimy .....	89
8.2.1	Ruční režim.....	89
8.2.2	Přenosné ruční kolečko HR 410 .....	90
8.2.3	Polohování s ručním zadáním.....	90
8.2.4	Provoz po bloku .....	90
8.2.5	Provoz plynule .....	91
9	KONSTRUKCE CNC STROJŮ .....	92
9.1	Konstrukční řešení CNC strojů.....	92
9.1.1	Lože a rámy strojů.....	92
9.1.2	Vodicí plochy .....	93
9.1.3	Pohony CNC strojů.....	94
9.1.4	Odměřovací zařízení .....	95
9.1.5	Systémy automatické výměny nástrojů .....	95
9.1.6	Zařízení pro odvod třísek.....	96
10	NASTAVENÍ SOUŘADNÉHO SYSTÉMU OBROBKU.....	97
10.1	Kartézský souřadnicový systém.....	97
10.2	Polární souřadnicový systém .....	97
10.2.1	Vztažné body .....	99
10.3	Vyvolání a aktivování programu.....	99
11	SEŘIZOVÁNÍ, OŠETŘOVÁNÍ A ÚDRŽBA CNC OBRÁBĚCÍCH STROJŮ .....	101
11.1	Technický popis stroje .....	101
	1. lože stroje .....	101
	2. upínací plocha stolu .....	101
	3. lineární valivé vedení osa X.....	101

4. lineární valivé vedení osa Y.....	101
5. lineární vedení osa Z.....	101
6. maximální zatížení stolu .....	101
7. vřeteník.....	101
8. zásobník nástrojů s mechanickou rukou .....	101
11.1.1 Mazání stroje .....	102
Řídicí systém po uplynutí intervalu mazání informuje obsluhu o doplnění maziva. ....	102
11.1.2 Preventivní údržba .....	102
11.1.3 Údržba nástrojů, nářadí a přípravků .....	103
11.2 Řezné kapaliny.....	103
11.2.1 Řezné oleje .....	104
11.2.2 Olejové emulze .....	104
11.2.3 Volba řezné kapaliny.....	104

## IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název školy	Střední škola technická, Opava, Kolofíkovo nábřeží 51, příspěvková organizace
Adresa školy	Kolofíkovo nábřeží 1062/51, 747 05 Opava 5
Zřizovatel školy	Moravskoslezský kraj, ul. 28. října 117, 702 18 Ostrava
Název profesní kvalifikace	Obsluha CNC obráběcích strojů (23-026-H)
Vstupní požadavky na uchazeče	Pracovníci v oblasti třískového obrábění a neúspěšní studenti u maturitní zkoušky strojírenských oborů
Podmínky zdravotní způsobilosti uchazeče	Lékařské potvrzení o způsobilosti pro obráběcí práce
Forma studia	Dálková
Délka studia	144 hodin
Způsob ukončení	Zkouška dle Zákona č. 179/2006 Sb., o ověřování a uznávání výsledků dalšího vzdělávání
Získaná kvalifikace	Obsluha CNC obráběcích strojů (23-026-H)
Certifikát	Osvědčení o získání profesní kvalifikace



## UČEBNÍ PLÁN PROFESNÍ KVALIFIKACE

Odborné způsobilosti		Hodinové dotace			Způsob ověřování
		Teorie	Praxe	Samo- studium	
1.	Dodržování bezpečnosti práce, správné používání pracovních pomůcek.	0	2	0	Praktické předvedení a ústní ověření
2.	Orientace v normách a v technických podkladech pro provádění obráběcích operací na CNC strojích.	4	12	0	Praktické předvedení a ústní ověření
3.	Měření a kontrola délkových rozměrů, geometrických tvarů, vzájemné polohy prvků a jakosti povrchu.	2	14	0	Praktické předvedení a ústní ověření
4.	Modifikace programů pro CNC stroje.	10	30	0	Praktické předvedení a ústní ověření
5.	Upínání nástrojů, polotovarů obrobků a ustavování jejich polohy na různých druzích CNC strojů.	1	15	0	Praktické předvedení
6.	Obsluha číslicově řízených strojů.	2	38	0	Praktické předvedení a ústní ověření
7.	Seřizování, ošetřování a údržba CNC obráběcích strojů.	1	13	0	Praktické předvedení a ústní ověření
CELKEM		20	124	0	Σ 144

## STUDIJNÍ TEXTY

### 1 BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI (BOZP)

Požadavky na zajištění BOZP jsou definovány v celé řadě právních a ostatních předpisů k zajištění BOZP (které to jsou definuje ustanovení § 349 odst. 1 zákoníku práce). Jedná se o více než 80 právních předpisů, stovky technických norem a dalších ostatních předpisů k zajištění BOZP (návody k použití atd.). Nejpodstatnějšími právními předpisy jsou:

- zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, ve znění pozdějších předpisů
- zákon č. 309/2006 Sb., zákon o zajištění dalších podmínek BOZP, ve znění pozdějších předpisů
- zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů
- zákon č. 373/2011 Sb., o specifických zdravotních službách, ve znění pozdějších předpisů
- nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů
- nařízení vlády č. 101/2005 Sb., o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí
- vyhláška č. 79/2013 Sb., o pracovně lékařských službách a některých druzích posudkové péče

#### 1.1 BOZP při práci na CNC obráběcích strojích<sup>1</sup>

##### 1.1.1 Bezpečnost práce a všeobecné zásady ochrany zdraví při práci

Uvedené předpisy, jakož i vlastní návod k obsluze předkládají určité množství pokynů pro předcházení nebezpečným situacím. Všechny, nebezpečné situace zde však nelze popsat, vždy existují určitá zbytková rizika. Proto musí každá osoba zabývající se instalací, obsluhou nebo opravou stroje samostatně, respektovat fyzikální zákonitosti a zachovávat z tohoto vyplývající obezřetnost. Např. odstředivé síly u nevyvážených dílců, ostré hrany, zacházení s řeznými nástroji, třískami, s chemikáliemi a čistícími prostředky, s oleji a tuky atd.

Před uvedením stroje do provozu je nutné provést výchozí revizi el. zařízení stroje. V České republice ve smyslu ČSN 33 1500:1990 a ČSN EN 50110-1 ed.2:2005. A to z důvodu, že je nutno překontrolovat pracovní stroj po dopravě, případném skladování, montáži a ověřit i změřit skutečný stav elektrického zařízení a posoudit kromě ochrany před nebezpečným dotykem i dimenzování přívodního vedení a ostatní náležitosti, spojené s provozem stroje, tj. zda skutečné prostředí odpovídá tomu, co předpokládá výrobce a že celkové uspořádání stroje a přístupnost k elektrickému zařízení odpovídají normě ČSN EN 60204-1, ed.2:2007. Poté je nutné provádění pravidelných revizí elektrického zařízení v souladu s ČSN 33 1500:1990 a ČSN EN 50110-1 ed.2:2005.

---

<sup>1</sup> ČSN EN ISO 16090-1 (200710) Bezpečnost obráběcích strojů - Obráběcí centra, frézky, postupové stroje - Část 1: Bezpečnostní požadavky

Otáčky vřetena nesmí překročit maximální přípustné otáčky použitého upínače. Při seřizování stroje s otevřeným posuvným krytem v režimu ručního ovládání je třeba věnovat zvýšenou opatrnost pohybu vřetena, suportů a nástrojové hlavy. Provozováním stroje bez uzavřeného krytu pracovního prostoru bere na sebe provozovatel všechna vznikající rizika. Při provozu a údržbě stroje musí být pro komponenty, dodané subdodavateli, respektovány vlastní návody pro obsluhu a údržbu, které jsou součástí technické dokumentace dodané se strojem (např. nástrojová hlava, dopravník třísek, ZF převodovka hlavního pohonu atd.). Před spuštěním stroje zkontrolujte, zda jsou všechna bezpečnostní ochranná zařízení na svém místě a funkční! Hlídní dveřních krytů pracovního prostoru je realizováno pomocí elektromagnetu, který zajišťuje jejich zamčení. Bezpečnostní zařízení chrání před úrazem (i smrtelným), proto nesmí být nikdy demontováno či vyřazeno z provozu.

Veškeré zásahy do konstrukce a uspořádání stroje bez schválení výrobcem jsou zakázány. To platí zvláště pro použití náhradních dílů a příslušenství, které nebyly výrobcem specifikovány. V takových případech pak výrobce nepřebírá žádné záruky za bezpečný provoz stroje.

Stroj je konstruován podle mezinárodních bezpečnostních norem a předpisů platných pro obráběcí stroje.

Stroj odpovídá normě ČSN EN 61000-6-4, ed.2:2007 a je určen pouze pro průmyslové prostředí a nesmí být provozován v prostorech obytných, obchodních a lehkého průmyslu.

Hladina emisního akustického tlaku v místě obsluhy nepřesáhne u soustružnických strojů 80 dB(A) a u obráběcích center 78 dB(A), hladina akustického výkonu nepřesáhne u soustružnických strojů 99 dB(A) a u obráběcích center 97 dB(A). Měření se provádí dle ČSN ISO 3744:1996.

Uvedené hodnoty jsou hladiny emise a nemusí představovat bezpečné pracovní hladiny. Ačkoliv existuje vzájemný vztah mezi hladinami emise a expozice, nemohou být spolehlivě použity pro určení, zda jsou požadována další opatření. Faktory, které ovlivňují skutečnou hladinu expozice pracovníků zahrnují vlastnosti pracovní místnosti (v okruhu obrysu stroje včetně prostoru nad strojem musí být volný prostor minimálně 2 m).

Dalšími faktory jsou jiné zdroje hluku například okolní stroje, jiné sousední procesy a doba, po kterou je obsluha hluku vystavena účinkům hluku.

Přípustná hladina expozice se může rovněž pro různé země lišit. Nicméně tato informace usnadní uživateli stroje lépe zhodnotit nebezpečí a riziko.

Konstrukce stroje zabraňuje unikání chladiva a třísek ze stroje. Stroj neprodukuje žádné škodlivé látky, které ohrožují zdraví obsluhy. Nebezpečí vzniká při používání rezných emulzí a roztoků, které obsahují škodlivé látky.

V tomto případě se doporučuje vybavit stroj odsávací a filtrační jednotkou která zachycuje škodlivé či nebezpečné výpary.

Používání stlačeného vzduchu pro čištění pracovního prostoru stroje je zakázáno. Proudem vzduchu nesené třísky mohou být příčinou úrazu obsluhy nebo selhání stroje.

### 1.1.2 Osobní bezpečnost

- dbejte na to, aby před zahájením práce na stroji byly řádně zapnuté všechny knoflíky (háčky) na vašem pracovním oděvu, zejména na rukávech tak, aby nevznikalo nebezpečí zachycení volných částí oděvů rotujícími a pohyblivými částmi stroje. Na stroji nikdy nepracujte v oděvu s volnými částmi, jakými jsou např. vázanka, šála apod. Dále sundejte řetízky, hodinky na zápěstích, prsteny, šperky atd. Dlouhé vlasy, musí být svázané nazad a překryty vhodnou pokrývkou hlavy (pracovní čepicí).
- nepracujte u stroje, pokud používáte omamné a návykové látky, nebo léky snižující schopnost vaší koncentrace
- dbejte vždy bezpečnostních instrukcí uvedených na štítcích upevněných na stroji, tyto štítky neodstraňujte ani nepoškozujte
- nepřibližujte se k pohyblivým částem a nedotýkejte se jich, není-li stroj v klidu
- mějte při ruce prostředky první pomoci a použijte je bez ohledu na závažnost zranění
- upněte vždy obrobek a nástroj bezpečně, nepoužívejte nepřiměřené posuvy a otáčky vřetena
- udržujte stroj a místa okolo něj v čistotě, udržujte podlahu, aby nebyla kluzká, odstraňte překážky atd.
- zajistěte, aby nepovolané osoby byly v dostatečném odstupu od stroje během údržby či mazání
- nepokoušejte se zastavit či zpomalit pohybující se část stroje rukou či jiným nářadím
- veškeré činnosti ve vykládacím prostoru zařízení pro sběr a odstraňování třísek provádějte výhradně při vypnutém místním vypínači, nebo při vypnutém stroji
- nestoupejte na vyvýšená místa a na krytování stroje
- neměňte parametry stroje
- nepracujte na stroji, jsou-li některé dveře rozváděčové soupravy otevřeny
- minimalizujte hluk vznikající při obrábění např. vhodnou volbou nástrojů, rezných podmínek, údržbou stroje apod.

### 1.1.3 Bezpečnostní pomůcky

Volba a vhodnost ochranných pomůcek a zařízení je nutné se řídit požadavky výrobce provozních kapalin a obráběných materiálů.

Při manipulaci s obrobkem nebo nástroji, stejně jako při odstraňování třísek z pracovního prostoru stroje, používejte rukavice na ochranu prstů a rukou před poraněním ostrými hranami nebo hroty obrobku, nástrojů a třísek a na ochranu před popálením od předmětů s vysokou povrchovou teplotou. Pro odstraňování třísek z plátku nástroje používejte škrabku, odstraňování nahromaděných třísek z vany stroje provádějte k tomu určenými nástroji. Třísek se nikdy nedotýkejte holými rukama. K ochraně obličeje před vymrštěnými předměty, třískami a stříkající chladicí kapalinou používejte ochranný obličejový štít.

Pokud během pracovního procesu dochází k častému styku rukou chladicí kapalinou, používejte ochranné rukavice — některé druhy chladicích kapalin mohou způsobit podráždění! Pokud během pracovního procesu dochází k vytváření mlh, par a plynů z chladicí kapaliny nebo prachů z obráběného materiálu, používejte respirátor.

Pokud došlo k zasažení očí chladicí kapalinou, řiďte se pokyny výrobce (dodavatele) chladicí kapaliny a vyhledejte lékařskou pomoc.

#### 1.1.4 Nouzové zastavení stroje

Všechny pohybující se části stroje mohou být zastaveny v případě nebezpečí tlačítkem NOUZOVÉHO ZASTAVENÍ.

Stroj může být zastaven tlačítkem NOUZOVÉHO ZASTAVENÍ a poté vypnut hlavním vypínačem. Páka tohoto vypínače musí být uzamčena ve vypnuté poloze zámkem při údržbě stroje či opravách. Nikdy se nelze jen domnívat, že je proud přerušen. Bezproudivý stav musí být vždy ověřen.

Spolehlivá funkce NOUZOVÉHO ZASTAVENÍ stroje je realizována dvěma nezávislými obvody.

#### 1.1.5 Elektro bezpečnost

Aby byla zaručena bezpečnost práce obsluhy a ochrana před úrazem el. proudem, je elektrotechnická část stroje provedena tak, že splňuje požadavky elektrotechnických norem, především normy ČSN EN 60204-1, ed.2:2007.

Při opravách el. zařízení stroje musí být vypnut hlavní vypínač stroje uzamčen ve vypnuté poloze. Pokud budeme provádět kontrolu neb opravu v el. rozvaděčích je nutno respektovat i to, že i při vypnuté hlavním vypínací zůstanou některé obvody uvnitř rozvaděče pod napětím.

Jsou to např.:

- přívodní svorkovnice
- přívodní svorky hlavního vypínače
- kabel hlavního přívodu

Přívodní svorky hlavního vypínače jsou proto chráněny krytem s výstražným trojúhelníkem. V případě práce na těchto obvodech musí být bezpodmínečně vypnut hlavní přívodní kabel na straně el. sítě zákazníka.

Opravy a údržbu elektrického zařízení stroje smí provádět pouze osoba s odpovídající elektrotechnickou kvalifikací, tj. pracovník znalý případně poučený dle ČSN EN 50110-1 ed.2:2005 a to za předpokladu dodržování všeobecně platných bezpečnostních opatření.

#### 1.1.6 Obsluha stroje

Vedoucí pracovník má odpovědnost upozornit obsluhu na veškerá nebezpečí, která mohou ohrozit obsluhu stroje.

- na stroji je zakázáno obrábět materiály, jejichž obráběním vzniká nebezpečí požáru nebo výbuchu nebo vzniká škodlivý prach (např. hořčík atd.)
- stroj není konstruován pro použití ručních nástrojů (např. brusiva na podložce)
- provozovatel stroje musí zajistit pravidelnou cirkulaci celého objemu chladicí kapaliny a její pravidelnou výměnu podle pokynů výrobce (dodavatele) kapaliny

- minimálně jedenkrát za směnu a vždy po ukončení práce odstraňte z vany stroje všechny nahromaděné třísky — předejdete tak předčasnému rozkladu chladicí kapaliny
- vanu na třísky nenechávejte vysunutou — hrozí nebezpečí úrazu
- při otevřených ochranných dveřích pracovního prostoru nelze rizika, vyvolávaná rotujícími částmi, dostatečně eliminovat, při práci proto dbejte na udržování dostatečné vzdálenosti od rotujících částí tak, aby nevznikalo nebezpečí úrazu
- na vodorovné plochy krytů stroje je zakázáno odkládat jakékoliv předměty
- při manipulaci v blízkosti ostrého hrotu pinoly koníku, zejména při upínání, dbejte zvýšené opatrnosti a počínejte si tak, aby nedošlo k úrazu
- pro minimalizaci rizika roztržení nebo zlomení nástroje při práci volte optimální obráběcí podmínky (vhodné otáčky, vhodné nástroje, vhodné rychlosti posuvu ve vztahu k obráběným materiálům) a dbejte o včasnou výměnu otupených nástrojů
- při obrábění nevyvážených obrobků vzniká značné nebezpečí vyvrstvení, snažte se proto uvedené riziko minimalizovat vyvážením obrobku nebo obráběním při snížené rychlosti
- dříve, než uvedete vřetenou do pohybu, zkontrolujte správné upnutí obrobku
- při obrábění velkých tyčových dílů zkontrolujte dostatečnou velikost a správný úhel středícího důlku, pro hrot pinoly koníku
- používejte jen otáčky, nepřekračující maximální dovolené otáčky upínacího zařízení
- používejte pouze upínací zařízení schválená výrobcem stroje
- při konstantní řezné rychlosti vždy nastavte omezení maximálních otáček s ohledem na velikost a tvar obrobku a na typ upínacího zařízení
- při obrábění tyčového materiálu, jehož délka přesahuje obrys bočního ochranného krytu stroje, musí provozovatel stroje zajistit zakrytí přečnávající části tyče tak, aby byla dostatečně eliminována všechna takto vzniklá rizika, zejména riziko navinutí
- účelem ochranných krytů, namontovaných na stroji, je pouze minimalizování nebezpečí, vznikajících vyvrstvením (např. částí upínacího zařízení, nástrojů a obrobků (nebo jejich částí), včetně třísek. Ochranné kryty v žádném případě toto nebezpečí zcela nevylučují.
- na stroji je nutno používat pouze nástroje, které svým charakterem a vlastnostmi odpovídají podmínkám obrábění, při kterých jsou používány. Vysoké opatrnosti je nutné dbát především u dlouhých nástrojů s nízkou tuhostí.
- stroj musí být v klidu, jestliže se provádí: čištění pracovního prostoru, údržba stroje nebo výměna vadných částí, při odstraňování závad na elektrickém zařízení stroje. Klidem stroje se rozumí vypnutí hlavního přívodu a jeho zajištění zámkem proti náhodnému zapnutí.

Zvláště je nutné dodržovat bezpečnostní předpisy a dbát zvýšené opatrnosti při:

- seřizování stroje pro výrobu součásti
- měření obrobku v pracovním prostoru mezi operacemi
- upínání nebo uvolňování opracovávaného dílce
- ruční výměně nástrojů

Při obsluze stroje nehrozí obsluhujícímu pracovníkovi nebezpečí úrazu el. proudem. Všechny živé části elektroinstalace jsou chráněny před nebezpečným dotykem vhodným krytem nebo vhodnou izolací. Při opravách stroje je však zapotřebí dodržovat zásady bezpečné práce

- stroj je určen pouze pro obsluhu jedním pracovníkem
- obsluha musí zabezpečit, že se v pracovním prostoru stroje nenacházej jiné osoby
- obsluha je povinna ihned nahlásit změněné stavy na stroji, které ovlivňují bezpečnost
- před odchodem s pracovišti je obsluha povinna zajistit stroj tak, aby nedošlo k poškození stroje anebo úrazu jiné osoby

#### 1.1.7 Upínací zařízení

- upínací zařízení smí být upravováno pouze v souladu s doporučením výrobce upínacího zařízení
- úpravy upínacího zařízení obrobku mohou omezit nebo změnit maximální frekvenci otáčení vřetena nebo účinnost tohoto zařízení

#### 1.1.8 Laserová sonda

V případě, že je stroj vybaven nástrojovou laserovou sondou, dbejte následujících bezpečnostních pokynů:

- nedívejte se přímo do laserového paprsku
- během používání optických přístrojů zajistěte, aby nedocházelo k odrazu paprsku do očí jiných osob zrcadly či podobnými odrazivými plochami
- nevystavujte působení laserového paprsku povrch pokožky déle, než je absolutně nutné
- obsluhu musí být seznámena s rizikem přímého kontaktu laseru se zrakem nebo delšího vystavení pokožky působení paprsku
- nálepka s upozorněním na laserové zařízení musí být umístěna na dobře viditelném místě stroje
- obsluha laserového zařízení se musí řídit bezpečnostními normami pro laserová zařízení

#### 1.1.9 Hydroagregát stroje

V případě, že je stroj vybaven hydroagregátem, jehož součástí je akumulátor tlaku, se řiďte následujícími pokyny:

- v žádném případě neměňte nastavenou hodnotu tlaku na manometru hydroagregátu
- servisní úkony, opravy a případnou výměnu součástí smí provádět pouze vyškolení servisní pracovníci
- před každým zásahem do hydraulického obvodu musí být povolen vypouštěcí ventil a odstraněn tlak z hydraulického obvodu, pracovník provádějící zásah do hydraulického obvodu je povinen přesvědčit se o nulové hodnotě tlaku na manometru hydroagregátu
- provádějte pravidelné kontroly tlaku dusíku v akumulátoru hydroagregátu

### 1.1.10 Vyřazení z provozu, demontáž a likvidace stroje

Po ukončení životnosti je nutno stroj zlikvidovat v souladu se zásadami ochrany životního prostředí země, kde je stroj provozován.

- stroj je třeba bezpečně odpojit od elektrické sítě, od zdroje tlakového vzduchu odtlakovat hydraulické obvody
- veškeré náplně odstranit ze stroje a zlikvidovat v souladu s předpisy
- při přemísťování stroje dodržovat pokyny kapitoly „Doprava, manipulace a skladování stroje
- pro likvidaci stroje využijte služeb některé specializované firmy

Likvidaci odpadu souvisejícího s provozem a likvidací stroje proveďte v souladu s platnou legislativou země, kde je stroj provozován.

### 1.1.11 Protipožární opatření

Při práci se strojem a při činnostech v jeho okolí musí být dodržovány zásady platného zákona o protipožární ochraně (zákon číslo 133/1985 Sb.). Nutno zajistit tato opatření:

- obsluha musí být proškolená v protipožární ochraně
- pracovníci musí být seznámeni s umístěním a obsluhou věcných prostředků požární ochrany
- v okolí stroje nesmí být ukládány hořlavé látky
- stroj i jeho okolí musí být udržován v čistotě
- únikové cesty musí být stále volné
- v okolí stroje nesmějí být provozovány zdroje tepla a zařízení s otevřeným ohněm
- je nutno dodržovat bezpečné technologické postupy
- pro případné hašení používat pouze hasicí přístroje práškové nebo CO<sub>2</sub> (sněhové)

## 1.2 Ekologie provozu, odstraňování a likvidace odpadů

Při provozu stroje je nutno postupovat v souladu se zákony na ochranu životního prostředí (v České republice hlavně zákon o odpadech č.185/2001 Sb., ve znění změn a zákon o vodách č.254/2001 Sb., ve znění změn). Všechny chemické látky se musí používat v souladu s bezpečnostními listy.

- maziva, chladicí kapaliny a čisticí prostředky se nesmí dostat do půdy, spodních vod nebo do kanalizace
- úniku chladicí kapaliny je třeba zabránit i při manipulaci s třískami. Chladicí kapalina musí svým složením odpovídat platným hygienickým předpisům, musí vykazovat vysokou trvanlivost a zaručovat korozivzdornost.
- náhodný únik těchto látek je třeba bezodkladně odstranit použitím sorpčních prostředků a likvidovat dle zásad zákona o odpadech
- použitý olej, maziva, zašpiněné filtry a čisticí prostředky likvidujte v souladu s předpisy na ochranu životního prostředí
- při zacházení s mazivy a čisticími prostředky dodržujte doporučení výrobce. Chraňte se před delším a intenzivním kontaktem těchto prostředků s pokožkou. Vyvarujte se nadýchání olejové mlhy nebo páry. Před prací použijte ochrannou mast. Po kontaktu



s mazacími prostředky je nutno postižená místa důkladně omýt vodou a mýdlem a nanést na ně vhodnou regenerační mast.

Likvidaci obalového materiálu proveďte v souladu s platnou legislativou země, kde je stroj provozován.

### 1.3 Požární poplachová směrnice<sup>2</sup>

Postup při zpozorování požáru:

1. Provést nutná opatření pro záchranu ohrožených osob – vyproštění, uvolnění únikových cest apod.
2. Neprodleně se snažit požár uhasit pomocí hasicích přístrojů a požárních hydrantů. Pozor – před použitím vody, vodních a pěnových hasicích přístrojů k hašení zařízení pod napětím je nutné předem odpojit elektrický proud. Není-li možné požár uhasit, vyhlásit požární poplach a ohlásit vznik požáru nebo zabezpečit jeho ohlášení na vrátnici školy nebo domova mládeže. Na nebezpečí upozornit osoby nacházející se v prostorách napadených požárem a osoby v přilehlých prostorách. Ve vícepodlažních budovách nejdříve osoby nacházející se na podlaží, které je napadeno požárem a osoby v patrech nad tímto podlažím.

Způsob vyhlášení požárního poplachu:

1. Ve všech objektech a na pracovištích hlasitým voláním HOŘÍ!
2. Ve škole, domově mládeže a některých dílnách požárními sirénami, které se zapínají na vrátnicích., v bytovací části požárními hlásiči umístěnými na chodbě chráněné únikové cesty.
3. Osobně nebo telefonicky na vrátnici školy nebo domova mládeže, které slouží jako ohlašovací požárů:
  - vrátnice školy tel. klapka 102
  - vrátnice domova mládeže tel. klapka 100
  - v noci – domov mládeže v kanceláři nočního vychovatele
4. Při hlášení sdělit: kde hoří - co hoří - kdo volá – odkud volá (telefonní číslo).

#### 1.3.1 Postup osob při vyhlášení požárního poplachu:

1. Řídit se pokyny mistrů, učitelů, vychovatelů, vrátných nebo vedoucích pracovníků SŠT. Zajišťovat evakuaci osob, zejména žáků – viz evakuační plány. V rámci svých možností provádět opatření k zamezení rozšíření požáru – hašením ohně hasicími prostředky, odstraněním hořlavých látek a tlakových nádob, uzavřením dveří a požárních uzávěrů, uzavřením uzávěrů plynu apod. Provádět evakuaci materiálů, cenných přístrojů a dokladů.
2. V případě ohrožení zdraví a životů opustit budovu a vyčkat na příjezd jednotky požární ochrany.
3. Shromažďovací prostor: hřiště na kopanou.
4. Po příjezdu jednotky požární ochrany informovat jejího velitele o skutečnostech souvisejících s požárem – především o osobách a nebezpečném materiálu, který se v

<sup>2</sup> Provozní dokumentace. Střední škola technická, Opava, Kolofíkovo náměstí 51, příspěvková organizace. Příloha č. 6) Směrnice č. 1/2004 o PO. V Opavě 25. 05. 2011.

prostoru požáru nachází a o stavu přívodu elektrické energie a plynu. Dále se řídit pokyny hasičů a poskytnout osobní pomoc na výzvu jejich velitele.

#### 1.3.2 Telefonní čísla tísňových volání:

▪ Integrovaný záchranný systém	112
▪ Policie ČR	158
▪ Městská policie	156
▪ Rychlá lékařská pomoc	155
▪ Hasiči	150

#### 1.3.3 Telefonní čísla Pohotovostních a havarijních služeb:

▪ Poruchy elektrické energie	840 850 860
▪ Dodavatel vody	840 111 125
▪ Dodavatel plynu	1239

### 1.4 Traumatologický plán<sup>3</sup>

#### Obecná ustanovení

Poskytnutí včasné a správné první pomoci při úrazech je jednou ze základních podmínek záchrany života a zdraví. Povinností každého občana je poskytnout zraněnému první pomoc. V naléhavých případech při ohrožení života a zdraví je nutné přivolat odbornou lékařskou pomoc.

#### Umístění a vybavení lékárničky

Lékárnička musí být umístěna na volně přístupném, suchém a čistém místě. Nejméně 1x za půl roku je nutné provést kontrolu vybavení lékárničky a v případě potřeby ji doplnit chybějícími prostředky. Uživatelé mohou po upotřebení některých prostředků požádat o doplnění.

---

<sup>3</sup> Provozní dokumentace. Střední škola technická, Opava, Kolofíkovo náměstí 51, příspěvková organizace.

### Hlavní zásady první pomoci

1. Dopřít postiženého do nezávadného prostředí (vyproštění z dosahu el. proudu, vynesení ze zamořeného prostředí).
2. Zastavení silného krvácení.
3. Uvolnění dýchacích cest, umělé dýchání a nepřímá masáž srdce.
4. Ošetření zlomenin, otevřených ran, překrytí spálenin.
5. Protišoková opatření.
6. Přivolání odborné lékařské pomoci.

### Důležitá telefonní čísla

- |                                   |                               |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| ▪ Záchraná služba (ZS) ČR         | 155                           |
| ▪ Evropské číslo tísňového volání | 112                           |
| ▪ Policie ČR                      | 158                           |
| ▪ Městská policie                 | 156                           |
| ▪ Ohlašovna požáru                | 150                           |
| ▪ Smluvní praktický lékař         | 553 816 973 – MUDr. Jakubcová |
|                                   | 553 620 920 – MUDr. Barová    |

## 1.5 Záznam o provedeném školení uchazeče

### ZÁZNAM O PROVEDENÉM ŠKOLENÍ UCHAZEČE

Pracoviště: CNC dílna Školící pracovník:  
 Oblast školení: BOZP, hygiena práce, PO Příjmení: \_\_\_\_\_  
 Jméno a příjmení: \_\_\_\_\_ Podpis: \_\_\_\_\_  
 Datum narození: \_\_\_\_\_

Obsah školení:

#### BOZP

- bezpečnost práce a všeobecné zásady ochrany zdraví při práci
- osobní bezpečnost
- bezpečnostní pomůcky
- nouzové zastavení stroje
- elektro bezpečnost
- obsluha stroje
- upínací zařízení
- laserová sonda
- hydroagregát stroje
- protipožární opatření
- ekologie provozu, odstraňování a likvidace odpadů
- vyřazení z provozu, demontáž a likvidace stroje

#### Hygiena práce

- bezpečnostní hygienické zásady při používání řezných kapalin u obráběcích strojů

#### Požární ochrana

- požární poplachová směrnice
- postup při zpozorování požáru
- způsob vyhlášení požárního poplachu
- postup osob při vyhlášení požárního poplachu
- telefonní čísla tísňových volání
- telefonní čísla pohotovostních a havarijních služeb

#### Traumatologický plán

Potvrzuji svým podpisem, že jsem byl(a) v uvedený den seznámen(a) s předpisy o požární ochraně, bezpečnosti a hygieně práce.

Všem ustanovením uvedených předpisů a zásad rozumím a budu je při práci dodržovat.

V Opavě

Datum školení: \_\_\_\_\_

Podpis uchazeče: \_\_\_\_\_

## 1.6 Vzorový test BOZP

**Test BOZP – obsluha CNC obráběcích strojů**

Jméno a příjmení: .....

Prospěl:  Neprospěl: 

Datum: .....

Hodnotil: .....

Podpis: .....

*Správné odpovědi zakroužkujte. U každé otázky je správná pouze jedna odpověď, která je hodnocena jedním bodem. Pro hodnocení prospěl je minimální počet získaných bodů 10.*

**1. S bezpečností práce a všeobecnými zásadami ochrany zdraví při práci na stroji musí být prokazatelně seznámeni:**

- a) Pracovníci obsluhující stroj.
- b) Pracovníci zabývající se instalací, obsluhou nebo opravou stroje.
- c) Vedoucí dílny nebo provozu, na které je zařízení umístěno.

**2. Na vodorovné kryty stroje:**

- a) Je zakázáno odkládat jakékoliv předměty.
- b) Je zakázáno odkládat materiál a polotovary.
- c) Je povoleno odkládat pouze měřidla potřebná pro kontrolu obrobků.

**3. Prokazatelně prostudovat všechny návody dodané se strojem (návod k používání, programování atd.) a porozumět každé funkci a postupu musí:**

- a) Osoby, které budou stroj dopravovat, instalovat, obsluhovat, seřizovat, udržovat a opravovat nebo ho budou vyřazovat z provozu a likvidovat.
- b) Osoby, které budou stroj dopravovat, instalovat, vyřazovat z provozu a likvidovat.
- c) Osoby, které budou stroj obsluhovat a seřizovat.

**4. Otáčky vřetena:**

- a) Nesmí překročit maximální přípustné otáčky použitého upínače.
- b) Mohou být podle potřeby maximální.
- c) Nikdy nesmíme omezit u konstantní řezné rychlosti.

**5. Bezpečnostní zařízení dveřních krytů pracovního prostoru:**

- a) Smí být vyřazeno z provozu, pokud rozměry obrobku neumožní jejich úplné zavření.
- b) Nesmí být nikdy demontováno či vyřazeno z provozu.
- c) Smí být vyřazeno z provozu, pokud nedojde k ohrožení ostatních osob na pracovišti.

**6. Používání stlačeného vzduchu pro čištění pracovního prostoru stroje:**

- a) Je povoleno, pokud obsluha použije vhodné ochranné pomůcky.
- b) Je povoleno, pokud je tlak vzduchu upraven na předepsaný tlak.
- c) Je zakázáno.

**7. Při opravách elektrického zařízení stroje musí být:**

- a) Vypnut hlavní vypínač stroje a uzamčen ve vypnuté poloze.
- b) Odpojen kabel hlavního přívodu od svorkovnice.
- c) Odpojen pouze opravovaný obvod ve stroji.

**8. Udržovat v čistotě stroj a jeho okolí musí obsluha:**

- a) Pouze na začátku směny.
- b) Vždy při předávání pracoviště, tedy na konci směny.
- c) V průběhu směny.

**9. V případě požáru CNC stroje lze použít při hašení:**

- a) Jakýkoliv hasící přístroj.
- b) Pouze hasící přístroj vodní nebo pěnový.
- c) Pouze hasící přístroj práškový nebo sněhový.

**10. Při práci se strojem a při činnostech v jeho okolí musí být dodržovány zásady platného zákona o protipožární ochraně s kterými musí být seznámeny:**

- a) Pouze obsluhy strojů.
- b) Pouze požární preventisté a vedoucí provozů.
- c) Všichni zaměstnanci dotčeného provozu.

**11. Co uděláte, když zjistíte, že poraněný má v ráně zabodnuté cizí těleso.**

- a) Snažím se těleso opatrně z rány vyndat a zastavit krvácení.
- b) Těleso ponechám v ráně, ošetřím okolní krvácení, zajistím životní funkce.
- c) Poraněného nemusím sledovat a kontrolovat, pouze přivolám ZS.

**12. Zaměstnanec je povinný ohlásit pracovní úraz:**

- a) Do 48 hodin.
- b) Ihned.
- c) Bezodkladně.

Podpis zkoušeného: .....

Počet bodů: .....

## 2 TECHNICKÁ NORMALIZACE

Pojem technická normalizace se vyskytuje poprvé v průmyslově vyspělých kapitalistických státech na přelomu 19. a 20. století.

Průmyslové podniky začaly v rámci své působnosti vyhlášovat různé podnikové technické normy, které jim sjednocovaly opakující se technické činnosti.

Majitelé si uvědomili, že popis činností a definování konečných parametrů výrobku v určitém technickém předpisu (technická norma) představuje úsporu nákladů do budoucnosti, které by bylo nutno vynaložit na vývoj obdobného technického nebo technologického postupu, obdobného výrobku.

### 2.1 Technické normy

Technické normy jsou dokumentované dohody, které pro všeobecné a opakované použití poskytují pravidla, směrnice, pokyny nebo charakteristiky činností nebo jejich výsledků, které zajišťují, aby materiály, výrobky, postupy a služby vyhovovaly danému účelu.

V dnešní společnosti jsou technické normy kvalifikovaná doporučení, nikoli povinná nařízení. Jejich používání je dobrovolné, avšak všestranně výhodné.

Význam technických norem:

- jsou nezbytnou podmínkou pro volný oběh zboží a služeb zejména v EU
- slouží jako referenční úroveň pro poměření/zhodnocení kvality výrobku nebo služby
- stanovují kritéria bezpečnosti
- podporují vyrovnaný vztah (soulad) mezi kvalitou a náklady
- jsou často závazné v obchodních smlouvách mezi dodavatelem a odběratelem
- mohou být povinně vyžadovány u veřejných zakázek
- stávají se efektivním nástrojem konkurenčního boje v hospodářské soutěži
- chrání životní prostředí a dbají na ochranu zdraví
- umožňují vzájemnou podporu/vzájemný soulad životního prostředí a konkurenceschopnosti
- chrání jak spotřebitele, tak i výrobce
- zajišťují efektivní výrobu
- zajišťují provázanost mezi výrobky a službami
- jsou efektivním nástrojem hospodářské soutěže
- umožňují přijímat vyspělá technická řešení bez ohledu na rozdílnou technickou úroveň účastníků trhu
- reflektují výsledky vývoje a výzkumu
- jednotné evropské a mezinárodní technické normy jsou jednou z nezbytných podmínek pro volný oběh zboží a služeb zejména v EU, jsou společnou řečí obchodu

## 2.2 Metody technické normalizace

### Unifikace

je normalizační metoda, kterou se zavádí jednotný výrobek (součást, výrobní celek, materiál) nebo způsob práce tak, aby pro danou společenskou potřebu a z hlediska rozměrů, funkčních vlastností apod. byly jednotlivé výrobky navzájem zaměnitelné.

Unifikace zajišťuje odstranění mnohotvárnosti výroby vyloučením zbytečných odchylek a variant, zvyšuje organizovanost výroby zvýšením opakovatelnosti.

*Příklady: spojovací součásti, objímky žárovek*

### Typizace

je normalizační metoda, která formou výběru vytváří hospodárný počet typů některého výrobku nebo činnosti, který je postačující ke krytí převážné části potřeby národního hospodářství. Typizace může vycházet z existujících výrobků, tvořit jejich účelné řady nebo v existujících řadách zmenšovat počet jejich členů. Typizace je nejprogresivnější v tom případě, kdy se výhledové řady parametrů stanoví bez ohledu na stávající výrobu a jsou pak podkladem pro vlastní vývoj a konstrukci.

*Příklady: rozměrové řady spojovacích součástí, wattáž žárovek ...*

### Specifikace

je normalizační metoda, která stanovuje zejména vlastnosti, provedení nebo uspořádání předmětů (surovin, materiálů, výrobků, zařízení) nebo způsoby práce (pracovní postupy, zkušební metody nebo jiné činnosti), popřípadě stanoví i opatření potřebná ke zjištění, zda jsou stanovené požadavky plněny.

*Příklady: technické podmínky pro dodávku určitého výrobku – těsnění, motor, lokomotiva ...*

V současnosti se setkáváme s novými, moderními metodami normalizace. Definice jejich obsahu zatím není upřesněna, ale v odborné veřejnosti se o těchto metodách často mluví. Patří mezi ně následující metody:

#### Harmonizace norem

metoda, která může být na národní, evropské nebo mezinárodní úrovni. Princip harmonizace norem spočívá v tom, že požadavky určité normy jsou zavedeny jednotně v několika státech, které mezi sebou obchodují. Na výrobky jsou pak stejné požadavky a tím jsou vyloučeny technické překážky obchodu.

#### Normalizace doprovázející vývoj

je moderní metoda, kdy zároveň s prací na vývoji výrobku probíhá tvorba technické normy, která výrobek nebo technologii popisuje. V okamžiku, kdy se dostane výrobek na trh, je k dispozici norma s parametry výrobku. Tím je usnadněna certifikace výrobku. Tento postup má mnoho výhod a v podstatě staví konkurenci do nezáviděníhodné role, protože konkurenční firma se nemůže zúčastnit připomínkování normy.



## 2.3 Systém technické normalizace

Technickou normalizaci je možno rozdělit do tří stupňů.

### 2.3.1 Mezinárodní normalizace

Mezinárodní organizace pro normalizaci – ISO (International Organization for Standardization)

ISO sdružuje v současné době přes 160 členů – národních normalizačních organizací. Dokumenty vydávané Mezinárodní organizací pro normalizaci jsou označeny ISO. Sídlo ISO je v Ženevě (Švýcarsko).

### 2.3.2 Evropská normalizace

Evropský výbor pro normalizaci – CEN (European Committee for Standardization)

CEN sdružuje národní normalizační organizace všech 27 členských států EU. Normy vydávané Evropským výborem pro normalizaci jsou označeny EN. Při jejich tvorbě CEN úzce spolupracuje s ISO na základě tzv. Vídeňské dohody. Sídlo CEN je v Bruselu (Belgie).

### 2.3.3 Národní normalizace

V současné době je představitelem národní normalizace Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ). Pro proces tvorby technických norem je nezastupitelná činnost dvou odborů ÚNMZ:

Odbor technické normalizace (OTN)

Odbor zajišťuje tvorbu technických norem od návrhu nového projektu (na evropské, mezinárodní nebo národní úrovni), připomínkování norem na evropské (mezinárodní) úrovni a jejich schválení a v konečné fázi vzniku normy její zpracování do národní normalizační soustavy. U platných norem zajišťuje OTN případné změny a opravy normy, revize normy a případné prověrky normy, zda její technická úroveň je dostačující. Není-li již norma přínosem, pak OTN zajišťuje zrušení normy. Zároveň OTN spravuje databázi platných technických norem, podává informace o technických normách a spravuje systém ČSN online, kde jsou k dispozici veškeré české technické normy v elektronické formě přístupné předplatitelům tohoto systému.

Kancelář Úřadu (KÚ)

Kancelář zajišťuje výkonnou činnost, schvalování úkolů do plánu technické normalizace.

## 2.4 České technické normy

Písmenná značka pro české technické normy je ČSN.

Normy dnes nejsou závazné. To ale v žádném případě neznamená, že normy není třeba dodržovat. Dodržování norem je jedním ze základních předpokladů pro to, aby výrobek byl bezpečný. V případě konfliktu, kdy výrobek někoho poraní nebo způsobí jeho úmrtí, vyšetřující orgány v první řadě zajímá, jak byly splněny normy ČSN, protože ty představují dosažený stav techniky. V případě, že normy nejsou dodrženy, musí výrobce doložit, že jeho řešení bylo minimálně tak kvalitní, jak to stanovuje norma. Mnohdy to bývá nákladné a často se nepodaří takovou skutečnost prokázat.

Důležitým prvkem normy je titulní strana, popřípadě informace na dalších stranách normy. Na těchto stranách jsou umístěny závažné informace. Mezi ně patří:

- označení normy (písmenná značka a číslo)
- třídící znak normy (šestimístné číslo, které normu zatřídí podle jejího obsahu do třídy a skupiny norem)
- název normy
- rok a měsíc vydání normy
- identita s evropskými nebo mezinárodními normami
- název normy v angličtině, němčině a francouzštině
- mezinárodní identifikační číslo ICS a katalogové číslo
- přehled souvisejících norem
- přehled citovaných norem
- zrušovací ustanovení
- autor normy
- odpovídající TNK
- pracovník ÚNMZ

Důležitými identifikačními údaji normy jsou označení normy, třídící znak normy a mezinárodní identifikační číslo.

#### 2.4.1 Označení normy

Označení normy sestává z písmenné značky ČSN (česká technická norma), popřípadě doplněné dalšími písmeny (EN – evropská norma, ISO, IEC – mezinárodní norma) nebo jejich kombinací, což určuje původ dané normy. Například označení ČSN EN ISO 9001 – česká technická norma, která zavádí identickým způsobem text mezinárodní normy ISO 9001, která je současně evropskou normou EN ISO 9001. Označení všech norem naznačuje, že se jedná o českou verzi mezinárodní i evropské normy.

#### 2.4.2 Třídící znak normy

Šestimístné číslo ve tvaru XX XXXX, které zatřídí zavedenou evropskou nebo mezinárodní normu do našeho původního systému třídění norem, kdy každá norma byla zařazena do třídy, skupiny a podskupiny.

*Příklad:*

02 XXXX      *Strojní součásti: šrouby, matice, podložky ...*

22 XXXX      *Nářadí: vrtáky, výhrubníky, frézy ...*

25 XXXX      *Měřidla*

#### 2.4.3 Mezinárodní identifikační číslo ICS

Několikamístné číslo ve tvaru XX.XXX.XX, které na mezinárodní úrovni identifikuje normy na základě jejich obsahu. Identifikační znak je stavebnicový – to znamená, že je možno hledat již na základě prvních dvou čísel. Další čísla už upřesňují podrobnější hledání. (ICS je zkratka pro International Classification for Standards). Využití systému je zejména při hledání v databázích norem, kdy se snažíme najít zahraniční normy na určitý výrobek.

## ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS 21.100.20

Duben 1998



Valivá ložiska -  
Kuličková ložiska jednořadá

ČSN 02 4630

Rolling bearings - Single row ball bearings

Roulements - Roulements à billes à une rangée

Wälzlager - Rillenkugellager einreihig

**Nahrazení předchozích norem**

Touto normou se nahrazuje ČSN 02 4630 z 1984-12-20.

© Český normalizační institut,  
1998

52246

Strana 2

**Předmluva****Změny proti předchozí normě**

Norma má novou stavbu, členění a úpravu. Neobsahuje Informační přílohu a informace o označení ložisek používané v jiných zemích.

**Vypracování normy**

Zpracovatel: ZKL VUVL a.s. se sídlem v Brně, IČO 46346627, Lubomír Velčovský, David Kříbek

Technická normalizační komise č. 57 - Valivá ložiska

Pracovník Českého normalizačního institutu: Luboš Ptáček

Strana 3

**1 Předmět normy**

Tato norma udává výběr hlavních rozměrů a hmotností kuličkových ložisek jednořadých rozměrových skupin 18, 19, 00, 10, 02, 03, 04, podle ČSN 02 4629.

Obr. 1: Titulní strana České technické normy (ČSN)

## 2.5 Národní normativní dokumenty

### Česká technická norma (ČSN)

- dokument schválený a vydaný jako národní norma národním normalizačním orgánem, dostupný veřejnosti.

### Technická normalizační informace (TNI)

- dokument, který obsahuje:
  - technické údaje, které ještě nemají předpoklad zpracování na úrovni normy (kde však z různých důvodů existuje perspektivní, nikoliv okamžitá možnost vydání normy) nebo jsou do nich převzaty některé osvědčené údaje ze zrušených ČSN, jejichž zachování a využití (po případné aktualizaci) je účelné, dokument se označuje TNI

### Česká předběžná technická norma (ČSN P)

- norma dočasně přijatá národním normalizačním orgánem za účelem získání potřebných zkušeností při jejím používání, s možností budoucí dohody o vydání normy

### Další druhy normativních dokumentů

#### Technická specifikace (TS)

- je dokument přijatý CEN, CENELEC, ISO nebo IEC s možností budoucí dohody o evropské nebo mezinárodní normě

#### Technická zpráva (TR)

- dokument přijatý CEN, CENELEC, ETSI, ISO nebo IEC, obsahující soubor údajů jiného druhu než údaje obvykle vydávané jako evropské nebo mezinárodní normy nebo technické specifikace

## 2.6 Užitečné odkazy na webové stránky

### Weby v ČR:

- Úřad pro normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví [www.unmz.cz](http://www.unmz.cz)
- Česká společnost pro technickou normalizaci [www.cstn.cz](http://www.cstn.cz)

### Weby evropských organizací:

- CEN [www.cen.eu](http://www.cen.eu)

### Weby mezinárodních organizací:

- ISO [www.iso.org](http://www.iso.org)

### 3 MĚŘENÍ A KONTROLA DÉLKOVÝCH ROZMĚRŮ, GEOMETRICKÝCH TVARŮ, VZÁJEMNÉ POLOHY PRVKŮ A JAKOSTI POVRCHU.

#### 3.1 Základy měření ve strojírenské výrobě

Nejčastějším způsobem kontroly součástí ve strojírenství je měření. Touto oblastí se zabývá vědní obor metrologie, konkrétně technická průmyslová metrologie.

##### Měření

- je kontrolní pracovní činnost, kterou je třeba změřit – měřená veličina např. délka, úhel, jakost povrchu atd. Měřený rozměr zjistíme přímo měřidlem, nebo nepřímo porovnáním-kalibrem.

##### Kontrola

- znamená zjištění, zda materiál nebo obrobek splňují předepsané podmínky – rozměrovou a tvarovou přesnost, kvalitu povrchu, pevnost, tvrdost atd.

Účelem technických měření je ověřit, zda výrobek má předepsané vlastnosti a cílem je stanovit hodnotu veličiny. Touto známou hodnotou měřené veličiny je její jednotka. Při kvantifikaci metrologických veličin se používá mezinárodní soustava jednotek SI.

#### 3.1.1 Základní rozdělení měřidel podle kategorizace měřidel

- etalony
- pracovní měřidla stanovená
- pracovní měřidla nestanovená
  - pracovní měřidla podléhající periodické kalibraci
  - pracovní měřidla nepodléhající periodické kalibraci
- certifikované referenční materiály

##### Etalony

- primární, sekundární, mezinárodní, národní, referenční, pracovní, porovnávací

Etalony slouží k realizaci a uchování jednotky určité veličiny nebo stupnice a přenosu na měřidla nižší přesnosti. Etalony se nesmí používat k pracovním (provozním) měřením.

##### Pracovní měřidla stanovená

Jsou měřidla, která Ministerstvo průmyslu a obchodu stanoví vyhláškou k povinnému ověřování s ohledem na jejich význam.

##### Pracovní měřidla nestanovená

- pracovní měřidla podléhající periodické kalibraci

Jsou měřidla, jejichž používání má vliv na množství a jakost výroby, ochranu zdraví, bezpečnosti i životního prostředí. V oblasti strojírenství bývají tyto měřidla početně nezastupitelnější – podle oboru měření.

- pracovní měřidla nepodléhající periodické kalibraci

Jsou ostatní pracovní měřidla, která neslouží k prokazování shody, tj. nepoužívají se kontrole kvality výroby. Tyto měřidla se označují jako orientační nebo informativní a podléhají prvotní kalibraci.

Certifikované referenční materiály

Jsou materiály nebo látky přesně stanoveného složení nebo vlastností. Používají se pro kalibraci přístrojů a vyhodnocení měřících metod.

### 3.2 Etapy měření

Každé měření vyžaduje dokonalou přípravu před měřením, pečlivé provedení vlastního měření a správné vyhodnocení naměřených hodnot, včetně protokolu o výsledku měření.

- příprava měření
- vlastní měření
- vyhodnocení měření

#### 3.2.1 Příprava měření

Do přípravy měření spadají tyto činnosti:

- zpracování vlastního plánu měření, ve kterém se uvede schéma měřícího zařízení, přehled všech veličin, které je třeba pro měření zjišťovat, vyznačení míst pro realizaci měření, výčet měřidel a měřících zařízení, schéma postupu měření a požadavky na trvání jeho jednotlivých fází
- příprava měřících přístrojů a zařízení
- příprava měřených vzorků a manipulace s nimi
- je nutné uvážit, jaké vnější faktory mohou ovlivnit měření, tomu je nutné podřídit umístění přístrojů, je potřeba znát i laboratorní podmínky – teplotu, tlak, vlhkost, případně rušivé magnetické pole, tepelné, světelné nebo radioaktivní pozadí

Při výběru měřících přístrojů je třeba zvážit podmínky, za nichž se bude měření provádět, jeho trvání, charakter, rozsah, charakter měřených hodnot a vlivy na ně působící, požadovanou přesnost výsledků a předpokládaný způsob vyhodnocování. Měřicí přístroje je třeba volit tak, aby nejčastěji měřené hodnoty byly mezi 50 % až 75 % měřícího rozsahu. Je vhodné volit přístroje s jasným a jednoduchým vyznačením hodnot.

#### 3.2.2 Vlastní měření

Vlastní měření spočívá v těchto aktivitách:

- ověření funkčnosti měřících přístrojů a zařízení
- provedení předpokládaných měření

#### 3.2.3 Vyhodnocení měření

Zpracování výsledků měření je nejobtížnější a nejdůležitější částí měření, obvykle zahrnuje tyto práce:

- statistické zpracování dat zejména v případě opakovaného měření jedné veličiny

- grafické zobrazení experimentálních charakteristik a jejich aproximace statistickými, případně dalšími metodami
- posouzení přesnosti měření a spolehlivosti výsledků
- publikace výsledků měření ve formě zprávy


### Protokol o měření

Měrový protokol je důležitým dokladem, do kterého se zanášejí naměřené údaje. Může být významným průkazním dokumentem v případě poškození měřeného zařízení, proto je nutné, aby obsahoval všechny závažné údaje charakterizující průběh měření.

Měrový protokol musí obsahovat tyto údaje:

- stručné údaje o předmětu měření
- schéma zapojení měřících přístrojů s jejich seznamem, s uvedením výrobce, inventárním číslem a charakteristickými údaji nutnými pro zpracování výsledků
- datum, počátek a konec měření, údaje o teplotě, vlhkosti a barometrickém tlaku
- jména osob, která měření prováděla
- naměřené údaje

Protokoly se zpracovávají na samostatných, číslovaných a řádně evidovaných formulářích.

PROTOKOL O MĚŘENÍ			
	Střední škola technická, Opava, Kolofíkovo nábřeží 51, příspěvková organizace		Číslo protokolu:
	Datum přijetí:	Datum měření:	
Název součásti:			
Číslo výkresové dokumentace:			
Jmenovitý rozměr:			
Použitá měřidla (název, evidenční číslo):			
Podmínky měření:	Teplota	Vlhkost	Atmosférický tlak
Výsledek měření:			
Měření provedl:	Datum:	Podpis:	

TABULKA NAMĚŘENÝCH HODNOT			
Číslo kódy:	Hodnoty délkových rozměrů uvedeny v [mm], hodnoty úhlových rozměrů ve [°]		Vyhovuje výkresové dokumentaci číslo:
	Jmenovitý rozměr: (rozměr dle výkresu)	Naměřený rozměr:	
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			
16.			
17.			
18.			
19.			
20.			
21.			
22.			
23.			
24.			
25.			
Poznámky:			

Obr. 2: Protokol o měření

### 3.3 Všeobecné zásady správného měření

- volíme vhodné měřidlo podle požadované přesnosti měření
- používáme měřidla pouze označená s platnou kalibrací měřidla
- měřená součást i měřidlo musí mít stejnou teplotu, měřidla i kontrolované předměty necháme ustálit na teplotu 20 °C

- měřená součást i měřicí doteky musí být čisté
- měříme a pracujeme s měřidly s citem
- měřidla mají být konstruována tak, aby osa měření byla přímým pokračováním osy měřidla – Abbého princip
- při měření, dotyky měřidla musí správně přiléhat k měřenému objektu, vyhledání správné měřicí polohy
- měřené hodnoty odečítáme při dobrém osvětlení, při odečítání se díváme kolmo na stupnici měřidla
- měřidla pokládáme na měkké podložky
- měřidla po použití očistíme, nakonzervujeme a uložíme do pouzder

Při měření jakékoliv veličiny musíme vždy správně analyzovat zadání měření a následně pak zvolit vhodnou měřicí metodu a příslušné přístroje a pomůcky.

### 3.4 Volba měřidla a měřicí metody

Při volbě měřidla a měřicí metody se musí zohlednit:

- druh měřené veličiny (hmotnost, délka, elektrické napětí apod.)
- typ výroby (kusová, sériová, hromadná)
- hledisko výkresu součásti se zápisem tolerancí (toleranční značky, mezní úchytky)
- rozsah měření
- přesnost měření

#### 3.4.1 Měřicí metody

Měřicími metodami rozumíme způsoby, které používáme ke kvantifikaci měřených veličin. Většinu měřících metod lze realizovat různými postupy, které představují zpravidla sled úkonů, potřebných k realizaci měření na základě určité měřicí metody, které vycházejí z určitého měřicího principu.

Měření délek dělíme podle použité měřicí metody:

- měření absolutní
  - velikost měřeného rozměru je zjištěna určitým počtem délkových jednotek odečtených na stupnici měřicího přístroje, např. měření délky posuvným měřítkem
- měření nepřímé
  - používá se, pokud měřený rozměr nelze změřit přímo. Měří se jiný rozměr a pomocí matematických funkcí se požadovaný rozměr vypočítá
- měření komparační
  - porovnávací, velikost měřeného rozměru se zjišťuje porovnáním rozměru, nebo tvaru kontrolovaného předmětu s nastaveným rozměrem na měřidle nebo tvarem kalibru nebo šablony. Zjišťujeme, zda odchylka nepřesahuje dovolenou toleranci. Číselnou hodnotu rozměru na měřidle nelze stanovit.



### 3.4.2 Měřidla

Měřidla používaná k měření délek můžeme rozdělit:

- měřidla přímá

U těchto měřidel se přímo odečte měřený rozměr na stupnici měřidla. např. posuvné měřítko, mikrometrická měřidla.

- měřidla nepřímá

Měřidla se musí seřadit na jmenovitý rozměr a na stupnici měřidla odečteme pouze odchylku od jmenovitého rozměru. Tyto měřidla mají malý rozsah měření, ale velkou přesnost - např. číselníkový úchylkoměr.

- měřidla pevná

Tyto měřidla jsou vyrobena pro měření jednoho rozměru v dané toleranci, měření je rychlé a jednoduché - např. kalibry.

Podle rozlišení měřidla dělíme:

- rozlišení 0,5 mm a horší – například svinovací metr, ocelové pravítko
- rozlišení 0,1 mm – posuvná měřidla
- rozlišení 0,01 mm – mikrometrická měřidla
- rozlišení 0,001 mm – porovnávací měřidla

Podle technického provedení dělíme na:

- posuvná měřidla
- mikrometrická měřidla
- koncové měrky
- kalibry
- porovnávací měřidla
- souřadnicové měřící stroje

## 3.5 Měřidla přímá

### 3.5.1 Posuvná měřidla analogová

Posuvným měřidlem měříme vnější rozměry součásti, vnitřní rozměry a hloubky. Měří s přesností 0,1 až 0,02 mm.

Posuvné měřidlo obsahuje pevnou část se základní stupnicí a posuvnou část s posuvnou stupnicí – noniem.

Při desetinném noniu je 10 dílků nonia rovno 9 mm, to znamená, že jeden dílek nonia je o 0,1 mm kratší než jeden dílek hlavní stupnice a přesnost měřidla je 0,1 mm.

Při dvacetinném noniu je 20 dílků nonia rovno 19 mm a přesnost je 0,05 mm.

Při padesátinném noniu je 50 dílků nonia rovno 49 mm, přesnost je 0,02 mm.



Obr. 3: Posuvné měřítko analogové

### 3.5.2 Posuvná měřidla digitální

Posuvná měřidla s digitálním ukazatelem zobrazují měřený údaj v číslicovém tvaru, umožňují snadnější a rychlejší odečítání, měří s přesností 0,01 mm. Lze u nich nastavit 0 v libovolné poloze. Mohou být připojena na mikroprocesor. Naměřené hodnoty se dají statisticky vyhodnocovat.

Na stejném principu jako posuvná měřítka pracují posuvné hloubkoměry a posuvné výškoměry.



Obr. 4: Posuvné měřítko digitální

### 3.5.3 Mikrometrická měřidla

Používají se pro měření vnějších a vnitřních rozměrů a na měření hloubek. Měří s přesností 0,01 mm. Základem mikrometru je šroub a matice o stoupání 0,5 mm.

Podélná stupnice mikrometru je dělená po 0,5 mm. Obvod bubínku je rozdělen na 50 dílků. Pootočíme-li bubínkem o jednu padesátinu jeho obvodu, posune se měřicí dotyk o 0,01 mm. Mikrometry mohou mít různé konstrukční úpravy podle použití.

Rozdělení mikrometrických měřidel

- třmenové mikrometry (analogové nebo digitální), pro měření vnějších rozměrů
- dutinové mikrometry pro, měření malých otvorů
- mikrometrické hloubkoměry, pro měření hloubek
- mikrometrické odpichy, pro měření velkých otvorů





Obr. 5: Mikrometrická měřidla

### 3.5.4 Koncové měrky

Koncové měrky mají tvar destičky nebo hranolku s přesnou hodnotou vzdálenosti jejich rovnoběžných ploch. Povrch je lapovaný. Jejich složením sestavujeme požadovaný rozměr, který se snažíme poskládat z co nejmenšího počtu měrek (maximálně pět měrek), aby vznikly minimální úchytky. Požadovaný rozměr skládáme vždy od nejmenší měrky, na kterou se postupně nasouvají další měrky.

Materiál měrek:

- Ocel, uměle stárnutá, rozměrová stálost, při pravidelném čistění a konzervaci je zaručena dlouhodobá uspokojivá použitelnost, lepší přilnavost, vyšší pevnost v ohybu, houževnatost
- Keramika, vyšší tvrdost, odolnost proti otěru, korozi a chemikáliím, téměř stejná tepelná roztažnost, lehčí, křehčí.



Obr. 6: Koncové měrky

### 3.6 Měřidla nepřímá (porovnávací)

#### 3.6.1 Kalibry

Druhy kalibrů:

- kalibry na vnitřní rozměry (díry)
- kalibry na vnější rozměry (hřídele)
- ostatní kalibry (speciální kalibry)

Dále kalibry můžeme dělit na:

- kalibry na hladké součásti
- kalibry na tvarové součásti (závity, drážkování)

Kalibry jsou pevná měřidla s nejrychlejším a nejsnazším použitím. Kalibr se nasune na měřenou součást a tím zjistíme, zda měřený rozměr vyhovuje dané toleranci. Toto měření je málo náchylné k chybám. Jejich nevýhodou je, že každý kalibr je vyrobená pro měření jednoho rozměru v jedné toleranci. Měření s použitím kalibrů se používá v hromadné výrobě.



Obr. 7: Kalibry

#### 3.6.2 Číselníkové úchylkoměry, pasametry

Tyto měřidla se liší svým provedením, převodem a rozlišením.

Platí, čím větší rozlišení měřidla, tím menší měřící rozsah měřidla. Převod slouží k zvětšení malé výchylky měřícího doteku na velkou, okem viditelnou výchylku ručičky na stupnici. Většinou měřidla mají tvar měřící hlavice, která se upíná do stojánku. Měřidlo nejprve nastavíme pomocí koncových měrek na požadovaný rozměr. Na stupnici měřidla potom odečítáme odchylku od tohoto nastaveného rozměru.

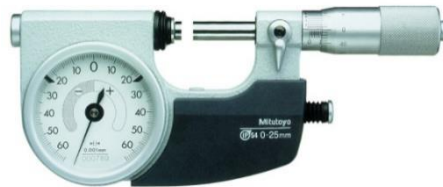
Rozdělení podle převodu:

- převod mechanický
  - pákový
  - pružinový
  - ozubenými koly
  - kombinovaný
- Převod mechanicko – optický
- Převod pneumatický
  - bezdotykový
  - dotykový

- Převod elektrický
  - porovnávací (elektro kontaktní)
  - fotoelektrický
  - kapacitní
  - indukční



Obr. 8: Číselníkový úchylkoměr



Obr. 9: Pasometr

### 3.7 Délkové (souřadnicové měřicí stroje)

Pro přesné měření tvarově složitých součástí se používají tříose souřadnicové měřicí stroje. Vyrábí se s vodorovnou nebo svislou osou měření. Měřená hodnota je odečítána pomocí mikroskopu, nebo digitálního ukazatele.

Součást se položí na stůl přístroje a měřící dotek, který se posouvá ve třech osách – X, Y, Z a svým dotykem proměřuje povrch měřené součásti. Na displeji se zobrazují naměřené hodnoty v těchto osách. Měřidlo je propojeno s počítačem, který umí ze změřených údajů vypočítat například průměry a polohy díry, odchylky kruhovitosti, nebo porovnat změřený tvar s počítačovým modelem.



Obr. 10: Souřadnicový měřicí stroj

### 3.8 Kontrolní operace ve výrobním procesu

Kontrola kvality se dostává do popředí zájmů o kvalitní výrobky, služby, výrobní proces. Na kontrole kvality se podílejí jednak pracovníci výrobních úseků, tak rovněž technické kontroly.

Dvě úrovně kontroly kvality:

- samokontrola (prvotní kontrola)
  - provádí pracovník výroby, jako součást výrobní operace
  - pracovník výroby kontroluje sám bezprostředně po provedení výrobní operace
  - výsledky kontroly vyhodnocuje, výrobky třídí na shodné a neshodné
  - podíl kontrolního času k celkovému času výrobní operace činí u jednotlivých operací 5 až 10 %
- kontrola prováděná kontrolorem nebo pracovníkem útvaru řízení kvality
  - kontrolor prověřuje kvalitu výroby, analyzuje zjištěné nedostatky a navrhuje opravná opatření
  - úkolem výrobní kontroly není tříditi součásti z hlediska kvality provedení, ale předcházet vzniku neshodných výrobků
  - této skutečnosti musí odpovídat vybavení jak po stránce technické, personální a organizační

Kontrolní postup pro kusovou a malosériovou výrobu

- kusová a malosériová výroba je charakterizována rychlými změnami výrobního programu
- ke kontrole kvality se používají univerzální měřicí prostředky od jednoduchých dílenských měřidel (mezní kalibry, posuvná a mikrometrická měřidla, číselníkové úchylkoměry) až po souřadnicové měřicí stroje
- kontrolní operace se nerozpracovávají detailně, ale sami navrhnou vhodnou měřicí techniku
- toto je podmíněno vysokou kvalifikací pracovníků výroby a technické kontroly

Kontrola pro sériovou výrobu

- kvalifikace výrobních a kontrolních pracovníků je na nižší úrovni
- používají se univerzální dílenské měřicí prostředky, vhodné pro kontrolu větších výrobních dávek – číslicově měřicí přístroje. Představitelem měřících prostředků jsou NC měřicí centra
- kontrolní postupy jsou rozpracovány do účelné hloubky

### 3.9 Měření a kontrola geometrických tvarů.

Strojírenské výrobky musí splňovat parametry nejen délkových rozměrů, ale taky jiné, např. materiálové nároky, geometrické tvary, drsnost povrchu, vzhled.

Úchytky tvaru a polohy udávají maximální povolenou úchytku prvku součásti (v milimetrech) od ideálního geometrického prvku – u úchylek tvaru, nebo od jiného prvku – u úchylek polohy.

Geometrické tolerance se dělí:

- tolerance tvaru
- tolerance směru
- tolerance polohy
- tolerance házení

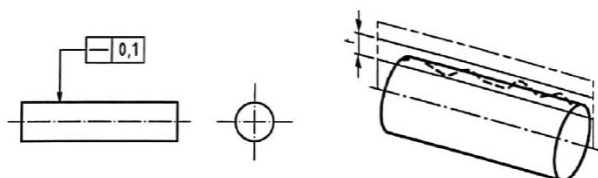
Tab. 1: Rozdělení geometrických tolerancí

Geometrické tolerance		Značka
<b>Tvaru</b>	Přímosti	—
	Rovinnosti	
	Kruhovitosti	
	Válcovitosti	
	Tvaru profilu	
	Tvaru plochy	
<b>Směru</b>	Rovnoběžnosti	//
	Kolmosti	
	Sklonu	
<b>Polohy</b>	Umístění	
	Soustřednosti a souososti	
	Souměrnosti	
<b>Házení</b>	Kruhového	
	Celkového	

#### 3.9.1 Tolerance tvaru

Tolerance přímosti

- vyhovuje tehdy, pokud tolerovaná čára (osa, hrana, jakákoliv odvozená přímka z povrchu tolerované součásti) leží mezi dvěma rovnoběžnými přímkami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerančního pole.

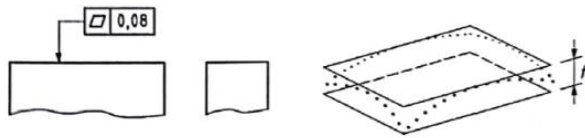


Obr. 11: Tolerance přímosti

Měření přímosti se většinou provádí různými kombinacemi jednoduchých přístrojů, například úchytkoměry s příměrnými pravítky. Stranou však nejdou ani klasické souřadnicové měřicí stroje či laserové interferometry.

### Tolerance rovinnosti

- je vyhovující, pokud odvozená rovina leží mezi dvěma rovnoběžnými rovinami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerančního pole.

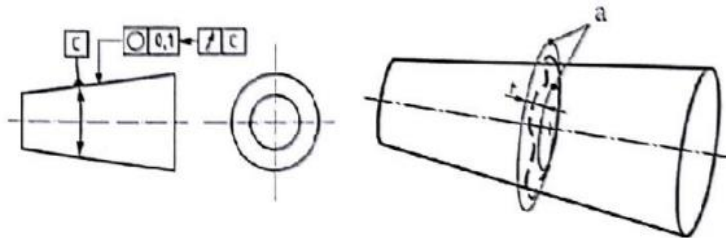


Obr. 12: Tolerance rovinnosti

Pro měření tolerance rovinnosti je využíváno úchylkoměrů, nožových pravítek, koncových měrek, interferenčně pomocí planparalelních sklíček, optiky a souřadnicových měřících přístrojů.

### Tolerance kruhovitosti

- odvozená obvodová čára z kuželového nebo válcového povrchu v jakémkoliv průřezu musí ležet mezi dvěma koplanárními (ležícími ve stejné rovině) a soustřednými kruhy vzdálenými od sebe o hodnotu tolerančního pole.

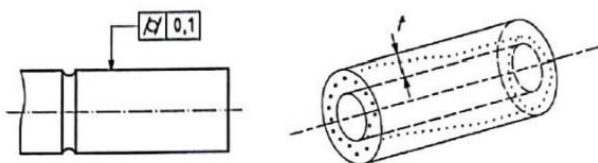


Obr. 13: Tolerance kruhovitosti

Měření číselníkovým úchylkoměrem při pootáčení součásti v prizmatické podložce. Také existují tříosé souřadnicové přístroje, nebo speciální měřidla – kruhoměry s otočným vřetenem.

### Tolerance válcovitosti

- dovozený cylindrický povrch musí ležet mezi dvěma sousými válci vzdálenými od sebe o hodnotu tolerančního pole.



Obr. 14: Tolerance válcovitosti

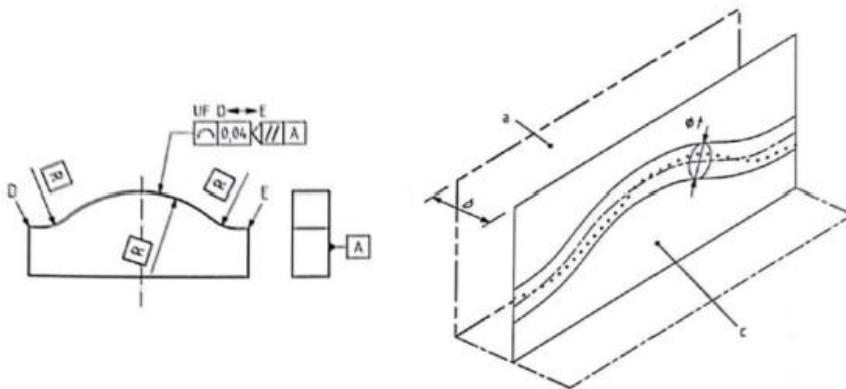
Je to největší naměřená kolmá vzdálenost povrchu součásti od obalového válce. Měříme například jako kruhovitost několika příčných řezů a přímosti povrchových přímek pláště k ose válce.

Měření se provádí pomocí speciálního měřícího stroje, nebo lze využít i číselníkový úchylkoměr a pasometr, měření je celkem složité.



### Tolerance tvaru profilu

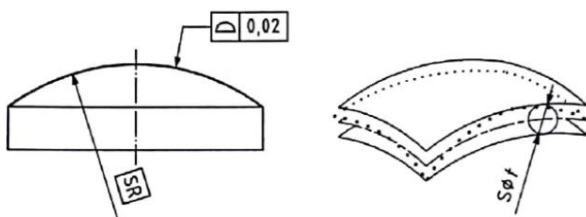
- odvozená čára profilu musí ležet mezi dvěma ekvidistantami, ležícími v rovině řezu kolmé k tolerovanému povrchu a vzdálenými od jmenovitého profilu o polovinu hodnoty tolerančního pole. V závislosti na účelu a posouzení dané tolerance lze předepsat základnu, ale její použití není nutné.



Obr. 15: Tolerance tvaru profilu

### Tolerance tvaru plochy

- odvozený povrch musí ležet mezi dvěma ekvidistantními povrchy ohraničující koule o průměru rovném hodnotě tolerančního pole. V závislosti na účelu a posouzení dané tolerance lze předepsat základnu, ale její použití není nutné.

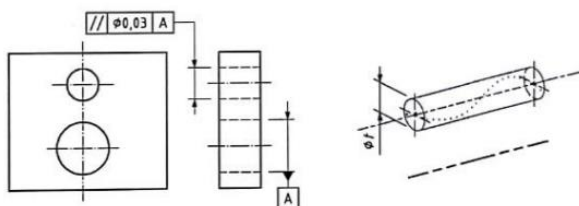


Obr. 16: Tolerance tvaru plochy

### 3.9.2 Tolerance směru

#### Tolerance rovnoběžnosti

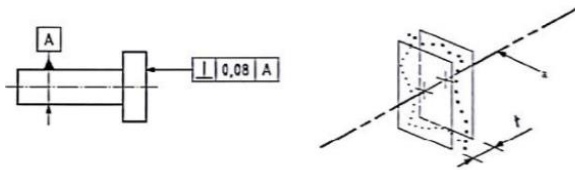
- odvozený tolerovaný prvek musí ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami, vzdálenými od sebe o hodnotu tolerančního pole, a které jsou rovnoběžné s předepsanou základnou. Pokud hodnotě tolerančního pole předchází symbol  $\emptyset$ , pak se toleranční zóna nachází uvnitř válce o průměru rovném hodnotě tolerančního pole. Válec je rovnoběžný s předepsanou základnou. Toto lze použít pouze za předpokladu tolerování lineárního prvku.



Obr. 17: Tolerance rovnoběžnosti

### Tolerance kolmosti

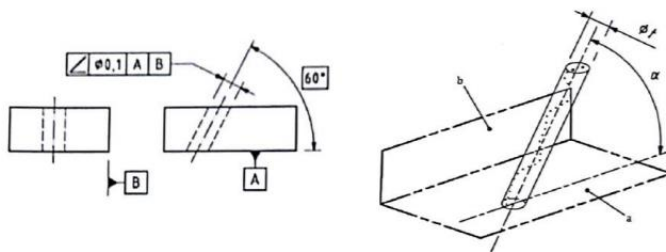
- odvozený tolerovaný prvek ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami, vzdálenými od sebe o hodnotu tolerančního pole, a které jsou kolmé na předepsanou základnu.



Obr. 18: Tolerance kolmosti

### Tolerance sklonu

- odvozený tolerovaný prvek musí ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami, vzdálenými od sebe o hodnotu tolerančního pole, a které jsou natočeny oproti předepsané základně o specificky zadanou, teoreticky přesnou hodnotu úhlu.

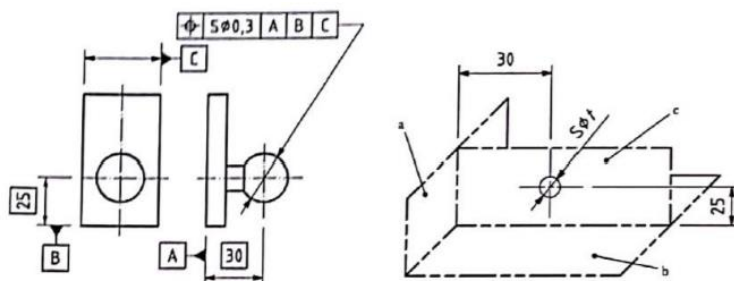


Obr. 19: Tolerance sklonu

## 3.9.3 Tolerance polohy

### Tolerance umístění

- odvozený tolerovaný prvek musí ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami, vzdálenými od sebe o hodnotu tolerančního pole. Poloha toleranční zóny je dána teoreticky přesnou vzdáleností od předepsaných základen. Pokud hodnotě tolerančního pole předchází symbol  $\emptyset$ , pak se toleranční zóna nachází uvnitř válce o průměru rovném hodnotě tolerančního pole. Toto lze použít pouze za předpokladu tolerování lineárních prvků. Pro případ tolerování bodových prvků, lze použít symbol  $S\emptyset$ . Toleranční zóna se pak nachází uvnitř kulové plochy o průměru rovném hodnotě tolerančního pole.

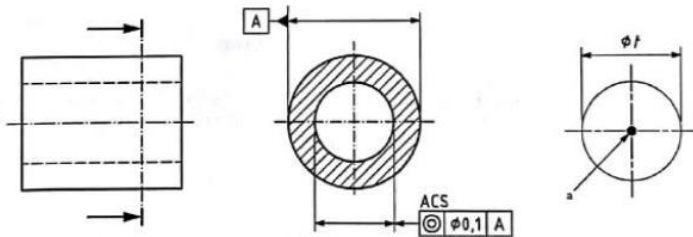


Obr. 20: Tolerance umístění

Tyto úchytky se měří běžnými měřidly za použití přípravků, trnů nebo kalibrů. Házení měříme číselníkovým úchytkoměrem při otáčení součásti upnuté mezi hroty.

### Tolerance soustřednosti a sousosti

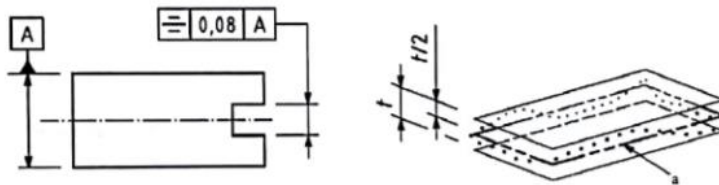
- odvozená tolerovaná osa musí ležet uvnitř tolerančního pole tvaru válce o průměru rovném hodnotě tolerančního pole. Osa toleranční zóny tvaru válce je shodná s osou předepsané základny. V případě, že jsou předepsané dvě základny, pak osa tolerančního válce je totožná s osou nejmenšího možného opsaného válce, vytvořeného osami předepsaných základen.



Obr. 21: Tolerance umístění

### Tolerance souměrnosti

- odvozená tolerovaná rovina souměrnosti musí ležet mezi dvěma rovinami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerančního pole. Tyto roviny jsou rovnoběžné s rovinou souměrnosti ploch předepsaných základnou.

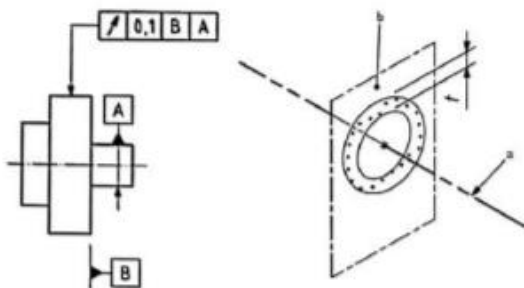


Obr. 22: Tolerance souměrnosti

### 3.9.4 Tolerance házení

#### Tolerance kruhového házení

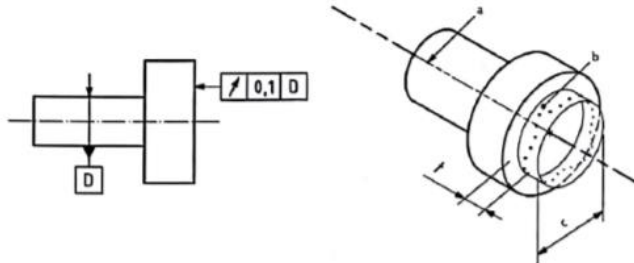
- obvodové (radiální) házení, všechny body tolerované plochy musí v libovolné rovině řezu, kolmé na osu předepsané základny, ležet mezi dvěma koplanárními a soustřednými kružnicemi s rozdílem poloměru rovným hodnotě tolerančního pole.



Obr. 23: Tolerance kruhového házení

### Čelní (axiální) házení

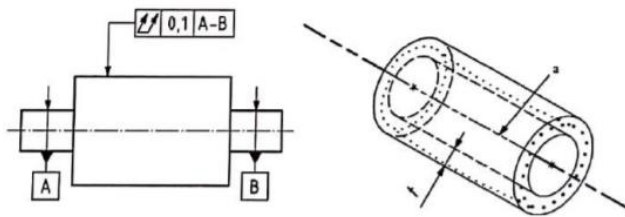
- všechny body tolerované plochy musí v libovolném řezu válcovou plochou, jejíž osa je totožná s osou předepsané základny, ležet mezi dvěma kružnicemi, které jsou axiálně posunuté o hodnotu tolerančního pole a které jsou součástí válcové plochy s osou totožnou k ose základny.



Obr. 24: Tolerance axiálního házení

### Tolerance celkového házení (celkové obvodové házení)

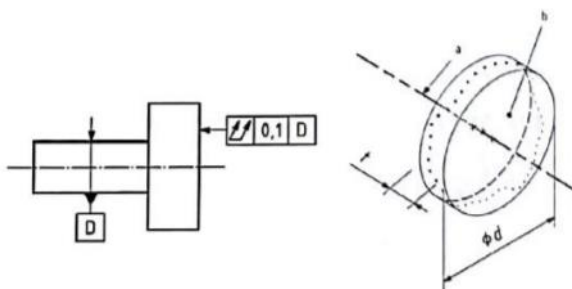
- všechny body tolerované plochy musí ležet mezi dvěma soustřednými válci, jejichž poloměry se liší o hodnotu tolerančního pole. Osa válců ohraničující toleranční pole je totožná s osou předepsané základny.



Obr. 25: Tolerance celkového házení

### Celkové čelní (axiální) házení

- všechny body tolerované plochy musí ležet mezi dvěma rovinami kolnými k ose předepsané základny a vzdálenými od sebe o hodnotu tolerančního pole.



Obr. 26: Tolerance čelního (axiálního) házení

### 3.10 Chyby měření a jejich příčiny

Každé měření je zatíženo chybou. Opakujeme-li měření za stejných podmínek, budou se výsledky měření lišit. To je způsobeno řadou vlivů.

Hlavní příčiny vzniku chyb:

- měřidlo, měřicí systém (jsou dány nedokonalostí a nespolehlivostí měřicích přístrojů, např.: tření, chyby způsobené posunutím nuly, chyby umístění atd.)
- měřicí metoda (nerespektování dynamických vlastností měřidel, zanedbání některých funkčních závislostí – nepřímé měření)
- podmínky, při kterých se měření provádí (hlavně chyba teplotní)
- osoba, která měření provádí a vyhodnocuje (závisí na subjektivních vlastnostech osoby pozorovatele – zručnost, zkušenost, kvalifikace, psychický stav, chyba paralaxy, omezená rozlišovací schopnost)

Členění chyb:

- dle časové závislosti: statické, dynamické
- dle možnosti vyloučení: odstranitelné, neodstranitelné
- dle způsobu výskytu: chyby systematické (soustavné), chyby náhodné, chyby hrubé

#### 3.10.1 Systematické chyby

Systematické chyby mají za stejných podmínek stejnou velikost a stejné znaménko.

Dělí se na:

- chyby měřicí metody
- chyby měřicích přístrojů
- chyby osobní
- chyby způsobené vlivy prostředí

Chyby měřicí metody

- nesprávná volba měřicí metody, nesprávný měřicí postup, nesprávné umístění měřené součásti na směr měření, vliv přítlačné síly apod.

Chyby měřicích přístrojů

- vznikají při výrobě (nepřesnost výroby, nepřesnost montáže) a při používání měřidel – zjišťují se kalibrací měřidel.

Chyby měřicí metody

- nesprávná volba měřicí metody, nesprávný měřicí postup, nesprávné umístění měřené součásti na směr měření, vliv přítlačné síly apod.

Chyby osobní

- neznalost, nepozornost, citlivost lidských smyslů apod.

Chyby způsobené vlivy prostředí

- teplota, tlak, osvětlení apod.

Velikost systematické chyby zjistíme výpočtem, popřípadě odhadem.

### 3.10.2 Chyby náhodné

Náhodné chyby mají za stejných podmínek různou velikost a různé znaménko. Vznikají nepravidelně, při opakovaném měření za stejných podmínek nedostaneme stejný výsledek. Jsou způsobené příčinami náhodného charakteru co do velikosti a směru působení (třením a vůlí v ložiskách měřicího přístroje, kolísáním teploty, kolísáním měřicí síly, otřesy apod.)

Obecné vlastnosti náhodných chyb můžeme vyjádřit dvěma zákony statistiky:

- malé chyby jsou častější než velké chyby
- počet kladných chyb je stejný jako záporných

Vliv náhodných chyb na přesnost měření můžeme zmenšit vícenásobným opakováním měření a výpočtem pravděpodobné hodnoty měřené veličiny – aritmetického průměru.

### 3.10.3 Chyby hrubé

Jsou na první pohled nápadné svou velikostí.

Jsou způsobené nepozorností obsluhy, poruchou přístroje, nesprávným použitím přístroje, omylem apod. Takto naměřené hodnoty nebereme při zpracování výsledků v úvahu.

### 3.10.4 Skutečné chyby

Vznikají souhrou všech uvedených vlivů. Pro jejich omezení je nezbytné eliminovat výskyt chyb hrubých a systematických. Zbývající odchylky lze považovat za chyby náhodné.

## 3.11 Dodržování jakosti opracovaných ploch

Každý technologický krok ve výrobě má svůj vliv na povrch a způsobuje tak i jeho drsnost povrchu. Aby byla zaručena stabilní kvalita vyráběných dílů, definuje se jakost povrchu pomocí takzvané hodnoty drsnosti.

Drsnost, to jsou nerovnoměrnosti, které jsou jinak definované jako povrchové výškové rozdíly. Tyto takzvané odchylky tvaru jsou způsobené řeznou hranou nástroje při povrchovém zpracování.

Podle převládajícího směru nerovností se drsnost posuzuje v příčném nebo podélném směru. Mezi kvalitou povrchu se zahrnuje i rovinnost povrchu. Drsnost povrchu se udává číslem  $\mu\text{m}$ .

Faktory, které ovlivňují kvalitu povrchu:

- obrábění
  - řezné podmínky (hloubka řezu nebo rychlost řezu)
  - nástroje (úhel čela, úhel sklonu, úhel záběru)
  - způsob obrábění (otáčky, broušení, frézování, soustružení)
- obráběný materiál (složení)
  - stabilita obráběného dílu
  - hladicí a mazací kapalina
  - vlastnost materiálu při obrábění

Kontrolu parametrů profilu drsnosti povrchu plochy se provádí pomocí:

- odhadem, pomocí zraku a hmatu
- porovnáním s vzorkovnicí drsnosti
- pomocí elektronických dotykových měřících přístrojů

### 3.12 Měřidla drsnosti

#### 3.12.1 Vzorkovnice drsnosti

Vzorkovnice drsnosti povrchu jsou obrobeny různými druhy opracování v různých stupních drsnosti podle praktické řady.



Obr. 27: Vzorkovnice drsnosti

#### 3.12.2 Elektronické dotykové měřicí přístroje

Princip měření nerovnosti povrchu – snímací prvek (dotykový hrot), připojený k jednotce detektoru sleduje nepravidelnosti povrchu obrobku. Vertikální posuvy během sledování jsou zpracovány a digitálně zobrazeny na displeji.



Obr. 28: Elektronický drsnoměr

#### 3.12.3 Metody kontroly struktury povrchu

Rozdělení metod:

- metody kvantitativní
- metody kvalitativní

Kvalitativní metody

- jsou založeny na porovnávání kontrolovaného povrchu s povrchem vzorovým, jehož drsnost známe. Porovnávat můžeme pouze povrchy opracované stejným způsobem

obrábění. Výsledkem je zjištění, že porovnávaná plocha je hladší nebo hrubší než plocha vzorová. K porovnání slouží vzorkovnice povrchu.

#### Kvantitativní metody

- jsou metody, pomocí kterých vyjadřujeme drsnost číselnou hodnotou v parametrech  $R_a$ ,  $R_t$  a  $R_z$ . Přístroje pro kvantitativní kontrolu dělíme na optické a elektronické.

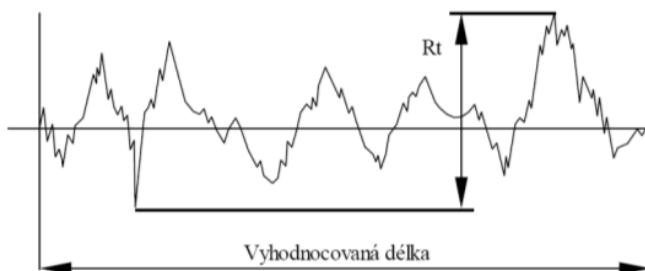
Běžně se používají na výkresové dokumentaci tyto parametry drsnosti povrchu:

$R_a$  – průměrná aritmetická úchylka posuzovaného profilu, aritmetický průměr absolutních hodnot souřadnic  $Z(x)$  v rozsahu základní délky.



Obr. 29: Průměrná aritmetická úchylka

$R_t$  – Celková výška profilu drsnosti: Součet výšky  $Z_p$  nejvyššího výstupku profilu a hloubky  $Z_v$  nejnižší prohlubně profilu v rozsahu vyhodnocované délky  $l_n$ .



Obr. 30: Celková výška profilu drsnosti

$R_z$  – Největší výška profilu: Součet výšky  $Z_p$  nejvyššího výstupku profilu a hloubky  $Z_v$  nejnižší prohlubně profilu v rozsahu základní délky.



Obr. 31: Celková výška profilu



#### 3.12.4 Metodika měření

Geometrický ideální povrch je stanoven výrobní dokumentací. Ve výrobních podmínkách skutečný povrch vytvářený nástrojem má podmíněné úchytky od geometricky ideálního povrchu. Skutečný povrch je povrch zjištěný měřicí technikou.

- proveďte odhad drsnosti povrchu vyjádřenou hodnotou  $R_a$  [ $\mu\text{m}$ ] pomocí zraku a hmatu na základě svých praktických zkušeností
- vyhodnoťte drsnost povrchu vzorku vyjádřenou hodnotou  $R_a$  [ $\mu\text{m}$ ] pomocí vzorkovnice drsnosti povrchu. Berte v úvahu technologii opracování, ze vzorkovnice etalonů vyberte vzorky opracované stejným způsobem jako měřený vzorek
- vyhodnoťte drsnost povrchu vzorku, vyjádřenou hodnotou  $R_a$  [ $\mu\text{m}$ ] pomocí přístroje na měření drsnosti. Před vlastním měřením proveďte kontrolu přístroje pomocí pracovního etalonu. Proveďte nastavení přístroje, volte vhodnou délku měření. Měření drsnosti provádíme kolmo vzhledem k pohybu řezného nástroje v 5 bodech, a to 2x za sebou.

## 4 MODIFIKACE PROGRAMŮ PRO CNC STROJE

Vytvoření technologické dokumentace je významným prostředkem k přenosu informací mezi jednotlivými pracovišti, od vývoje a následné technické přípravy přes výrobu až ke kontrole vyrobené součásti.

Má význam jak pro obsluhu stroje, tak i pro ostatní segmenty výroby (kontrola, plánování). Jejím cílem je jednoduše, stručně a přehledně vyjádřit, jak dojít k realizaci finálního výrobku. Obsáhlost a úroveň zpracování technické dokumentace je úměrná požadavkům na kvalitu, ekonomičnost provedení a náročnosti výroby daného produktu, což má vliv na konečnou podobu dokumentace.

Základem technologické dokumentace je technologický postup výroby součástí, určených pro obrábění na cnc strojích. Z technologického postupu vychází pracovní program pro cnc stroj.

Typy postupů:

- **výrobní postup** – je soupis technologických (např. obrábění) a netechnologických operací (např. kontrola, doprava) je nutný pro řízení výroby.
- **technologický postup** – je soupis technologických operací (soustružení, frézování.) – vyhotovuje ho technolog. Ten také určí, která operace bude udělána na cnc stroji.
- **pracovní postup** – jedná se o popis práce v dané technologické operaci, které u CNC strojů programátor popisuje bloky programu.

### 4.1 Výrobní postup pro výrobu na NC strojích

NC stroj je bezprostředně řízen programem, který ovládá všechny jeho funkce. Přímý zásah obsluhy do výrobního procesu a jeho ovlivňování se snižuje na minimum. Vliv lidského činitele se přenesl z obsluhy na technologa – programátora.

Technolog – programátorem musí stanovit základní technologické plochy pro upnutí obrobku a navrhnout řezné nástroje. Po vypracování technologického postupu doplní schematickou sestavou (náčrt součásti) upnutí obrobku. Konstrukci speciálních upínačů a nástrojů navrhuje technická příprava výroby.

Práce technologa-programátora se skládá obecně z následujících činností:

- **výkresová dokumentace** – detailní výkres součásti musí obsahovat potřebné údaje o součásti. Geometrický tvar obrobku je definován rozměrovými hodnotami a rozměrovými tolerancemi.
- **údaje o polotovaru** – materiál, tvar, velikost a kvalita povrchu polotovaru mají vliv na upínání obrobku a volbu řezných podmínek.
- **pracovní postup obrábění** – z něho plynoucí počet a sled nástrojů umístěných v zásobníku nástrojů
- **určit způsobu upnutí polotovaru** – tj. zajistí požadavek pevného a bezpečného držení obrobku při maximální síle vyskytující se v průběhu obrábění a minimální deformaci obrobku. Upnutí nesmí bránit přístupu nástrojů k obráběným plochám. Rovněž nemá

bránit přístupu pomocným úkolům, jako je měření, chlazení nástrojů, odstraňování třísek.

- **seřizovací list** – náčrt součásti je situován takovým způsobem, jakým je provedeno upnutí součásti na stroji. Dále vyznačí dorazové plochy, souřadnice výchozího bodu, konečného bodu i všech ostatních bodů.
- **údaje o nástrojích** – na základě tvaru obrobku, materiálu obrobku a požadované kvality povrchu je třeba volit nástroje patřičných tvarů a geometrii a zvolit vhodný způsob upnutí nástrojů. Nastavit základní parametry nástrojů.
- **nástrojový list** – obsahuje typ nástroje, pozice v zásobníku, schématický nákres.
- **řezné podmínky** – nastavit optimální řezné podmínky.
- **vytvoření cnc programu**

#### 4.1.1 Výrobní dokumentace

Výrobní dokumentace obsahuje tyto části:

- výkres součásti
- technologický postup
- seřizovací list se stanovením důležitých bodů
- nástrojový list
- NC program

(viz. příloha – výkres součásti, technologický postup, seřizovací a nástrojový list).

Výkres součásti:

- výkresová dokumentace součásti

Technologický postup

- číslo cnc programu
- název stroje
- čas výrobní – lze zjistit simulací programu, čas přípravný
- sled a popis technologických operací obrábění
- seznam měřidel

Seřizovací list

- určuje číslo výrobního výkresu
- polohu upnuté součásti
- upínací prostředky
- stanovuje počáteční bod programu
- nulový bod obrobku
- polohu výměny nástrojů
- rozměr a přídavek polotovaru

### Nástrojový list

- seznam nástrojů potřebných pro daný program
- sestavení nástrojů a speciálních upínačů nástrojů
- pořadí, uspořádání nástrojů do zásobníku nástrojů
- parametry – korekce nástrojů
- řezné podmínky pro nástroje

### NC program

- řídicí program je soubor číselně vyjádřených informací, které podrobně popisují činnost stroje a jsou srozumitelné pro daný řídicí systém

### Program obsahuje následující druhy informací:

- geometrické – popisující dráhy nástroje, jak se součást obrábí a také rozměrovou oblast obráběné součásti,
- technologické – stanovují, postup výroby, jakými nástroji se vyrábí a s jakou technologií obrábění,
- pomocné – povely pro stroj, určené pro určité pomocné funkce a informace.

#### 4.1.2 Upínání obrobků na CNC strojích (frézkách)

Účelem zařízení pro upínání obrobků je zajištění správné polohy obrobku vůči nástroji, zafixování obrobku proti posunutí vzhledem k nástroji a zachycení řezných sil od nástroje při procesu obrábění. Upnutí obrobku musí být dostatečně tuhé, aby nedošlo k uvolnění obrobku nebo k vzniku chvění, ale také nesmí být upnutí provedeno nadměrnou silou, aby nedocházelo k deformaci upnutého obrobku.

#### Upínání obrobků může být prováděno:

- elektromagneticky
- hydraulicky
- pneumaticky (uplatnění v sériové výrobě)
- mechanicky (ruční upínání polotovarů se používá jen při kusové a malosériové výrobě)

#### Požadavky na správné upnutí polotovaru má být:

- pevné, tuhé (bezpečný přenos řezné síly)
- rychlé
- bezpečné
- obrobek se nesmí zdeformovat
- obrobené plochy se nesmí poškodit
- nesmí bránit v přístupu nástroje k obráběným plochám

## Volba druhu upínacího zařízení

K upínání obrobků na CNC strojích používáme různé druhy upínacích prostředků, jejichž volba a způsobu upnutí je závislé na:

- na velikosti a tvaru obrobku
- na druhu a způsobu obrábění
- na požadované přesnosti a jakosti obrobku
- na celkovém počtu obráběných kusů

## Způsoby upnutí obrobků na CNC frézách

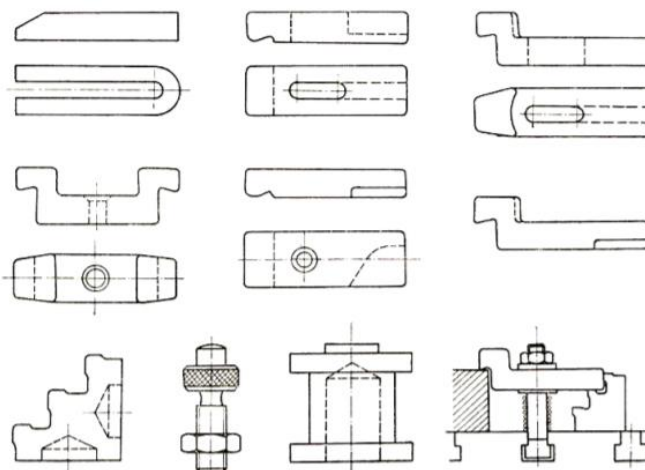
Nejčastěji se na CNC frézách obrobky upínají:

- pomocí mechanických upínacích prostředků
  - strojní svěráky
  - otočný nebo sklopný svěrák
  - prizmatický svěrák



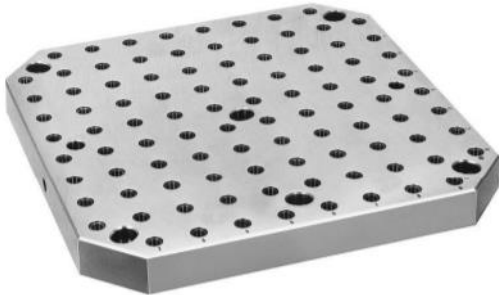
Obr. 32: Strojní svěrák

- upínání přímo na stůl – rozměrné obrobky



Obr. 33: Základní tvary upínek a podpěr

- technické palety mají na stroji přesně vymezenou polohu
- stavebnicové upínací prostředky
- pneumatické a hydraulické upínací prostředky



Obr. 34: Technická paleta



Obr. 35: Stavebnicový systém upínání

#### 4.1.3 Návrh výrobního postupu – postup opracování

Výrobní postup je ovlivňován mnoha činiteli, které mají různý vliv a často vedou i k protichůdným požadavkům. Řešení těchto požadavků musí vést k vytvoření optimálního výrobního postupu.

Určení výchozí základny obrobku

Polotovary i součásti (tj. obrobky) se musí v procesu opracování na výrobních strojích ustavit a upnout. Poloha obrobku na obráběcím stroji musí být zvolena tak, aby bylo zajištěno dosažení požadované jakosti a přesnosti obrobených ploch i jejich vzájemné polohy. Toho se dosáhne správnou volbou základen. Základna je plocha, určující polohu součásti při její funkci nebo při ustavení ve výrobním stroji. Základnami mohou být plochy (rovinné, válcové, kuželové, tvarové), mohou to být ale i čáry (osy souměrnosti) nebo body (u koule).

Základny z hlediska použití dělíme na:

- konstrukční základny jsou plochy (přímky, osy, body) určující polohu součásti vzhledem k ostatním součástem při její funkci ve výrobku
- technologické základny určují polohu obrobku při jeho ustavení na stroji nebo přípravku
- kontrolní základny slouží pro měření rozměrů, zvláště tolerovaných. Zásadou by mělo být, aby konstrukční základny byly, pokud možno i základnami technologickými i měřicími a aby vyhovovaly postupu výroby

Sled operací při obrábění

Sled operací znamená takové řazení operací za sebou, které umožňuje správný a ekonomický průběh výrobního postupu. Řazení operací za sebou má mít takové pořadí, aby výrobní postup zajišťoval technické podmínky požadované konstruktérem ve výrobním výkresu. Je to zejména geometrický tvar, přesnost rozměru, drsnost obrobených ploch a hodnoty tepelného zpracování a povrchových úprav.

Na sled operací ve výrobním postupu mají vliv:

- vyráběná součást, její tvar, velikost, přesnost, drsnost, hmotnost, druh a stav materiálu, estetičnost, použití
- stroje a zařízení, které budou ve výrobě použity
- požadavky na jakost a spolehlivost výrobku
- množství vyráběných součástí

#### 4.1.4 Volba druhu obrábění

Obráběcí práce se dělí na práce:

- opracování s přídavkem materiálu (hrubovací), při které se odstraňuje hrubý povrch a získává se povrch vhodný pro práci na čisto. Hrubovací přídavek je vhodné a ekonomické odebrat na jednu třísku
- opracování na hotovo (na čisto) při, které se získává součást požadovanou rozměrovou i geometrickou přesností a také drsností obrobek ploch
- dokončovací, jsou operace, které se zařazují výjimečně, neboť jsou nákladné

Při volbě obrábění je nutno brát zřetel také na druh výroby (kusová, sériová, hromadná), možnosti závodu, kvalifikaci pracovníků a vybrat optimální variantu s možností vhodné technologie. U sériové a hromadné výroby je rozhodující ekonomické hledisko.

## 5 CNC PROGRAMY

Řídící program je soubor číselně vyjádřených informací, které podrobně popisují činnost stroje. Prostředky pro programování zachovávají jednoduchou skladbu slov a používají omezený soubor znaků. Program se zhotovuje v tzv. strojovém kódu. Při programování číselně řízených strojů se vychází z předpokladu, že se nástroj pohybuje vůči obrobku (tj. obrobek se bere jako pevný, všechny pohyby koná nástroj bez ohledu na realitu cnc stroje.)

Program obsahuje:

- technologické informace – zabývají se technologií obrábění (posuv otáčky apod.)
- geometrické informace – určují tvar součástky
- pomocné a přídavné informace – zahrnují všechny ostatní informace nutné pro výrobu, součásti na cnc strojích

### 5.1 Způsoby programování CNC strojů

- ruční programování
- externí vytváření programů (CAD/CAM systémy)

#### 5.1.1 Ruční programování

U ručního programování je velmi důležitá znalost programovacího jazyka. Velká většina výrobců dnes používá normalizované ISO kódy. Proto musíme být dobře seznámeni s programovacím jazykem stroje, pro který program píšeme. Nejvýznamnější výrobci řídicích systémů jsou společnosti FANUC, SINUMERIC nebo HEIDENHAIN. Jednotlivé věty se zapisují do obyčejného textového editoru, nebo v případě jednoduchých programů přímo do řídicího

systému v ovládacím panelu CNC stroje. Hlavně při tvorbě složitějších programů je ale výhodnější, pokud programátor program napíše externě mimo stroj na vhodném PC.

- Absolutní programování

Jedná se o nejrozšířenější druh programování, a to především pro jeho jednoduchost a přehlednost. Při absolutním programování jsou všechny požadované souřadnice zřejmě ihned z programu. Všechny programované rozměry a body se vztahují k nulovému bodu obrobku - W. Absolutní programování se zapíná funkcí G90. U frézky zadáváme všechny hodnoty podle souřadného systému.

- Přírůstkové programování

Tento druh programování se používá především v NC strojích, které jsou ještě řízeny dřevnými štitky. Zde je souřadný systém umístěn na špičce nástroje. U tohoto typu programování, pakliže chceme zjistit polohu některého z bodů, tak musíme projít celý program až k místu, kde chceme souřadnice zkontrolovat. Hrozí zde proto řetězení chyb během celého řetězce přírůstků. Jeho využití dnes spočívá hlavně v podprogramech, kde ho lze efektivně využít.

### 5.1.2 Programování CNC strojů pomocí CAD/CAM systémů

Programování pomocí počítačového systému s integrovanou podporou konstrukce a výroby součástí. Jedná se vyšší stupeň počítačové podpory než při klasickém ručním programování. Pomocí 3D CAD systémů vymodelujeme požadovaný výrobek, pro který následně v CAM programu za pomoci parametrů a funkcí obrábění vygenerujeme výsledný program, podle kterého poté probíhá samotná výroba. Softwary už dnes pokrývají většinu strojírenských technologií, které můžeme automatizovat. CAM moduly dnes umí řešit i sdružené technologie, že na jednom stroji můžeme soustružit i frézovat.

- CAD modelovací programy

CAD programy jsou dnes neodmyslitelnou součástí výroby. Umožňují vymodelování požadované součásti až po výkresovou dokumentaci. V programu je možné, od klasického modelování jednoduché součásti, až po tvorby složitých sestav a simulací. Po vymodelování jednoduché součásti samozřejmě program umožňuje tvorbu kompletní výkresové dokumentace.

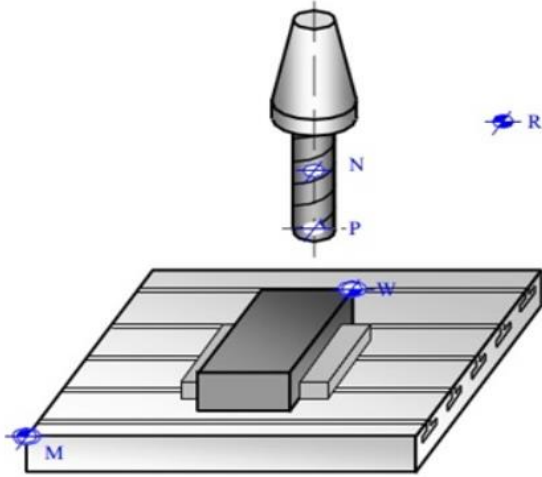
- CAM systémy

Počítačová podpora návrhu dráhy nástroje. Programátor již nemusí zadávat jednotlivé dráhy nástroje do vět v programu, ale využívá pokročilých funkcí obrábění, které program obsahuje. Díky tomu nemusí znát ISO kód, musí ale ovládat daný CAM software. Množství zkušeností a úroveň znalostí práce v CAM programu určuje výslednou kvalitu výrobku. Tyto softwary nabízejí výběr množství strategií obrábění, díky kterým můžeme efektivněji plánovat výrobu. Zaručují kvalitu obráběné plochy a přesně určují výrobní časy.



### 5.1.3 Definice vztažných bodů cnc strojů

Řídicí systémy stroje po zapnutí aktivují souřadnicový systém. Tento má svůj počátek, tzv. nulový bod, který je přesně stanoven. Na CNC stroji jsou další důležité body, kterým říkáme vztažné.



Obr. 36: Vztažné body



**M** - nulový bod stroje

(stanoven výrobcem stroje – výchozí počátek souřadného systému)



**W** - nulový bod obrobku

(jeho polohu definuje programátor, váží se k němu všechny programované souřadnice drah v NC programu, jeho poloha je měřena od bodu M)



**N** - nulový bod nástrojového držáku

(stanoven výrobcem stroje – referenční bod nástrojového držáku, ke kterému se vztahují rozměry všech nástrojů)



**P** - nulový bod nástroje

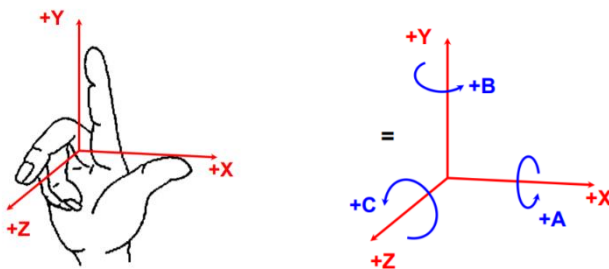
(soustružnický nůž – bod leží na teoretické špičce nože, rotační nástroje – bod leží v ose nástroje na jeho čele)



**R** - referenční bod

(jeho poloha dána výrobcem stroje – po zapnutí stroje slouží k nalezení výchozího počátku souřadného systému M; nemá význam pokud má stroj absolutní odměřování polohy)

### 5.1.4 Souřadný systém cnc stroje – pravidlo pravé ruky



Obr. 37: Souřadnicový systém

Základní pravidla pro orientaci os v prostoru u cnc obráběcích strojů.

Pro sjednocení pohybů na cnc strojích byla zvolena následující pravidla umístění souřadného systému:

- vychází se od nehybného obrobku
- osa Z je totožná či rovnoběžná s osou pracovního vřetena, které vykonává hlavní řezný pohyb
- kladný smysl os je od obrobku k nástroji, ve směru zvětšujícího se obrobku
- pokud jsou na stroji další doplňkové pohyby v osách X, Y, Z, označují se U, V, W

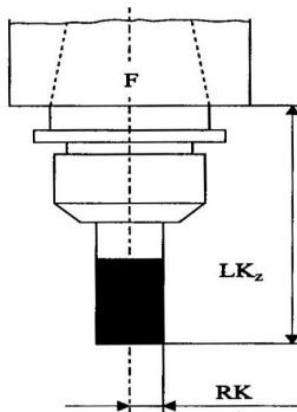
Základní pravidla programování nástroje:

- každý nástroj má své jméno nástroje a označení
- dané řezné parametry
- korekce nástroje – délkové a poloměrové parametry nástroje
- pomocné funkce – udání směru otáček a způsob chlazení

#### 5.1.5 Korekce nástrojů

Korekce délková

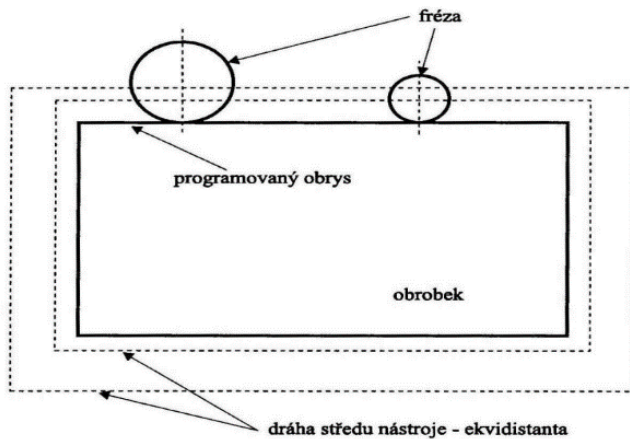
Délková korekce je vzdálenost špičky nástroje od nulového bodu nosiče nástroje. Řídící systém koriguje dráhu pohybu nástroje o korekční hodnotu pro délku nástroje v ose vřetena. Délková korekce je účinná, jakmile je nástroj vyvolán a pojíždí se v ose vřetena. Délková korekce se ruší, jakmile se vyvolá nástroj s jinou délkovou korekcí.



Obr. 38: Délková korekce

Korekce průměrová

Pro aktivizaci poloměrové (průměrové) korekce se používají přípravné funkce G41 nebo G42. Platnost funkcí se ukončí pomocí přípravné funkce G40. Použitím funkcí G41 a G42 daný ŘS koriguje pohyb dráhu nástroje po tak zvané ekvidistantně (ekvidistantou nazýváme takovou dráhu pohybu nástroje, jejichž body mají od daného objektu konstantní vzdálenost – poloměr nástroje) na rozměry programovaného obrysu obrobku. Poloměry (průměry) nástroje jsou uvedeny v tabulce nástrojů.



Obr. 39: Průměrová korekce

### 5.1.6 Použití pevných cyklů

Pevné cykly slouží ke zjednodušení programu a jeho zkrácení. Pevné cykly byly sestaveny pro nejpoužívanější obráběcí operace. Při programování pevných cyklů je důležité si uvědomit, že nástroje se vždy po splnění cyklu vrátí zpět do výchozích souřadnic (místo startu cyklu). Všechny cykly je možno zadat jak v absolutních, tak přírůstkových souřadnicích.

Pevné cykly můžeme rozdělit dle technologií:

- frézovací cykly
- soustružnické cykly
- vrtací cykly

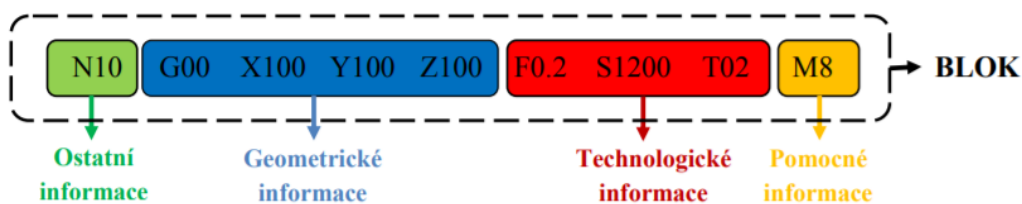
## 5.2 Stavba CNC programu

Řídící program je soubor geometrických, technologických a pomocných informací, které popisují činnost numericky řízeného stroje. Prostředky pro programování zachovávají jednoduchou skladbu slov (příkazů) seřazených v daném řetězci nazývaný programovací kód.

Program obsahuje:

- technologické informace – zabývají se technologií obrábění (posuv, otáčky apod.)
- geometrické informace – určují tvar součástky
- pomocné a přídatné informace – zahrnují všechny ostatní informace nutné pro výrobu součásti na cnc strojích

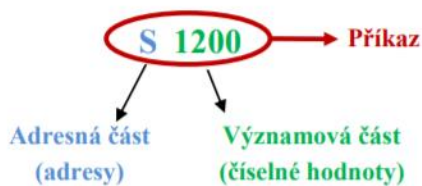
Program se skládá z tzv. **BLOKŮ** (vět, řádků), bloky se skládají z jednotlivých **PŘÍKAZŮ** (slov), která obsahují adresovou část a významovou část.



Obr. 40: Struktura bloků

Popis struktury bloku:

Popis struktury bloku		Druh informace
N	Číslo bloku	Ostatní
G	Přídavné funkce	Geometrické
X, Y, Z	Souřadnice	
F	Rychlost posuvu	
S	Otáčky vřetena	Technologické
T	Volba nástroje	
M	Pomocné funkce	



Význam nejpoužívanějších adres:

Adresy jsou označovány velkými písmeny řecké abecedy. Jejich význam je popsán v níže uvedené tabulce. Základní značení adres vychází z normy a užívá se název tzv. ISO programování.

Je známo, že norma je předpis doporučující, proto firmy vyvíjející řídicí systémy CNC strojů (např. Heidenhain, Siemens, Mazak, FANUC, ...), které se normou řídí, ale jen do určité míry. Každá firma chce být něčím unikátní, proto dochází u některých adres a významových částí příkazů k odlišnostem například u tzv. DÍLENSKÉHO (Dialogového) programování.

Písmeno	Význam
N	Číslo bloku (může či nemusí být uvedeno, slouží pro lepší orientaci v programu)
X, Y, Z	Základní osy souřadného systému (souřadnice v osách X, Y, Z)
A, B, C	Rotace kolem základních os
U, V, W	Paralelní pohyb se základními osami
G	Přípravná funkce (geometrická), zadávají se geometrické informace (přímka, kruh)
M	Pomocné funkce (přípravné), spouštějí činnost strojních mechanismů (zapnutí a vypnutí otáček, řezné kapaliny)
F	Rychlost posuvu (udává se v mm na otáčku nebo v mm za minutu nebo v mm na zub)
S	Otáčky vřetena nebo hodnota konstantní řezné rychlosti (záleží na systému)
T	Volba nástroje
R	Hodnota rádiusu nebo polární souřadnice

Použití vybraných přípravných (G – funkcí) a pomocných funkce (M – funkce) dle normy ISO 6983 Norma ČSN ISO 6983.

Rozlišuje funkce v řadě G00 – G99 a M00 – M99, které jsou závazné. Ovšem některá místa v řadách jsou neobsazena a výrobci těchto míst využívají ke svým programovacím funkcím. Proto se běžně stává, že stejná funkce má více významů (systém od systému). Funkce uvedené v této kapitole jsou však závazné a totožné u všech řídicích systémů nezávisle na výrobci tzv. **ISO PROGRAMOVÁNÍ**.

#### 5.2.1 Přípravné funkce (G – funkce)

Za adresou funkce následuje významová část skládající se ze dvou číslic upřesňující relativní pohyb nástroje a obrobku.

<b>Funkce</b>	<b>Význam</b>
<b>G00</b>	<b>Rychloposuv</b> - lineární interpolace maximálním posuvem
<b>G01</b>	<b>Lineární interpolace</b> – pohyb po přímce zadanou hodnotou posuvu F
<b>G02</b>	<b>Kruhová interpolace</b> - pohyb po kružnici v směru hodinových ručiček (CW - clockwise)
<b>G03</b>	<b>Kruhová interpolace</b> - pohyb po kružnici proti směru hodinových ručiček (CCW - counterclockwise)
<b>G17</b>	<b>Volba pracovní roviny X/Y</b>
<b>G18</b>	<b>Volba pracovní roviny Z/X</b>
<b>G19</b>	<b>Volba pracovní roviny Y/Z</b>
<b>G40</b>	<b>Bez korekce rádiusu</b>
<b>G41</b>	<b>Korekce dráhy nástroje vlevo od obrysu (sousedné frézování)</b>
<b>G42</b>	<b>Korekce dráhy nástroje vpravo od obrysu (nesousedné frézování)</b>
<b>G54 - G57</b>	<b>Absolutní posunutí nulového bodu</b>
<b>G90</b>	<b>Absolutní programování</b>
<b>G91</b>	<b>Inkrementální (přírůstkové) programování</b>
<b>G92</b>	<b>Omezení otáček stroje</b>
<b>G94</b>	<b>Posuv v milimetrech za minutu [<math>\text{min}^{-1}</math>]</b>
<b>G95</b>	<b>Posuv v milimetrech za jednu otáčku [mm]</b>
<b>G96</b>	<b>Zapnutí konstantní řezné rychlosti <math>v_c = \text{konst.}</math></b>
<b>G97</b>	<b>Vypnutí konstantní řezné rychlosti <math>n = \text{konst.}</math></b>

#### 5.2.2 Pomocné funkce (M – funkce)

Za adresou funkce následuje významová část skládající se ze dvou číslic vyjadřující činnosti CNC stroje (např. zapnutí a vypnutí otáček vřetene či hlazení, výměna nástroje, konec programu).

<b>Funkce</b>	<b>Význam</b>
<b>M00</b>	<b>Programové zastavení.</b> STOP vykonávání programu včetně zastavení vřetena a chlazení do doby opětovného startu stroje.
<b>M03</b>	<b>Spuštění otáček vřetena ve smyslu hodinových ručiček. (CW)</b>
<b>M04</b>	<b>Spuštění otáček vřetena proti smyslu hodinových ručiček. (CCW)</b>
<b>M05</b>	<b>Zastavení otáček vřetena.</b>
<b>M06</b>	<b>Výměna nástroje.</b>
<b>M08</b>	<b>Zapnutí chlazení.</b>
<b>M09</b>	<b>Vypnutí chlazení.</b>
<b>M17</b>	<b>Konec podprogramu.</b>
<b>M30</b>	<b>Konec programu</b>

### 5.2.3 Pevné cykly

Pevné cykly slouží ke zjednodušení programu a jeho zkrácení. Pevné cykly obsahují funkce G00 a G01 o dané hodnotě, pomocí kterých stačí zadat základní vstupní hodnoty, a tak si systém dopočítá souřadnice drah nutných ke splnění úkolu. Pevné cykly, byly sestaveny pro nejpoužívanější obráběcí operace. Při programování pevných cyklů je důležité si uvědomit, že nástroje se vždy po splnění cyklu vrátí zpět do výchozích souřadnic (místo startu cyklu).

### 5.2.4 Postup tvorby programu

- prostudování technického výkresu a volba technologie obrábění
- volba polotovaru a upnutí součásti před programováním
- zvolit vhodný nástroj a vyplnit nástrojový list pro nástroje
- založení programu pod určitým jménem (dle výkresové dokumentace), název programu bude prvním řádkem NC programu
- zadání rozměrů polotovaru, nulového bodu součásti a způsobu programování
- volba a název nástroje s příslušnými řeznými podmínkami
- za úvodní částí programu následuje tzv. CNC PROGRAMU, ve kterém jsou zadávány informace o pohybu nástroje dle konkrétního výkresu

Program lze rozčlenit na:

- hlavní programovou část (hlavní program), která obsahuje nástroje a technologii obrábění
- vedlejší programovou část (podprogram), který udává souřadnice
- po napsání celého programu následuje blok ukončující celý program tzv. KONEC programu, k ukončení programu je nutno využít více funkcí, ale nejpoužívanější je funkce M30
- po vytvoření programu následuje fáze tzv. SIMULACE, ve které je nutno odhalit hrubé chyby a tím předejít mnohým komplikacím při uvedení programu do výroby na cnc stroji
- cnc program lze poté přenést na CNC stroj, na kterém se provede ODLADĚNÍ programu, na kterém se ověřuje vhodnost použitých nástrojů, řezné podmínky, způsob a tuhost upnutí
- konečným bodem je samotná výroba součásti

### 5.2.5 Simulace cnc programu

Režim simulace umožňuje odzkoušení zapsaného nc programu grafickou simulací pohybu nástroje bez spuštění stroje. Při této kontrole se zjistí jednak formální chyby, které nebylo možno zjistit při zápisu programu, jednak další možné chyby, které sice během programu umožňují, ale vedly by ke kolizím a zmetkům obráběné součásti.

Při simulaci technologie vytvořené pomocí CAM software na obrazovce počítače NC technologa jsou vykreslovány vypočtené dráhy nástrojů a vlastní kontrola kolizních stavů je spojena s těmito dráhami nástrojů.

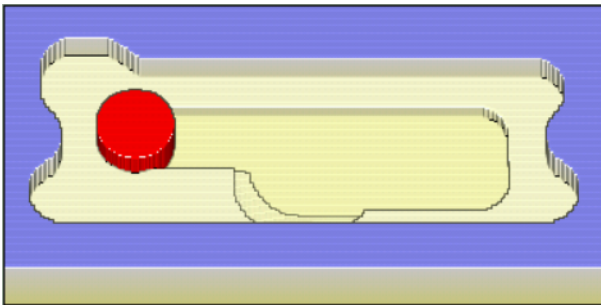
Dalším účinným nástrojem grafické simulace jsou náhledy detailů, kde můžeme sledovat jak průběh pohybu nástroje, tak i dodržení některých technologických postupů např.

dokončování povrchu nebo způsob, pronikání nástroje do materiálu. A za pomoci znázornění hodnoty v konkrétní ose, při dostatečném zvětšení i rozměry dané kontury.

Simulace může být zobrazena ve 2 D, 3 D nebo v takzvané drátové grafice, která pomáhá programátorovi ve zpracování cnc programu.

Do prostředí simulace můžeme zakomponovat prostředí stroje, např. svěrák, upínky nebo přípravky. V tomto prostředí máme lepší kontrolu před možnými kolizemi. U víceosých obráběcích center je nutné provádět kontrolu kinematiky stroje pro zjištění možných kolizí jednotlivých os stroje.

Přímo můžeme ovlivnit rychlost zpracování grafiky v procentech a na konci simulace zjistíme konečný výrobní čas součásti, který je dokladem naší technologické důslednosti (reálný čas výroby dílce).



Obr. 41: Simulace programu

## 6 UPÍNÁNÍ NÁSTROJŮ A NASTAVENÍ JEJICH POLOHY

### 6.1 Nástroje s VBD (vyměnitelná břitová destička)

Vyměnitelná břitová destička (VBD) je součástka nesoucí řezný břit. Je upnuta do tělesa obráběcího nástroje. Jejich používání je vyvoláno snahou snížit náklady na výrobu a údržbu řezného nástroje oproti nákladům na využití celistvého nebo pájeného nástroje. Většinu břitových destiček lze otáčet, takže je možno využít několik břitů.

Opotřebení břitové destičky má negativní dopad na výrobní zařízení i na vyráběnou součást. Břitová destička musí vydržet obrovské zatížení při procesu obrábění, které způsobuje její opotřebení a poškození. Pokud se tento problém neřeší, opotřebení břitové destičky může vést k nepřesným procesům nebo nízké produktivitě výrobce.

Včasné přezkoumání břitových destiček je důležité při určení základní příčiny jejich opotřebení.

#### 6.1.1 Opotřebení VBD

- opotřebení hřbetu

Břitová destička se poškodí z důvodu běžného opotřebení. Běžné opotřebení hřbetu je tou nejlepší variantou, protože se jedná o nejlépe předvídatelnou formu poškození nástroje. Opotřebení hřbetu je rovnoměrné a dochází k němu v průběhu času s tím, jak materiál obrobku opotřebovává řeznou hranu – je to podobné jako ztupení ostří nože.

- vymílání

Vymílání, často se vyskytující při vysokorychlostním obrábění železa nebo slitin titanu, je tepelně chemický problém, kdy se břitová destička v podstatě roztavuje do třísek obrobku. Vymílání je způsobeno kombinací difúze a abrazivního opotřebení, což má za důsledek že na povrchu břitové destičky vytvoří „výmol“.

- tvorba nárůstku

K tvoření nárůstků dochází, když se úlomky obrobku tlakem navaří na řeznou hranu. Nárůstek se nakonec odlomí, někdy i společně s kousky břitové destičky. To vede k odlamování a rychlému opotřebení hřbetu.

- vylamování

Příčinou vylamování je mechanická nestabilita, která je často způsobena málo pevným nastavením, špatnými ložisky nebo opotřebovanými vřeteny, tvrdými částicemi v materiálu obrobku nebo přerušovaným řezem.

- tepelně mechanické poškození

Kombinace rychlých změn teploty a mechanického šoku může způsobit tepelně mechanické poškození. Napětí způsobí vytvoření praskliny podél hrany břitové destičky, která ve výsledku způsobí vytažení a vylamování částí karbidu břitové destičky.

- mechanické změny

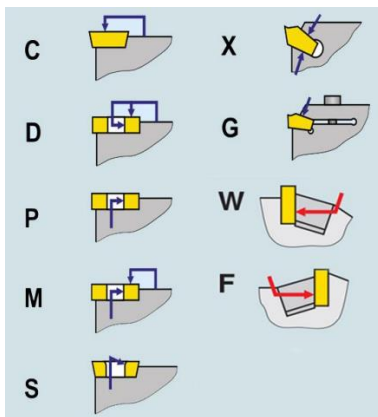
K mechanickým zlomům na břitové destičce dochází, když aplikovaná síla překoná vlastní pevnost řezné hrany břitu.



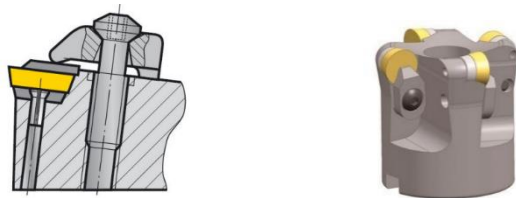
### 6.1.2 Upínací systémy břitových destiček

Mechanismus zajišťuje spolehlivé, pevné a tuhé upnutí v celém rozsahu řezných podmínek. Upnutí musí zajistit dobrou opakovatelnost, tedy vysokou přesnost polohy při výměně otupené destičky. Dalším důležitým požadavkem je jednoduchost a rychlost upínání destičky. Mechanismus upnutí musí být řešen tak, aby co nejméně bránil odchodu třísek z místa řezu. Upnutí VBD je různě konstrukčně řešeno. Nejčastěji se využívá dělení upínacích systémů dle norem ISO.

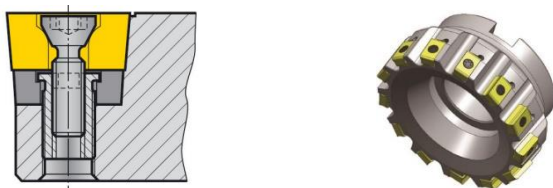
Upínací systémy dle ISO, dle mezinárodních technických ISO norem se nabízejí upnutí ISO C, D, P, M, S, X, G, W, F. Z čehož pro frézovací nástroje je vhodné a též také nejvíce užívané C, S, W, F, případně i X.



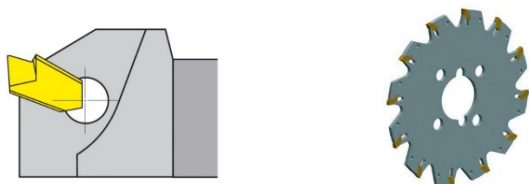
Obr. 42: Přehled upínacích systému ISO



Obr. 43: Způsob upnutí ISO C



Obr. 44: Způsob upnutí ISO S

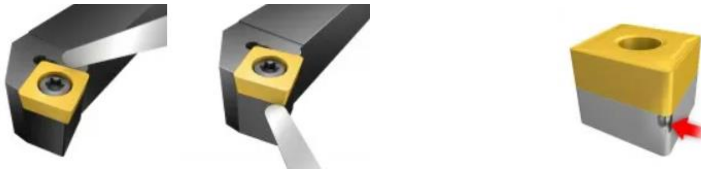


Obr. 45: Způsob upnutí ISO X

### Kontrola lůžka břitové destičky

Je důležité se ujistit, že při manipulaci nebo během obrábění nedošlo k poškození lůžka břitové destičky.

- zvětšení lůžek břitových destiček v důsledku opotřebení; břitové destičky, které nejsou správně ustaveny vůči stěnám lůžek; pro kontrolu vůle použijte měрку o tloušťce 0,02 mm
- nulová vůle v rozích mezi podložkou a spodní stěnou lůžka je přípustná
- poškozené podložky, podložky by v oblasti záběru neměly mít uštípnuté rohy
- opotřebení podložky v důsledku dělení třísek a nebo otlaky od břitové destičky



Obr. 46: Kontrola lůžka břitové destičky

### Vyčistění lůžka břitové destičky

Přesvědčte se, že lůžko břitové destičky není znečištěno prachem nebo třískami vznikajícími při obrábění. Je-li to nutné, vyčistěte lůžko břitové destičky stlačeným vzduchem. Při použití vyvrtávacích tyčí s řeznými hlavami je při výměně řezné hlavy rovněž velice důležité zkontrolovat a vyčistit spojku mezi řeznou hlavou a tyčí.



Obr. 47: Čištění lůžka břitové destičky

### Momentový klíč

Abyste u nástrojových držáků s upínáním břitových destiček šroubem dosáhli jejich co nejlepší funkce, je pro správné dotažení břitových destiček třeba použít momentový klíč. Použijte hodnoty kroutícího momentu doporučené pro jednotlivé typy nástrojových držáků.

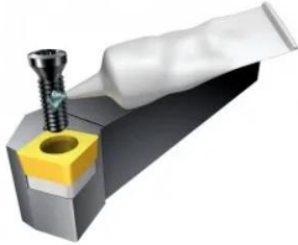
- příliš vysoký utahovací moment negativně ovlivňuje výkonnost nástroje a má za následek lom břitové destičky nebo šroubu
- příliš nízký utahovací moment má za následek pohyby břitové destičky, vibrace a znehodnocuje výsledky



Obr. 48: Momentový klíč

## Upínací šrouby

Abyste měli jistotu, že upínací šrouby jsou řádně dotažené, vždy používejte momentový klíč. Abyste předešli zadření šroubu, vždy na něj naneste dostatečné množství maziva. Lubrikant je třeba nanést jak na závit, tak i na styčnou plochu hlavy šroubu. Opotřebené nebo poškozené šrouby vyměňte.



Obr. 49: Mazivo na upínací šroub

## 6.2 Monolitní nástroje

Monolitní frézy jsou obvykle celé vyrobeny ze slinutých karbidů nebo z rychlořezné oceli. Hlavní výhodou monolitních nástrojů je možnost výroby nástroje i v menších průměrech, a to díky absenci upínacích prvků, které se používají například u nástrojů s vyměnitelnými břitovými destičkami.

Řada monolitních fréz je určena pro kalené oceli, nerez oceli a super slitin je dostupná v délkách od krátkých až po velmi dlouhé.

Monolitní karbidové frézy poskytují bezkonkurenční řezný výkon, dlouhou životnost nástroje a vysokou stabilitu procesu při výrobě náročných dílů v průmyslových odvětvích.



Obr. 50: Monolitní frézy

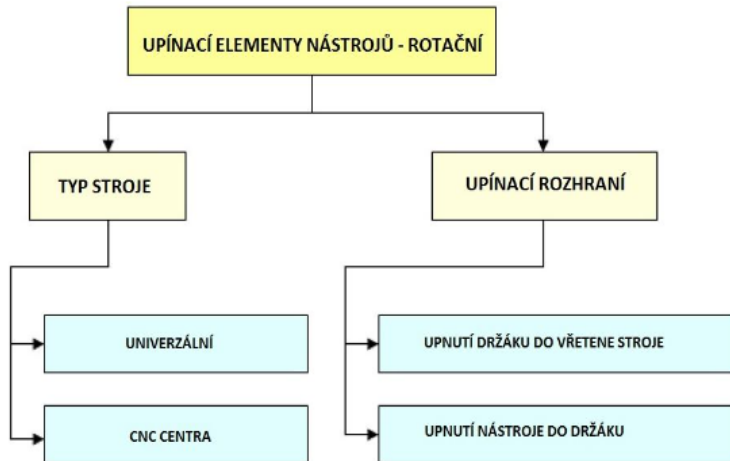
## 6.3 Upínání nástrojů

Upínače jsou důležitým spojícím členem mezi vřetenem a nástrojem. Výběr správného upínače výrazně ovlivní budoucí výsledky celého obráběcího procesu.

Nejdůležitějšími požadavky na upínač jsou:

- dostatečná upínací síla i při vysokých otáčkách
- vysoká pevnost v ohybu, - přesnost upnutí (obvodové házení) nástroje
- dokonalé dynamické vyvážení upínače
- přívod řezné kapaliny přímo do místa řezu
- krátké časy při upínání a uvolňování nástroje
- snadná a bezpečná obsluha

Kromě toho mohou upínače plnit i ochrannou funkci například tím, že jsou svojí konstrukcí schopny tlumit vibrace, které vznikají při frézování. Chrání tak nejen vřeteno stroje, ale navíc zabraňují vzniku nežádoucích vlivů na břit nástroje. Pro každou frézovací operaci je možné vybrat optimální upínací systém, protože každý typ se vyznačuje odlišnými vlastnostmi a výhodami.



Obr. 51: Rozdělení upínacích prvků nástrojů

### 6.3.1 Typy upínacích rozhraní

Nástrojové upínače můžeme dělit podle různých hledisek.

Způsoby dělení nástrojových upínačů:

- podle tvaru stopky:
  - s válcovou stopkou
  - s kuželovou stopkou
  - se stopkou polygonového tvaru
  - jiný tvar stopky
- drážky s kuželovou stopkou lze dělit podle délky stopky na upínači:
  - s dlouhou stopkou
  - s krátkou stopkou
- podle způsobu vyvinutí upínací síly:
  - samosvorné
  - nesamosvorné
- podle kuželovitosti stopky upínače:
  - Morse kužel
  - kužel 1:10
  - kužel 7:24
  - kužel 1:20
  - jiné typy kuželů

### 6.3.2 Upnutí držáku do vřetene stroje

- nástrojový upínač typu ISO/DIN

Hlavním znakem tzv. ISO upínání je metrický strmý kužel na upínacím trnu s kuželovitostí 7:24. Standardně se vyrábí ve velikostech ISO - 30, 35, 40, 45, 50, 60. Dnes se nejvíce používají nástrojové upínače pro automatickou výměnu nástroje a pro ruční výměnu nástroje.

Kužel přenáší krouticí moment z vřetene stroje na trn. Přenos krouticího momentu neobstarává pouze kužel vřetene, ale také unášecí kameny umístěné na čele vřetene stroje. Ty zapadají do vybrání na přírubě trnu. Kužel zde má také středící funkci na osu rotace. Upnutí je tedy provedeno vtažením kužele do dutiny vřetene stroje pomocí čepu na konci kužele. Hlavní výhodou je symetrická konstrukce a tím i jednoduchá výroba. Vzhledem k velkému sklonu kuželovitosti se trn snadno nasazuje a uvolňuje (není samosvorný jako Morse kužel). Každé vřeteno má pevně danou velikost kužele, kterou nelze dle potřeby měnit. Proto musí být vždy použit trn stejného rozměru.

V praxi to znamená určitou nevýhodu, kde není možno univerzálně použít trn z jiného stroje s jiným rozměrem ISO kužele. Existují však redukční pouzdra, která tuto nevýhodu mohou odstranit. Použitím redukčního pouzdra se však kužel pouze zmenší, nikoliv naopak. Hlavní nevýhodou tohoto upínacího systému je menší tuhost uložení a nejistá axiální síla.

I přes tyto nevýhody se jedná o nejrozšířenější upínací systém v oblasti obrábění, a to zejména díky nízkým pořizovacím nákladům.



Obr. 52: Nástrojový upínač ISO pro automatickou výměnu nástroje

Do této kategorie nástrojových upínačů můžeme zařadit kleštinové upínače a upínače Weldon.

- kleštinový upínač

Kleštinové upínače typu ER je velmi rozšířený a je možné ho použít pro všechny typy upínacích držáků, které byly zmíněny v předešlé kapitole.

Kleštinový upínač je nejrozšířenějším upínačem pro upínání malých frézovacích nástrojů s válcovým dříkem. Patří do skupiny mechanických upínačů. Základním prvkem toho upínače je kleština, která má za úkol co nejlépe upnout stopku nástroje do upínače. Utažení kleštiny v upínači se provádí pomocí hákového klíče. Princip kleštinového upínače spočívá v zatlačování výměnné kleštiny do kuželové dutiny upínače pomocí převlečné matice. Kleština je po obvodu opatřena zářezy, které umožňují její malou pružnou deformaci a tím upnutí nástroje. Kleštinové upnutí dává velmi dobrou přesnost a přenos krouticího momentu. Rozsah upnutí každé kleštiny bývá po 1 mm. K upínači je tedy nutné opatřit si kleštiny potřebných průměrů, případně celou sadu kleštin (např. 1-20 mm). Výhodou je možnost upínání libovolných průměrů (v rámci rozsahu).

Kleštinový upínač není vhodný pro vysokorychlostní obrábění z důvodů jeho nepřesného upnutí nástroje a obvodového házení 0,01 mm, které je způsobené nevyvážeností částí upínače (tzn. kleštinou, maticí, upínačem), které mají ve výsledku velké hodnoty házení.



Obr. 53: Schéma kleštinového upínače, ISO 40 kleštinový upínač pro ruční výměnu nástroje, kleštinový upínač pro automatickou výměnu nástrojů

#### – Weldon

Upínače Weldon jsou jedny z nejjednodušších pro upínání fréz s válcovou stopkou, která musí být opatřena ploškou aby, bylo možné nástroj správně upnout v upínači a tím zaručit dobrý přenos kroutícího momentu. Weldon používá k upnutí jeden nebo dva šrouby kolmé k ose nástroje a ploška pro upínání je rovnoběžná s osou nástroje, aby byl zajištěn pohyb jak v radiálním, tak v axiálním směru.

Výhodou těchto upínačů je jednoduchost a rychlost upínání nástroje, nízká pořizovací cena, bezpečnost upnutí v radiálním směru a tím i velký přenos kroutících momentů. Používají se pro klasické obrábění, jak na klasických, tak i CNC frézovacích strojích. Nevýhody jsou, že tyto upínače nejsou příliš přesné a mají házivost upnutého nástroje (15 – 20  $\mu\text{m}$ ), rovněž odolnost proti vibracím není vysoká.



Obr. 54: Upínač Weldon se stopkou ISO pro automatickou výměnu nástroje

#### – nástrojový upínač typu MAS BT

Tyto upínače jsou normalizované a jsou hodně podobné pro použití jako upínač ISO/DIN. Upínač MAS BT má stejnou kuželovitost jako upínač ISO/DIN, tedy 7:24. Přesto má i nějaké odlišnosti, patří k nim zejména délka upínací stopky, šířka a průměr příruby, drážka příruby pro unášecí kámen vřetene není pro frézovaná celou šířkou příruby. Původem jsou tyto upínače z Japonska a nejvíce jsou používány v Asii. Postupem času a prodejem CNC obráběcích frézovacích center japonské výroby firem (Mazak, Mori-Seiky...) se používají po celém světě.



Obr. 55: Nástrojový upínač MAS BT pro automatickou výměnu nástroje

- nástrojový upínač typu CAT

Základní rozměry a tvary jsou hodně podobné oběma předcházejícím upínačům ISO/DIN a MAS BT. Upínač CAT patří do skupiny držáků s kuželovitostí 7:24. Rozšířené jsou nejvíce v Americe a Asii, kde se rozšířily s distribucí CNC frézovacích strojů americké produkce, v Evropě se vyskytují velmi zřídka.

- nástrojový upínač typu HSK

Označení upínače HSK, je v podstatě dutý kuželovitý upínač, který byl vyvinut v Německu. Systém HSK funguje na principu kombinace axiální upínací síly a kuželové stopky. Rozdíl je však v dosednutí kuželové a čelní plochy držáku na vřeteno stroje.

HSK držák je upínán za vnitřní dutinu upínače táhly a předepjatými talířovými pružinami. Tedy jedna kleština vtahuje druhou kleštinu, která se následně rozevře a je vřetena do dutiny vřetene. HSK upínač se částečně deformuje k tomu, aby mohl být bezpečně a správně upnut a má tak mnohem lepší vlastnosti při upnutí než upínač ISO.

Nejvíce je tento upínač rozšířen v Evropě a postupem času se dostává i do ostatních částí světa s postupem prodeje evropských CNC obráběcích strojů. Tento upínač patří do skupiny s nesamosvorným kuželem stopkami a s kuželovitostí 1:10.

V třískovém obrábění je tento systém upínání velice rozšířený, jelikož dovoluje spolehlivější upnutí než systém ISO.

HSK systém upínačů má šest typů držáků (A, B, C, D, E, F), které se vyrábí v devíti velikostech (25, 32, 40, 50, 63, 80, 125, 160).

Nevýhodou tohoto upínacího systému je vysoká pořizovací cena vzhledem k náročné výrobě a vyšším nárokům na upínače.



Obr. 56: Nástrojový upínač typu HSK

- nástrojový upínač MORSE kužele

Upínač s Morse kuželem je jeden z nejstarších způsobů upnutí nástrojů do vřetene stroje. Morse upínač má kuželovitost stopky zhruba 1:20, což je samosvorný nástrojový upínač.

To znamená, že kužel trnu upínače dokáže zamezit pohybu mezi plochou kužele upínače a plochou kužele vřetene stroje bez dalšího zdroje upínací síly. Tento typ držáku se vyrábí v osmi velikostech a označuje se 0–7. V dnešní době se upouští od těchto upínačů, i když se pořád vyrábí pro starší stroje. Tyto upínače se považují za zastaralé, ale stále se užívají jako redukce z jiných typů dutin.

Jednou z výhod toho upínače je rychlost a snadné upnutí do dutiny upínače, kde se používá ve většině případů v dnešní době jako redukce a také pro upnutí do kleštinového upínače. Tím že je kužel samosvorný, dobře drží v dutině upínače a musíme ho vždy z dutiny vyrazit.

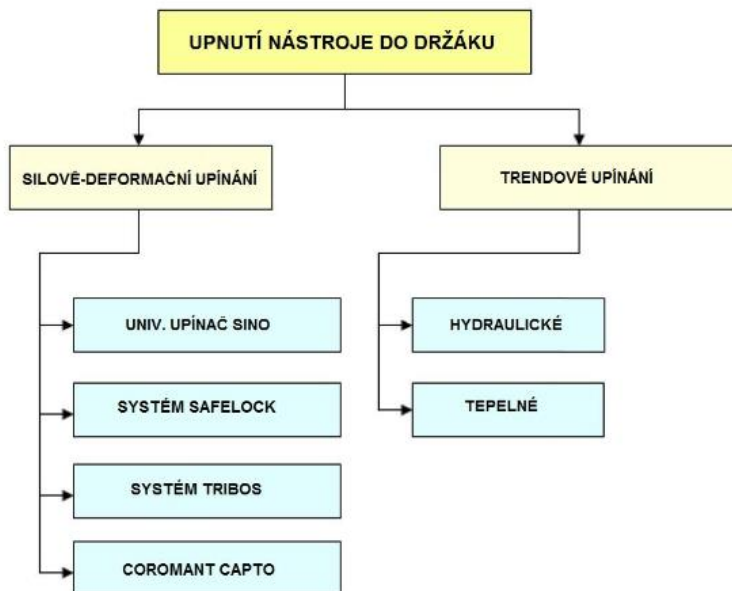
Nevýhodou tohoto upínače je, že nejde použít pro automatickou výměnu nástroje. Morse kužel má v porovnání s dnešními typy upínačů malou tuhost, je vhodnější spíše pro vrtání a méně vhodný pro frézování.



Obr. 57: Nástrojový upínač s Morse kuželem

### 6.3.3 Upnutí nástroje do držáku

V procesu obrábění se k docílení požadovaného tvaru součásti používá více možností upnutí nástrojů, kombinaci nových moderních trendů upínání při zachování bezpečnosti a spolehlivosti upnutí.



Obr. 58: Rozdělení upínání nástrojů do držáku

#### Silově-deformační upínání nástrojů

Upnutí nástroje musí odpovídat určitá síla, která zabezpečí uložení nástroje vzhledem k obrobku a nedopustí jeho samovolné uvolnění. Silově – deformační upnutí nástroje je vesměs chápáno jako deformace upínače pouze v oblasti pružné (elastické) deformace. Tato pružná deformace má vliv právě na upnutí nástroje do držáku. Nedochozí k žádným molekulárním změnám v materiálu. Upínací postup je tedy možné opakovat bez počtu omezení.



### – univerzální upínač SINO

Tento systém byl speciálně vyvinut jako náhrada klasických mechanických upínačů typu Weldon a kleštinových upínačů.

Pracuje na podobném principu jako hydraulické upínače, s tím rozdílem, že tlakové médium zde není kapalina, ale tvrdý elastomer.

Tlak, který vzniká dotahováním upínacího pouzdra hákovým klíčem, se prostřednictvím elastického tlakového média přenáší na rozpínací pouzdro. Tím se pouzdro rovnoměrně stahuje k ose rotace.

SINO upínače se používají pro hrubovací operace, dokončovací frézování, řezání závitů nebo vystružování.

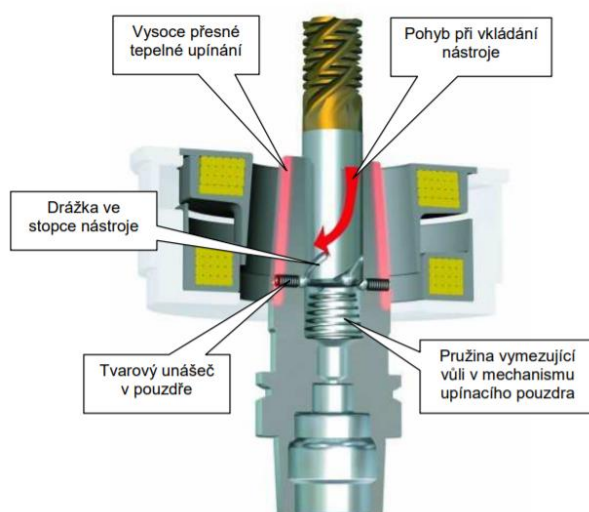
Mezi hlavní výhody patří: vysoká upínací síla, výborné tlumení vibrací, rychlá a jednoduchá výměna nástrojů, vhodné pro HSC obrábění do  $40000 \text{ min}^{-1}$ , schopnost přenosu velkých krouticích momentů, obvodové házení menší než  $0,005 \text{ mm}$ .



Obr. 59: Princip upnutí systému SINO

### – Upínač SafeLock

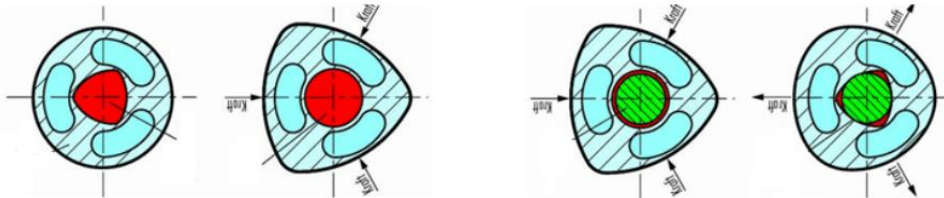
Patentovaný systém firmy Haimer s názvem SafeLock, kombinuje tepelné upínání s tvarovými prvky. Na stopce frézy jsou vybroušeny šroubovitě drážky, do kterých zasahují tvarové unášeče. Díky šroubovitému tvaru drážky může být nástroj zajištěn současně proti protáčení i vytažení. Přesnost obvodového házení byla se SafeLock držákem firmy Haimer  $0,005 \text{ mm}$ .



Obr. 60: Princip upnutí systému SafeLock

### – Systém Tribos

Systém Tribos pracuje na principu polygonálního upínání. Na obrázku je schematicky znázorněn stav držáku před a po upnutí. Upínací dutina má tvar podobný zaoblenému trojúhelníku. Vlivem působení tlaku hydraulického zařízení dostane dutina válcový tvar. Poté se do dutiny vloží nástroj a následně dojde k uvolnění tlaku hydraulického zařízení. Tím se dutina snaží vrátit zpátky do původního tvaru a je upnuta stopka nástroje.



Obr. 61: Princip upnutí systému Tribos

Mezi hlavní výhody patří: vysoká bezpečnost upnutí, dlouhá životnost nástrojů, možnost pro použití vysokých otáček vřetene, není potřebný externí zdroj energie, obvodové házení menší než 0,003 mm.

Upínací systém Tribos má 5 různých typů upínačů – Tribos R, RM, S, SVL a Mini.

Upínací systém Tribos dobře tlumí vibrace, vyniká svou robustní konstrukcí, dynamickými vlastnostmi až po obrábění velmi jemného obrábění.

### – Coromant Capto

Nová koncepce technologie modulárních nástrojů. Současně se jedná o první modulární rychlovýměnný nástrojový systém, který je efektivně použitelný pro všechny varianty obrábění reznými nástroji – to znamená soustružení, frézování a vrtání.

Dominantním charakteristickým znakem tohoto systému je kuželová polygonální spojka s čelní dosedací plochou. Dovoluje přenášet velmi velké kroučící momenty, aniž by hrozila ztráta přesnosti upnutí a opakovatelné přesnosti polohy ostří.



Obr. 62: Princip upnutí systému Capto

#### 6.3.4 Trendové upínání nástrojů

Jedná se opět o použití principu plastické deformace materiálu podobně jako u silově-deformačního upínání. Rozdíl je v principu vyvolání zmíněné deformace. Za trendové upínání nástrojů lze označit tepelné a hydraulické.

### – Hydraulické upínání

Jedná se o nejuniverzálnější upínače, mají vysokou přesnost a dobré tlumení vibrací. Způsobené chvění při obrábění je dobře tlumeno právě hydraulickou kapalinou uvnitř upínače.

Otáčením upínacího šroubu se vytváří rovnoměrný tlak hydraulické kapaliny uvnitř upínače. Tento tlak působí na upínací pouzdro, které pevně a přesně upne vložený nástroj. Pro upnutí menších rozměrů je možné použít redukční pouzdra.



Obr. 63: Princip upnutí hydraulického upínání

### – Tepelné upínání

Jedná se o upínání nástrojů s použitím tepelné energie vyvozenou na upínací prvek. Chování každého materiálu je různé s ohledem na daný součinitel teplotní roztažnosti. Tato metoda se používá v oblasti upínání rotačních nástrojů, kde se tepelně ohřívá, nebo ochlazuje dutina držáku nástroje a použitý nástroj se vkládá do držáku. Takto je využito tepelné roztažnosti kovů.

K ohřátí nástrojového držáku je nutné zařízení, které dokáže v krátkém časovém intervalu zahřát držák na požadovanou teplotu a vzápětí ochladit tak, aby došlo k upnutí nástroje.

Teplota nesmí přesáhnout mez, která by ovlivnila krystalovou mřížku materiálu, proto se ohřívací teplota pohybuje cca 250 až 350°C. Přístroje k rychlému ohřátí využívají indukční cívky, které se ohřejí při průchodu proudu.

Proto se přístroje vybavují chladicími systémy, které snižují dobu chladnutí na přípustnou mez. Chladicí systémy jsou vzduchové nebo na bázi vody. Tyto systémy jsou konstruovány univerzálně pro použití na různé nástrojové držáky.

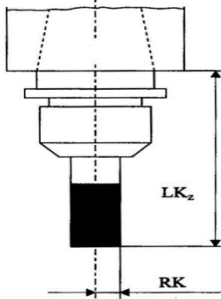
Mezi hlavní výhody tepelného upínání je přesné, komfortní, rychlé jednoduché a tuhé upnutí nástroje. Dovoluje velký přenos kroutícího momentu díky vysoké upínací síle a tím použití nejvyšších otáček vřetene. Minimální obvodová rzivost cca 0,003 milimetru. Díky svým výhodám je tepelný systém upínání nástrojů vhodným řešením pro vysokootáčkové obrábění.



Obr. 64: Princip tepelného upínání

### 6.3.5 Seřizování nástrojů

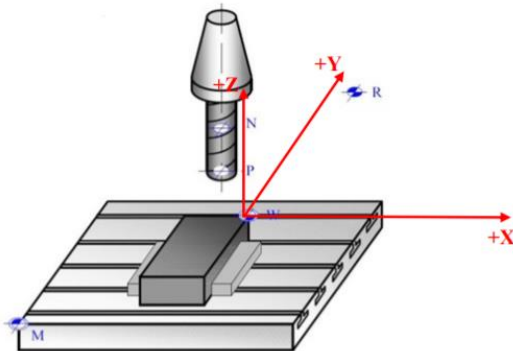
Všechny nástroje používané při obrábění nemají stejné rozměry (tudíž bříty se nachází v různých polohách) což znamená, že při programování dráhy nástroje je nutné počítat se skutečnými rozměry nástrojů – parametry nástrojů.



Obr. 65: Korekce nástroje

Rozeznáváme dva druhy korekcí:

- korekce délková
- korekce průměrové (poloměrové)



Obr. 66: Pracovní prostor stroje

Způsoby zjišťování nástrojových korekcí:

- ruční zaměření nástroje přímo na stroji
- pomocí seřizovacího přístroje, mimo stroj
- nástrojová sonda
- laserové zaměření nástroje

#### Ruční měření nástroje

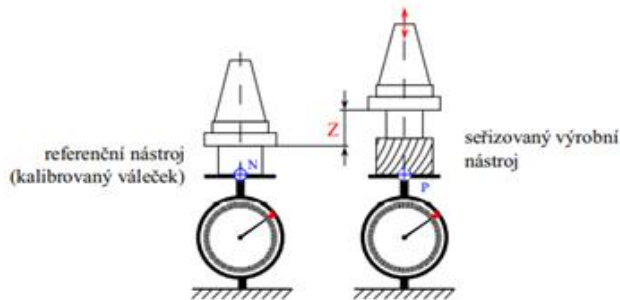
Seřizování nástrojů nazýváme korekce nástrojů – parametry nástrojů. Korekce nástrojů dávají geometrickou charakteristiku nástroje.

Rozměry každého nástroje jsou vztaženy k nulovému bodu nástrojového držáku N, obvykle jsou zapsány v paměti řídicího systému v nástrojové tabulce. Korekce nástrojů nejsou obvyklé součástí programu, ale funkce v programu se tak odkazují na určitý řádek tabulky daného nástroje. Při výměně nástroje (př. opotřebení nástroje), pak není třeba měnit program, ale jen upravit hodnoty nástroje v tabulce nástrojů.

Při ručním seřizování nástrojů – fréz, vrtáků, výstružníků, záhlubníků a závitníků je třeba změřit jejich délku (délkovou korekci v ose Z) vzhledem k nulovému bodu nástrojového držáku a průměr (respektive poloměr).

Jedna z možností je měření délky nástroje pomocí číselníkového úchylkoměru přímo na stroji. Základem měření délky je speciální referenční nástroj – etalon, kde známe přesný rozměr délky a průměru. Průměr nástroje můžeme měřit klasickými měřidly – třmenovým mikrometrem nebo posuvným měřítkem.

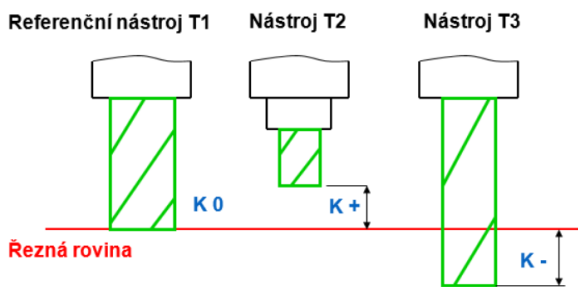
Nesprávné seřízení korekcí nástroje vede k výrobě neshodných kusů, popřípadě až k havárii stroje!



Obr. 67: Způsob měření nástroje je pomocí koncové měrky

Jeden nástroj si zvolíme jako hlavní nástroj – NULOVÝ. K tomuto nástroji se další nástroje úpravou korekcí zaměří.

Koncovou měrku postavíme na upínací stůl stroje a na její horní část se pomalu přiblížujeme špičkou nástroje. Postupným posouváním měrky po stole stroje a nástrojem vymezujeme co nejmenší vůli. Pomocí třmenového mikrometru nebo posuvného měřítka změříme průměr (poloměr) nástroje.



Obr. 68: Korekce nástroje

## 7 ZPŮSOBY UPÍNÁNÍ OBROBKŮ A POLOTOVARŮ

Účelem zařízení pro upínání obrobků je zajištění správné polohy obrobku vůči nástroji, zafixování obrobku proti posunutí vzhledem k nástroji a zachycení řezných sil od nástroje při procesu obrábění. Upnutí obrobku musí být dostatečně tuhé, aby nedošlo k uvolnění obrobku nebo k vzniku chvění, ale také nesmí být upnutí provedeno nadměrnou silou, aby nedocházelo k deformaci upnutého obrobku.

Upínání obrobků může být prováděno:

- elektromagneticky
- hydraulicky
- pneumaticky (uplatnění v sériové výrobě)
- mechanicky (ruční upínání polotovarů se používá jen při kusové a malosériové výrobě)

Požadavky na správné upnutí polotovaru má být:

- pevné, tuhé (bezpečný přenos řezné síly)
- rychlé
- bezpečné
- obrobek se nesmí zdeformovat
- obrobené plochy se nesmí poškodit
- nesmí bránit v přístupu nástroje k obráběným plochám

### 7.1 Způsoby upnutí obrobků na CNC frézkách

Nejčastěji se na CNC frézkách obrobky upínají:

- pomocí mechanických upínacích prostředků
  - strojní svěráky
  - otočný nebo sklopný svěrák
  - prizmatický svěrák
- upínání přímo na stůl – rozměrné obrobky
- technické palety mají na stroji přesně vymezenou polohu
- stavebnicové upínací prostředky
- pneumatické a hydraulické upínací prostředky

#### 7.1.1 Upínání ve strojním svěráku



Obr. 69: Strojní svěrák

Výhody:

- rychlost upnutí obrobku
- vysoká tuhost upnutí
- možnost upínání těžších obrobků, velká upínací síla
- vysoká přesnost při zajištění opětovné polohy obrobku

Nevýhody:

- možnost deformace obrobku
- upínání menších rozměrů polotovaru

7.1.2 Upnutí pomocí upínek



Obr. 70: Upínání pomocí upínek

Výhody:

- možnost upnutí obrobků velkých rozměrů
- univerzálnost použití upínek

Nevýhody:

- možnost kolize s nástrojem
- při špatném upnutí možná deformace a ztráta polohy obrobku
- rychlost upnutí u složitých systémů upínání upínkami

7.1.3 Stavebnicové/univerzální upínací systémy



Obr. 71: Stavebnicové upínací systémy

**Výhody:**

- rychlost upnutí obrobku
- jednoduchá obsluha
- vysoká tuhost a pevnost upnutí
- univerzální použití

**Nevýhody:**

- nemožnost maximálního obrábění polotovaru
- možné deformace obrobku

**7.1.4 Magnetický upínací systém**



Obr. 72: Magnetické upínací desky

**Výhody:**

- rychlost a jednoduchost upnutí obrobku
- maximální obrobení polotovaru
- možnost upínání více obrobků
- upínání bez deformace obrobku

**Nevýhody:**

- upínání materiálů s magnetickými vlastnostmi
- vysoké náklady

**7.2 Ustavení obrobků**

V dnešní době je kladen velký důraz na výrobní přesnost obrobků, která je vyžadována v mnoha oblastech průmyslu.

Složité dílce s vysokými nároky na přesnost se často obrábějí na jedno upnutí. V řadě případů jsou polotovarem přesné výkovky a odlitky, které pro další opracování vyžadují velmi přesné upnutí a vyrovnání před zahájením obrábění. Efektivita a přesnost operace upnutí a vyrovnání vyžaduje moderní technické prostředky, které si již stěží vystačí s číselníkovým úchytkoměrem. Právě pro tyto účely jsou vhodným účinným pomocníkem dotykové (obrobkové) sondy a nástrojové sondy.

Problematikou automatického měření obrobku a nástroje na obráběcích strojích se v současnosti zabývá celá řada firem, mezi které patří např. Heidenhain, Renishaw, Blum-Novotest.



### 7.2.1 Obrobkové sondy

Obrobkové sondy lze rozdělit na více kategorií. Výrobci používají rozdělení dle aplikace na sondy:

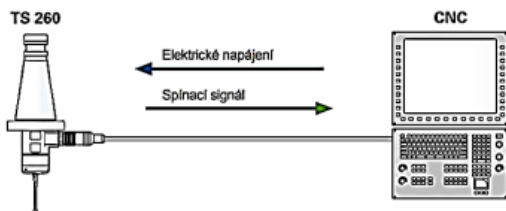
- soustružení
- frézování
- broušení

Dalším rozdělením dle přenosu měřicího signálu:

- komunikace kabelem
- optická
- rádiová komunikace

#### Kabelový přenos signálů

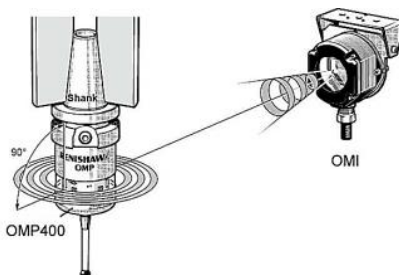
Přenos signálu ze sondy do řídicího systému obráběcího stroje pomocí kabelu je nejjednodušším i nejlevnějším řešením. Kabel slouží jak k přenosu signálu, tak k napájení. Tento typ komunikace je vhodný spíše pro nástrojové sondy, které jsou pevně spojeny se stolem stroje. Pokud se používají k ručnímu upínání do vřetene stroje, které musí být před upnutím zpevněno polohovou vazbou (stop vřetena), snižuje se přesnost měření a omezuje pohyb sondy v pracovním prostoru stroje.



Obr. 73: Kabelový přenos signálů

#### Optický přenos signálů

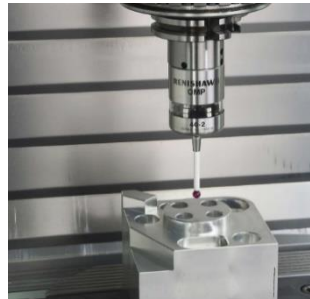
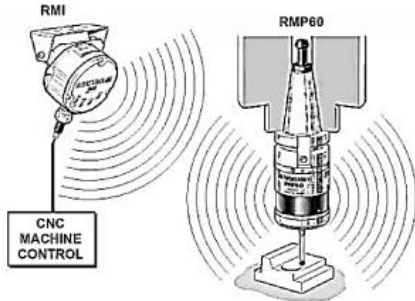
K přenosu signálu opticky se využívá infračervených světelných paprsků, které nejsou náchylné k vnějšímu rušení. Paprsky nelze lidským okem zachytit a jsou zdravotně nezávadné. Přenos probíhá zpravidla prostřednictvím komunikačního modulu (OMI), jenž je umístěn v pracovním prostoru stroje. Dosah signálu se liší v závislosti na sondě a komunikačním modulu.



Obr. 74: Optický přenos signálů

#### Rádiový přenos signálů

Rádiový přenos je využíván přednostně u velkých obráběcích strojů. Dosah se uvádí typicky 15 m, při ideálních podmínkách v praxi se však může ještě zvyšovat. Dojde-li k narušení frekvence, sonda se automaticky přeladí na jiný volný kanál. Kromě dosahu je další výhodou možnost přenosu signálu, i když se mezi sondou a komunikačním modulem (RMI) nachází součást a není tedy vzájemná přímá viditelnost.



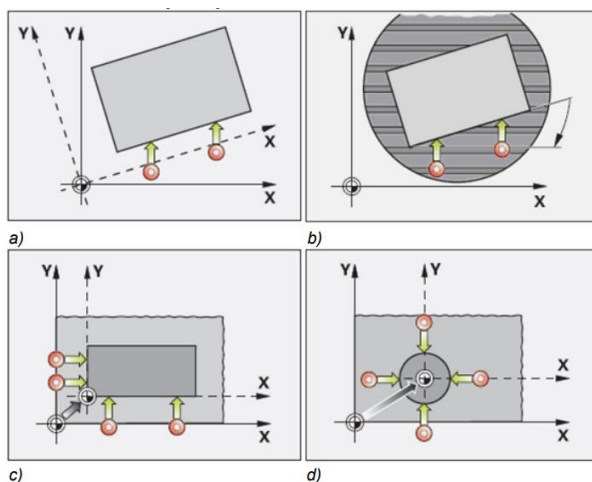
Obr. 75: Rádiový přenos signálů

Obr. 76: Sonda Renishaw OMP40-2 s optickým přenosem signálu

Oproti ručnímu upínání číselníkovými úchylkoměry mají obrobkové sondy, které se upínají do vřeten obráběcích center tu výhodu, že eliminují chybné upnutí vlivem špatné obsluhy stroje na minimum. Tím výrazně snižují zmetkovitost. Obrobek se jednoduše upne do libovolné polohy na upínací desce. Dotyková sonda pak vyhodnotí nasnímáním jedné plochy, dvou otvorů, hran nebo čepů úhel odklonu obrobku a natočí souřadný systém CNC stroje, popř. pootočí rotační stůl. Stejným způsobem se zjistí souřadnice nulového bodu obrobku. Také rychlost procesu ustavení se výrazně zvýší, protože sonda dokáže pracovat rychle a ve srovnání s ručním ustavováním nedělá žádné zbytečné pohyby.

Ustavení pomocí obrobkové sondy má tedy oproti ručnímu tyto výhody:

- snížení počtu zmetků vzniklých špatným upnutím
- automatické ustavení obrobku – nastavení nulového bodu a natočení souřadného systému
- zkrácení vedlejších výrobních časů



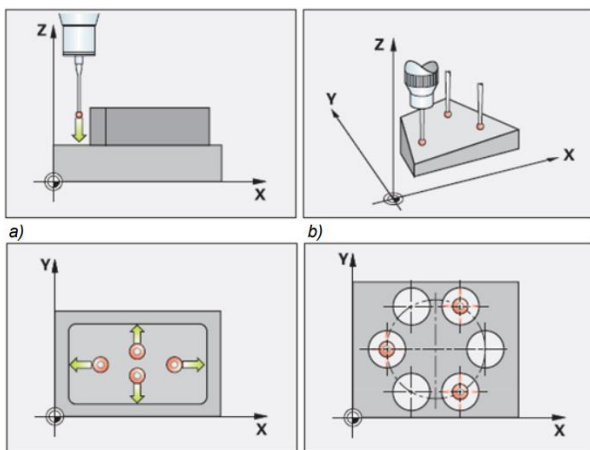
Obr. 77: Natočení souřadného systému stroje pomocí a) obrobkové sondy b) kompenzace odklonu natočením rotačního stolu c) zjištění nulového bodu obrobku pomocí 2 hran d) posunutí nulového bodu do středu čepu

### 7.2.2 Proměření obrobku

Obrobové sondy lze také využít k měření dílce během obráběcího cyklu a ke kontrole prvního kusu výrobní dávky přímo na stroji. V návaznosti na výsledek kontroly lze zavést automatické nastavení velikosti posledního (dokončovacího) úběru v řídicím NC programu, tzv. adaptivní obrábění. Např. se obrobek vyhrubuje, proměří a dokončí na jmenovitý rozměr s minimalizací odchylek

Měření obrobku přímo na stroji má tedy tyto přednosti:

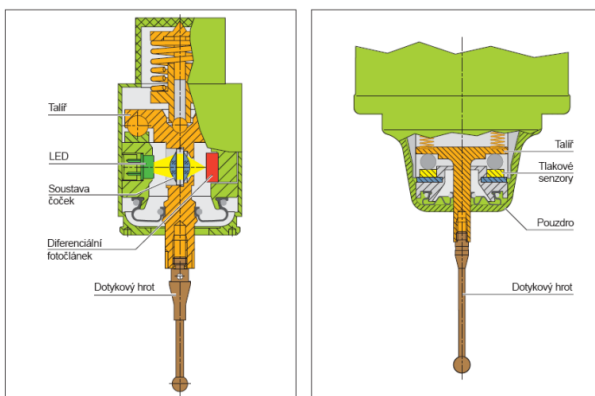
- zvýšená jistota v bezobslužných provozech
- lepší podpora statistického zpracování procesů
- adaptivní obrábění zajišťující zpětnou vazbu na stroj a automatická korekce nastavení stroje po proměření prvního kusu výrobní dávky
- zkrácení nevýrobního času stroje čekajícího na výsledky kontroly prvního kusu výrobní dávky



Obr. 78: Měření obrobku dotykovou sondou a) proměření jednotlivé polohy v jedné ose b) proměření úhlu sklonu roviny c) proměření pravoúhlé kapsy d) proměření děr na roztečné kružnici

### 7.2.3 Princip funkce dotykových sond

Tyto sondy jsou opatřeny dotykovým hrotem, který se vychýlí při kontaktu s hranou nebo plochou obrobku. Tím se aktivuje spouštěcí signál, který se přenesení do řídicího systému stroje. Buď pomocí kabelu, rádiového signálu nebo jako infračervený světelný paprsek. Řídicí systém pak synchronně uloží hodnotu polohy jednotlivých os.



Obr. 79: Principy fungování senzorů dotykových sond a) LED dioda + diferenciální fotočlánek b) tlakové senzory

### 7.2.4 Nástrojové sondy

Řešením pro ustavování nástrojů v obráběcích centrech a snížení zmetkovitosti a zvýšení produktivity práce je přesné nastavení délky a průměru řezných nástrojů na CNC obráběcích centrech před vlastním obráběním, a to pomocí nástrojových sond.

Pomocí nástrojových sond lze změřit velikost nástroje před začátkem obrábění a kontrolovat poškození nebo zlomení nástroje během obrábění. Výrobci nástrojových sond nabízejí kontaktní i bezkontaktní měření nástrojů a detekci zlomených nástrojů.

Výhody automatizovaného ustavování nástrojů

Seřizování nástrojů pomocí koncových měrek a ruční korekce údajů v tabulce nástrojů zabírá čas a znamená riziko vzniku chyb. Nástrojové sondy lze snadno nainstalovat do různých typů cnc strojů. Umožňují automatizovaný provoz s následujícími výhodami:

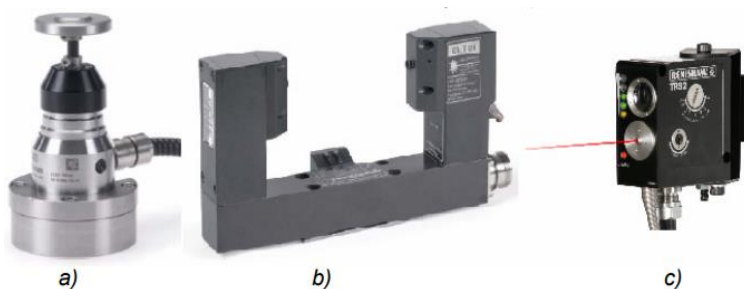
- významná úspora času a snížení prostojů stroje
- přesné měření délky a průměru nástroje
- automatický výpočet velikosti opotřebení a korekce rozměru
- eliminace chyb ručního nastavení
- detekce zlomení nástroje v průběhu obráběcího cyklu
- snížení počtu zmetků

Automatické měření nástroje má význam především v bezobslužných provozech, kde je cyklická kontrola rozměrů nástroje nezbytná pro dobrou kvalitu výroby s minimálními náklady. Získané hodnoty měření uloží CNC řízení do tabulky nástrojů pro další zpracování v nc programech. Např. pokud jsou odchylky nástroje mimo zadanou toleranci nebo byla-li překročena sledovaná životnost, může řízení nástroj zablokovat a vyměnit automaticky za sesterský.

Tyto sondy se vyrábějí v drtivé většině v provedení s kabelem, protože jsou uloženy na stojanu vedle pracovního stolu. Přesto některé kontaktní nástrojové sondy pro menší a střední stroje využívají přenos optický a jsou upnuty přímo na pracovním stole. Při upnutí na pracovní stůl musíme omezit pracovní prostor stroje tak, aby nedošlo ke kolizi některé z pohyblivých částí stroje se sondou a jejímu zničení.

K měření nástrojů se používá třech základních typů sond:

- dotykové sondy pro kontaktní měření nástroje
- laserové sondy k proměření a kontrole poškození nástroje
- laserové sondy pouze pro detekci poškození nástrojů



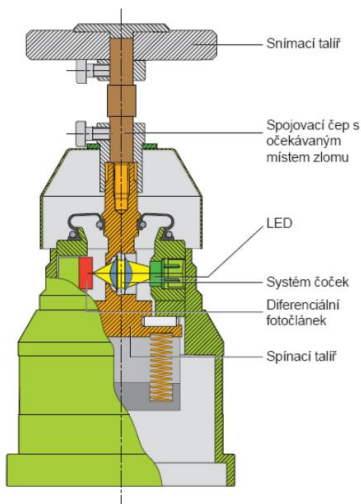
Obr. 80: Nástrojové sondy: a) kontaktní nástrojová sonda b) laserová sonda pro kontrolu poškození a měření rozměru nástroje c) laserová sonda pro detekci poškozeného nástroje

## Kontaktní měření nástroje

Nástrojové sondy jsou určeny k proměření nástrojů, Sonda měří průměr a délku nástroje při stojícím nebo rotujícím vřetenu. Snímací talíř (dotek) je vyroben z kalené oceli a v případě potřeby jde jednoduše vyměnit. Mohou se použít i pro měření nástrojů s vyměnitelnými břitovými destičkami.

Nástrojová sonda funguje podobně jako sondy obrobkové na bázi některého ze senzoru (optický, odporový, tlakový atd.).

Optický senzor pracuje bezkontaktně, tudíž se na něm neprojevuje mechanické opotřebení ani po velmi vysokém počtu měřících cyklů. Spínací signál vzniká v diferenciálním fotočlátku, který zachycuje paprsky vycházející z LED diody. Paprsky jsou vychýleny a zaostřeny do jediného bodu soustavou čoček pevně spojenou se snímacím talířem uloženým v tříbodovém ložisku, které zajišťuje ideální klidovou polohu. Při vychýlení talíře (dotyku) z klidové polohy dojde k vygenerování spínacího signálu a aktuální hodnota polohy os se uloží do řízení, kde se dopočítají hodnoty korekcí nástroje.



Obr. 81: Princip funkce nástrojové sondy

## Laserové měření a kontrola poškození nástroje

Laserové sondy sloužící pro měření rozměrů nástroje a kontrolu poškození nabízejí obdobné možnosti měření jako sondy dotykové tzn. měří délku a průměr nástroje. Mají, ale oproti dotykovým sondám tu výhodu se měření provádí bezkontaktně.

S jejich pomocí lze snímat libovolný tvar kontury nástroje, a tedy i jakékoliv jeho poškození. Předpokládá se totiž, že pokud je nástroj v pořádku, tak bude paprsek zastíněný. Pokud paprsek laseru projde, daná část nástroje chybí – je tedy poškozen.

### Princip funkce:

Laserová měřidla nástrojů fungují jako vysoce přesná laserová závora. Přijímač umístěný naproti laserovému paprsku detekuje každé jeho přerušení. Při každé změně stavu (přerušení / obnovení paprsku) vytvoří integrovaná elektronika spínací impulzy.



Obr. 82: Přesné laserové měření rozměrů a opotřebení nástrojů

## 8 OBSLUHA ČÍSLICOVĚ ŘÍZENÝCH STROJŮ

Na cnc obráběcích centrech nebo horizontálních vyvrtávačkách se běžně setkáváme s řídicím systémem Heidenhain iTNC 530. Představuje jeden s nejmodernějších a nejčastěji používaných řídicích systémů v oblasti cnc obráběcích strojů.

Tento univerzální systém řízení se používá jak pro kusovou výrobu, tak i pro sériovou produkci výroby.

Dílečská orientace iTNC 530 dává možnost jednoduchého programování frézovacích a vrtacích operací v dialogu přímo na stroji. Dialog HEIDENHAIN s grafickou podporou využívá řadu pevných cyklů obrábění pro opakované operace. iTNC 530 se nechá naprogramovat i externě, např. ve stanici s CAD/CAM v dialogu HEIDENHAIN nebo ve formátu DIN/ISO.



Obr. 83: Řídicí systém Heidenhain

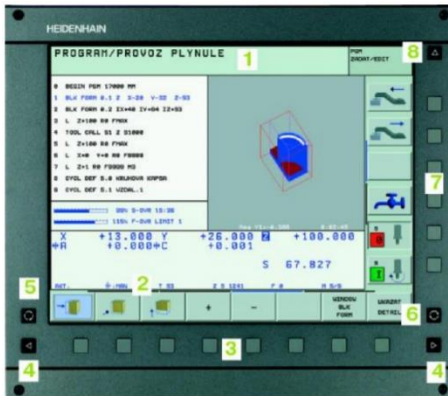
### 8.1 Popis prvků řídicího systému Heidenhain

#### 8.1.1 Monitor

Plochý barevný monitor zobrazuje přehledně všechny informace, které jsou potřebné k programování, obsluze a sledování stavu řídicího systému a stroje. Další informace poskytuje grafická podpora při zadávání programu, testu programu a při obrábění.



Obr. 84: Ovládací panel řídicího systému Heidenhain iTNC 530



Obr. 85: Monitor

## 1. Záhloví

Při zapnutém systému iTNC ukazuje obrazovka v záhlaví navolené provozní režimy. Ve větším políčku záhlaví stojí aktuální provozní režim, na který je právě obrazovka přepnuta, tam se objevují otázky dialogu a texty hlášení.

- ruční provoz
- program zadat / edit
- test programu
- program provoz / plynule, po bloku

## 2. Soft klávesy

V řádce zápatí zobrazuje iTNC v liště soft kláves další funkce. Tyto funkce se volí pomocí tlačítek pod nimi. Pro orientaci ukazují úzké proužky nad lištou soft kláves počet lišt soft kláves, které lze navolit klávesami se šipkami uspořádanými na okraji. Aktivní lišta soft kláves se zobrazuje jako prosvětlený proužek.

## 3. Tlačítka pro výběr soft kláves

## 4. Přepínání lišt soft kláves

## 5. Definování rozdělení obrazovky

## 6. Tlačítko přepínání obrazovky mezi strojními a programovacími provozními režimy

## 7. Tlačítka pro výběr soft kláves výrobce stroje

## 8. Přepínání tlačítek pro výběr soft kláves výrobce stroje

### 8.1.2 Ovládací panel

Ovládací panel stroje umožňuje komunikaci mezi programátorem a obráběcím strojem. Obsahuje tlačítka pro tvorbu a simulaci nc programů, ovládní stroje v ručním i automatickém režimu a ovládací prvky např. pro upínání nástroje, nebo spouštění kapaliny. Označení kláves zajišťuje dobrou orientaci obsluhy při odladění programu. Uspořádání ovládacího panelu a zobrazení na displeji je přehledné a umožňuje tak rychlé použití všech dostupných funkcí.





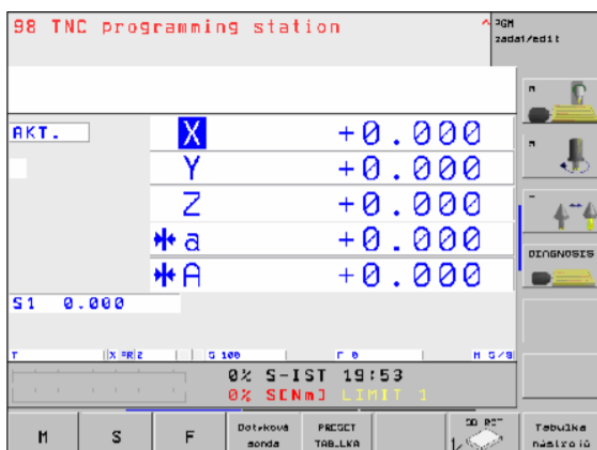
Obr. 86: Ovládací panel

1. znaková klávesnice pro zadávání textu, jmen souborů a programování DIN/ISO
2. správa souborů, Kalkulátor, MOD-funkce, Funkce nápovědy HELP
3. programovací provozní režimy
4. strojní provozní režimy
5. vytváření programovacích dialogů
6. klávesy se šipkou
7. zadávání čísel a volba os
8. touchpad (dotyková ploška)

## 8.2 Provozní režimy

### 8.2.1 Ruční režim

V tomto režimu je možné provádět seřizování stroje. Polohují se osy stroje, a to ručně, nebo krokově. Dále je možné nastavovat vztažné body a naklápět rovinu, ve které se bude obrábět. Můžeme nastavovat otáčky, posuvy a přídavné funkce pro ruční obrábění. Ruční pojezdění je prováděno prostřednictvím ručního kolečka HR.



Obr. 87: Ruční režim

### 8.2.2 Přenosné ruční kolečko HR 410

Na panelu se nachází ruční kolečko, kde jsou osová a směrová tlačítka. Obsluha má tak možnost řídit kteroukoliv z vyznačených os. K použití jsou zde nabídnuty i funkční klávesy, které slouží k ovládání dalších funkcí, jako například:

- centrální-STOP
- ruční kolečko
- volba os
- zapamatování aktuální polohy
- rychlost posuvu
- směr pojíždění

Ruční kolečko je upevněno pomocí magnetických příchytěk na kovovou část stroje.



Obr. 88: Přenosné ruční kolečko HR 410

### 8.2.3 Polohování s ručním zadáním

V tomto provozním režimu můžeme programovat jednoduché pojezdové pohyby pro čelní frézování nebo nepolohování nástroje. K tomu můžeme připravit jednoduchý NC –program, který se zpracovává krok za krokem.



Obr. 89: Polohování s ručním zadáním

### 8.2.4 Provoz po bloku

V tomto provozním režimu se po spuštění programu provede pouze jeden blok (řádek). Pro další běh programu musíme znovu zmáčkнут tlačítko start. Tento postup opakujeme, až do úplného konce programu.



Obr. 90: Provoz po bloku

### 8.2.5 Provoz plynule

V tomto provozním režimu provede TNC program až do jeho konce nebo do okamžiku ručního, případně programového přerušení. Po přerušení můžeme znovu zahájit běh programu.



Obr. 91: Provoz plynule

## 9 KONSTRUKCE CNC STROJŮ

### 9.1 Konstrukční řešení CNC strojů

Číslicově řízený stroj musí být maximálně hospodárně využit, a proto se jeho konstrukce liší od konvenčního stroje. Cnc stroj musí být maximálně využit během pracovního dne. To předpokládá jeho vysokou spolehlivost a životnost, bezporuchovost, zajištění požadované přesnosti tvarů a rozměrů vyráběné součásti, drsnosti povrchu apod.

Proto se číslicově řízené stroje vyznačují dalšími konstrukčními znaky:

- konstrukce stroje musí mít vysokou přesnost a tuhost
- při automatickém chodu musí být zaručen co nejhospodárnější rezný režim, který zároveň zaručuje vysokou produktivitu
- vodící plochy musí mít vysokou přesnost a životnost, u součástí s vyšším opotřebením je třeba zajistit vhodnou konstrukcí rychlou a snadnou vyměnitelnost
- aby se zvýšila přesnost a životnost stroje, jsou některé stroje vybaveny stabilizací teploty
- musí být zajištěna přesná poloha jednotlivých součástí nebo uzlů stroje. K tomu účelu se používá servomechanismů a odměřovacích zařízení, které tvoří regulační obvod pro polohování
- automatickou výměnu nástrojů v průběhu pracovního cyklu zajišťují systémy automatické výměny nástrojů
- pracovní prostor stroje je uzavřený, umístěný za krytem, čímž se zvýší bezpečnost obsluhy. – Pro zajištění opracování obrobku z více stran se používají různé přípravky, otočné a sklopné stoly, manipulační palety apod
- nemají ruční obslužné prvky, obsluha se provádí pomocí ovládacího panelu,
- stroje bývají rovněž vybaveny systémy automatické výměny obrobků a dopravníky pro manipulaci s hotovými výrobky
- stroje jsou vybaveny soubory nástrojů, jejich před seřizováním, údržbou a výměnou
- z důvodu vysoké přesnosti je k zajištění posuvu použit kuličkový šroub
- pro bezporuchový provoz slouží pomocné, kontrolní, seřizovací a jiné přípravky

#### 9.1.1 Lože a rámy strojů

Lože a rámy tvoří základní nosnou část každého číslicového stroje. Jelikož na číslicově řízené stroje jsou kladeny vysoké nároky, musí jejich konstrukce splňovat tyto požadavky:

- vysoká tuhost
- vysoká schopnost tlumit chvění
- schopnost přenášet síly s minimální deformací
- snadný odvod třísek i tepla
- jednoduchost, snadná obsluha a údržba

Lože a rámy se vyrábějí z šedé litiny nebo z konstrukční oceli.

### 9.1.2 Vodící plochy

Kvalita vodících ploch má vliv na výslednou přesnost. Hlavním problémem je tření ve vedení. Mezi základní požadavky kladené na vodící plochy (přímochará vedení) patří:

- nízký pasivní odpor
- malý a pokud možno stejný součinitel tření
- ve vedení nesmí být vůle
- vedení musí mít vysokou tuhost a tím možnost tlumit chvění
- vedení musí mít vysokou odolnost proti otěru a tím i vysokou životnost
- jednoduchá a snadná konstrukce
- snadná, rychlá, jednoduchá a bezpečná obsluha

U číslicově řízených strojů se používají nejčastěji:

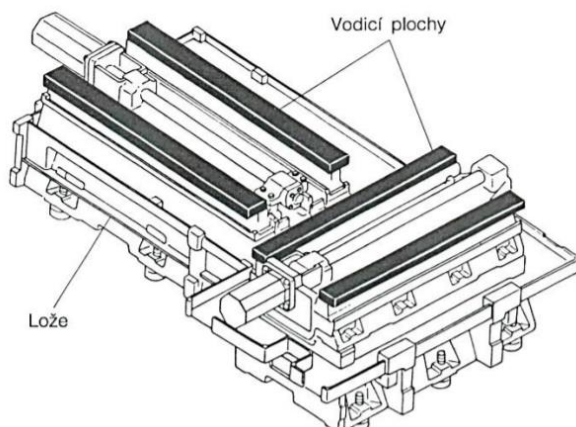
- vedení kluzná – u těchto vedení je rozvod mazacího prostředku proveden tak, aby byla mazána celá styková plocha. Tlakem oleje není přenášeno žádné zatížení. Vzniká tření polosuché. Do této skupiny patří vedení rovinná a prizmatická.
- vedení valivá – u těchto vedení vzniká mezi vodícími plochami tření valivé. Malé tření, součinitel tření je mnohem nižší než u vedení kluzných. Valivé vedení je bez vůle, čímž se zaručí vyšší přesnost.

Valivá vedení můžeme rozdělit podle tvaru valivých tělísek:

- kuličková
- válečková
- jehlová

Vedení hydrostatická

U těchto vedení je veškeré zatížení přenášeno tlakem oleje. Olej je přiváděn do tlakových jednotek, které jsou umístěny mezi stykovými vodícími plochami. Při vzájemném pohybu nedochází k mechanickému styku vodících ploch. Mezi plochami vzniká jen tření kapalinné.



Obr. 92: Lože a vodící plochy CNC stroje

### 9.1.3 Pohony CNC strojů

Pohony číslicově řízených strojů musí splňovat mnoho náročných parametrů. Mezi nejdůležitější parametry patří vysoká přesnost, dokonalá tuhost, vysoké výstupní krouticí momenty a vysoké otáčky.

Z hlediska funkce a použití je můžeme rozdělit do dvou skupin:

- hlavní pohony
- vedlejší pohony

#### Hlavní pohony

Tyto pohony slouží k uskutečnění hlavního řezného pohybu.

- musí umožňovat nastavení takového počtu otáček, který odpovídá optimální řezné rychlosti
- musí zajišťovat vysoké zrychlení a zpomalení
- řeznou rychlost musí zajišťovat bez ohledu na zátěž
- musí zajistit potřebný výkon
- musí zabezpečit rychlou reverzaci řezného pohybu
- musí zabezpečit rychlé zabrzdění pohonu při jeho vypnutí

Nastavení otáček je možno realizovat dvěma způsoby:

- plynulou regulací otáček
- stupňovitou regulací otáček

#### Vedlejší pohony

CNC stroje vybaveny celou řadou vedlejších pohonů. Můžeme je rozdělit do dvou skupin:

- pohony posuvů
- pohony všeobecného pohybu a použití, do kterých můžeme zařadit:
  - automatickou výměnu nástrojů
  - automatickou výměnu obrobků
  - pohon pro otáčení revolverové hlavy
  - pohon dopravníku třísek apod.

#### Pohony posuvů

Pohon posuvu převádí příkazy od regulátoru polohy na pohyb řízené části – nástroje nebo obrobku.

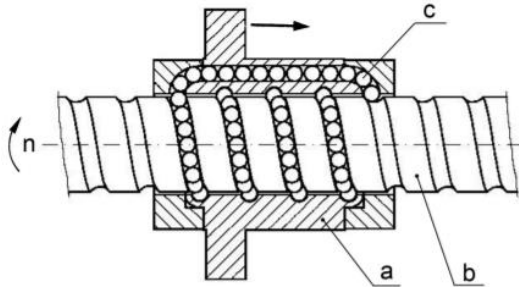
Skládá se z posuvového motoru – servomotoru, který přenáší krouticí moment buď přímo přes ozubený řemen, nebo přes ozubený převod na šroubový převod tvořený kuličkovým šroubem a maticí. Tento šroubový převod přenáší pohyb otáčivý na posuvný. Většinou se používají servopohony elektrické, méně často hydraulické.

#### Kuličkový šroub

Je důležitou částí posuvového mechanismu. Pohyb motoru přenášený pomocí kuličkového šroubu na suport s nástrojem nebo na stůl s obrobkem dává stroji požadovanou přesnost. Přenáší otáčivý pohyb na pohyb přímočarý. Umožňuje přesné a rychlé nastavení polohy. Jsou

na něj kladeny zvýšené nároky na tuhost, přesnost a možnost dosažení nízkých pasivních odporů.

V konstrukci číslicově řízených strojů se používá kuličkového šroubu s kuličkovou maticí s předpětím, čímž se dosahuje vyšší tuhosti a tím i přesnosti. Přenos pohybu ze šroubu na matici je nutný bez vůle. K tomu musí být vzájemně nastaveny obě části matice. Přenos pohybu mezi šroubem a maticí zprostředkovává určitý počet kuliček, kdy oběh kuliček je veden v uzavřeném cyklu.



Obr. 93: Kuličkový šroub a – matice b – kuličkový šroub c – odvalující se kuličky

#### 9.1.4 Odměřovací zařízení

Je důležitou částí CNC stroje, do značné míry ovlivňuje jeho výslednou přesnost. Zajišťuje okamžitou polohu stolu nebo suportu. Každá osa musí mít vlastní odměřovací zařízení, které hlásí regulátoru polohy – okamžitou skutečnou polohu.

Přesnost odměřovacího zařízení je dána nejmenší délkou, o kterou se může řízený člen posunout, aby odměřovací zařízení vydalo 1 puls – 1 inkrement

Odměřovací zařízení můžeme rozdělit podle:

- podle umístění odměřovacího zařízení

**Přímé odměřování** – zařízení je umístěno přímo na pohybujících se uzlech stroje (např. suportu, stolu). Proto se vyznačuje vyšší přesností, protože závisí jen na přesnosti snímání z měřítka. K nevýhodám patří vyšší pořizovací cena. Používá se u přesných strojů.

**Nepřímé odměřování** – snímač polohy je umístěn na kuličkovém šroubu buď přímo, nebo na převodu s ním. Dráha se odměřuje nepřímou a závisí na pootočení kuličkového šroubu nebo jeho převodu. Výhodou tohoto systému je jednoduchost. Nevýhodou je, že nepřesnosti pohonu, kuličkového šroubu, převodu i silových účinků na snímač polohy se přenáší do vlastního měření.

#### 9.1.5 Systémy automatické výměny nástrojů

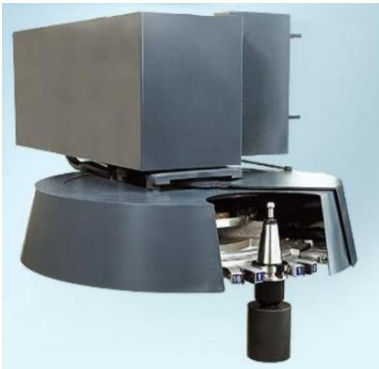
Číslicové řízení řeší problém automatické výměny nástrojů z důvodu zkrácení vedlejších časů a tím zvýšení produktivity obrábění. Systémy automatické výměny nástrojů mají za úkol u číslicově řízených obráběcích strojů během automatického pracovního cyklu vyměnit, upnout a správně nastavit potřebný nástroj do výchozí pracovní polohy.

Základní požadavky kladené na systémy automatické výměny nástrojů:

- čas na výměnu nástrojů musí být co nejkratší
- nosič nástrojů musí být dostatečně tuhý
- zásobník musí mít velkou kapacitu a nesmí být náročný na prostor
- systém nesmí omezovat pracovní prostor a nesmí ohrožovat obsluhu

Systémy zásobníků nástrojů dělíme podle konstrukce:

- podle konstrukce
- hvězdicové
- bubnové
- řetězové
- kotoučové



Obr. 94: Bubnový zásobník nástrojů

#### 9.1.6 Zařízení pro odvod třísek

Z pracovního prostoru CNC stroje je nutno odstranit třísky. Odvod třísek se provádí pomocí různých dopravníků. Transport třísek ze stroje do třískových dopravníků se provádí pásovým nebo šnekovým dopravníkem.



## 10 NASTAVENÍ SOUŘADNÉHO SYSTÉMU OBROBKU

Souřadný systém cnc stroje slouží k orientaci nástroje či obrobku v prostoru. Pomocí souřadného systému se navádí nástroj (obrobek) do požadovaného bodu v prostoru. Pro jednodušší programování cnc strojů byla zavedena pravidla pro souřadné systémy a označení os u obráběcích strojů.

U většiny CNC strojů je využíván k programování pravoúhlý souřadný systém – kartézský souřadný systém, ale v mnohých případech se používá – polární souřadný systém. Základem je trojosá pravoúhlá souřadná soustava s osami X, Y, Z, které jsou rovnoběžné s vodíci plochami pohyblivých částí stroje.

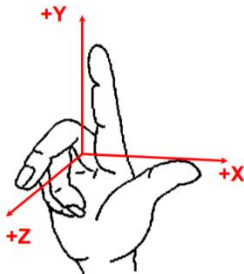
### 10.1 Kartézský souřadnicový systém

Je základním souřadnicovým systémem na většině cnc strojů. Pro správnou orientaci v prostoru a představivost slouží tzv. pravidlo pravé ruky.

Sestává se z os, navzájem na sebe kolmých, na kterých je číselná hodnota nanesena v určitém měřítku. V tomto souřadném systému je poloha každého bodu jednoznačně určena pomocí souřadnic v jednotlivých osách.

Jeho použití je při:

- absolutním programování – systém je vložen do nulového bodu obrobku W
- přírůstkovém (inkrementálním; relativním) programování – systém je vložen na špičku ostří nástroje, jde-li o soustružení; nebo do průsečíku osy rotace nástroje a jeho čela, jde-li o frézování



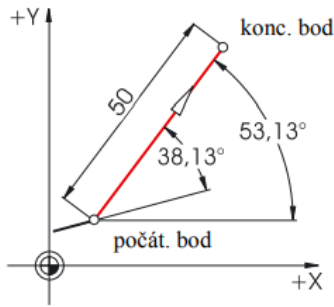
Obr. 95: Kartézský souřadnicový systém

### 10.2 Polární souřadnicový systém

Jedná se o určení polohy nástroje (obrobku) pomocí:

- pólu (výchozí bod)
- poloměru (radius)
- úhel natočení

Na rozdíl od pravoúhlých souřadnic popisují polární souřadnice polohu pouze v jedné rovině (X–Y, X–Z nebo Y–Z).



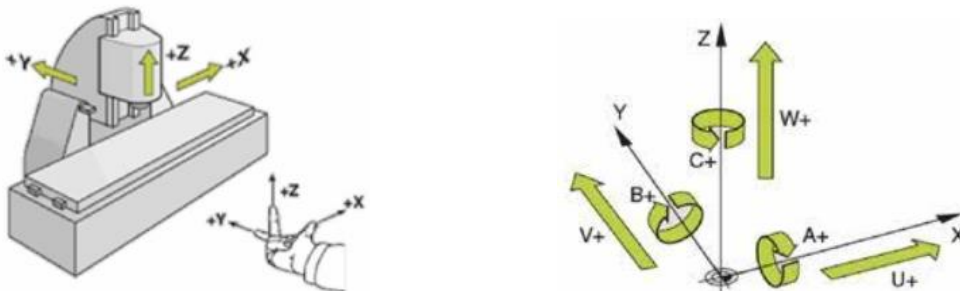
Obr. 96: Polární souřadnicový systém

U základních CNC obráběcích strojů je vřeteno nosičem pracovních nástrojů – osa Z. Osy X a Y v rovině stolu (osa X leží zásadně rovnoběžně s upínací plochou obrobku, osa Y je kolmá na osy X a Z), osa Z je osa rotace vřetena s nástrojem; opět pohyb v kladném smyslu znamená pohyb směrem od materiálu.

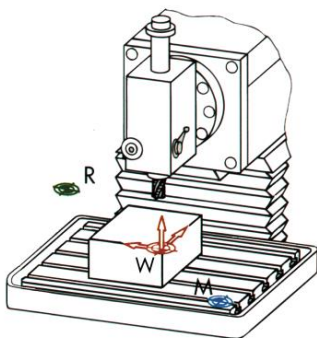
### Souřadnicový systém

základní – posuvové osy	X	Y	Z
rotační osy	A	B	C
doplňkové osy	I	J	K
sekundární doplňkové osy	U	V	W

Souřadný systém XYZ je definován v souladu s normami ISO jako pravoúhlý, pravotočivý. Osa Z je vždy rovnoběžná s osou vřetene, osa X vždy leží v rovině upínacího stolu. Souřadný systém pro svislou i vodorovnou polohu vřetene včetně vyznačení kladných směrů je na následujícím obrázku.



Obr. 97: Souřadný systém



Obr. 98: Body v pracovním prostoru stroje

### 10.2.1 Vztažné body

Aby se CNC řídicí systém prostřednictvím odměřovacího systému mohl orientovat v existujícím pracovním prostoru, existuje tam několik důležitých vztažných bodů. Počátek souřadného systému tzv. nulový bod stroje je dán polohou referenčních spínačů umístěných na všech osách. Souřadný systém má trvalou platnost i po vypnutí řídicího systému.

#### Nulový bod stroje M



Nulový bod stroje M je definován výrobcem a nemůže být měněn. Je počátkem souřadného systému stroje.

Nulový bod stroje umístěný v krajních polohách pojezdu stroje většinou nevyhovuje pro praktické užití. Zde je třeba použít nový souřadný systém s počátkem v některém důležitém bodu obrobku nebo upínače. Často se jako počátek pracovního souřadného systému volí roh polotovaru případně to může být osa otvoru.

#### Nulový bod obrobku W



Nulový bod obrobku W, kterému se také říká nulový bod programu, je počátkem souřadného systému obrobku. Tento bod je volitelný a měl by být umístěn do těch míst na obrobku, od kterých začíná většina kótování na výkrese.

#### Referenční bod R



Na referenční bod R se najíždí za účelem vynulování odměřovacího systému, protože se na nulový bod stroje zpravidla nedá najíždět. Řídicí systém se tak sladí se systémem odměřování dráhy.

## 10.3 Vytvoření a aktivování programu

### Programovací režimy

#### Program zadat/editovat

V tomto režimu se vytváří a upravuje program.



#### Testování programu

TNC simuluje programy v režimu PROGRAM TEST. Tento režim slouží k vyhledávání geometrických nepřesností, chybějících nebo chybných údajů v programu. Simulace je podporována graficky s možností různých pohledů a řezů. Ukazuje i předpokládanou dobu trvání programu.



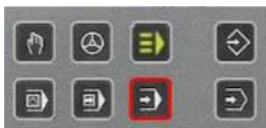
### Provoz po bloku

V tomto provozním režimu se po spuštění programu provede pouze jeden blok (řádek). Pro další běh programu musíme znovu zmáčknout tlačítko start. Tento postup opakujeme, až do úplného konce programu. Režim B-B slouží jako jedna z možností kontroly, zda byl správně tvořen CNC program.



### Provoz plynule

V tomto provozním režimu provede TNC program až do jeho konce nebo do okamžiku ručního, případně programového přerušení. Po přerušení můžeme znovu zahájit běh programu.



## 11 SEŘIZOVÁNÍ, OŠETŘOVÁNÍ A ÚDRŽBA CNC OBRÁBĚCÍCH STROJŮ

### 11.1 Technický popis stroje

Je velmi důležité dobře se seznámit s průvodní dokumentací cnc stroje v které se technik – obsluha seznámí se všemi částmi stroje i jejich obsluhou a uvedením stroje do chodu.

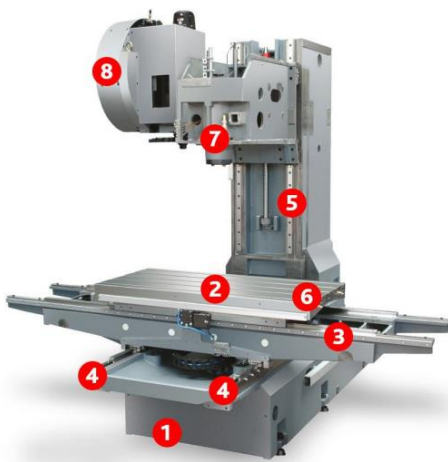
Dokumentace obsahuje:

- popis a údržba stroje
- elektrotechnická část
- technologická část
- popis řídicího systému

Úvodní část dokumentace je zaměřena na hlavní údaje o stroji, charakteristice stroje, pro jaké práce je stroj určen. Dále všeobecné zásady pro obsluhu a bezpečnost práce.

Pozornost je třeba věnovat na technická data stroje, kde se nachází rozměry stroje, rozměry pracovního stolu, rozjezdy v hlavních osách stroje, přesnost polohová v jednotlivých osách, informace o vřetení a jeho otáčkách, velikost rychloposuvů a pracovních posuvů, způsobu chlazení atd.

V popise stroje jsou uvedeny informace, z jakých hlavních částí se skládá stroj a jeho princip provozu a údržby s mazacími místy na stroji.



1. lože stroje
2. upínací plocha stolu
3. lineární valivé vedení osa X
4. lineární valivé vedení osa Y
5. lineární vedení osa Z
6. maximální zatížení stolu
7. vřeteník
8. zásobník nástrojů s mechanickou rukou

Obr. 99: Hlavní části stroje

Nedílnou součástí dokumentace popisu stroje jsou specifikace k hlavním částem stroje:

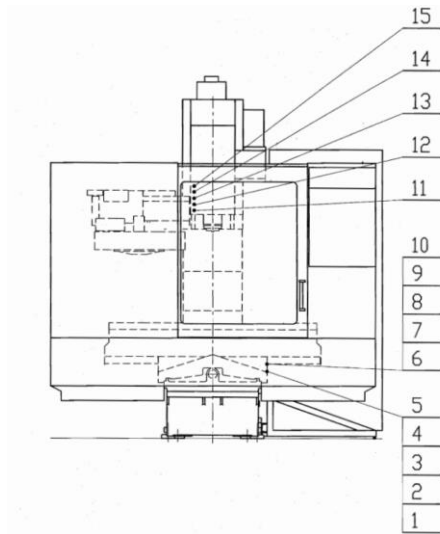
- kinematika stroje – důležitá oblast pro bezpečné obrábění speciálně při vícesém obrábění. Pomáhá sledovat pohyb nástroje při rotačních pohybech a náklonech.
- pneumatická schémata – u CNC strojů se používá stlačený vzduch jako pracovní medium. Stlačený vzduch zajišťuje – pojezd nástrojů zásobníku k vřetení, čištění dutiny vřetene, uvolnění nástroje upnutého ve vřetenu, ofukování pravítek odměřování.

- lože s křížovým stolem – uložení saní a kuličkových šroubů, mazání matic, uchycení odměřovacích pravítek.
- stojan stroje s kryty – konstrukce stojanu, uchycení stojanu na lože, upevnění lišt lineárního vedení.
- vřeteník – pohon vřeteníku s aretací vřetene, upínání nástrojů do vřetene.
- zásobník nástrojů – kapacita nástrojů, který pojme zásobník nástrojů, způsob kódování nástrojů.
- chlazení nástrojů – stroje mohou mít vysokotlaké chlazení nástrojů přes střed vřetene, nebo nízkotlaké chlazení, pomocí rozvodů až k vřetení.

#### 11.1.1 Mazání stroje

- mazání stroje je třeba věnovat velkou pozornost a je nutné, aby všechna místa byla řádně mazána, aby nedošlo k zmenšení přesnosti a výkonu stroje
- dodržujte předepsaný mazací tuk
- nepoužívat náhrady mazacích tuků
- dodržovat mazací lhůty
- mazací místa – lineární vedení v osách a jejich kuličkové šrouby, ložiska vřeteníku, pojezd zásobníku a ložiska elektropohonů

Řídící systém po uplynutí intervalu mazání informuje obsluhu o doplnění maziva.



Obr. 100: Schéma mazacích míst u MCV 500

#### 11.1.2 Preventivní údržba

Preventivní údržbou a ošetřováním stroje se zvyšuje jeho životnost a předchází se tím závadám.

- denně čistit stroj od třísek a nečistot, nepoužívat k čištění stlačený vzduch
- dbát zásad mazání
- kontrolovat teleskopické kryty vedení, nebo kryt stojanu.
- čistit síta chlazení

Všeobecné zásady uvedení stroje do provozu a zásady ukončení činnosti po skončení práce:

- dodržování pokynů návodu o obsluze stroje a dodržení BP, musíme respektovat pokyny příslušných kapitol návodu o stroji
- prohlédnout a zkontrolovat stav stroje, kontrola nouzových tlačítek a nastavit požadovaný tlak stlačeného vzduchu
- kontrola nástrojů v zásobníku nástrojů
- aktivace řídicího systému a příprava stroje pro výrobní činnost
- obráběná součást bude vždy správně upnutá a průřez třísky bude přizpůsoben způsobu upnutí
- po ukončení práce stroj bude dokonale očištěn a ošetřen, odpojen hlavním vypínačem na stroji od elektrické energie a stlačeného vzduchu

### 11.1.3 Údržba nástrojů, nářadí a přípravků

Je třeba zdůraznit že bezporuchovost, životnost a udržitelnost nástrojů, nářadí a přípravků patří mezi základní znaky kvality ve výrobě a ovlivňují náklady při samotné výrobě.

U nástrojů, nářadí a přípravků se zaměřujeme na:

- kontrolu hlavního a vedlejšího ostří břitové destičky nebo nástroje
- kontrolu lůžka břitové destičky
- kontrola momentových klíčů a upínacích zařízení a různých upínacích elementů
- čistota, konzervování a uskladnění nástrojů, nářadí a upínacích přípravků

## 11.2 Řezné kapaliny

Řezná kapalina přesněji označovaná jako procesní kapalina je chladicí a mazací prostředek pro obrábění zejména kovů. Odvádí teplo z řezu, snižuje tření, odplavuje třísky a slouží ke zvýšení trvanlivosti nástrojů a ke zlepšení jakosti obráběného povrchu.

V řezném prostředí se setkáváme s jedním největších problémů, a to je teplo. Vlivem tření nástroje o obrobek a za působení řezných sil, vznikají v obráběcím prostředí vysoké teploty.

Je nezbytně nutné, aby do kritického místa byla neustále přiváděna chladicí kapalina v potřebné koncentraci. Další důležitou vlastností chladicí kapaliny je mazání.

Z této problematiky vyplývá, že chladicí kapalina má několik úkolů:

- mazáním snížit tření
- chlazením odvádět teplo
- zajistit vyplavování a odvod třísel z místa řezu
- zvyšovat trvanlivost nástroje a zlepšovat kvalitu povrchu součásti
- zamezit vzniku nárůstku a zhoršení řezné geometrie nástroje

Řezné kapalin kapaliny dělíme do dvou hlavních skupin:

- řezné oleje
- emulze

### 11.2.1 Řezné oleje

Řezné kapaliny, které nejsou smíšeny s vodou a základní složkou jsou rostlinné nebo zvířecí tuky a lze je rozdělit do těchto skupin:

- minerální oleje
- mastné oleje
- oleje na bázi minerálních a mastných olejů
- oleje s vysokotlakými přísadami

### 11.2.2 Olejové emulze

Dodávají se v koncentrovaném stavu a záleží na uživateli, kde konkrétně kapalinu použije. Koncentrát se promíchává s vodou a tento koncentrát může obsahovat přísady, které zlepšují její kvalitu.

- emulgátory, prostředky na zvýšenou ochranu proti korozi
- prostředky k zamezení množení bakterií
- látky pro zlepšení mazacích schopností
- vysokotlaké přísady

### 11.2.3 Volba řezné kapaliny

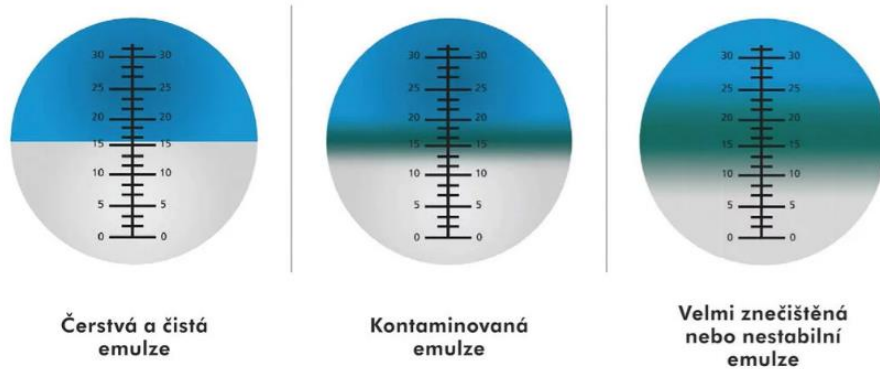
Volba řezné kapaliny závisí na druhu obrábění, materiálu obrobku, materiálu nástroje a na parametrech obrábění. Důležitý je také tlak, pod kterým se řezná kapalina dostává k ostří. Vedle chlazení a mazání ostří přispívá k odplavování třísek (z otvoru, z drážky).

Volba řezné kapaliny		Přísady řezných kapalin	
Druh kapaliny	Použití	Přísada	Účel, účinky
<b>Emulze</b> Chladicí účinky převažují nad mazacími účinky	při vysokých řezných teplotách při soustružení, frézování, vrtání pro lehce obrobitelné materiály	emulgátor	Umožňuje smísení vody s olejem
		antikorozní ochranný prostředek	Zabraňuje korozi nástroje, obrobku i stroje vlivem vody v kapalině
<b>Řezné oleje</b> Mazací účinky převažují nad chladicími účinky	při menších řezných rychlostech pro vytvoření kvalitního povrchu pro těžko obrobitelné materiály	konzervační látka (biocid)	Ničí plísně a bakterie, které napadají emulgátor
		vysokotlaké přísady	Zabraňují spékání nástroje s obrobkem

### Koncentrace

Pro dlouhodobou stabilitu emulze je správná koncentrace. Její hodnota nám říká, zda je přítomno dostatečné množství stabilizátorů, pH faktor řezné kapaliny a dalších složek kapaliny. Udržujte koncentraci emulze minimálně na hodnotě 5 % - 8 %. Tato kontrola se provádí pomocí refraktometru.





Obr. 101: Měření koncentrace pomocí refraktometru

Postup měření koncentrace emulze:

- kalibrace refraktometr vodou: Je-li na hranolu čistá voda, přístroj musí ukazovat hodnotu 0
- naneste kapku emulze na optický hranol refraktometru a přiklopte krytku hranolu
- při pohledu do okuláru přístroje proti světlu odečtěte hodnotu koncentrace podle polohy rozhraní mezi osvětlenou a neosvětlenou částí stupnice
- odečtenou hodnotu případně vynásobte příslušným korekčním koeficientem, který pro danou kapalinu uvádí její výrobce
- zaznamenejte výslednou hodnotu do monitorovacího listu
- opláchněte a vyčistěte refraktometr



Obr. 102: Refraktometr

Bezpečnostní opatření a nakládání s řeznými kapalinami:

- při nakládání s řeznými kapalinami je třeba dodržovat bezpečnostní opatření, zabraňující škodlivým vlivům na zdraví a životní prostředí
- koncentrace řezné emulze musí být pravidelně kontrolována, aby byly zajištěny požadované účinky
- emulze vysušuje pokožku (odmašťuje ji díky emulgátorům) a biocidy obsažené v konzervačních přísadách mohou vyvolat alergickou reakci. Proto je třeba se vyvarovat dlouhodobému styku s řeznou emulzí, dodržovat hygienu a preventivně používat ochranný krém na ruce.
- řezné kapaliny představují zvláštní odpad a nakládání s těmito odpady a jejich likvidace se řídí speciálními předpisy

## POUŽITÁ LITERATURA

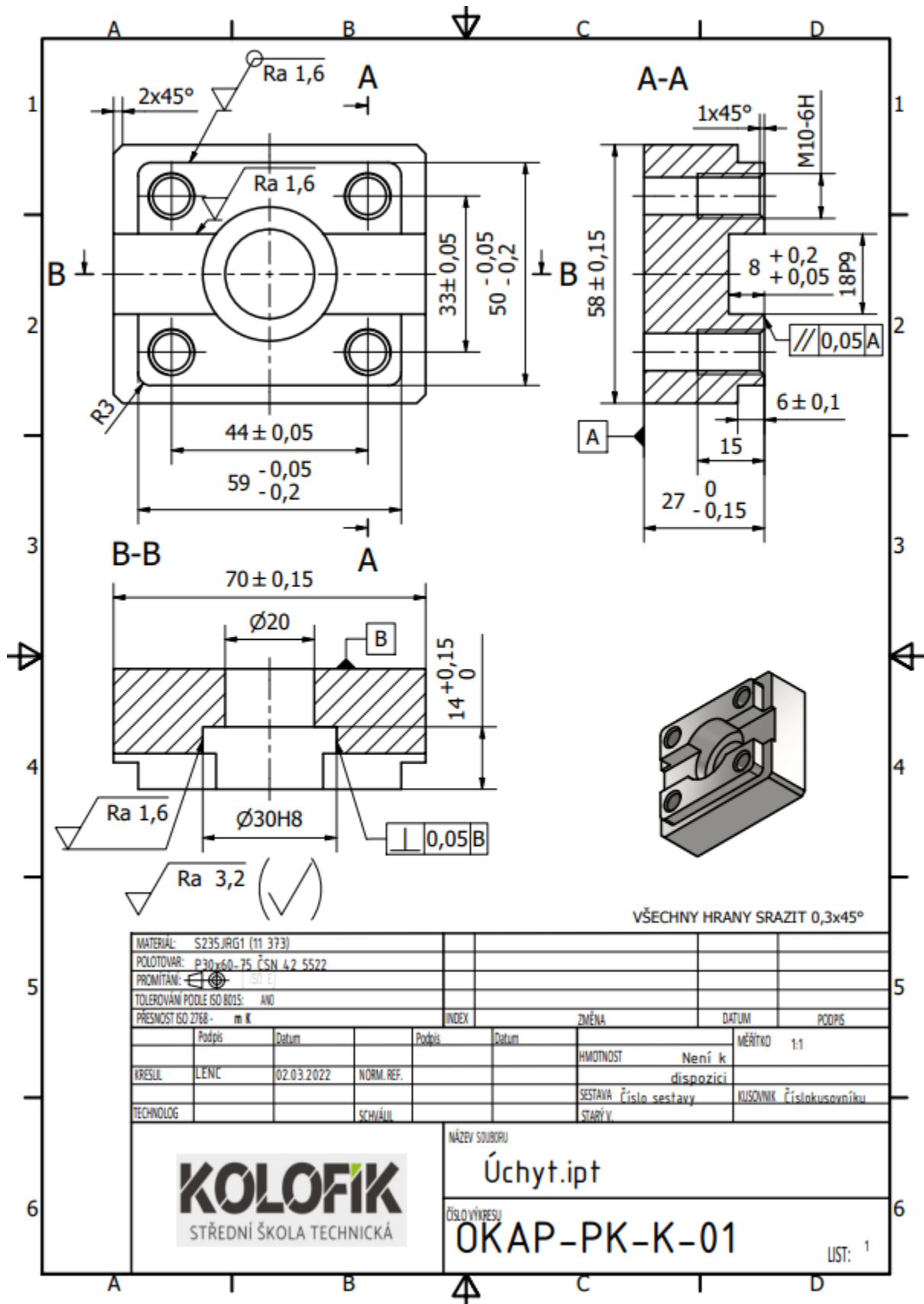
- [1] KLETEČKA, Jaroslav a Petr FOŘT. *Technické kreslení*. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0498-2.
- [2] LEINVEBER, Jan, Jaroslav ŘASA a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky*. 3., dopl. vyd., dot. Praha: Scientia, 1999. ISBN 80-7183-164-6.
- [3] Interní materiál Střední školy technické Opava. Studijní materiál: *Vzdělávací program Metrologie a počítačová podpora měření*. Vytvořeno v rámci projektu *Vzdělávací program Metrologie a počítačová podpora měření*, reg. č.: CZ.1.07/1.1.07/11.0054
- [4] Výukové programy: *Technická normalizace. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: Technická normalizace* [online]. Praha, 2022 [cit. 2022-02-17]. Dostupné z: <http://www.old.unmz.cz/urad/technicka-normalizace-r881>

## INTERNETOVÉ ZDROJE

- [1] *Rešerže nástrojových upínacích rozhraní frézovacích strojů* [online]. Brno, 2013 [cit. 2022-12-08]. Dostupné z: [https://www.vut.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=64409](https://www.vut.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=64409). Bakalářská práce. Vysoké učení technické Brno. Vedoucí práce Ing. JAN PAVLÍK, Ph.D.
- [2] *Návod k obsluze pro obráběcí centrum MCV 500* [online]. Kovosvit Sezimovo Ústí, 214 [cit. 2022-12-08]. Dostupné z: <https://stachura.cz//novy/data/MCV750.pdf>
- [3] Sonda OMP40-2 s optickým přenosem signálu. *RENISHAW: Publikace pro uživatele sondy OMP40-2* [online]. Brno, 2016, 2016 [cit. 2022-12-08]. Dostupné z: [www.renishaw.cz](http://www.renishaw.cz)
- [4] *MM Průmyslové spektrum: Péče o vodou mísitelné řezné kapaliny* [online]. Praha, 2022 [cit. 2022-12-08]. Dostupné z: <https://www.citacepro.com/dok/LDZNR5lgGgRqLWfG>
- [5] POLÁŠEK, Jaromír. ČÍSLICOVĚ ŘÍZENÉ STROJE. VOŠ, SOŠ A SOU KOPŘIVNICE [online]. Kopřivnice, 2022 [cit. 2022-12-08]. Dostupné z: [http://moodle2.voskop.eu/download/teu/U31\\_Cislicove\\_rizene\\_stroje.pdf](http://moodle2.voskop.eu/download/teu/U31_Cislicove_rizene_stroje.pdf)

PŘÍLOHY

Příloha 1: Výrobní výkres

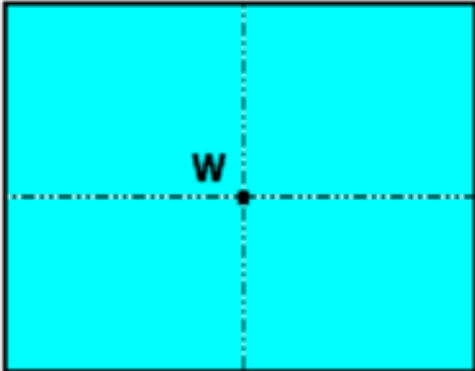


## Příloha 2: Technologický postup – formulář

<b>Technologický postup výroby</b>			
<b>Materiál:</b>		<b>Číslo výkresu:</b>	
<b>Polotovar:</b>		<b>Název součásti:</b>	
<b>Číslo operace</b>	<b>Popis práce</b>	<b>Nářadí, nástroje, měřidla, pomůcky</b>	<b>Bezpečnost práce</b>

Příloha 3: Seřizovací a nástrojový list – formulář

## SEŘIZOVACÍ A NÁSTROJOVÝ LIST

Číslo výkresu		 <p style="text-align: center; margin-top: 5px;"><math>X = 0, Y = 0, Z = 0</math></p>
Název součásti		
Název programu		
Materiál		
Programoval		
Datum		
Stroj		
Vyhotovil		

Pozice	Název nástroje	Popis nástroje
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

**Popis seřízení a upnutí**

- proveďte kontrolu ustavení svěrák na 0,02 mm rovnoběžně s osou X
- proveďte nastavení nulového bodu obrobku dle seřizovacího listu

## Příloha 4: Protokol o měření – formulář

<b>PROTOKOL O MĚŘENÍ</b>			
	<b>Střední škola technická, Opava, Kolofíkovo nábřeží 51, příspěvková organizace</b>		<b>Číslo protokolu:</b>
Datum přijetí:		Datum měření:	
Název součásti:			
Číslo výkresové dokumentace:			
Jmenovitý rozměr:			
Použitá měřidla (název, evidenční číslo):			
Podmínky měření:	Teplota	Vlhkost	Atmosférický tlak
Výsledek měření:			
Měření provedl:	Datum:		Podpis:

<b>TABULKA NAMĚŘENÝCH HODNOT</b>			
Číslo kóty:	Hodnoty délkových rozměrů uvedeny v [mm], hodnoty úhlových rozměrů ve [°]		Vyhovuje výkresové dokumentaci číslo:
	Jmenovitý rozměr: (rozměr dle výkresu)	Naměřený rozměr:	
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			
16.			
17.			
18.			
19.			
20.			
Poznámky:			