

Obecný úvod do problematiky CNC programování



Část první

Název programu: Operační program Vzdělávání pro konkurenceschopnost

Název projektu: Inovace v rozvoji kompetencí žáků dle potřeb trhu práce

Registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.1.01/02.0084

Zadavatel: Středisko praktického vyučování PBS Velká Bíteš, Vlkovská 279, Velká Bíteš



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obsah

1. Úvod do problematiky NC a CNC strojů.....	5
1.1 Vývoj číslicově řízených strojů.....	5
1.2 NC a CNC řízení obráběcích strojů	7
1.3 Rozdělení číslicově řízených strojů na dvě hlavní skupiny	7
2. Souřadné systémy u číslicově řízených strojů.....	12
2.1 Kartézský souřadný systém číslicově řízených obráběcích strojů	12
2.2 Polární souřadný systém	13
2.3 Základní pravidla pro orientaci os v prostoru u obráběcích strojů	14
3. Druhy řízení dráhy číslicových systémů.....	15
3.1 Řídicí systémy s přetržitým řízením	15
3.2 Řídicí systémy se souvislým řízením.....	16
4. Vztažné body u CNC strojů.....	18
5. CNC Program	20
5.1 Stavba CNC programu	20
5.2 Význam nejpoužívanějších adres	22
5.3 Postup tvorby programu.....	23
6. Vybrané G - funkce a M- funkce	24
6.1 Způsoby programování	24
6.1.1 Absolutní programování – G90.....	24
6.1.2 Inkrementální (přírůstkové) programování – G91	25

6.2	Přípravné funkce (G- funkce)	27
	G00 – Rychloposuv	28
	G01 – Lineární interpolace (pohyb po přímce)	29
	G02 – Kruhová interpolace ve směru hodinových ručiček	30
	G03 – Kruhová interpolace proti směru hodinových ručiček	31
	G17, G18, G19 – Volba pracovní roviny	32
	G40, G41, G42 – Korekce rádiusu břitu ve směru pohybu	33
	G54 – G57 - Absolutní posunutí nulového bodu	36
	G92 – Omezení otáček stroje	37
	G94 – Posuv v milimetrech za minutu [min^{-1}]	37
	G95 – Posuv v milimetrech za jednu otáčku [mm]	37
	G96 – Zapnutí konstantní řezné rychlosti $v_c = \text{konst.}$ [$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$]	38
	G97 – Vypnutí konstantní řezné rychlosti $n = \text{konst.}$ [mm]	38
6.3	Pomocné funkce (M- funkce)	39
	M00 – Programové zastavení	39
	M03 – spuštění otáček vřetena ve smyslu hodinových ručiček (CW)	40
	M04 – spuštění otáček vřetena proti smyslu hodinových ručiček (CCW)	40
	M05 – Zastavení otáček vřetena	40
	M06 – Výměna nástroje	41
	M08 – Zapnutí chlazení (chladicí kapaliny)	41
	M09 – Vypnutí chlazení (chladicí kapaliny)	41
	M17 – Konec podprogramu	41
	M30 – Konec programu	41
6.4	Pevné cykly	42
	Cyklus G64 – Podélný hrubovací cyklus	43
	Cyklus G68 – Čelní hrubovací cyklus	44
	Cyklus G66 – Zapichovací cyklus	45
	Cyklus G81 - Vrtací cyklus	46
	Cyklus G73 - Vrtací cyklus pro hluboké vrtání	47
	Cyklus G83 - Vrtací cyklus pro hluboké vrtání s výplachem	48
	Cyklus G85 – Vyhrubovací - vystružovací cyklus	49
	Cyklus G78 – Závitový cyklus s vertikálním přísuvem	50
	Cyklus G79 – Závitový cyklus s bočním přísuvem	50
7.	Příklady ISO programování:	52
8.	Základní pojmy	71
	Bibliografie	74



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

1. Úvod do problematiky NC a CNC strojů

Co je to NC nebo CNC stroj? Základní otázka která musí být zodpovězena. Tyto zkratky, které jsou hojně využívány při označování obráběcích a jiných strojů, pocházejí z anglických slov:

NC stroj – Numerical Control (číslicově řízený stroj),

CNC stroj – Computerized Numerical Control (počítačem řízený NC stroj).

Mezi další výrazy vyskytující se ve spojitosti s obráběním lze zařadit:

DNC – Distributed Numerical Control (centrální počítačové řízení NC strojů),

CAD – Computer Aided Design (počítačová podpora konstrukce),

CAM – Computer Aided Manufacturing (počítačová podpora výroby),

CAD/CAM – počítačový systém s integrovanou podporou konstrukce a výroby součástky.

Jednotlivé zkratky jsou v rámci této publikace vysvětleny na základní úrovni, aby si studenti Střední odborné školy Jana Tiraye dokázali udělat celkový obrázek o CNC technice jako takové. Stěžejním bodem této publikace je samotné programování CNC strojů nad rámec běžné výuky (vytváření nových programů, jejich úprava, využívání programových cyklů, správa a korekce nástrojů, aj.)

1.1 Vývoj číslicově řízených strojů

V průběhu dvacátého století došlo vlivem světových válek a soupeření o vesmír k velkému rozvoji průmyslu. Byla snaha nahradit manuální práci člověka strojem a tím zefektivnit výrobu, neboli urychlit, zlevnit a automatizovat výrobní proces.

Počátkem 50. let 20. století byly v Americe vyvinuty první numericky řízené stroje tzv. NC stroje. Jednalo se o klasický stroj vybavený jednoduchým řídicím systémem s elektronkovými obvody (obvody s vakuovými lampami), který zpracoval vložené informace do čtecího zařízení, převedl a následně odeslal informace k vykonání do místa požadovaného příkazem. Nejčastějším nositelem informací v této době byl děrný štítek či páska.

Vývoj automatizovaných systémů byl urychlen na počátku 70. let s rozvojem elektrotechniky, kdy začaly vznikat první NC systémy na bázi základních integrovaných obvodů.

Za velmi důležité časové období pro CNC techniku, počítačově číslicově řízené stroje, je možno považovat průběh 80. a 90. let, během kterých došlo k výraznému prosazení soustružnických i frézovacích center v technologii třískového obrábění. Stroje začaly být vybavovány jednoduchými zásobníky nástrojů, podavači obrobků, senzory pro sledování pohonů a mechanismů. Představa o strojích byla jasná a reálná, vyvinout stroj, na kterém je možno pružně měnit výrobu s minimálním zásahem člověka v co možná nejkratším čase.

Dnešní CNC stroje jsou konstrukčně podobné svým předchůdcům, avšak liší se technologickými možnostmi a parametry. Odlišnosti a zdokonalení jsou viditelné v oblasti: výměny nástrojů (využívají se velkokapacitní zásobníky s takřka neomezeným počtem nástrojů ve stovkách), mezioperační dopravy obrobků, třískového hospodářství, přesnosti výroby (0,001mm) a kontroly, pružnosti výroby, opakovatelnosti, výroby složitějších dílců a v neposlední řadě otázky ekologie. Může se zdát, že stroje na počátku 21. století již nepotřebují zdokonalovat, ale to je jen milná představa. Stejně jako se vyvíjí člověk, tak i technologie jím vynalézané se budou měnit a přizpůsobovat jeho životu. V dnešní době se hlavní směr vývoje CNC techniky ubírá k provázanosti externích počítačových stanic s integrovanými CAD/CAM systémy ve strojích, neboli zdokonalováním DNC řízení.

Z historického hlediska lze rozpoznat 4 základní etapy vývoje číslicově řízených strojů, které mohou být označeny jako vývojové generace:

NC stroje 1. vývojové generace

Jedná se o stroje nejjednodušší koncepce založené na konstrukci konvenčních strojů doplněné o číslicově řídicí systém, který umožňuje stavění souřadnic (vrtačky, vyvrtávací stroje) a řízení v pravouhlých souřadnicích. Pro dnešní požadavky strojírenské výroby jsou tyto systémy nevyhovující s ohledem na technologické možnosti stroje, přesnost, spolehlivost a efektivitu procesu.

NC stroje 2. vývojové generace

Stroje jsou již vybaveny servopohony, revolverovými hlavami, zásobníky nástrojů a dovolují řízení v základních pracovních cyklech, během kterých lze využívat více nástrojů. Systémy jsou doplněny o paměť, umožňují souvislé řízení ve dvou osách a editaci programů.

NC stroje 3. vývojové generace

Oproti předchozí generaci jsou schopny souvislého řízení ve třech osách. Dochází ke zvýšení přesnosti, produktivity výroby, množství nástrojů v zásobníku a k využívání senzoru pro sledování pohonů a mechanismů. Jednotlivá zařízení jsou integrována do výrobních celků umožňujících počítačové řízení technologického postupu výroby od vstupu po výstup součástky.

NC stroje 4. vývojové generace

Vyznačují se souvislým řízením ve více než 3 osách a vlastní realizací vědeckých poznatků. Převážně se jedná o typy strojů, u nichž se zavádějí nové metody v konstrukci a využití strojů, umožňují například: laserové seřízení nástroje či rozměrovou kontrolu obrobku, zpracování programu pomocí CAD/CAM systémů s využitím postprocesorů, atd.)

1.2 NC a CNC řízení obráběcích strojů

Číslicově řízené stroje lze obecně charakterizovat jako zařízení, u kterého jsou všechny pracovní funkce prováděny výhradně řídicím systémem stroje pomocí programu. Vlastní program obsahuje informace potřebné k obrobení součásti, které jsou zapsány pomocí alfanumerických znaků a seřazeny v logických posloupnostech nazývané bloky či věty. Jednotlivé věty programu jsou ve zvoleném kódu zaznamenány na nosič informací (děrná páska, disketa, flash disk, hard disk) a přeneseny do čtecího zařízení stroje. Zde jsou převedeny do impulsů elektrického proudu nebo jiných výstupních signálů, které aktivují servopohony a ostatní zařízení potřebné pro řádný chod stroje. Na rozdíl od řízení konvenčního stroje není NC stroj ovlivňován obsluhou stroje. Chod numericky řízeného stroje je automatický a zasahování obsluhy do procesu výroby je omezeno na minimum, což se projevuje kladně v čase i jakosti výroby. Zavedením NC řízení se dosáhlo vyšší efektivity obráběcího stroje nejen u kusové a malosériové výroby, kde dochází k častému střídání tvarově i rozměrově rozdílných obrobků, ale také v sériové výrobě, kde jednou vypracovaný program zaznamenaný na nositeli informací je možno kdykoliv znovu využít.

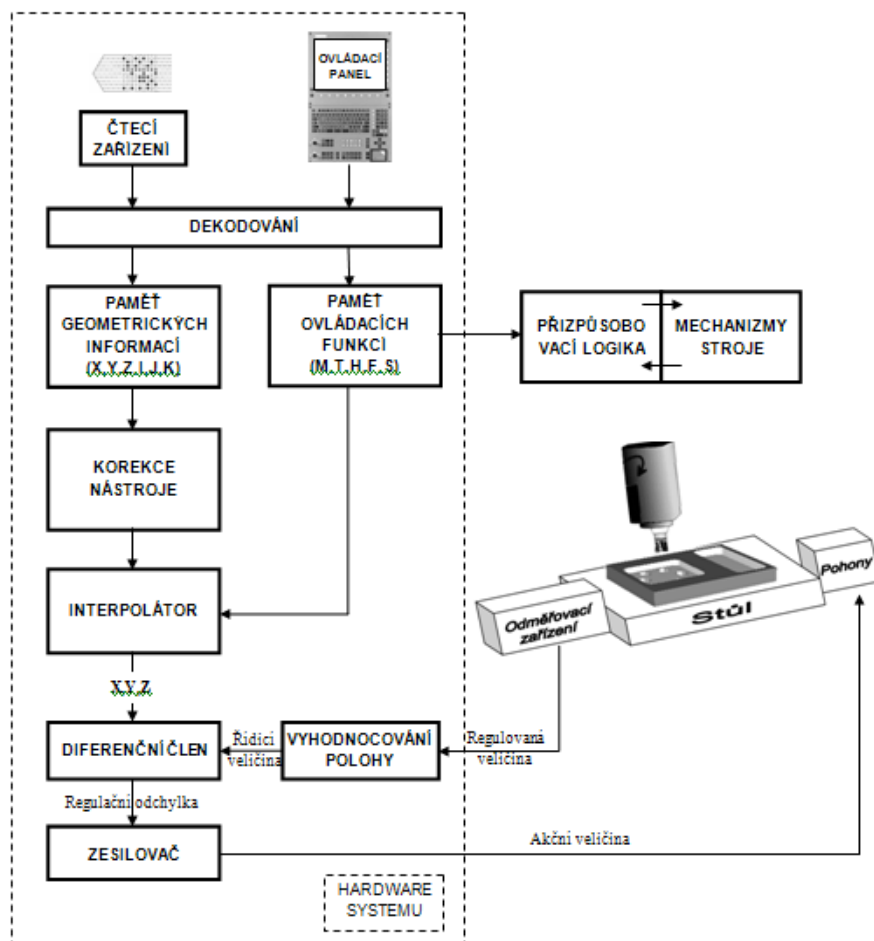
1.3 Rozdělení číslicově řízených strojů na dvě hlavní skupiny

A) NC řízení obráběcích strojů

Tato zařízení jsou v dnešní době zastíněna CNC stroji. Pro svou morální a technickou zastaralost již nejsou vyráběna a využívají se jen na méně náročné operace.

Řízení stroje probíhá pomocí programu zaznamenaného nejčastěji na děrné pásce, která je vložena do čtecího zařízení (čtečka) viz obrázek. Do paměti systému, se načítá jen jedna věta (jeden řádek na děrné pásce), která se vykoná. Po provedení aktuální věty, se načítá nová a stávající obsah paměti se přemaže (systém je schopen si zapamatovat jen jednu větu). Po dokončení celého programu musí být děrná páska převinuta na začátek, aby mohl program být znovu spuštěn. Pružnost výroby je narušena i změnou v samotném programu. Pokud je potřeba provést úpravu v programu, musí být celá páska vyděrována znovu. Těmito operacemi dochází k velkým prostojům a čas na výrobu se prodlužuje.

Mezi podstatné nevýhody NC systémů lze zařadit: nemožnost využívání podprogramů, parametrů a složitějších cyklů.



Blokové schéma NC řídicího systému

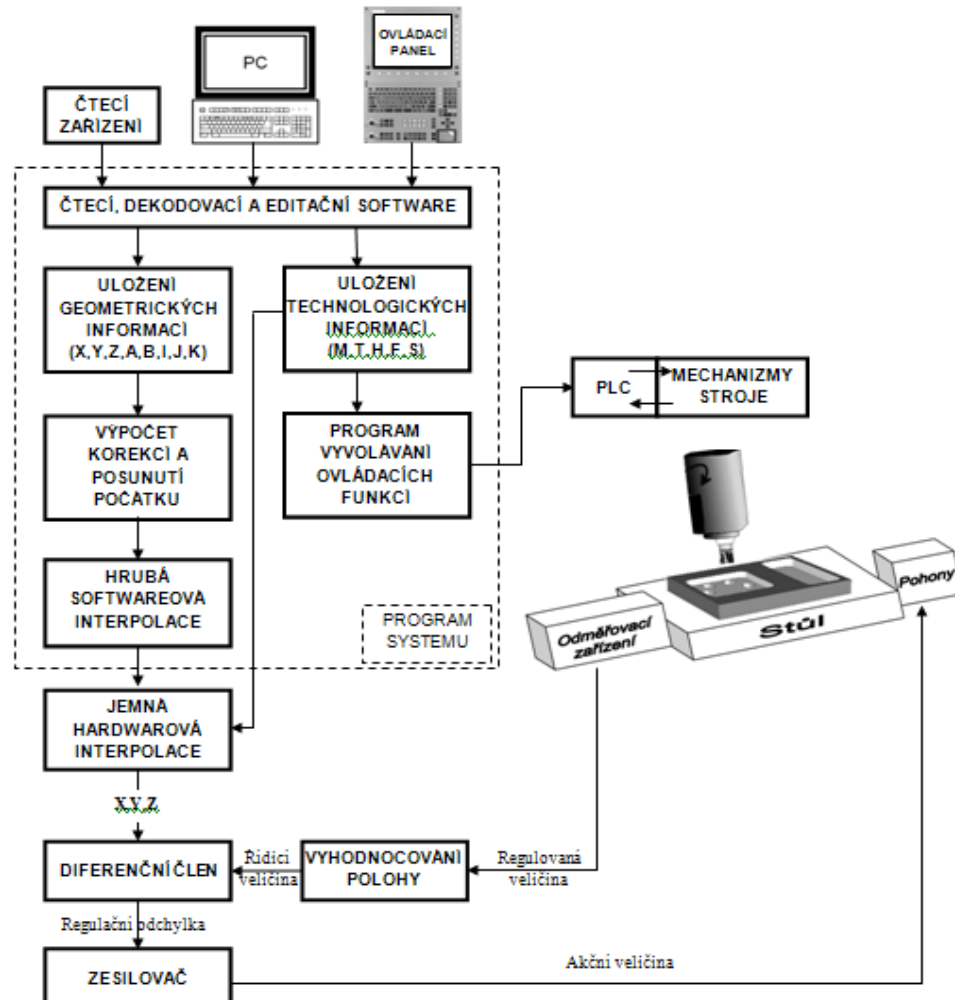
B) CNC řízení obráběcích strojů

Jedná se o systém, kde řízení stroje přebírá řídicí počítač. Systém stroje načte celý program do paměti ze záznamového média (disketa, flash disk) nebo pomocí LAN sítě (propojení s počítačem mimo stroj), ze které si může program kdykoliv vyvolat a spustit. Na rozdíl od NC strojů je interpolátor softwarovou záležitostí nikoliv hardwarovou. To nám umožňuje následně měnit vlastnosti řídicího systému a doplňovat o různé funkce, aniž by bylo nutno zasahovat do hardwarové struktury zařízení. Ke generování dráhy nástroje či obrobku je možné využít přímého matematického popisu tvaru dráhy programem. Tedy je možné generovat křivky jako např. paraboly, hyperboly, cykloidy, křivky vyšších řádů (tzv. spline) a provádět kruhovou interpolaci v prostoru s možností využití dalších os.

Výhody CNC řídicích systémů:

- snadná editace programu,
- možnost větvení programu,
- práce s podprogramy, cykly a parametry,
- využití grafické simulace k testu programu,
- využití diagnostiky,
- zpracování programů vytvořených CAD/CAM systémech,
- výroba velmi složitých součástí,
- produktivnější a hospodárnější výroba,
- zvýšení přesnosti a přizpůsobivosti výroby,
- menší nároky na kontrolu,
- nižší zmetkovitost,
- automatická výměna nástrojů,
- možnost vícestrojové obsluhy (na jednoho pracovníka více strojů),
- úspora výrobních a skladových ploch,
- zvýšení úrovně řídicí práce.

Blokové schéma CNC obráběcího stroje



Blokové schéma CNC řídicího systému

Počítač – jedná se o průmyslový počítač osazený řídicím systémem (softwaru) CNC stroje.

Čtecí zařízení – jedná se o rozhraní sloužící k přenesení/nahrání programu (USB port, LAN).

Ovládací panel – umožňuje provádět potřebné příkazy nutné k ruční obsluze, seřízení a programování CNC stroje.

Dekódovací člen – má za úkol přeměnit signál v číslicovém kódu na hodnoty vstupních signálů pro řídicí prvky pohonů. Obsahuje kontrolní obvody pro kontrolu správnosti čtecích znaků.

Program – soubor informací sestavený v určité posloupnosti, pomocí kterého je řízen celý řezný proces výroby součástí.

Interpolátor – vypočítává skutečnou dráhu nástroje, která je závislá na geometrii, délkových a rádiusových korekcích nástroje a tvaru obráběné plochy. Neboli generuje do každé souřadné osy okamžitou žádanou polohu nástroje, obvykle vysílá přírůstky (inkreментy) dráhy. Jeden inkrement zpravidla bývá **1 μm (0,001 mm)**.

PLC část – je tvořena samostatným výkonným počítačem obsahující 64binárních vstupů/výstupů. PLC část přímo řídí krokové servopohony. Zpracovává signál z dotykové sondy či z ručního kolečka a ovládacího panelu.

Odměrovací zařízení – na číslicově řízených obráběcích strojích slouží k odměrování dráhy vykonané nástrojem, do značné míry ovlivňuje přesnost obráběcího stroje. U CNC obráběcích strojů se používají číslicové (impulsní) odměrovací systémy.

Pohony os – bývají v systémech řešeny krokovými motory se zpětnou vazbou.

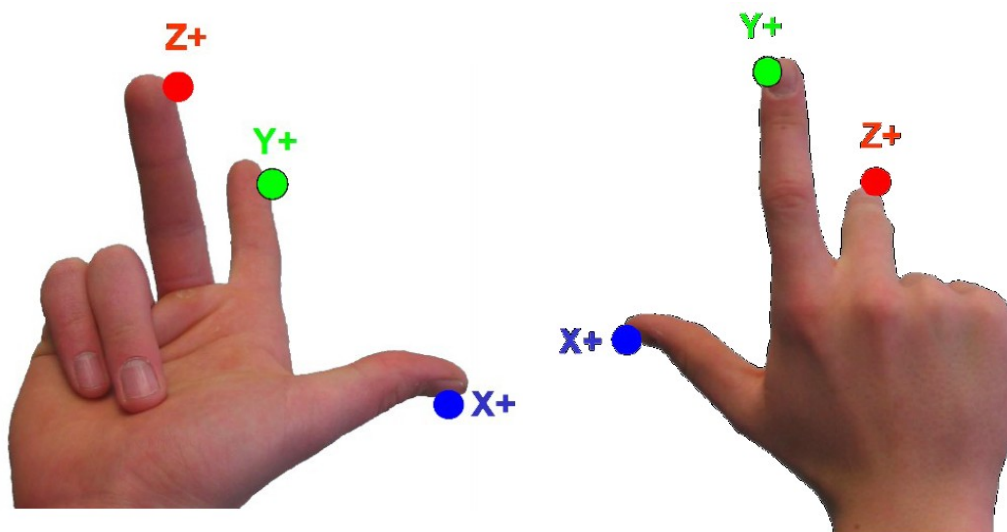
Pohon vřetene – je většinou realizován asynchronním třífázovým elektromotorem řízeným frekvenčním měničem napojeným přímo na PLC část.

2. Souřadné systémy u číslicově řízených strojů

Souřadné systémy slouží k orientaci nástroje či obrobku v prostoru. Pomocí souřadného systému se navádí nástroj (obrobek) do požadovaného bodu v prostoru. Jednoznačné určení souřadných os v pracovním prostoru stroje je nedílnou součástí číslicového řízení. Pro jednodušší programování CNC strojů byla zavedena pravidla pro souřadné systémy a označování os u obráběcích strojů.

2.1 Kartézský souřadný systém číslicově řízených obráběcích strojů

Základním souřadným systémem využívaným na většině CNC strojů je tzv. **Pravouhlá pravotočivá souřadná soustava** (Kartézský souřadný systém, systém pravé ruky). Jako pomůcka pro správnou orientaci v prostoru a představitivost slouží tzv. pravidlo pravé ruky.



Vertikální (svislý) obráběcí stroj

Horizontální (vodorovný) obráběcí stroj

Pravouhlá pravotočivá souřadná soustava (Kartézský souřadný systém)

Pravidlo pravé ruky:

Natáhněte ruku (dlaní nahoru) a všechny prsty, palec kolmo k ostatním. Malíček s prsteníčkem ohněte zpět do dlaně (nejsou potřeba), prostředník ohnete kolmo ke dlaní. Palec, ukazováček a prostředník tvoří pravouhlou pravotočivou souřadnou soustavu. Palec ukazuje směrem kladné osy X, ukazováček směrem kladné osy Y a prostředník směrem kladné osy Z pro vertikální obráběcí stroj. U horizontálních strojů je souřadný systém pootočen tak, aby osa vřetene splývala s osou Z viz obrázek.

2.2 Polární souřadný systém

U většiny CNC strojů je využíván k programování pravoúhlý souřadný systém, ale v mnohých případech se používá tzv. polární souřadný systém. Jedná se o určování polohy nástroje (obrobku) pomocí:

- pólu (výchozí bod),
- poloměru (rádius),
- úhlu natočení.



Například u obrobků s kruhovými oblouky, otvory na roztečné kružnici nebo při úhlových údajích zadaných na výkrese.

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

Příklad: souřadnice bodu A:

Polární souřadnice:

Pól = [0,0]

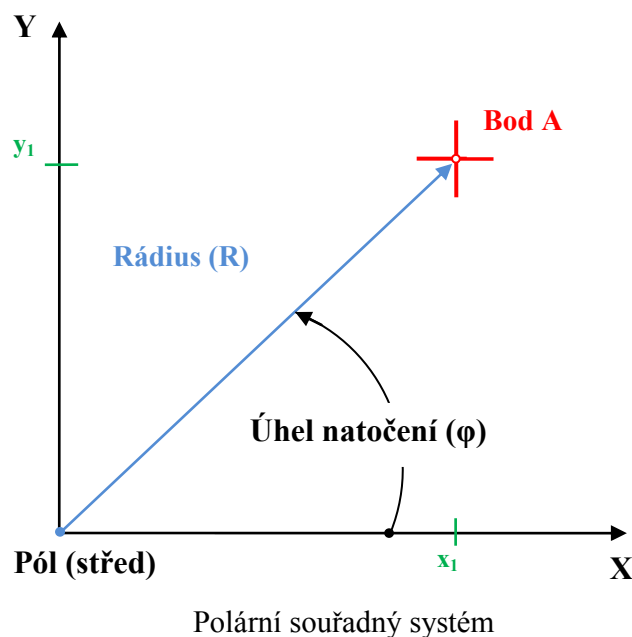
$R = 20 \text{ mm}$,

$\varphi = 45^\circ$

Kartézské souřadnice:

$X_1 = 14,1421 \text{ mm}$

$Y_1 = 14,1421 \text{ mm}$

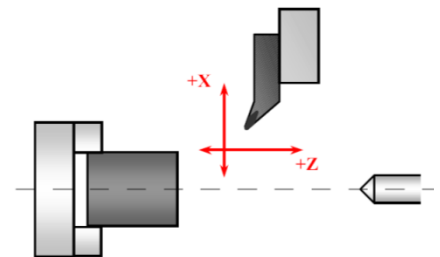


2.3 Základní pravidla pro orientaci os v prostoru u obráběcích strojů

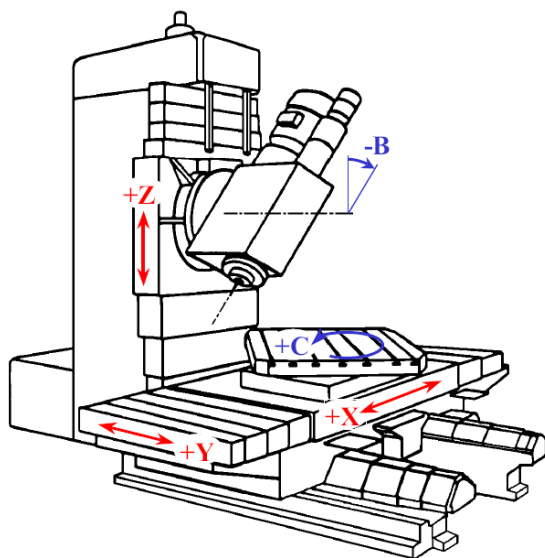
Pro sjednocení pohybů na CNC strojích byla zvolena následující pravidla umístění souřadného systému:

- vychází se od nehybného obrobku,
- vždy musí být definována osa X,
- osa X leží v upínací rovině obrobku nebo je s ní rovnoběžná,
- 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,
- pokud se obrobek pohybuje proti nástroji, označují se takové osy X', Y', a Z'.

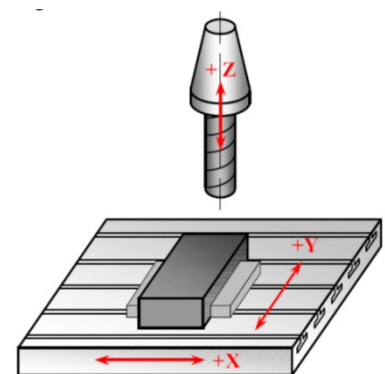
Při dodržování těchto základních pravidel je pro programátora jednoduché vytvářet program na různé druhy CNC strojů. Situování os stroje je stále shodné a zhotovený program může být použit na více strojů s minimem úprav.



a) Soustruh

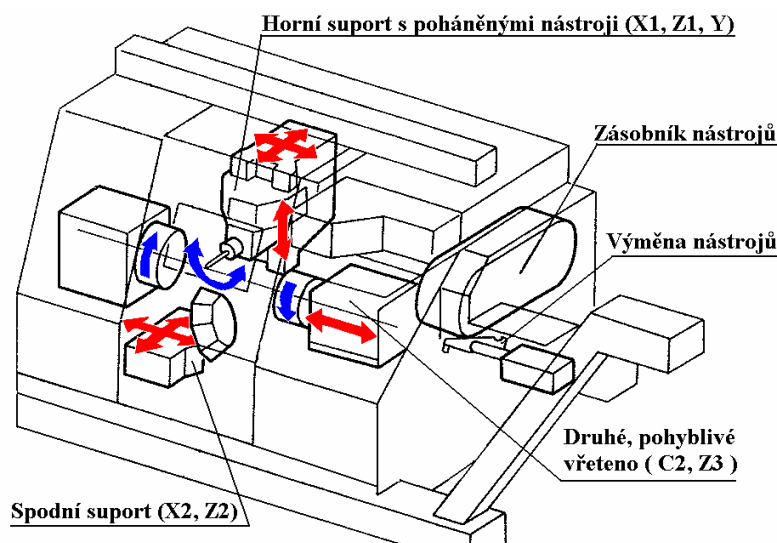


5 osé vertikální frézovací centrum



b) Frézka

Kartézský souřadný systém



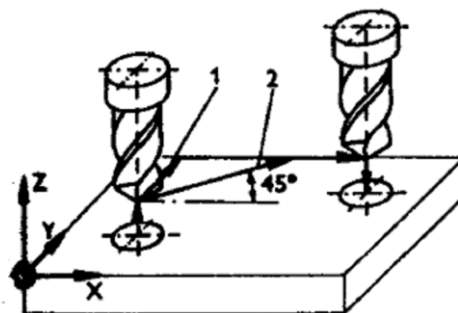
Víceosý soustruh

3. Druhy řízení dráhy číslicových systémů

3.1 Řídicí systémy s přetržitým řízením

Systemy stavění souřadnic

Patří k nejstarším a nejjednodušším systémům řízení, které nemělo lineární a kruhovou interpolaci. Nástroj se pohybuje rychloposuvem na programovaný bod a přitom nezáleží na vykonané dráze. Při pohybu z místa 1 do místa 2 se nástroj nejprve pohybuje do koncové polohy v jedné ose a potom v ose druhé. Nebo druhý způsob, nástroj se z počáteční polohy pohybuje pod úhlem 45° (osy současně) do doby, než dosáhne první osa naprogramované hodnoty, poté se nástroj zastaví v první ose a pohybuje se ve druhé do místa koncového bodu, viz obrázek. Tyto systémy se využívaly pro vrtačky či tvářecí stroje.

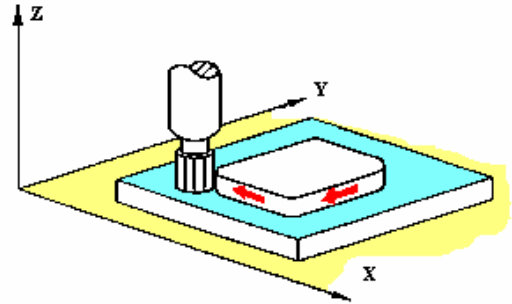


System stavění souřadnic

Pravouhlé řízení

Charakteristické pro pravouhlé řízení je

přestavování nástroje rovnoběžně se souřadnými osami. Nástroj se může v reálném čase pohybovat jen v jedné ose, neboli neumožňují pohyb ve dvou osách zároveň. Lze obrábět plochy na sebe kolmé a soustružit válcové plochy **viz obrázek**.



System pravouhlých souřadnic

3.2 Řídicí systémy se souvislým řízením

Systémy umožňující výpočet korekce a geometrie pohybu nástroje. Rozdělují se podle počtu současně řízených os na:

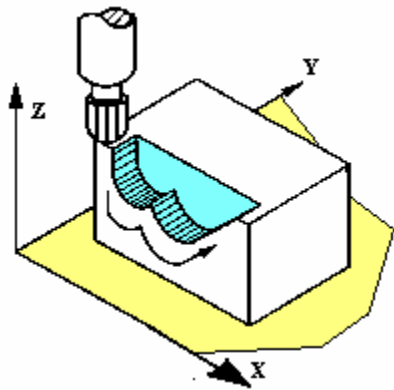
Jednoosé obrábění (1D) – umožňuje pohyb jen v jedné ose. Využívané např. u vrtaček k zhotovení otvoru, pohyb jen v ose Z.

Dvouosé obrábění (2D) – řízení dvou os najednou. Lze se s ním setkat u soustruhů, pohyb ve dvou osách zároveň X-Z

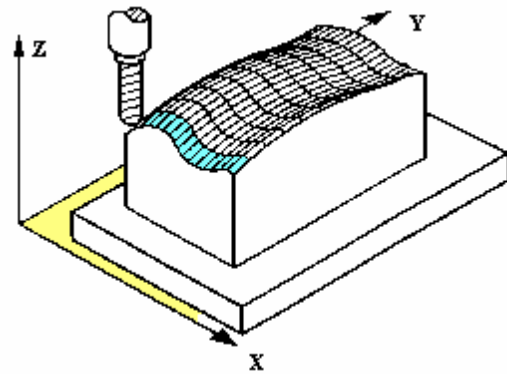
Dvou a půl osé obrábění (2,5D) – hovoříme u frézek, kde lze provádět lineární či kruhovou interpolaci volitelně vždy v jedné rovině X-Y, X-Z nebo Y-Z, **viz obrázek**. Neboli najetím na hloubku řezu (osa Z) a následně obrábět v osách X - Y.

Tříosé obrábění (3D) – jedná se o řízení frézek, které umožňuje obrábět ve třech osách současně X-Y-Z. Činnost interpolátoru je zde nezastupitelná, protože propočítává pohyb nástroje ve dvou osách v závislosti na třetí ose, **viz obrázek**.

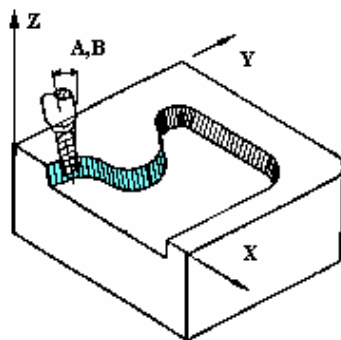
Čtyřosé obrábění (4D) a víceosé obrábění – systémy dovolující obrábění nejen v osách X, Y, Z, ale umožňují dále rotaci kolem zmíněných os, tedy nástroj nebo obrobek může být natočen, naklopen **viz obrázek**



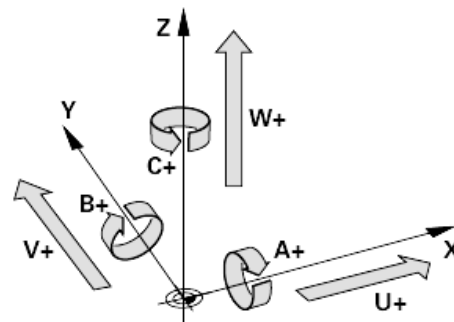
a) 2,5 D



b) 3D



c) 4D

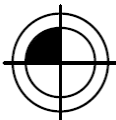

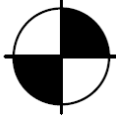
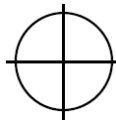

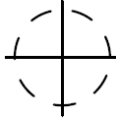


d) ukázka 9osého systému

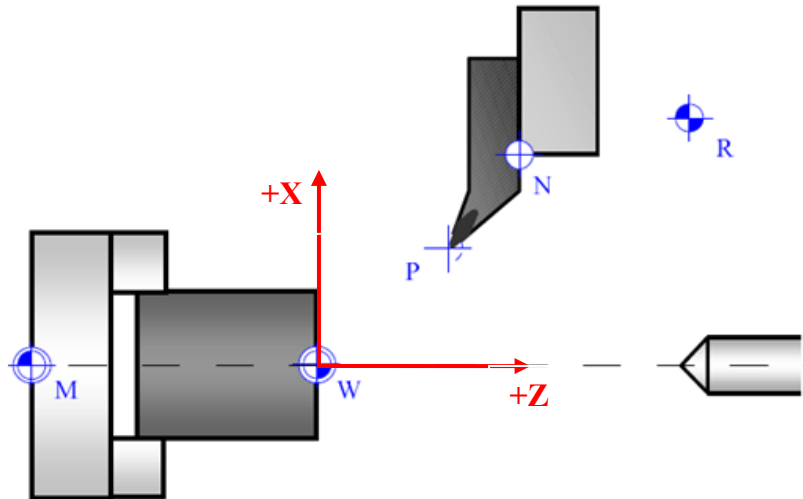
Řídicí systémy se souvislým řízením

4. Vztažné body u CNC strojů

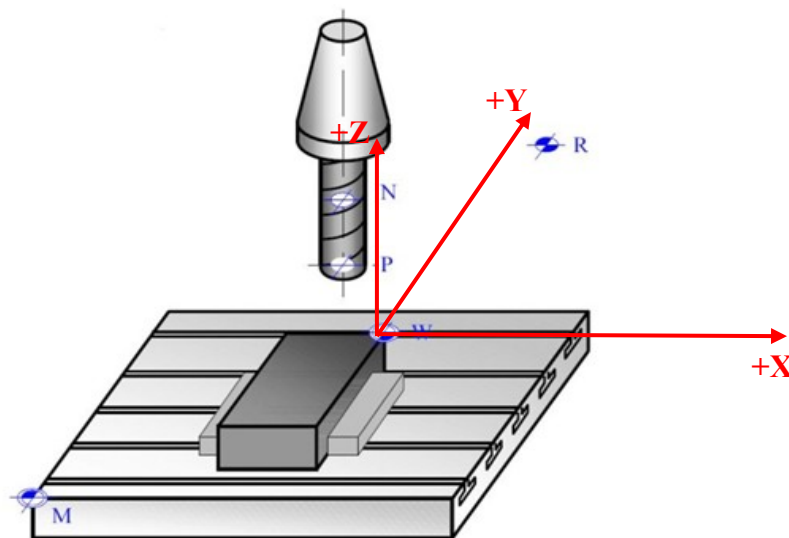
Každý řídicí systém obsahuje body, pomocí kterých se orientuje v prostoru a od kterých odměřuje zadávané souřadnice. Tyto body se nazývají tzv. vztažné body:

Grafická značka	Název a označení		Popis
	M	Nulový bod stroje	Je stanoven výrobcem. Jedná se výchozí počátek souřadného systému. U soustruhů bývá umístěn v ose rotace a u frézek v krajní poloze stolu frézky v rovině X – Z. Nemůže být změněn programátorem.
	W	Nulový bod obrobku	Jeho polohu si programátor volí sám s ohledem na tvar součástky a zvyklosti. Váží se k němu všechny programované souřadnice drah v NC programu. Většinou se nulový bod obrobku u soustružení volí na čelní ploše součástky a u frézování na nejbližší ploše k vřetenu součástky.
	R	Referenční bod	Je dán výrobcem a slouží k nalezení nulového bodu stroje při zapnutí stroje. Při zapnutí stroje se provede tzv. zreferování počátečních nastavení stroje eliminace chyb.
	N	Nulový bod nástrojového držáku stroje	Jedná se o bod, ke kterému se vztahují rozměry všech nástrojů. Je stanoven výrobcem a nelze ho měnit. Při vložení držáku do zásobníku nástrojů je tento bod totožný s nulovým bodem výměny nástroje
	T	Nulový bod výměny nástroje	Tento bod slouží k určení bezpečného místa výměny nástroje. Např.: bezpečné otočení revolverové hlavy v pracovním prostoru stroje, tak aby nedošlo k poškození nástroje, stroje ani obrobku.
	P	Nulový bod nástroje	Charakteristický bod pro dané typy nástrojů. U soustružnického nože se jedná o bod ležící na teoretické špičce nástroje, zatímco u rotačních nástrojů se nachází na čelní ploše v ose rotace nástroje.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Soustruh



Frézka

Vztažné body u CNC strojů

5. CNC 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.

Informace obsažené v programu lze rozdělit na:

Geometrické - popisující dráhy nástroje, které jsou dány rozměry (tvarem) konkrétní obráběné součásti (způsob pohybu nástroje – přímka, kruhový oblouk).

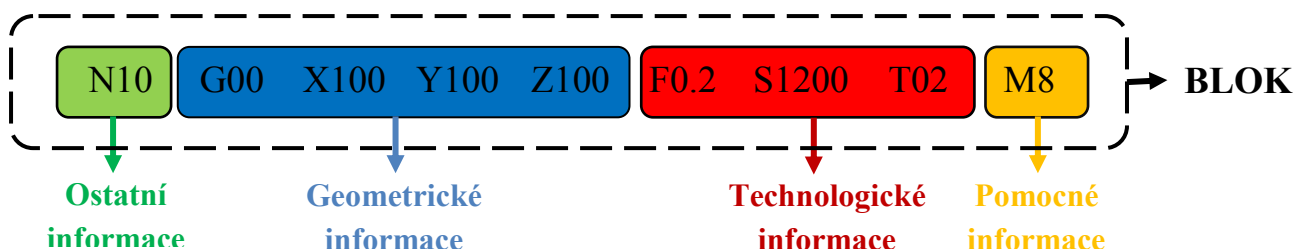
Technologické – určují technologii obrábění s ohledem na optimální řezné podmínky (hodnota řezné rychlosti, posuvu, hloubky řezu)

Pomocné – zahrnují ostatní informace nutné k výrobě součásti (zapnutí nebo vypnutí řezné kapaliny, otáček, konec nebo stop programu,...)

Ostatní – jsou další informace důležité v orientaci v programu (čísla bloků, poznámka...)

5.1 Stavba CNC programu

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





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

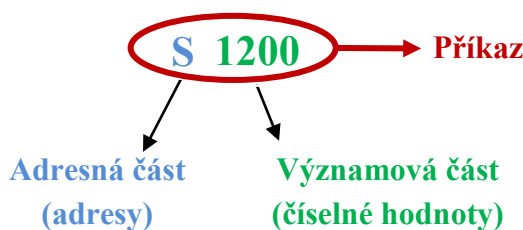


OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

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

Příkazy (slova) v bloku jsou: N10, G00, X100, Y100, Z100, F0.2, S1200, T02, M8



Adresami jsou: N, G, X, Y, Z, F, S, T, M

Významová část: 10, 00, 100, 100, 100, 0.2, 1200, 02, 8

Maximální velikost bloku udává formát bloku, který lze dělit podle délky na:

- a) Formát s konstantní (pevnou) délkou bloku
- b) Formát s proměnnou délkou bloku

U formátu s konstantní (pevnou) délkou bloku má každé slovo přesně stanovenou polohu a to i v případě, že se funkce nevyskytuje nebo se opakuje v předchozím bloku, viz příklad 1.

V případě formátu s proměnnou délkou bloku je možno vynechat slova, která se v bloku nevyskytují nebo se opakují v předchozím bloku, viz příklad 2.

Příklad 1. N10 G00 X20 Y100 Z2 F10
 N20 G00 X25 Y100 Y2 F10

Příklad 2. N10 G00 X20 Y100 Z2 F10
 N20 X25

5.2 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



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

5.3 Postup tvorby programu

- Prostudování technického výkresu a volba technologie obrábění.
- Volba polotovaru a upnutí součásti před programování.
- Zvolit vhodný nástroj a vyplnit seřizovací list pro nástroje.
- Založení programu pod určitým jménem (dle výkresové dokumentace). Název programu bude prvním řádkem NC programu, před kterým bude nejčastěji symbol % nebo velké písmeno P.
- Zadání rozměrů polotovaru, nulového bodu součásti a způsobu programování.
- Volba nástroje s příslušnými řeznými podmínkami.
- Předchozím třem bodům se říká tzv. HLAVIČKA PROGRAMU, ve které jsou zadány základní informace o obráběné součásti.
- Za hlavičkou následuje tzv. TĚLO PROGRAMU, ve kterém jsou zadávány informace o pohybu nástroje dle konkrétního výkresu. Tělo programu lze rozčlenit na:
hlavní programovou část (hlavní program) říká nám JAK a ČÍM – technologie a
vedlejší programovou část (podprogram) popisující KDE – souřadnice.
- Po napsání těla programu následuje blok ukončující celý program tzv. KONEC PROGRAMU. K ukončení programu je možno využít více funkcí, ale nepoužívanější je funkce **M30**.
- Při vytvoření programu následuje fáze tzv. SIMULACE, ve které je možno odhalit hrubé chyby a tím předejít možným komplikacím při uvedení programu do výroby na CNC stroji.
- Vyzkoušený 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 apod.
- Konečným bodem je samotná výroba součásti

6. Použití vybraných přípravných (G- funkcí) a pomocných funkce (M- funkce) dle normy ISO 6983

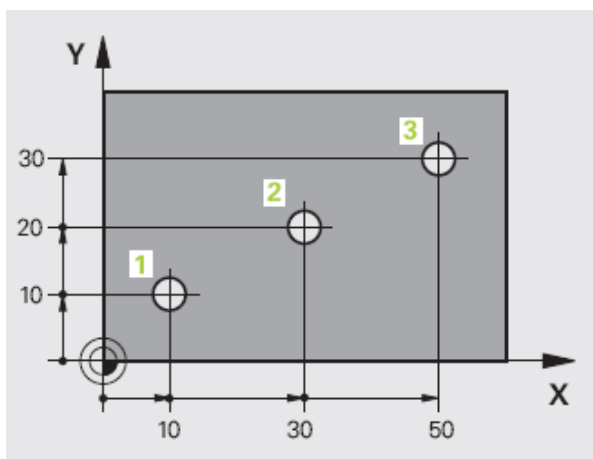
Norma ČSN ISO 6983 rozlišuje funkce v řadě G00 – G99 a M00 – M99 , které jsou závazné. Ovšem některá místa v řadách jsou neobsazena a výrobci těchto míst využívají ke svým programovacím funkcím. Proto se běžně stává, že stejná funkce má více významů (systém od systému). Funkce uvedené v této kapitole jsou však závazné a totožné u všech řídicích systému nezávisle na výrobci tzv. ISO PROGRAMOVÁNÍ

6.1 Způsoby programování

Při tvorbě programu je snaha popsat dráhu nástroje co nejjednodušší způsobem při zachování všech požadavků zadané výkresovou dokumentací. Většinou se používají dva způsoby programování:

6.1.1 Absolutní programování – G90

Souřadnice všech programovaných bodů se zadávají k předem zvolenému počátku souřadnic tzv. NULOVÉMU BODU (kótování od základny). "



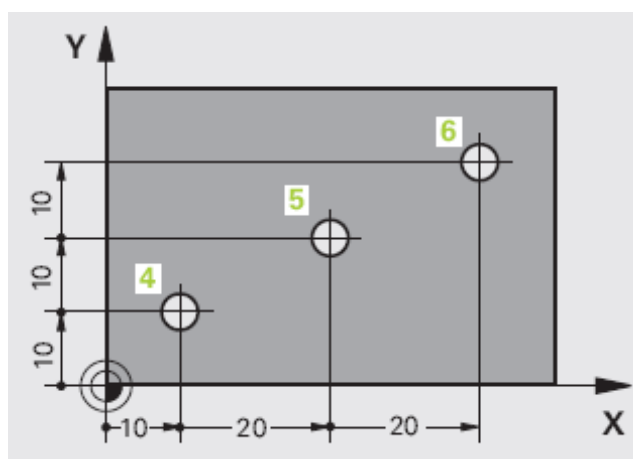
Určení polohy bodů v absolutních souřadnicích

č. bodu	souřadnice X	souřadnice Y
1	10	10
2	30	20
3	50	30

Absolutní programování

6.1.2 Inkrementální (přírůstkové) programování – G91

Souřadnice všech programovaných bodů se zadávají vzhledem k PŘEDCHOZÍMU BODU (naposledy naprogramovanému bodu nástroje), tzn. každý předchozí bod je současně považován za bod nulový (řetězcové kótování).

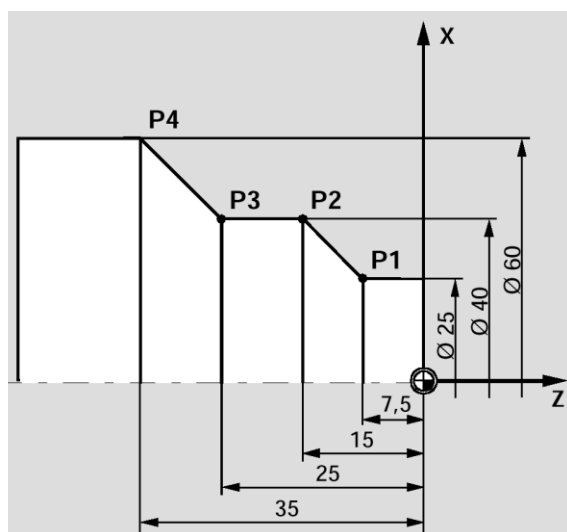


Určení polohy bodů
v inkrementálních souřadnicích

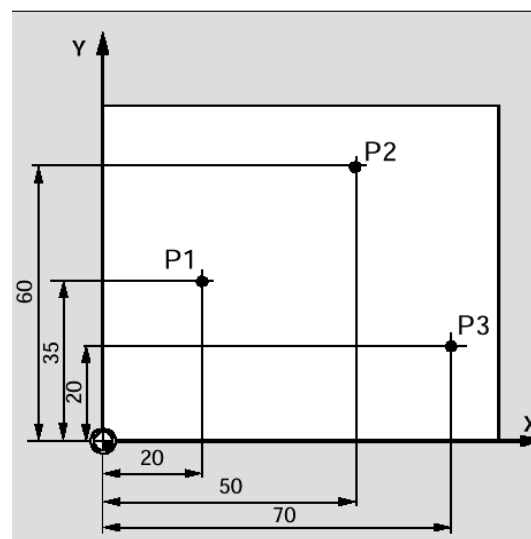
č. bodu	souřadnice X	souřadnice Y
4	10	10
5	20	10
6	20	10

Inkrementální programování

Příklad:



Soustružení



Frézování

Urči ABSOLUTNÍ souřadnice bodů dle znázorněných obrázků

č. bodu	souřadnice X	souřadnice Z
P1		
P2		
P3		
P4		

č. bodu	souřadnice X	souřadnice Y
P1		
P2		
P3		

Urči INKREMENTÁLNÍ souřadnice bodů dle znázorněných obrázků

č. bodu	souřadnice X	souřadnice Z
P1		
P2		
P3		
P4		

č. bodu	souřadnice X	souřadnice Y
P1		
P2		
P3		

6.2 Přípravné funkce (G- funkce)

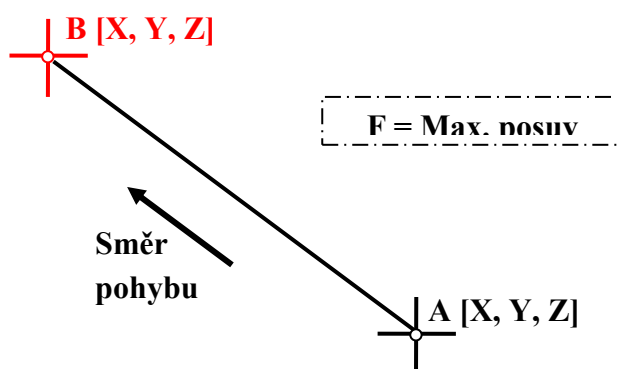
Za adresou funkce následuje významová část skládající se ze dvou číslic upřesňující relativní pohyb nástroje a obrobku (podmínky a druh pohybu)

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

G00 – Rychloposuv

Funkce **G00** se používá pro **rychlé přestavení nástroje**, neboli nástroj **NENÍ** v řezu ani v kontaktu s obrobkem. Nástroj se pohybuje **maximální** konstrukční **rychlostí** stroje z výchozích souřadnic (bod A) do cílových souřadnic (bod B) **po přímkové dráze**.

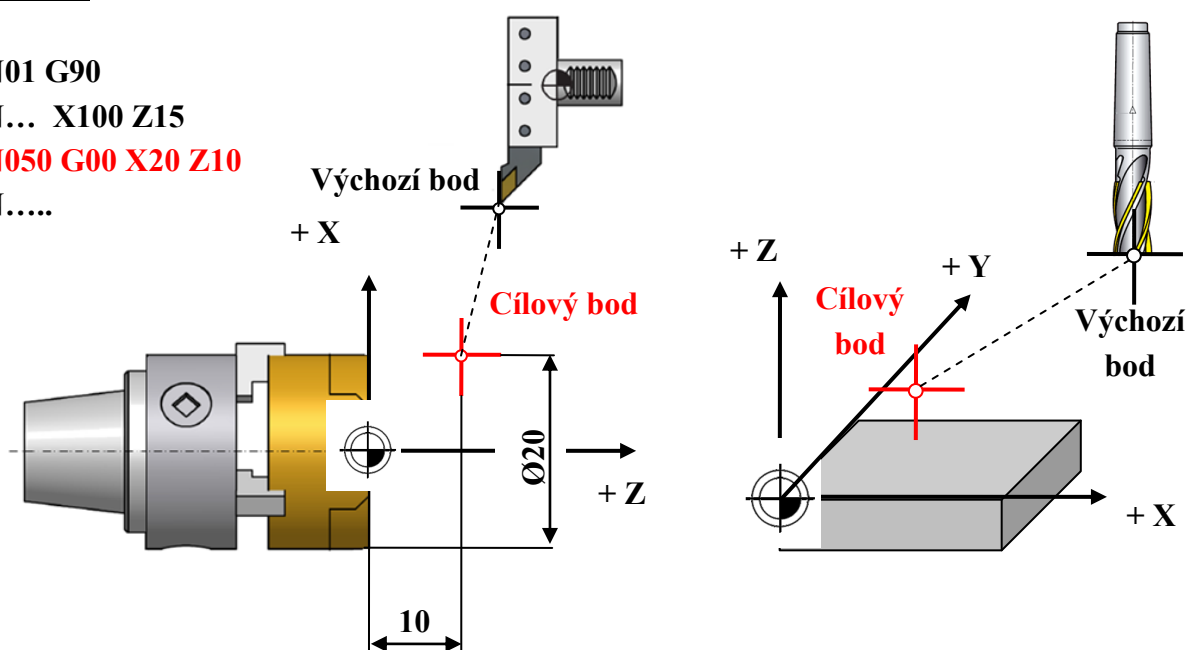
Zápis bloku: N... **G00** X... Y... Z... X, Y, Z – souřadnice cílového bodu B



Princip funkce G00

Příklad:

N01 G90
N... X100 Z15
N050 G00 X20 Z10
N.....



Příklad bloku programu obsahující funkci G00

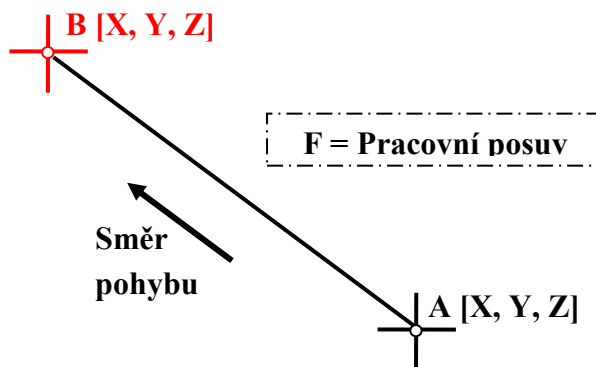
G01 – Lineární interpolace (pohyb po přímce)

Funkce **G01** se používá při pracovním pohybu nástroje (nástroj obrábí) nebo pohybu nástroje v blízkosti obrobku či přípravků. **Nástroj se pohybuje pracovním posuvem F** (hodnotu zadává technolog) z výchozích souřadnic (bod A) do cílových souřadnic (bod B) **po přímkové dráze**.

Zápis bloku: N... **G01** X... Y... Z... F...

X, Y, Z – souřadnice cílového bodu B

F – pracovní posuv nástroje



Princip funkce G01

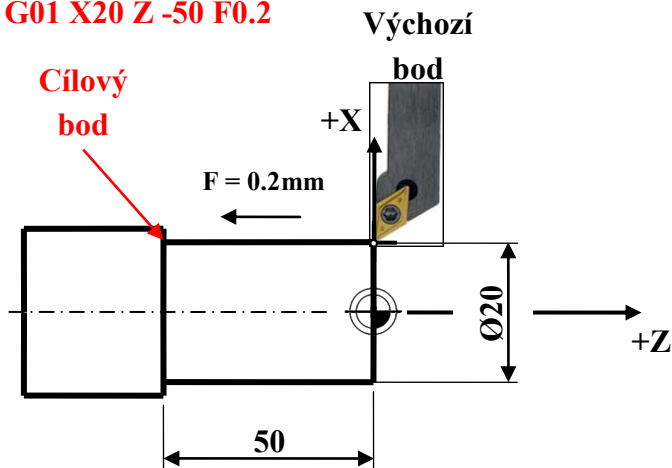
Příklad:

N01 G90

N...

N055 G01 X20 Z -50 F0.2

N.....



Příklad bloku programu obsahující funkci G01

G02 – Kruhá interpolace ve směru hodinových ručiček

Pohyb nástroje se realizuje po kruhovém oblouku o poloměru R pracovním posuvem F ve směru hodinových ručiček z výchozích souřadnic (bod A) do cílových souřadnic (bod B). Lze se setkat s označením pohybu tzv. CW, což vychází z anglických slov (clockwise) ve směru hodinových ručiček.

Zápis bloku: N... G02 X... Y... Z... R... F... (I. J... K...)

X, Y, Z – hodnota souřadnic cílového bodu B

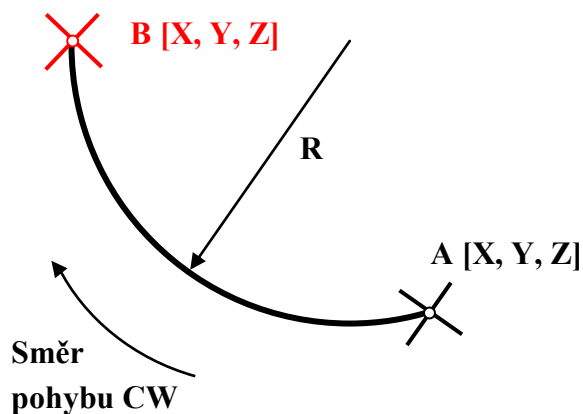
I – souřadnice středu kruhu v ose X

R – poloměr zaoblení (radius)

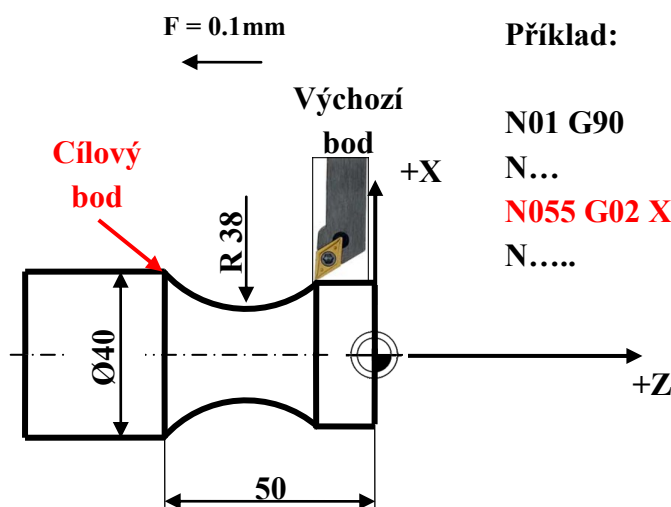
J – souřadnice středu kruhu v ose Y

F – posuv

K – souřadnice středu kruhu v ose Z



Princip funkce G02



Příklad:

N01 G90

N...

N055 G02 X40 Z -50 R38 F0.1

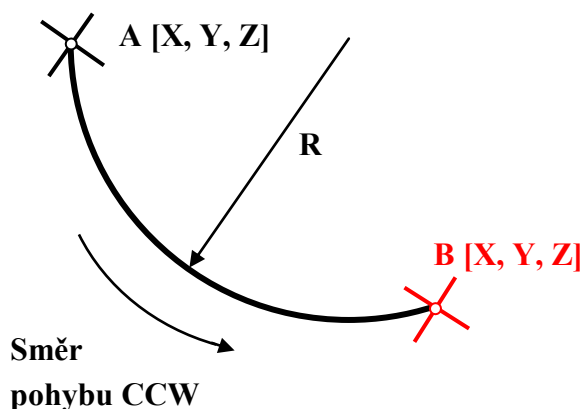
N.....

Příklad bloku programu obsahující funkci G02

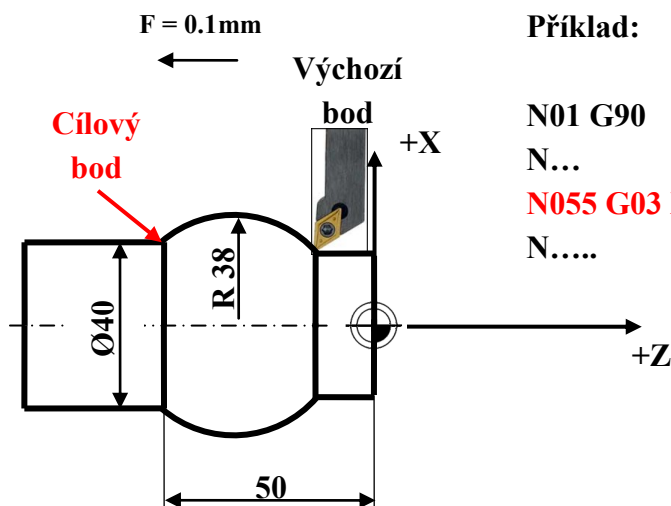
G03 – Kruhává interpolace proti směru hodinových ručiček

Pohyb nástroje se realizuje po kruhovém oblouku o poloměru R pracovním posuvem F proti směru hodinových ručiček z výchozích souřadnic (bod A) do cílových souřadnic (bod B). Lze se setkat s označením pohybu tzv. CCW, což vychází z anglických slov (counterclockwise) proti směru hodinových ručiček.

Zápis bloku: $N\dots G03 X\dots Y\dots Z\dots R\dots F\dots (I. J\dots K\dots)$



Princip funkce G02



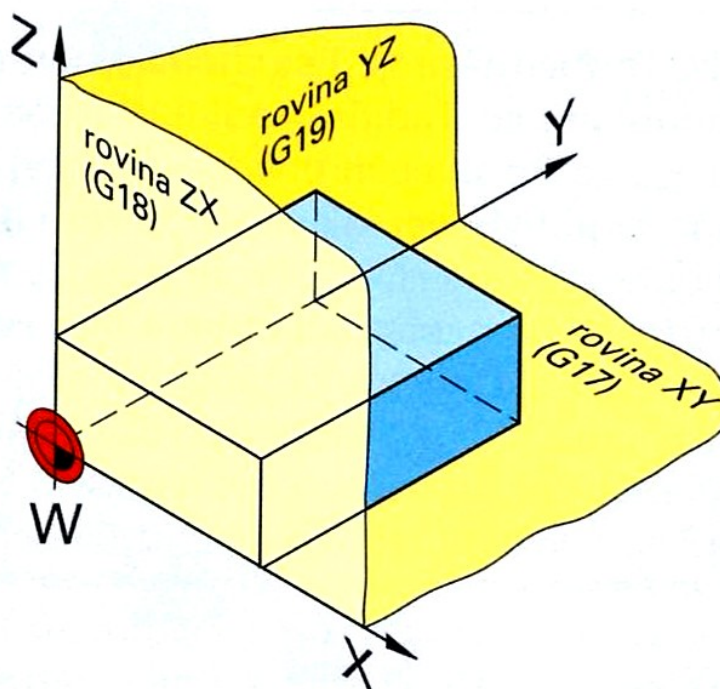
Příklad:

```
N01 G90
N...
N055 G03 X40 Z -50 R38 F0.1
N.....
```

Příklad bloku programu obsahující funkci G02

G17, G18, G19 – Volba pracovní roviny

Obrábění obrobku lze provádět v každé ze tří základních pracovních rovin X-Y, X-Z, Y-Z. Pro výběr požadované roviny musí být uvedena jedna příslušná G – funkce před uvedením souřadnic pohybu nástroje.



Volba pracovní roviny pro vertikální frézku

U tříosých vertikálních frézek se používá nejčastěji programování v rovině X-Y, tedy programování pomocí přípravné funkce G17.

G40, G41, G42 – Korekce rádiusu břitu ve směru pohybu

Funkce korekce rádiusových korekcí umožňuje programovat rovnou jednotlivé body kontury obrobku bez ohledu na poloměr zaoblení špičky nástroje (frézy) viz obrázek. Korekce zaoblení špičky je důležitou funkcí pro zaručení rozměrové a geometrické přesnosti obráběné součásti. Pokud by nebyly brány v úvahu, docházelo by k odchylkám mezi naprogramovanou trajektorií nástroje a obrobeným tvarem (konturou) obrobku. Výroba by se vyznačovala velkým množstvím neshodných výrobků (zmetků).

Podle ČSN ISO 6983 platí:

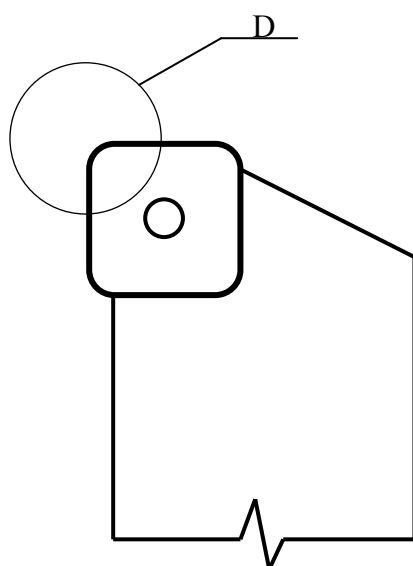
G40 – bez korekce - neuvažuje se (u frézování – osa nástroje)

G41 – vlevo od kontury obrobku vzhledem k pohybu nástroje (obrobku)

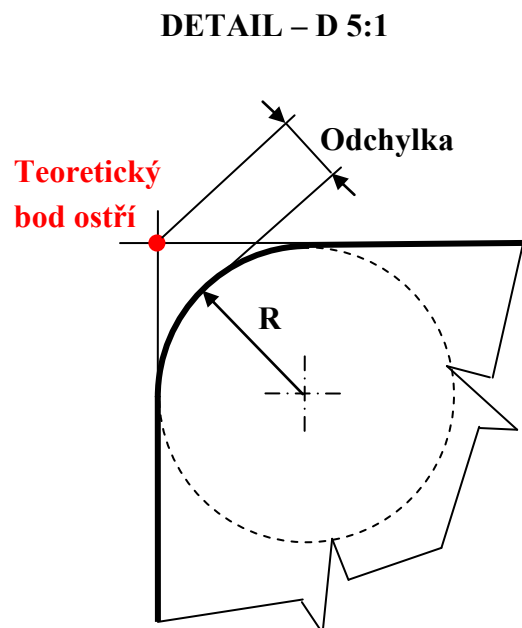
G42 – vpravo od kontury obrobku vzhledem k pohybu nástroje (obrobku)

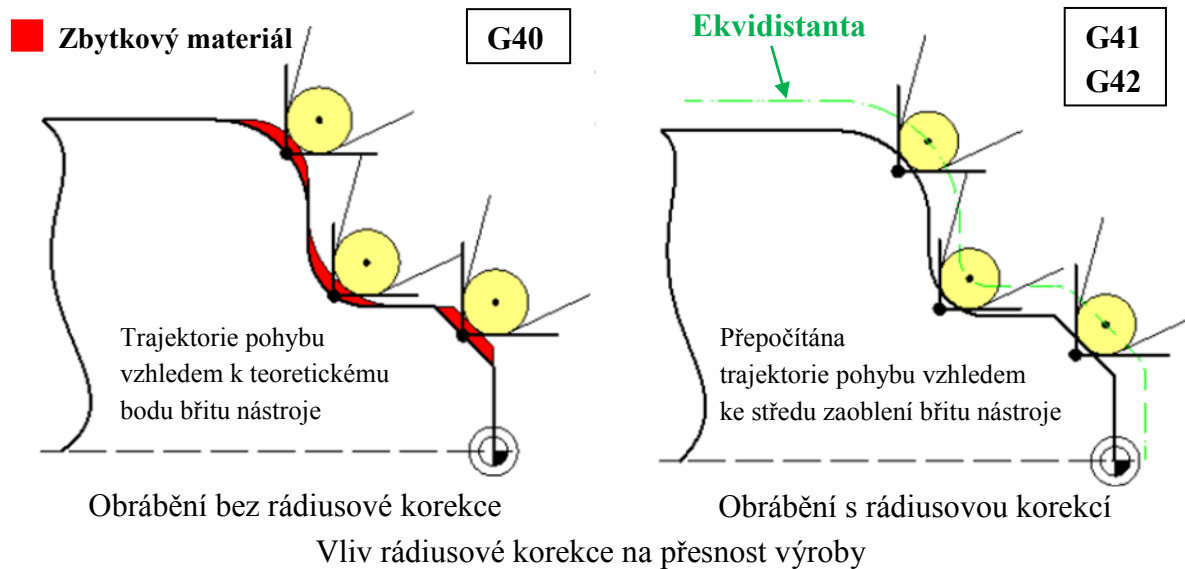
Zápis bloku: N... G41 X... Y... Z...

- Korekce nástroje u technologie Soustružení**



Vliv rádiusové korekce na teoretický bod ostří





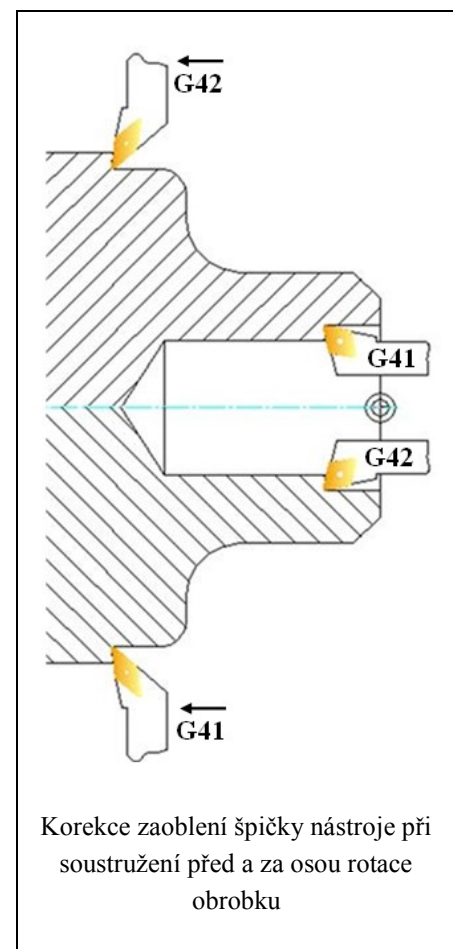
Při volbě rádiusové korekce břitu se dráha nástroje koriguje v závislosti na poloměru břitu, poloze teoretického bodu na břitu po tzv. EKVIDISTANTĚ a poloze nástroje **viz obrázek** (zda je před či za osou soustružení s pohledu pracovníka).

Vysvětlení pojmu EKVIDISTANTA: Jedná se o myšlenou křivku vyjadřující pohyb středu nástroje, mající stále stejnou vzdálenost od obrysu obrobku

- **Korekce nástroje u technologie Frézování**

Jedním z hlavních rozměrů fréz je jejich průměr, tedy poloměr, který je dán konstrukcí nástroje a lze ho jednoduchým způsobem proměřit. Rádiusová korekce je dána pohybem nástroje (druhem frézování) a poloměrem frézy.

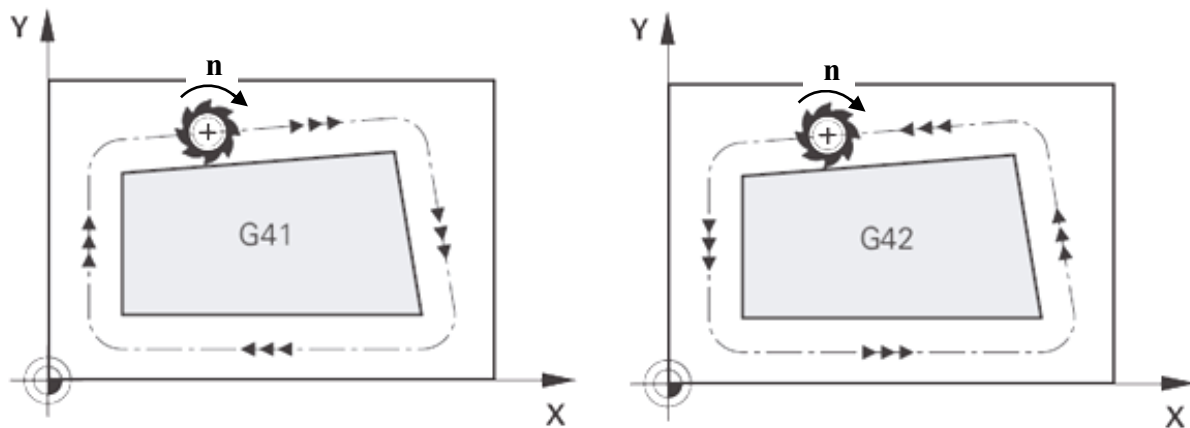
Druh frézování (sousedné, nesousedné) si většinou programátor – technolog volí sám s ohledem na parametry obráběcího stroje. Každý z těchto způsobů má své výhody a nevýhody.



G 41 Sousedné frézování - vlevo od kontury obrobku vzhledem k pohybu nástroje

G42 Nesousedné frézování - vpravo od kontury obrobku vzhledem k pohybu nástroje

G40 Vypnutí korekce rádiusu nástroje



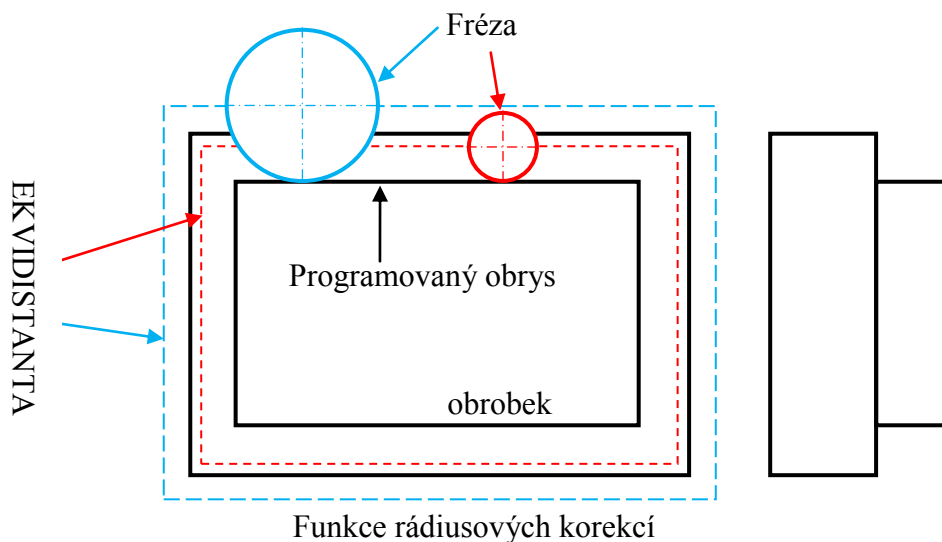
Sousedné frézování

Nesousedné frézování

Vliv druhu frézování na typ rádiusové korekce

Poloměr frézy není závislý jen na konstrukci frézy (např. fréza $\varnothing 24 \text{ mm} \Rightarrow R=12 \text{ mm}$), ale i na velikosti opotřebení frézy, popřípadě změně rozměru nástroje důsledkem přebroušení.

Díky rádiusovým korekcím, které se uvádějí v tabulce nástrojů, nezáleží při programování obrysu součásti, na v rozměrech nástroje. Software si je přepočítá, viz obrázek.

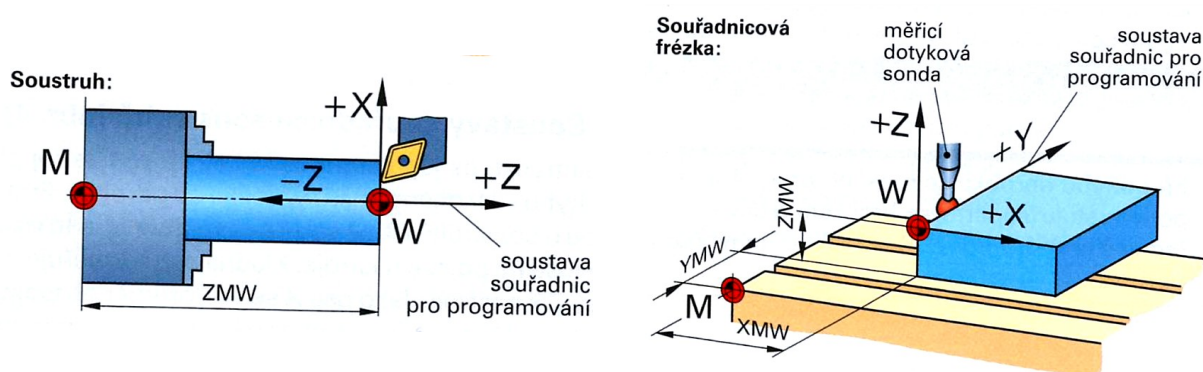


Funkce rádiusových korekcí

G54 – G57 - Absolutní posunutí nulového bodu

Funkce posunutí nulového bodu slouží k přemístění nulového bodu stroje do nových souřadnic v závislosti na zakótování (rozměrech) výrobního výkresu z důvodu minimalizace výpočtu souřadnic. Pokud by se měli při programování vztahovat souřadnice k nulovému bodu stroje, který je definován výrobcem a je neměnný, bylo by nutno ke všem rozměrům obrobku připočítávat rozměry polotovaru a upínače (viz obrázek – souřadnice XMW, YMW, ZMW). Tímto vzniká prostor pro velké množství chyb způsobených špatným výpočtem. Proto je zde možnost přesunout (softwarově) nulový bod stroje na libovolné místo v pracovním prostoru a vytvořit tzv. nulový bod obrobku.

Zápis bloku: N... G54 X... Y... Z...



Posunutí nulového bodu – Vytvoření nulového bodu obrobku M

Důležité je si uvědomit, že souřadnice v programu mohou být definovány pouze k jednomu nulovému bodu (jen jeden aktivní nulový bod). Celkově však lze definovat v paměti stroje až čtyři nulové body.

Polohu nulového bodu si programátor volí většinou sám s ohledem na tvar součástky a zvyklosti. Váží se k němu všechny programované souřadnice drah v NC programu. Většinou se nulový bod obrobku u soustružení volí na čelní ploše součástky a u frézování na nejbližší ploše k vřetenu součástky, viz obrázek.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

G92 – Omezení otáček stroje

Touto funkcí limitujeme velikost otáček stroje v programu. Nastavíme maximální možné otáčky stroje, které lze při programování (obrábění) využít. Využívá se převážně v kombinaci s funkcí G96 jako ochranný prvek (pokud bude v_c =konstantní, ϕD = nekonečně malá hodnota => n = nekonečně velká hodnota).

Zápis bloku: N... **G92** S...

Př: N10 G92 S4000 => maximální možné otáčky stroje jsou $n = 4000 \text{ m.min}^{-1}$.

G94 – Posuv v milimetrech za minutu [min^{-1}]

Funkce definuje: o kolik milimetrů se nástroj posune za jednu minutu a zároveň hodnotu pracovního posuvu, kterou se nástroj má pohybovat, když není zadáno jinak.

Zápis bloku: N... **G94** F...

Př: N10 G94 F130 => za jednu minutu se nástroj posune o 130 mm

G95 – Posuv v milimetrech za jednu otáčku [mm]

Funkce definuje: o kolik milimetrů se nástroj posune při jedné otáčce nástroje (frézování) nebo obrobku (soustružení) a zároveň hodnotu pracovního posuvu, kterou se nástroj má pohybovat, když není zadáno jinak.

Zápis bloku: N... **G95** F...

Př: N10 G95 F0.15 => za jednu otáčku se nástroj posune o 0,15 mm



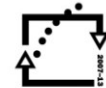
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

G96 – Zapnutí konstantní řezné rychlosti $v_c = konst. [m.min^{-1}]$

Je známo, že velikost řezné rychlosti je závislá na průměru obrobku (soustružení) nebo nástroje (frézování) podle vztahu:

$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000};$$

neboli, čím menší bude průměr D, tím větší budou otáčky.

Funkce G96 zabezpečuje dodržování zadané hodnoty řezné rychlosti bez ohledu na průměr D, tedy plynule mění hodnotu velikosti otáček vzhledem k průměru D.

Zápis bloku: N... **G96** S...

Př: N10 G96 S220 => hodnota řezné rychlosti je konstantní $v_c = 220 m.min^{-1}$. Na hodnotu velikosti řezné rychlosti nemá vliv měnící se průměr obrobku (soustružení) nebo nástroje (frézování).

G97 – Vypnutí konstantní řezné rychlosti $n = konst. [mm]$

Funkce G97 ruší funkci G96.

Zadáním této funkce zajistíme, že obrábění bude probíhat při konstantních otáčkách.

Zápis bloku: N... **G97** S...

Př: N10 G96 S1300 => otáčky obrobku (soustružení) nebo nástroje (frézování) při obrábění se nemění, jsou konstantní, $n = 1300 min^{-1}$.

6.3 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)

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

M00 – Programové zastavení

Řídicí systém zastaví chod programu a stroje (vypnutí otáček, chlazení) do doby potvrzení opětovného startu stroje (od obsluhy). Funkce se využívá v místech, ve kterých je potřeba zastavit probíhající program na konkrétním místě z důvodu např. kontroly rozměru obrobku, odstranění třísek z místa řezu, výměny a kontroly nástroje.

Zápis bloku: N... **M00**

M03 – spuštění otáček vřetena ve smyslu hodinových ručiček (CW)

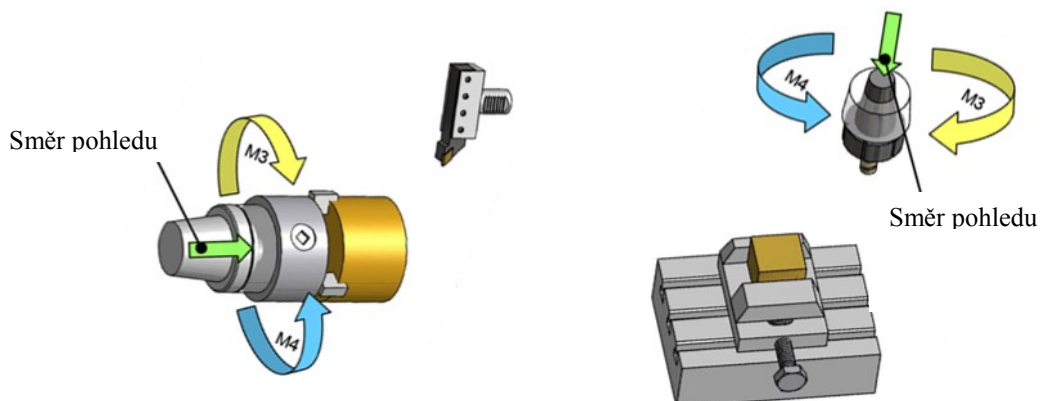
M04 – spuštění otáček vřetena proti smyslu hodinových ručiček (CCW)

Tyto funkce zabezpečují spuštění hlavního řezného pohybu umožňující odebrání materiálu. U soustruhu se jedná o rotační pohyb obrobku a u frézování o rotační pohyb nástroje.

Zápis bloku: N... **M03** nebo N... **M04**

Směr rotace vřetena se určuje z pohledu kladné osy Z, neboli od vřetena stroje, nikoliv z pohledu obsluhy, viz obrázek.

Jednodušší vysvětlení u soustružení: pokud je nástroj před nebo pod osou soustružení při použití pravého nože jedná se o funkci M03 a pokud je nástroj za nebo nad osou soustružení při použití pravého nože jedná se o funkci M04.



Smysl rotace otáček dle příslušných funkcí M03 a M04

M05 – Zastavení otáček vřetena

Zápis bloku: N... **M05**

M06 – Výměna nástroje

Řídicí systém zajistí výměnu nástroje dle konkrétních příkazů.

Zápis bloku: N... **M06** T... D... S...

T 01 – nastavení nástroje v pozici 01 (otočení nástrojové hlavy, zásobníku)

D 07 – vyznačují délkové korekce nástroje zadané v tabulce nástrojů

S 2000 – otáčky vřetene (někdy hodnota řezné rychlosti)

M08 – Zapnutí chlazení (chladičí kapaliny)

Zápis bloku: N... **M09**

M09 – Vypnutí chlazení (chladičí kapaliny)

Zápis bloku: N... **M09**

M17 – Konec podprogramu

Využívá se u rozvětvených programů obsahující podprogramy. Funkce zajistí návrat řídicího systému z podprogramu do hlavního programu a to na řádek, který je hned za blokem odkazující se na podprogram.

Zápis bloku: N... **M17**

M30 – Konec programu

Příkaz ukončí hlavní program se všemi podprogramy a činnostmi souvisejícími s obráběním (stop otáček, chlazení). Zároveň zabezpečí návrat na začátek hlavního programu (restart programu). Tento blok by měl být na konci každého programu z důvodu bezpečnosti.

Zápis bloku: N... **M30**

6.4 Pevné cykly

Pevné cykly slouží ke zjednodušení programu a jeho zkrácení. Pevné cykly obsahují funkce G00 a G01 o daném algoritmu, pomocí kterých stačí zadat základní vstupní hodnoty, a tak si systém dopočítá souřadnice drah nutných ke splnění úkolu. Pevné cykly (G64 – G85) 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)

Funkce	Význam	Technologie
G64	Podélný hrubovací cyklus	Soustružení
G66	Zapichovací cyklus	Soustružení
G68	Čelní hrubovací cyklus	Soustružení
G73	Vrtací cyklus s přerušením	Soustružení, Frézování
G78	Závitový cyklus s vertikálním přísunem	Soustružení
G79	Závitový cyklus s bočním přísunem	Soustružení
G81	Vrtací cyklus	Soustružení, Frézování
G83	Vrtací cyklus s výplachem	Soustružení, Frézování
G85	Vyhrubovací – vystružovací cyklus	Soustružení, Frézování

Cyklus G64 – Podélný hrubovací cyklus

Využívá se k podélnému hrubování součástky s konečným začištěním čelní plochy a návratem do výchozí polohy.

Odebírání třísky o hloubce H je prováděno, dokud nástroj nedosáhne požadovaných hodnot souřadnic koncového bodu X, Z. Všechny pracovní pohyby nástroje jsou vykonávány zadaným posuvem F a ostatní posuvy (přejezdy, odjezdy příjezdy) rychloposuvem stroje. Při posledním přejezdu dojde k začištění čelní plochy vzniklé vytvořením příslušného osazení. Po provedení posledního úkonu se nástroj vrací zpět do výchozí polohy, ze které byl cyklem volán.

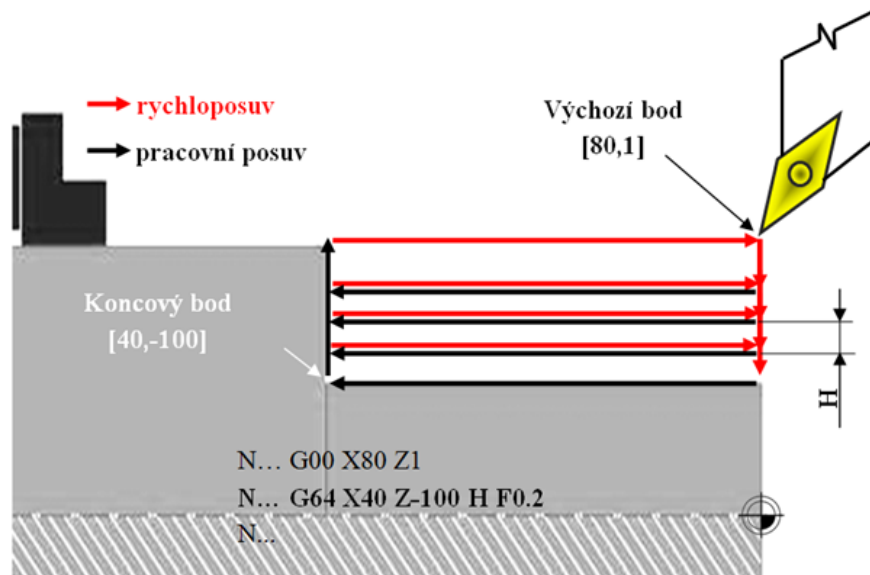
Zápis bloku: N... **G64** X... Z... H... F...

X, Z – souřadnice koncového bodu soustružení

H – hloubka záběru příčného ostří ap v milimetrech

F – posuv

Příklad:



Cyklus G68 – Čelní hrubovací cyklus

Využívá se k čelnímu hrubování součástky s konečným začištěním válcové plochy a návratem do výchozí polohy.

Tříska o zvolené hloubce H je odebrána kolmo k ose rotace obrobku pracovním posuvem až do programovaných souřadnic X, Z. Při posledním záběru třísky dojde k začištění válcové plochy a návratu do výchozí polohy.

Je důležité si uvědomit, že pokud je navolena funkce G96 dochází se zmenšujícím se průměrem ke zvyšování otáček (je nutno navolit maximální mez otáček fcí G92)

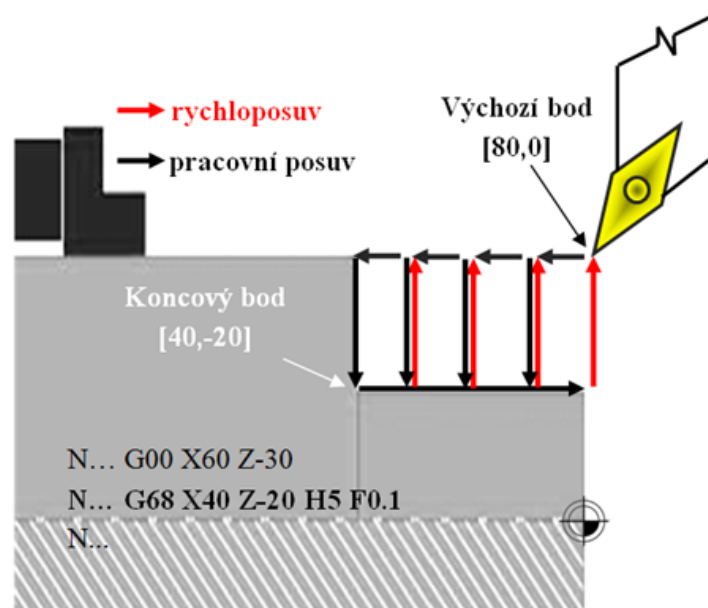
Zápis bloku: N... **G68** X .. Z.. H.. F..

X,Z - souřadnice koncového bodu

H - hloubka záběru ostří ap v milimetrech

F - posuv

Příklad:



Cyklus G66 – Zapichovací cyklus

Funkce se nejčastěji využívá při tvorbě zápichů, jejichž šířka je větší než šířka nástroje. Před ukončením cyklu se celá obrobená plocha začistí přejezdem na hotovo.

Pokud je zápich širší než šířka nástroje, je potřeba vhodně zvolit počáteční bod cyklu. Souřadnice Z udává šířku drážky včetně šířky řezné hrany nástroje směrem k začátku cyklu.

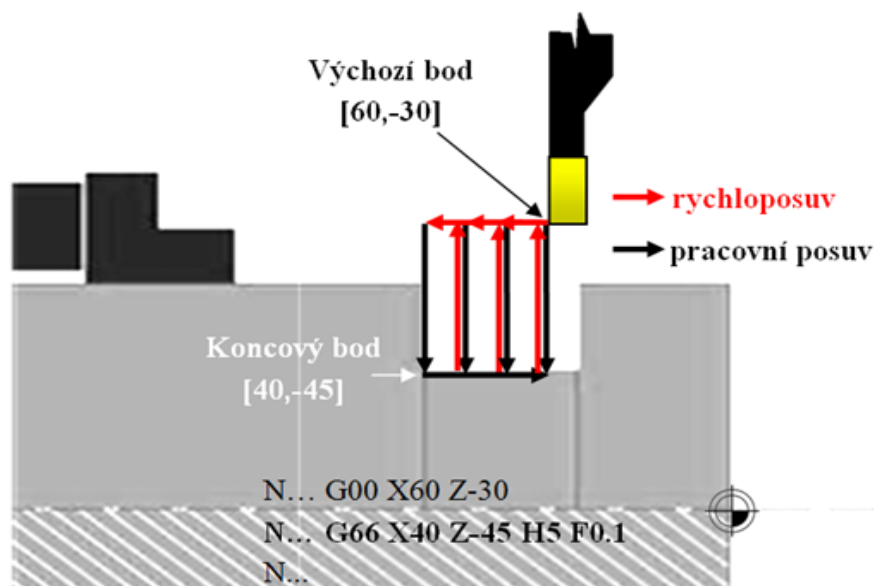
Zápis bloku: N... **G66** X.. Z.. H.. F..

X,Z - souřadnice koncového bodu zápichu

H - šířka nástroje v milimetrech

F - posuv v milimetrech

Příklad:



Vrtací cykly:

Vrtací cykly jsou velmi využívány jak z hlediska rychlosti programování, tak z hlediska bezpečnosti. Samotný cyklus nám zabezpečí bezpečný řezný proces se všemi výjezdy a nájezdy. Programátorovi se minimalizuje oblast výskytu chyb, které by mohly programováním vzniknout.

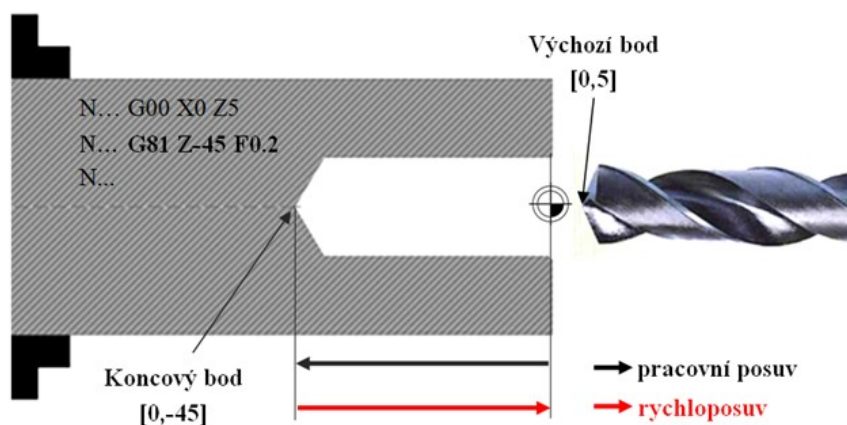
Cyklus G81 - Vrtací cyklus

Funkce se použije pro naprogramování vrtání na souřadnici (hloubka otvoru). Po vyvrtání se nástroj vrátí do počáteční polohy.

Zápis bloku: N... **G81** Z... F...

Z - souřadnice hloubky vrtání

F - posuv



Cyklus G73 - Vrtací cyklus pro hluboké vrtání

Pod pojmem hluboké vrtání (hluboká díra) si lze představit zhotovení otvoru, jehož délka je alespoň desetkrát větší, než je průměr vrtáku $L = 10 \times \varnothing D$

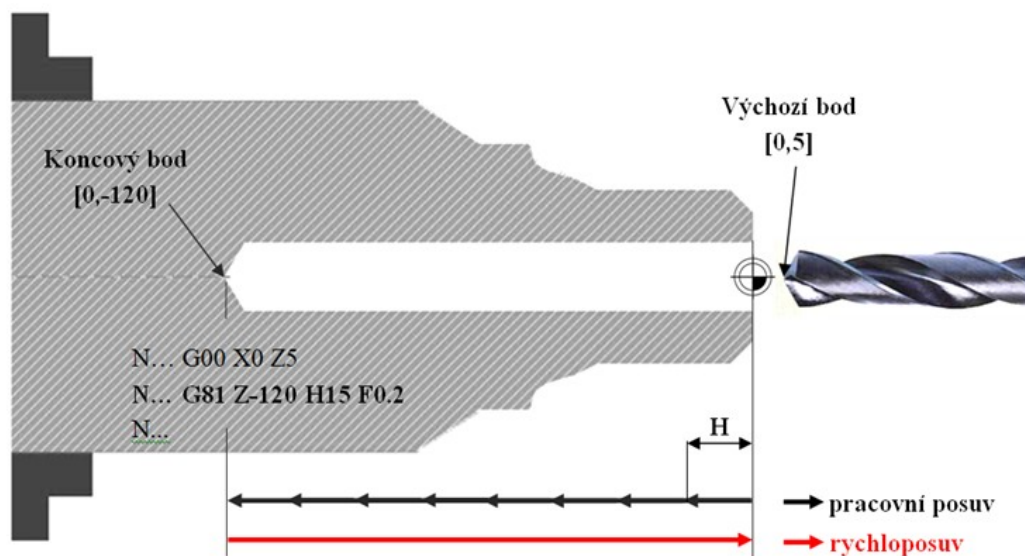
Funkce se používá pro vrtání hlubokých otvorů s přerušením pracovního posuvu. Nástroj se pohybuje pracovním posuvem F a vždy pro vyvrtání hodnoty dráhy H (v ose Z) se pracovní posuv na okamžik zastaví. Dochází k řízenému dělení (lámání) třísky. Po vyvrtání otvoru do souřadnice Z se nástroj vrátí zpět do výchozí polohy.

Zápis bloku: N... G73 Z... H... F...

Z - souřadnice hloubky vrtání

H – přírůstek přerušení ve směru vrtání

F - posuv



Cyklus G83 - Vrtací cyklus pro hluboké vrtání s výplachem

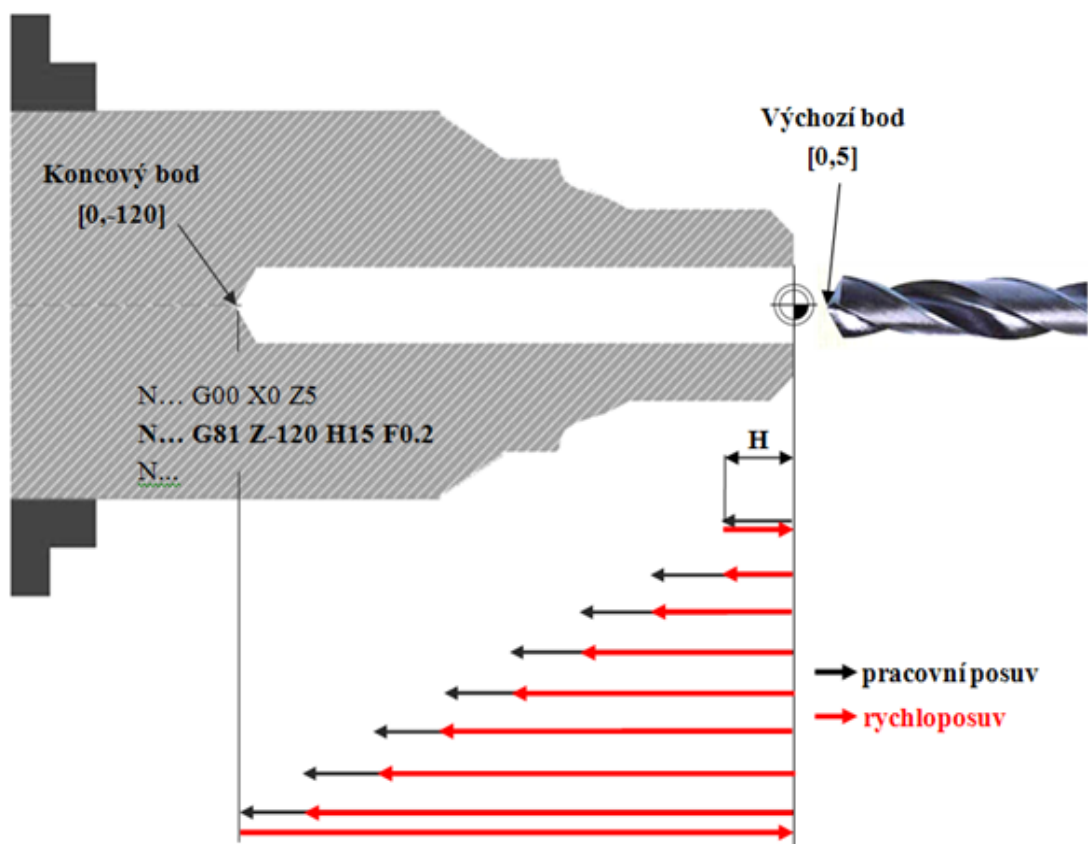
Vrtací cyklus pro vrtání hlubokých děr se zhoršenou tvorbou třísky (hůře obrobitelné materiály). Podobně jako u funkce G73 i zde dochází při vrtání hlubokých otvorů k zlomení třísek zastavením v předem naprogramované hloubce H. Mimo přerušení pracovního posuvu dále vrták vyjede z místa řezu (rychluposuvem) před obrobek a provede se výplach vrtaného otvoru chladicí kapalinou. Poté se nástroj vrátí do místa přerušení vrtu (rychluposuvem) a cyklus se opakuje až do zhotovení díry dané hloubky.

Zápis bloku: N... **G83** Z... H... F...

Z - souřadnice hloubky vrtání

H – přírůstek přerušení ve směru vrtání

F - posuv



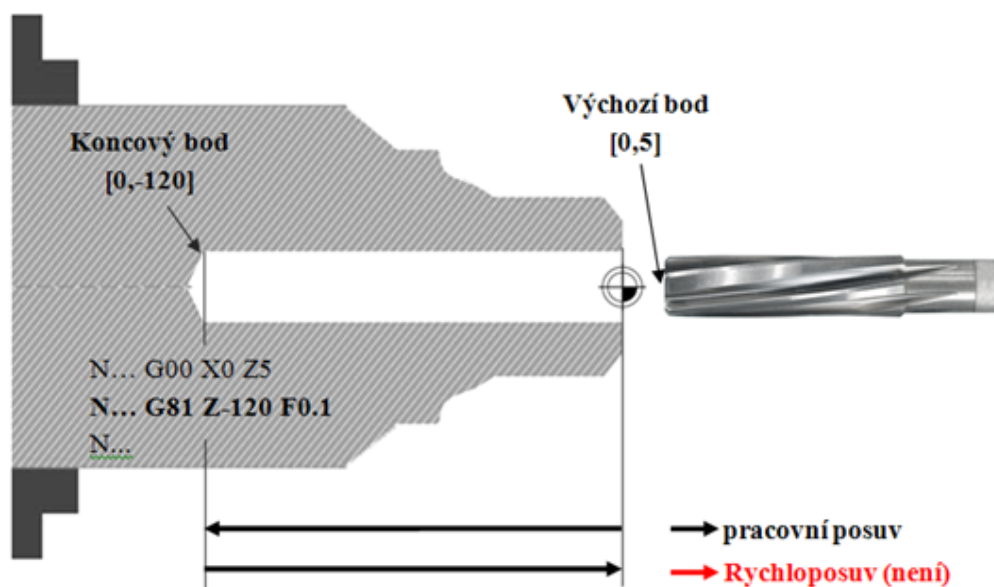
Cyklus G85 – Vyhrubovací - vystružovací cyklus

Funkce provede pracovním posuvem F vyhrubování či vystružení otvoru do požadované hloubky určené souřadnicí Z, a poté vyjíždí z místa řezu zpět do výchozí polohy pracovním posuvem F. Výjezd z místa řezu pracovním posuvem zabezpečí: rozměrovou přesnost, kvalitní povrch otvoru a hlavně bezpečný návrat nástroje, který by při rychlém výjezdu mohl být zničen (vyštípnutí ostří).

Zápis bloku: N... **G85** Z... F...

Z - souřadnice hloubky vyhrubování či vystružení

F - posuv



Cykly soustružení závitů

Cyklus G78 – Závitový cyklus s vertikálním přísuvem

Cyklus G79 – Závitový cyklus s bočním přísuvem

Závitové cykly slouží k řezání závitu pomocí soustružnického závitového nože. Celková hloubka závitové mezery (výška závitu) je rozdělena na třísky o stejné hloubce H . Nástroj při každém přejezdu odebírá materiál odpovídající zadané hodnotě H , mimo poslední tloušťku třísky, kterou systém automaticky vypočítá dle zadané hodnoty průměru (hodnota X). Cykly jsou stavěny pro obrábění metrických závitů, kde hodnota K vyjadřuje stoupání závitu.

Cykly G78 a G79 se liší způsobem rozjíždění závitové drážky viz obrázky níže.

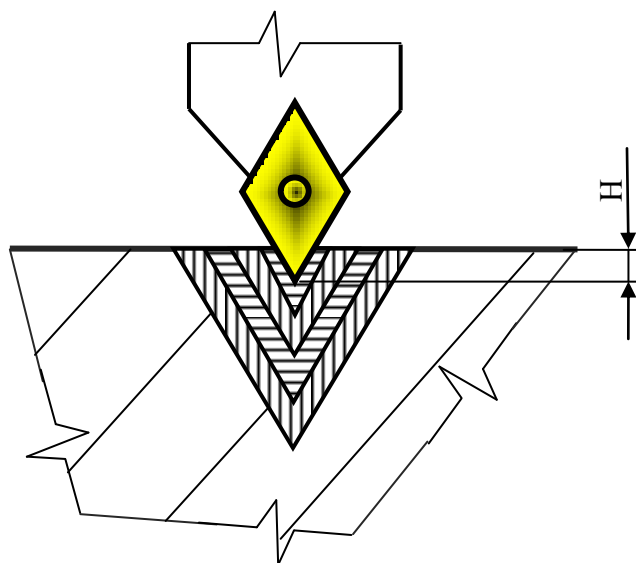
Zápis bloku: N... **G78** X... Z... H... K...

Zápis bloku: N... **G79** X... Z... H... K...

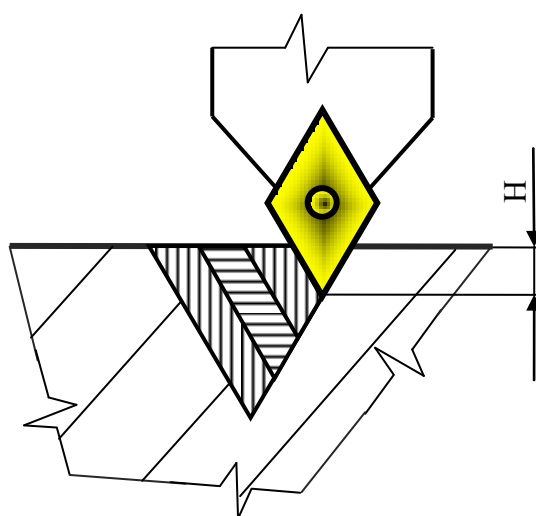
X, Z - souřadnice malého průměru závitu (vnější závit - šroub), velkého průměru závitu (vnitřní závit - matice)

H – hloubka záběru třísky

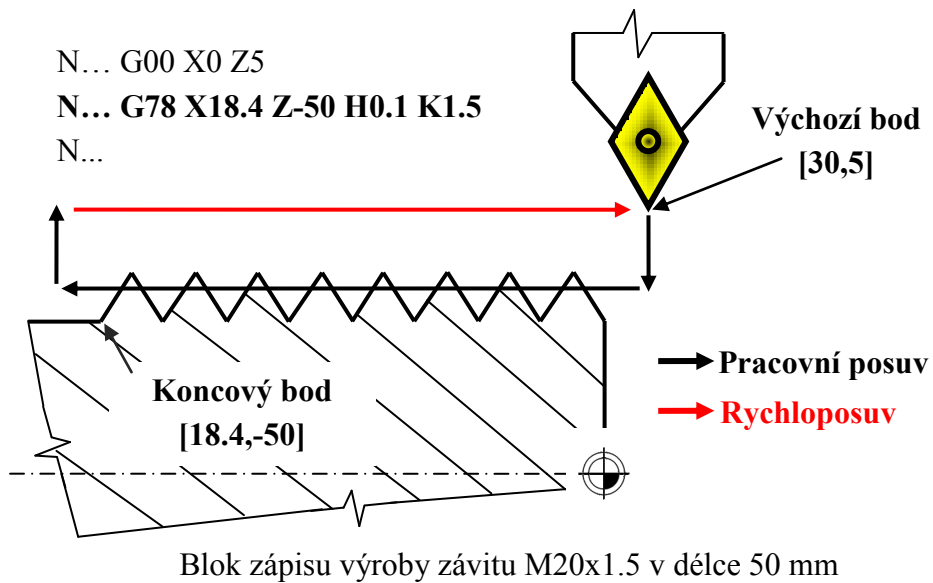
K – stoupání závitu



Řezání závitů s vertikálním přísuvem
(kolmo k ose obrobku) nástroje



Řezání závitů s bočním přísuvem nástroje

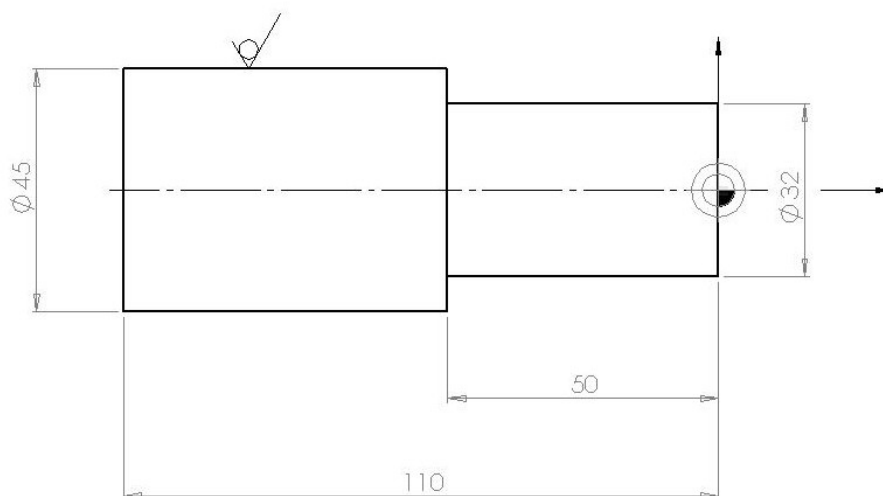


7. Příklady ISO programování:

Soustružení

Příklad č.1- Pojistný čep

Pozice nástroje v zásobníku	Název nástroje	Značení nástroje		Název operace	poznámky
		držáku	destičky		
4	Stranový nůž ubírací	SDJCR 2020	DCMT 11T304	Soustružení vnějších ploch	



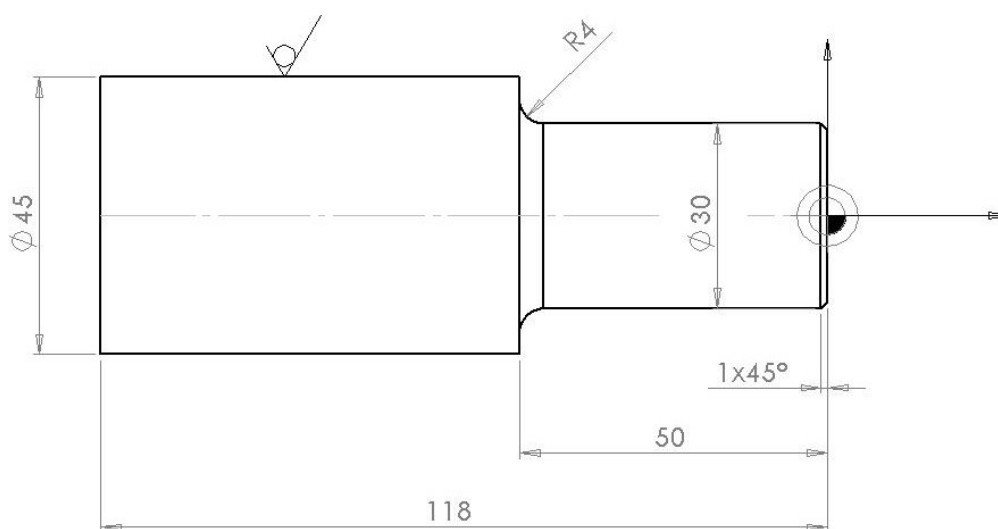
N001	G90	G54				;Absolutní programování s posunutím nulového bodu
N005	G92	S3000				;Omezení otáček stroje, maximálně 3000 min
N010	G00	X100	Z100			;Odjetí rychloposuvem na souřadnice výměny nástroje
N015	M06	T04	D4	G96	S100	;Výměna nástroje č.4 (STRANOVÝ NŮŽ UBÍRACÍ),, Zapnutí konstantní rezné rychlosti $v_c = 100 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
N020	G00	X47	Z0	M08	M03	;Příjezd rychloposuvem k obrobku, zapnutí chlazení a zapnutí otáček CW
N025	G01	X-0.5	Z0	F0.08		;Zarovnání čelní plochy pracovním posuvem $F=0.08 \text{ mm}$
N030	G00	X-0.5	Z1			;Odjetí rychloposuvem od obrobku 1 mm před čelo.
N035	G00	X40	Z1			;Najetí nástrojem 1mm před čelo na $\varnothing 40 \text{ mm}$
N040	G01	X40	Z-49.8	F0.2		;Obrábění válcové plochy $\varnothing 40 \text{ mm}$ v délce 49.8 mm

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

N050	G00	X41	Z-49.8		pracovním posuvem $F=0.2$ mm ;Odjetí rychloposuvem od povrchu součásti na $\varnothing 41$ mm
N055	G00	X41	Z1		;Návrat před čelo obrobku ve vzdálenosti 1 mm
N060	G00	X35	Z1		;Přesun rychloposuvem na $\varnothing 35$ mm 1 mm před čelo
N065	G01	X35	Z-49.8	F0.2	;Obrábění válcové plochy $\varnothing 35$ mm v délce 49.8 mm pracovním posuvem $F=0.2$ mm
N070	G00	X36	Z-49.8		;Odjetí rychloposuvem od povrchu součásti na $\varnothing 36$ mm
N075	G00	X36	Z1		;Návrat před čelo obrobku ve vzdálenosti 1 mm
N080	G00	X32	Z1		;Přesun rychloposuvem na konečný rozměr součásti
N085	G01	X32	Z-50	F0.2	;Obrábění válcové plochy $\varnothing 32$ mm v délce 50 mm pracovním posuvem $F=0.2$ mm
N090	G01	X46	Z-50	F0.08	;Zarovnání čela mezi válcovými plochami
N095	G00	X100	Z100		;Odjezd rychloposuvem na souřadnice výměny nástroje
N100	M30				;Ukončení programu a vypnutí všech procesů

Příklad č.2

Pozice nástroje v zásobníku	Název nástroje	Značení nástroje		Název operace	poznámky
		držáku	destičky		
4	Stranový nůž ubírací	SDJCR 2020	DCMT	Soustružení vnějších ploch	

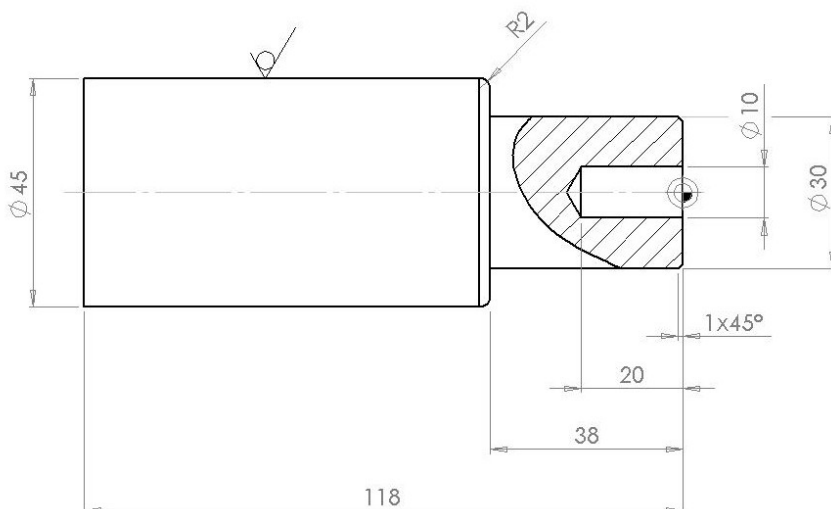


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

N001	G90	G54							;Absolutní programování s posunutím nulového bodu
N005	G92	S3000							;Omezení otáček stroje, maximálně 3000 min ⁻¹
N010	G00	X100	Z100						;Odjetí rychloposuvem na souřadnice výměny nástroje
N015	M06	T04	D4	G96	S100				;Výměna nástroje č.4 (STRANOVÝ NŮŽ UBÍRACÍ),, Zapnutí konstantní řezné rychlosti $v_c = 100 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
N020	G00	X47	Z0	M08	M03				;Příjezd rychloposuvem k obrobku, zapnutí chlazení a zapnutí otáček CW
N025	G01	X-0.5	Z0	F0.08					;Zarovnání čelní plochy pracovním posuvem $F=0.08 \text{ mm}$
N030	G00	X-0.5	Z1						;Odjetí rychloposuvem od obrobku 1 mm před čelo.
N035	G00	X40	Z1						;Najetí nástrojem 1mm před čelo na $\varnothing 40 \text{ mm}$
N040	G01	X40	Z- 49.8	F0.2					;Obrábění válcové plochy $\varnothing 40 \text{ mm}$ v délce 49.8 mm pracovním posuvem $F=0.2 \text{ mm}$
N050	G00	X42	Z- 49.8						;Odjetí rychloposuvem od povrchu součásti na $\varnothing 42 \text{ mm}$
N055	G00	X42	Z1						;Návrat před čelo obrobku ve vzdálenosti 1 mm
N060	G00	X35	Z1						;Přesun rychloposuvem na $\varnothing 35 \text{ mm}$ 1 mm před čelo
N065	G01	X35	Z-49	F0.2					;Obrábění válcové plochy $\varnothing 35 \text{ mm}$ v délce 49 mm pracovním posuvem $F=0.2 \text{ mm}$
N070	G00	X37	Z-49						;Odjetí rychloposuvem od povrchu součásti na $\varnothing 37 \text{ mm}$
N075	G00	X37	Z1						;Návrat před čelo obrobku ve vzdálenosti 1 mm
N080	G00	X32	Z1						;Přesun rychloposuvem na $\varnothing 32 \text{ mm}$ 1 mm před čelo
N085	G01	X32	Z-48	F0.2					;Obrábění válcové plochy $\varnothing 32 \text{ mm}$ v délce 48 mm pracovním posuvem $F=0.2 \text{ mm}$
N090	G00	X34	Z-48						;Odjetí rychloposuvem od povrchu součásti na $\varnothing 34 \text{ mm}$
N095	G00	X34	Z1						;Návrat před čelo obrobku ve vzdálenosti 1 mm
N100	G00	X26	Z1						;Přesun rychloposuvem na $\varnothing 26 \text{ mm}$ 1 mm před čelo
N105	G01	X30	Z-1	F0.2					;Obrábění - Sražení hrany $1 \times 45^\circ$
N110	G01	X30	Z-46	F0.2					;Obrábění válcové plochy $\varnothing 30 \text{ mm}$
N115	G02	X38	Z-50	R4	F0.08				;Obrábění části kulové plochy - rádius $R=4 \text{ mm}$ ve směru hodinových ručiček posuvem $F=0.08 \text{ mm}$
N120	G01	X45	Z-50	F0.08					;Zarovnání čela mezi válcovými plochami
N125	G00	X100	Z100						;Odjezd rychloposuvem na souřadnice výměny nástroje
N130	M30								;Ukončení programu a vypnutí všech procesu

Příklad č.3

Pozice nástroje v zásobníku	Název nástroje	Značení nástroje		Název operace	poznámky
		držáku	destičky		
4	Stranový nůž ubírací	SDJCR 2020	DCMT 11T304	Soustružení vnějších ploch	
3	Středící vrták	A2		Navrtávání středících důlků	
2	Šroubovitý vrták Ø 10 mm	Kleština		Vrtání otvoru	



N001	G90	G54							;Absolutní programování s posunutím nulového bodu
N005	G92	S3000							;Omezení otáček stroje, maximálně 3000 min ⁻¹
N010	G00	X100	Z100						;Odjetí rychloposuvem na souřadnice výměny nástroje
N015	M06	T04	D4	G96	S100				;Výměna nástroje č.4 (STRANOVÝ NŮŽ UBÍRACÍ), Zapnutí konstantní rezné rychlosti $v_c = 100 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
N020	G00	X47	Z0	M08	M03				;Příjezd rychloposuvem k obrobku, zapnutí chlazení a zapnutí otáček CW
N025	G01	X-0.5	Z0	F0.08					;Zarovnání čelní plochy pracovním posuvem $F=0.08 \text{ mm}$
N030	G00	X-0.5	Z1						;Odjetí rychloposuvem od obrobku 1 mm před čelo.
N035	G00	X40	Z1						;Najetí nástrojem 1mm před čelo na Ø 40 mm
N040	G01	X40	Z-37.8	F0.2					;Obrábění válcové plochy Ø 40 mm v délce 37.8 mm pracovním posuvem $F=0.2 \text{ mm}$
N050	G00	X41	Z-37.8						;Odjetí rychloposuvem od povrchu součásti na Ø 41 mm
N055	G00	X41	Z1						;Návrat před čelo obrobku ve vzdálenosti 1 mm
N060	G00	X35	Z1						;Přesun rychloposuvem na Ø 35 mm 1 mm před čelo
N065	G01	X35	Z-37.8	F0.2					;Obrábění válcové plochy Ø 35 mm v délce 37.8 mm pracovním posuvem $F=0.2 \text{ mm}$
N070	G00	X36	Z-37.8						;Odjetí rychloposuvem od povrchu součásti na Ø36mm

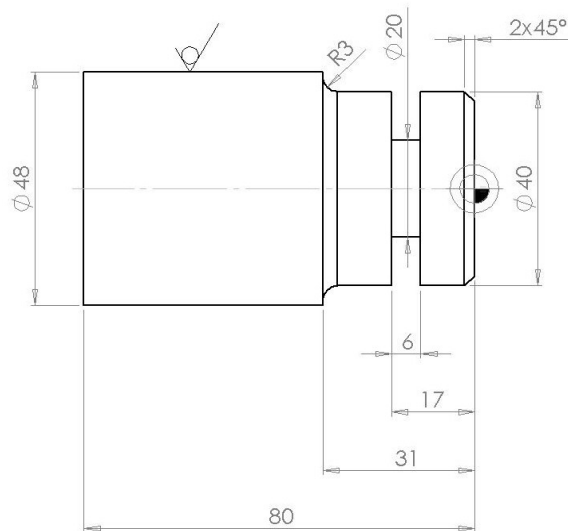
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

N075	G00	X36	Z1				;Návrat před čelo obrobku ve vzdálenosti 1 mm
N080	G00	X32	Z1				;Přesun rychloposuvem na Ø 32 mm 1 mm před čelo
N085	G01	X32	Z-37.8	F0.2			;Obrábění válcové plochy Ø 32 mm v délce 37.8 mm pracovním posuvem F=0.2 mm
N090	G00	X33	Z-37.8				;Odjetí rychloposuvem od povrchu součásti na Ø 33 mm
N095	G00	X33	Z1				;Návrat před čelo obrobku ve vzdálenosti 1 mm
N100	G00	X26	Z1				;Přesun rychloposuvem na Ø 26 mm 1 mm před čelo
N105	G01	X30	Z-1	F0.2			;Obrábění - Sražení hrany 1x45°
N110	G01	X30	Z-38	F0.2			;Obrábění válcové plochy Ø 30 mm
N115	G01	X41	Z-38	F0.08			;Obrobení čelní plochy mezi válcovými plochami
N120	G03	X45	Z-40	R2	F0.08		;Obrábění části kulové plochy - rádius R= 2 mm PROTI směru hodinových ručiček CCW posuvem F=0.08 mm
N125	G00	X100	Z100	M05	M09		;Odjezd rychloposuvem na souřadnice výměny nástroje, vypnutí řezné kapaliny a otáček
N130	M06	T03	D3	G95	S1500		;Výměna nástroje č.3 (STŘEDÍCÍ VRTÁK A2), Zapnutí konstantních otáček n= 1500 min ⁻¹
N135	G00	X0	Z1	M08	M03		;Příjezd do osy rotace obrobku 1 mm před čelo a zapnutí otáček CW
N140	G01	X0	Z-3	F0.05			;výroba středícího důlku do hloubky 3 mm
N145	G01	X0	Z1	F0.5			;Výjezd nástroje z místa řezu pracovním posuvem 0.5 mm
N150	G00	X100	Z100	M05	M09		; Odjezd rychloposuvem na souřadnice výměny nástroje, vypnutí otáček a chladicí kapaliny
N155	M06	T02	D2	G95	S640		;Výměna nástroje č.2 (VRTÁK Ø 10 mm), Zapnutí konstantních otáček n= 640 min ⁻¹
N160	G00	X0	Z1	M08	M03		;Příjezd do osy rotace obrobku 1 mm před čelo a zapnutí otáček CW
N165	G01	X0	Z-20	F0.1			;Vrtání otvoru Ø 10 mm do hloubky 20 mm
N170	G01	X0	Z1	F0.8			;Výjezd nástroje z místa řezu pracovním posuvem 0.8 mm
N175	G00	X100	Z100				;Odjezd rychloposuvem na souřadnice výměny nástroje
N180	M30						;Ukončení programu a vypnutí všech procesů

Příklad č.4

Pozice nástroje v zásobníku	Název nástroje	Značení nástroje		Název operace	poznámky
		držáku	Destičky		
4	Stranový nůž ubírací	SDJCR 2020	DCMT 11T 304	Soustružení vnějších ploch	
3	Vnější zapichovací nůž šířky 6 mm	GHGR 20-4	GIP6 00-0,4	Soustružení vnějších zápichů	

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



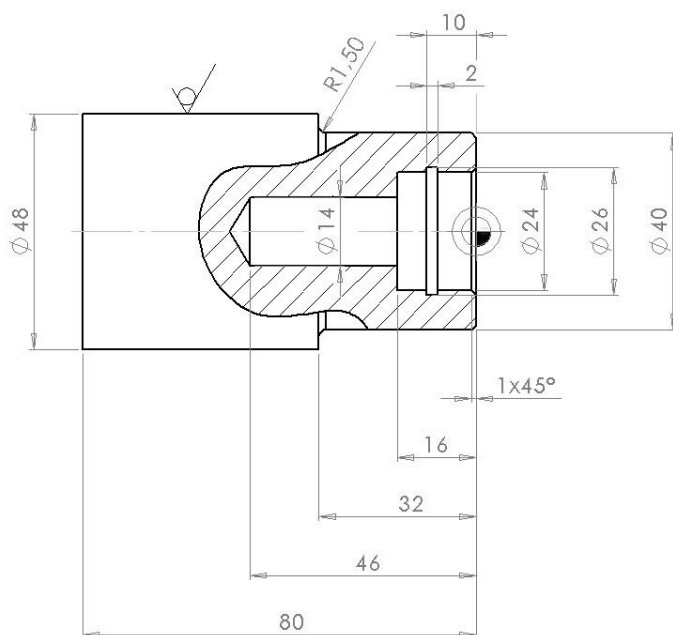
N001	G90	G54								;Absolutní programování s posunutím nulového bodu
N005	G92	S3000								;Omezení otáček stroje, maximálně 3000 min ⁻¹
N010	G00	X100	Z100							;Odjetí rychloposuvem na souřadnice výměny nástroje
N015	M06	T04	D4	G96	S100					;Výměna nástroje č.4 (STRANOVÝ NŮŽ UBÍRACÍ), Zapnutí konstantní řezné rychlosti $v_c = 100 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
N020	G00	X50	Z0	M08	M03					;Příjezd rychloposuvem k obrobku, zapnutí chlazení a zapnutí otáček CW
N025	G01	X-0.5	Z0	F0.08						;Zarovnání čelní plochy pracovním posuvem $F=0.08 \text{ mm}$
N030	G00	X-0.5	Z1							;Odjetí rychloposuvem od obrobku 1 mm před čelo.
N035	G00	X43	Z1							;Najetí nástrojem 1 mm před čelo na $\varnothing 43 \text{ mm}$
N040	G01	X43	Z-30	F0.2						;Obrábění válcové plochy $\varnothing 43 \text{ mm}$ v délce 30 mm pracovním posuvem $F=0.2 \text{ mm}$
N050	G00	X45	Z-30							;Odjetí rychloposuvem od povrchu součásti na $\varnothing 45 \text{ mm}$
N055	G00	X45	Z1							;Návrat před čelo obrobku ve vzdálenosti 1 mm
N060	G00	X34	Z1							;Přesun rychloposuvem na $\varnothing 34 \text{ mm}$ 1 mm před čelo
N065	G01	X40	Z-2	F0.1						;Obrábění stažené hrany $2 \times 45^\circ$
N070	G01	X40	Z-28	F0.2						;Obrábění válcové plochy $\varnothing 40 \text{ mm}$ v délce 28 mm pracovním posuvem $F=0.2 \text{ mm}$
N075	G02	X46	Z-31	R3	F0.08					;Obrábění části kulové plochy – rádius 3 mm ve směru otáčení hodinových ručiček CW
N080	G01	X49	Z-31	F0.08						;Obrobení čelní plochy posuvem $F=0.08 \text{ mm}$
N085	G00	X100	Z100	M05	M09					;Přesun nástroje do souřadnic výměny nástroje, vypnutí otáček a chladicí kapaliny
N090	M06	T03	D3	G96	S100					; Výměna nástroje č.4 (ZAPICHOVACÍ NŮŽ šířka ostří 6mm), Zapnutí konstantní řezné rychlosti $v_c = 100 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
N095	G00	X42	Z-17	M08	M03					;Najetí do souřadnic drážky 1 mm před válcovou plochu, zapnutí otáček CW
N100	G01	X20	Z-17	F0.05						;obrábění – zhotovení drážky do hloubky 10 mm
N105	G01	X42	Z-17	F1						;výjezd z místa řezu pracovním posuvem $F = 1 \text{ mm}$
N110	G00	X40	Z-16							;Nájezd nástroje na pozici srážení pravé hrany r

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

N115	G01	X38	Z-17	F0.1	;sražení hrany 1x45°
N120	G00	X42	Z-17		;výjezd z místa řezu
N125	G00	X40	Z-18		; Nájezd nástroje na pozici sražení levé hrany
N130	G01	X38	Z-17	F0.1	;sražení hrany 1x45°
N135	G00	X42	Z-17		;výjezd z místa řezu
N140	G00	X100	Z100		;Odjezd rychloposuvem na souřadnice výměny nástroje
N145	M30				;Ukončení programu a vypnutí všech procesu

Příklad č.5

Pozice nástroje v zásobníku	Název nástroje	Značení nástroje		Název operace	poznámky
		držáku	destičky		
4	Stranový nůž ubírací	SDJCR 2020		Soustružení vnějších ploch	
3	Středící vrták	A2		Navrtávání středících důlků	
2	Šroubovitý vrták Ø 14 mm	Kleština		Vrtání otvoru	HSS
1.	Vnitřní ubírací nůž	S12 - SDUCR	DCMT 070204	Soustružení vnitřních ploch	
5	Vnitřní zapichovací nůž šířky 3 mm	GHIR 16-16-2	GIPI – 2-02	Soustružení vnitřního zápichu	





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

N001	G90	G54					;Absolutní programování s posunutím nulového bodu
N005	G92	S3000					;Omezení otáček stroje, maximálně 3000 min ⁻¹
N010	G00	X100	Z100				;Odjetí rychloposuvem na souřadnice výměny nástroje
N015	M06	T04	D4	G96	S100		;Výměna nástroje č.4 (STRANOVÝ NŮŽ UBÍRACÍ), Zapnutí konstantní řezné rychlosti $v_c = 100 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
N020	G00	X50	Z0	M08	M03		;Příjezd rychloposuvem k obrobku, zapnutí chlazení, zapnutí otáček CW
N025	G01	X-0.5	Z0	F0.08			;Zarovnání čelní plochy pracovním posuvem $F=0.08 \text{ mm}$
N030	G00	X-0.5	Z1				;Odjetí rychloposuvem od obrobku 1 mm před čelo.
N035	G00	X43	Z1				;Najetí nástrojem 1mm před čelo na $\varnothing 43 \text{ mm}$
N040	G01	X43	Z-31.8	F0.2			;Obrábění válcové plochy $\varnothing 43 \text{ mm}$ v délce 31.8 mm pracovním posuvem $F=0.2 \text{ mm}$
N050	G00	X45	Z-31.8				;Odjetí rychloposuvem od povrchu součásti na $\varnothing 45 \text{ mm}$
N055	G00	X45	Z1				;Návrat před čelo obrobku ve vzdálenosti 1 mm
N060	G00	X36	Z1				;Přesun rychloposuvem na $\varnothing 36 \text{ mm}$ 1 mm před čelo
N065	G01	X40	Z-1	F0.1			;Obrábění stažené hrany $1 \times 45^\circ$
N070	G01	X40	Z-30.5	F0.2			;Obrábění válcové plochy $\varnothing 40 \text{ mm}$ v délce 30.5 mm pracovním posuvem $F=0.2 \text{ mm}$
N075	G02	X43	Z-32	R1.5	F0.08		;Obrábění části kulové plochy – rádius 3 mm ve směru otáčení hodinových ručiček CW
N080	G01	X46	Z-32	F0.08			;Obrobení čelní plochy posuvem $F=0.08 \text{ mm}$
N085	G01	X48	Z-33	F0.08			;sražení hrany $1 \times 45^\circ$
N090	G00	X100	Z100	M05	M09		;Přesun nástroje do souřadnic výměny nástroje, vypnutí otáček a chladicí kapaliny
N095	M06	T03	D3	G95	S1500		; Výměna nástroje č.3 (VRTÁK – NAVRTÁVACÍ A2), Zapnutí konstantních otáček $n= 1500 \text{ min}^{-1}$
N100	G00	X0	Z1	M08	M03		;přestavení nástroje do osy rotace obrobku, zapnutí chladicí kapaliny a zapnutí otáček CW
N105	G01	X0	Z-3	F0.05			;vytvoření středícího důlku do hloubky 3 mm
N110	G00	X0	Z1				;vyjetí z místa řezu
N115	G00	X100	Z100	M05	M09		;Přesun nástroje do souřadnic výměny nástroje, vypnutí otáček a chladicí kapaliny
N120	M06	T02	D2	G95	S455		; Výměna nástroje č.2 (VRTÁK $\varnothing 14 \text{ mm}$), Zapnutí konstantních otáček $n= 455 \text{ min}^{-1}$
N125	G00	X0	Z1	M08	M03		;Nájezd do osy rotace obrobku 1 mm před čelo obrobku, zapnutí otáček CW
N130	G01	X0	Z-15	F0.05			;Vrtání otvoru do hloubky 15 mm
N135	G00	X0	Z10				;výjezd z místa řezu z důvodu výplachu
N140	G00	X0	Z-14				;nájezd 1mm před přerušení vrtání otvoru
N145	G01	X0	Z-30	F0.05			;Vrtání otvoru do hloubky 30 mm
N150	G00	X0	Z10				;výjezd z místa řezu z důvodu výplachu
N155	G00	X0	Z-29				;nájezd 1mm před přerušení vrtání otvoru
N160	G01	X0	Z-46	F0.05			;Vrtání otvoru do hloubky 46 mm
N165	G00	X0	Z1				;výjezd z místa řezu 1 mm před čelo obrobku
N170	G00	X100	Z100	M05	M09		;Přesun nástroje do souřadnic výměny nástroje, vypnutí otáček a chladicí kapaliny

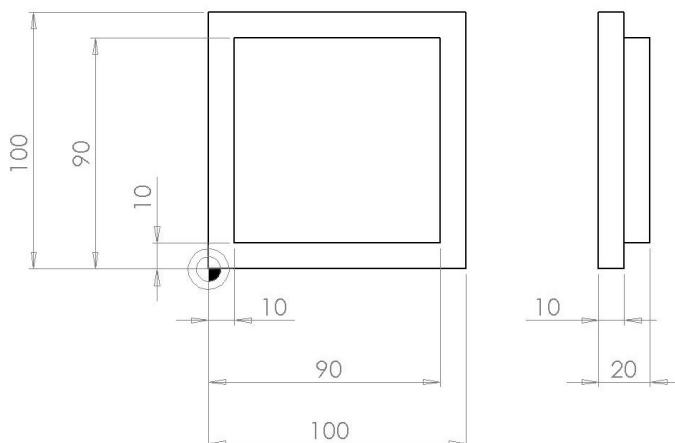
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

N175	M06	T01	D1	G96	S60	;Výměna nástroje č.1 (VNITŘNÍ UBÍRACÍ NŮŽ), Zapnutí konstantní řezné rychlosti $v_c = 60 \text{ m.min}^{-1}$
N180	G00	X17	Z1	M08	M03	;Najetí do výchozí souřadnice obrábění – vnitřní otvor, zapnutí otáček CW
N185	G01	X17	Z-15.8	F0.05		;Odebírání první třísky otvoru na $\varnothing 17 \text{ mm}$ v délce 15.8 mm
N190	G00	X16	Z-15.8			; Výjezd z místa řezu o 0.5 mm
N195	G00	X16	Z1			; výjezd z otvoru 1 mm před čelo obrobku
N200	G00	X20	Z1			; přesun nástroje do výchozí polohy obrábění
N205	G01	X20	Z-15.8	F0.05		; Zvětšování otvoru na $\varnothing 20 \text{ mm}$
N210	G00	X19	Z-15.8			; Výjezd z místa řezu o 0.5 mm
N215	G00	X19	Z1			; výjezd z otvoru 1 mm před čelo obrobku
N220	G00	X28	Z0			; přesun nástroje do výchozí polohy obrábění
N225	G01	X24	Z-1	F0.05		; obrábění °sražené hrany 1×45
N230	G01	X24	Z-16	F0.05		; soustružení otvoru na finální průměr
N235	G01	X15	Z-16	F0.05		; zarovnání čela mezi vnitřními válcovými plochami
N233	G01	X13	Z-17	F0.05		;sražení hrany mezi vnitřními průměry $\varnothing 24 \text{ mm}$ a $\varnothing 14 \text{ mm}$
N240	G00	X13	Z1			; výjezd z místa řezu
N245	G00	X100	Z100	M05	M09	;Přesun nástroje do souřadnic výměny nástroje, vypnutí otáček a chladicí kapaliny
N250	M06	T05	D5	G96	S60	;Výměna nástroje č.1 (VNITŘNÍ ZAPICHOVACÍ NŮŽ šířky 2 mm), Zapnutí konstantní řezné rychlosti $v_c = 60 \text{ m.min}^{-1}$
N255	G00	X20	Z1	M08	M03	; přesun před čelo obrobku, zapnutí otáček CW
N260	G01	X22	Z-10	F0.5		; příjezd do hloubky obrábění $Z-10 \text{ mm}$
N265	G01	X26	Z-10	F0.05		; soustružení vnitřní drážky tloušťky 2 mm
N270	G01	X22	Z-10	F0.5		; výjezd z místa řezu
N275	G00	X22	Z1			; výjezd z otvoru
N280	G00	X100	Z100			;Odjezd rychloposuvem na souřadnice výměny nástroje
N285	M30					;Ukončení programu a vypnutí všech procesu

Frézování:

Příklad č.1- Kostka

Pozice nástroje v zásobníku	Název nástroje	Značení nástroje		Název operace	poznámky
		držáku	destičky		
1	Čelní válcová fréza stopková Ø 20 mm			Frézování rovinných ploch	HSS



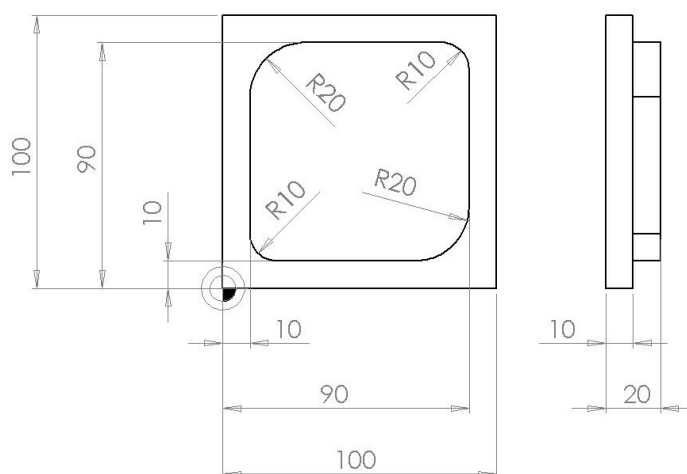
N001	G90	G54	G17						;Absolutní programování s posunutím nulového bodu, zvolená rovina obrábění X-Y
N005	G30	X0	Y0	Z-20					; zadání rozměru polotovaru MINIMÁLNÍ BOD – nutné jen pro simulaci v samotném programu není potřeba
N010	G31	X100	Y100	Z0					; zadání rozměru polotovaru MAXIMÁLNÍ BOD – nutné jen pro simulaci v samotném programu není potřeba
N015	G00	X100	Y100	Z100	G40				; nájezd do polohy výměny nástroje bez korekce rádiusu
N020	M06	T01	D1	G97	S320	M03			; vyvolání nástroje – fréza stopková Ø 20 mm, vypnutí obrábění za konstantních rezných rychlostí = otáčky konstantní, rotace nástroje ve směru CW
N025	G00	X-12	Y-12	Z5	M08				; přesun nástroje rychloposuvem vedle obrobku, zapnutí chlazení
N030	G01	X-12	Y-12	Z-10	F50				; pojezd v ose Z na hloubku obrábění
N035	G01	X10	Y0	Z-10	F50	G41			; frézování - najetí do materiálu zapnutí korekce poloměru (nástroje se pohybuje vlevo od obrobku) sousledné frézování
N040	G01	X10	Y90	Z-10	F50				; frézování - najetí do materiálu na souřadnice 2.rohu,
N050	G01	X90	Y90	Z-10	F50				; frézování - najetí do materiálu na souřadnice 3.rohu,
N055	G01	X90	Y10	Z-10	F50				; frézování - najetí do materiálu na souřadnice 4.rohu,
N060	G01	X-12	Y10	Z-10	F50				; frézování – vyjetí z místa řezu,

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

N065	G00	X-12	Y10	Z5			; výjezd z místa řezu nad obrobek
N070	G00	X100	Y100	Z0	G40		; návrat do místa výměny nástroje
N075	G00	X100	Y100	Z100			; návrat do místa výměny nástroje
N080	M30						; Ukončení programu a vypnutí všech procesů

Příklad č.2

Pozice nástroje v zásobníku	Název nástroje	Značení nástroje		Název operace	poznámky
		držáku	destičky		
1	Čelní válcová fréza stopková Ø 30 mm			Frézování rovinných ploch	HSS



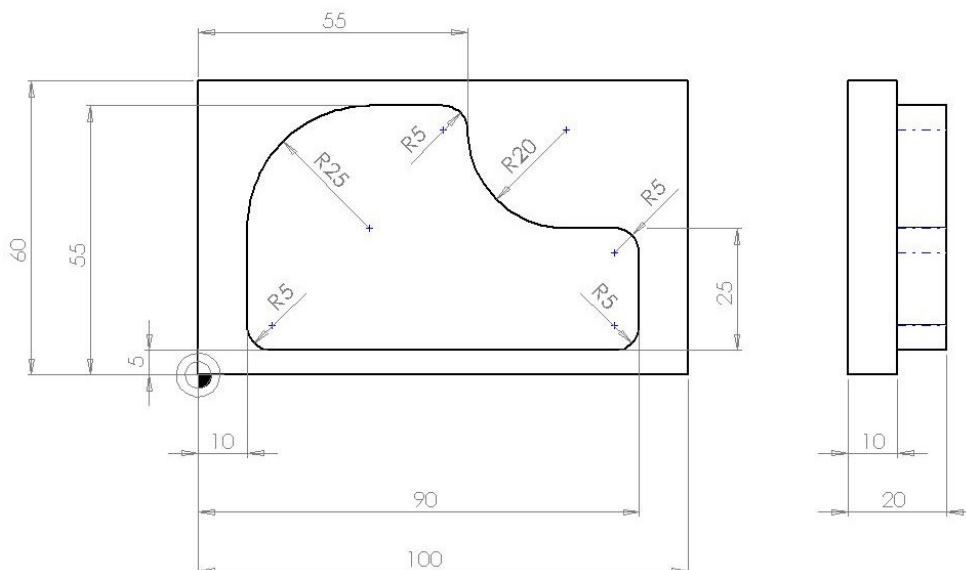
N001	G90	G54	G17				; Absolutní programování s posunutím nulového bodu, zvolená rovina obrábění X-Y
N005	G30	X0	Y0	Z-20			; zadání rozměru polotovaru MINIMÁLNÍ BOD – nutné jen pro simulaci v samotném programu není potřeba
N010	G31	X100	Y100	Z0			; zadání rozměru polotovaru MAXIMÁLNÍ BOD – nutné jen pro simulaci v samotném programu není potřeba
N015	G00	X100	Y100	Z100	G40		; nájezd do polohy výměny nástroje bez korekce rádiusu, výměna nástroje
N020	M06	T01	D1	G97	S220	M03	; vyvolání nástroje – fréza stopková Ø 30 mm, vypnutí obrábění za konstantních řezných rychlostí = otáčky konstantní, rotace nástroje ve směru CW
N025	G00	X-17	Y-17	Z5	M08		; přesun nástroje rychloposuvem vedle obrobku, zapnutí

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

N030	G00	X-17	Y-17	Z-10			chlazení
N033	G01	X10	Y0	Z-10	F50		; pojezd v ose Z na hloubku obrábění
N035	G01	X10	Y30	Z-10	F50	G41	; nájezd do řezu
N040	G01	X10	Y70	Z-10	F50		; najetí do řezu a zapnutí korekce poloměru (nástroje se pohybuje vlevo od obrobku) sousledné frézování
N050	G02	X30	Y90	Z-10	R20	F50	; frézování rádiusu R=20 mm – směr pohybu CW
N055	G01	X80	Y90	Z-10	F50		; frézování – lineární pohyb na souřadnici
N060	G02	X90	Y80	Z-10	R10	F50	; frézování rádiusu R=10 mm – směr pohybu CW
N065	G01	X90	Y30	Z-10	F50		; frézování – lineární pohyb na souřadnici
N070	G02	X70	Y10	Z-10	R20	F50	; frézování rádiusu R=20 mm – směr pohybu CW
N075	G01	X20	Y10	Z-10	F50		; frézování – lineární pohyb na souřadnici
N080	G02	X10	Y20	Z-10	R10	F50	; frézování rádiusu R=10 mm – směr pohybu CW
N085	G00	X10	Y20	Z5			; výjezd z místa řezu nad obrobek
N090	G00	X100	Y100	Z0	G40		; návrat do místa výměny nástroje
N095	G00	X100	Y100	Z100			; návrat do místa výměny nástroje
N100	M30						; Ukončení programu a vypnutí všech procesů

Příklad č.3

Pozice nástroje v zásobníku	Název nástroje	Značení nástroje		Název operace	poznámky
		držáku	destičky		
1	Čelní válcová fréza stopková Ø 38 mm			Frézování rovinných ploch	HSS

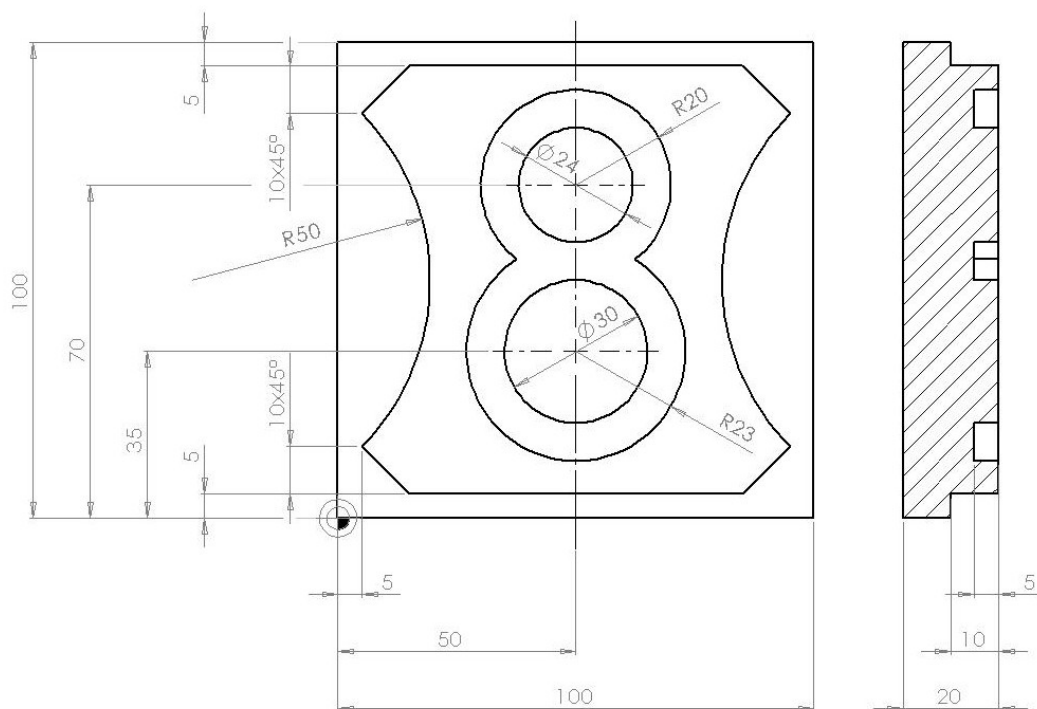


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

N001	G90	G54	G17								;Absolutní programování s posunutím nulového bodu, zvolená rovina obrábění X-Y
N005	G30	X0	Y0	Z-20							; zadání rozměru polotovaru MINIMÁLNÍ BOD – nutné jen pro simulaci v samotném programu není potřeba
N010	G31	X100	Y60	Z0							; zadání rozměru polotovaru MAXIMÁLNÍ BOD – nutné jen pro simulaci v samotném programu není potřeba
N015	G00	X100	Y100	Z100	G40						; nájezd do polohy výměny nástroje bez korekce rádiusu, ; vyvolání nástroje – fréza stopková Ø 38 mm, vypnutí obrábění
N020	M06	T01	D1	G97	S170	M03					za konstantních řezných rychlosti = otáčky konstantní, rotace nástroje ve směru CW
N025	G00	X10	Y-21	Z5	M08						; přesun nástroje rychloposuvem vedle obrobku, zapnutí chlazení
N027	G00	X10	Y-21	Z-10	G41						; zapnutí korekce poloměru (nástroje se pohybuje vlevo od obrobku) sousledné frézování,
N030	G01	X10	Y-30	Z-10	F50						; pojezd v ose Z na hloubku obrábění
N035	G01	X10	Y30	Z-10	F50						; frézování - najetí do řezu
N040	G02	X35	Y55	Z-10	R25	F50					; frézování rádiusu R=25 mm – směr pohybu CW
N050	G01	X50	Y55	Z-10	F50						; frézování – lineární pohyb na souřadnici
N055	G02	X55	Y50	Z-10	R5	F50					; frézování rádiusu R=5 mm – směr pohybu CW
N060	G03	X75	Y30	Z-10	R20	F50					; frézování rádiusu R=20 mm – směr pohybu CCW
N065	G01	X85	Y30	Z-10	F50						; frézování – lineární pohyb na souřadnici
N070	G02	X90	Y25	Z-10	R5	F50					; frézování rádiusu R=5 mm – směr pohybu CW
N075	G01	X90	Y10	Z-10	F50						; frézování – lineární pohyb na souřadnici
N080	G02	X85	Y5	Z-10	R5	F50					; frézování rádiusu R=5 mm – směr pohybu CW
N085	G01	X15	Y5	Z-10	F50						; frézování – lineární pohyb na souřadnici
N090	G02	X10	Y10	Z-10	R5	F50					; frézování rádiusu R=5 mm – směr pohybu CW
N093	G01	X-21	Y10	Z-10	F50						; výjezd z místa řezu
N095	G00	X100	Y100	Z0							; návrat do místa výměny nástroje
N100	G00	X100	Y100	Z100	G40						; návrat do místa výměny nástroje
N105	M30										;Ukončení programu a vypnutí všech procesů

Příklad č.4 - osmička

Pozice nástroje v zásobníku	Název nástroje	Značení nástroje		Název operace	poznámky
		držáku	Destičky		
1	Čelní válcová fréza stopková Ø 30 mm			Frézování rovinných ploch	
2	Čelní válcová fréza stopková Ø 8 mm			Frézování rovinných ploch	



N001 G90 G54 G17

N005 G30 X0 Y0 Z-20

N010 G31 X100 Y100 Z0

N015 G00 X100 Y100 Z100 G40

N020 M06 T01 D1 G97 S220 M03 M08

; Absolutní programování s posunutím nulového bodu, zvolená rovina obrábění X-Y
; zadání rozměru polotovaru MINIMÁLNÍ BOD – nutné jen pro simulaci v samotném programu není potřeba
; zadání rozměru polotovaru MAXIMÁLNÍ BOD – nutné jen pro simulaci v samotném programu není potřeba
; nájezd do polohy výměny nástroje
; vyvolání nástroje – fréza stopková Ø 30 mm, vypnutí obrábění za konstantních rezných rychlostí



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



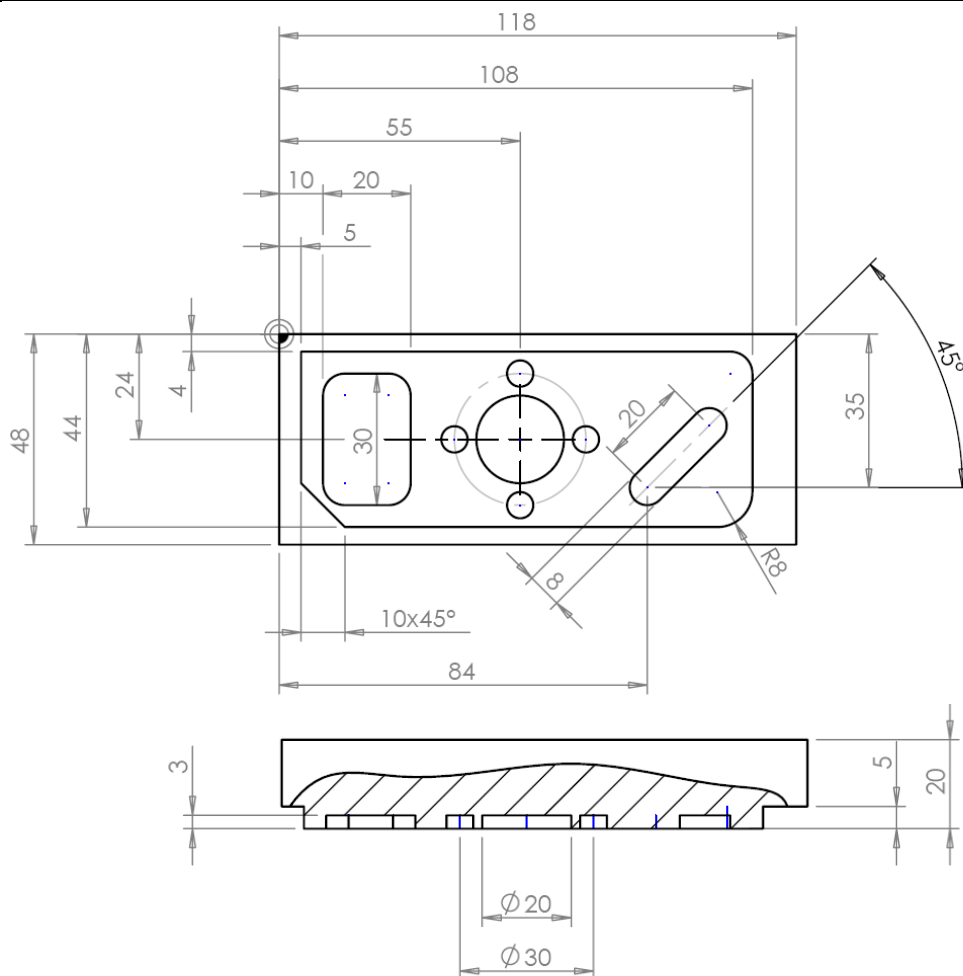
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

										<p>= otáčky konstantní, rotace nástroje ve směru CW a chlazení ; příjezd rychloposuvem k obrobku a zapnutí korekce poloměru (nástroje se pohybuje vlevo od obrobku) sousledné frézování</p>
N025	G00	X5	Y-30	Z10	G41					
N030	G01	X0	Y0	Z-10	F50					; pojezd v ose Z na hloubku obrábění
N035	G01	X0	Y10	Z-10	F50					; frézování – souřadnice počátku rádiusu R=50 mm
N040	G03	X5	Y85	Z-10	R50	F50				; frézování – kruhová interpolace proti směru hodinových ručiček CCW – rádius R=50 mm
N050	G01	X15	Y95	Z-10	F50					; frézování sražení 10x45°
N055	G01	X85	Y95	Z-10	F50					; frézování – pojezd v ose X
N060	G01	X95	Y85	Z-10	F50					; frézování stažení 10x45°
N065	G03	X95	Y15	Z-15	R50	F50				; frézování – kruhová interpolace proti směru hodinových ručiček CCW – rádius R=50mm
N070	G01	X85	Y5	Z-10	F50					; frézování sražení 10x45°
N075	G01	X15	Y5	Z-10	F50					; frézování – pojezd v ose X
N080	G01	X5	Y15	Z-15	F50					; frézování stažení 10x45°
N085	G00	X5	Y15	Z10	M05	M09				; výjezd z místa řezu 10 mm nad obrobek, zastavení otáček a vypnutí chladicí kapaliny
N090	G00	X100	Y100	Z100						; návrat do souřadnic výměny nástrojů, ; výměna nástroje - fréza stopková Ø8, vypnutí obrábění za konstantních řezných rychlostí =
N095	M06	T02	D2	G97	S800	M03	M08			otáčky konstantní, rotace nástroje ve směru CW a chlazení
N100	G00	X50	Y50	Z10	G41					; nájezd nad obrobek do polohy obrábění a zapnutí korekce poloměru (nástroje se pohybuje vlevo od obrobku) sousledné frézování
N105	G01	X50	Y50	Z-5	F20					; nájezd pracovním posuvem do roviny řezu – hloubka 5 mm
N110	G02	X50	Y50	Z-5	R15	I50	J35	F20		; kruhová interpolace ve směru hodinových ručiček (spodní část osmičky) - poloměr kruhu 15 mm, souřadnice středu kružnice [50,35], souřadnice konce kružnice [50,50],
N115	G03	X50	Y50	Z-5	R12	I50	J70	F20		; kruhová interpolace proti směru hodinových ručiček (horní část osmičky) - poloměr kruhu 12mm, souřadnice středu kružnice [50,70], souřadnice konce kružnice [50,50],
N120	G01	X50	Y50	Z10	F50					; výjezd nástroje z řezu
N125	G00	X100	Y100	Z0						; návrat do místa výměny nástroje
N130	G00	X100	Y100	Z100						; návrat do místa výměny nástroje
N135	M30									;Ukončení programu a vypnutí všech procesu

Příklad č.5

Pozice nástroje v zásobníku	Název nástroje	Značení nástroje		Název operace	poznámky
		držáku	destičky		
1	Čelní fréza nástrčná Ø 60 mm			Frézování rovinných ploch	HSS
2	Čelní válcová fréza stopková Ø 20 mm			Frézování rovinných ploch	HSS
3	Čelní válcová fréza stopková Ø 8 mm			Frézování rovinných ploch	HSS
4	Čelní válcová fréza stopková Ø 6 mm			Frézování rovinných ploch	HSS



NEZAKÓTOVANÉ OTVORY $\varnothing 6$
NEZAKÓTOVANÉ RÁDIUSY R5

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

N001	G90	G54	G17											; Absolutní programování s posunutím nulového bodu, zvolená rovina obrábění X-Y
N005	G30	X0	Y0	Z-20										; zadání rozměru polotovaru MINIMÁLNÍ BOD – nutné jen pro simulaci v samotném programu není potřeba
N010	G31	X100	Y100	Z1										; zadání rozměru polotovaru MAXIMÁLNÍ BOD – nutné jen pro simulaci v samotném programu není potřeba
N015	G00	X100	Y100	Z100	G40									; nájezd do polohy výměny nástroje
N020	M06	T01	D1	G97	S110	M03	M08							; vyvolání nástroje – fréza čelní Ø 60 mm, vypnutí obrábění za konstantních řezných rychlosti = otáčky konstantní, rotace nástroje ve směru CW a chlazení
N025	G00	X-35	Y23	Z2	G41									; najetí do počáteční polohy řezu
N030	G01	X-35	Y23	Z0	F50									
N035	G01	X153	Y23	Z0	F50									; frézování čelní plochy – srovnání povrchu součásti (ap=1 mm)
N040	G00	X153	Y-5	Z0	G40									
N050	G01	X-35	Y-5	Z0	F50									
N053	G00	X100	Y100	Z0										
N055	G00	X100	Y100	Z100	M05	M09								; návrat do místa výměny nástroje ; návrat do místa výměny nástroje ; vyvolání nástroje – fréza čelní válcová Ø 20 mm, vypnutí obrábění za konstantních řezných rychlosti = otáčky konstantní, rotace nástroje ve směru CW a chlazení
N060	M06	T02	D2	G97	S320	M03	M08							
N065	G00	X5	Y-15	Z5										; nájezd nad obrobek
N070	G00	X5	Y-15	Z-5										; sjezd na hloubku obrábění
N073	G01	X5	Y0	Z-5	F50									
N075	G01	X5	Y44	Z-5	F50									
N080	G01	X103	Y44	Z-5	F50									
N085	G02	X108	Y39	Z-5	R5	F30								
N090	G01	X108	Y12	Z-5	F50									; obrábění osazení do hloubky 5 mm (obvod)
N095	G02	G91	X-8	Y-8	Z0	R8	F20							
N100	G01	G90	X15	Y4	Z-5	F50								
N105	G01	X5	Y14	Z-5	F50									
N110	G00	X5	Y14	Z5										
N113	G00	X100	Y100	Z0	M05	M09								; návrat do místa výměny nástroje, vypnutí otáček a chlazení.
N115	G00	X100	Y100	Z100										; návrat do místa výměny nástroje ; vyvolání nástroje – fréza stopková Ø 8 mm, vypnutí obrábění za konstantních řezných rychlosti = otáčky konstantní, rotace nástroje ve směru CW a chlazení
N120	M06	T03	D3	G97	S800	M03	M08							
N125	G00	X55	Y24	Z5	G40									; najetí do polohy obrábění kruhové kapsy Ø 20 mm
N130	G01	X55	Y24	Z-3	F10									

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

N135	G01	G91	X10	Y0	Z0	G41	F30		;zapnutí inkrementálního programování a pojezd v ose X o 10 mm, zapnutí korekce poloměru (nástroje se pohybuje vlevo od obrobku) sousledné frézování
N140	G03	G90	X45	Y24	R10	I55	J24	F30	; zapnutí absolutního programování, kruhová interpolace proti směru hodinových ručiček- poloměr kruhu 10 mm, souřadnice středu kružnice [55,24], souřadnice konce půlkruhu [45,24],
N145	G03	G91	X20	Y0	R10	I10	J0	F30	; zapnutí inkrementálního programování, kruhová interpolace proti směru hodinových ručiček- poloměr kruhu 10 mm, souřadnice středu kružnice [20,0], souřadnice konce půlkruhu [10,0],
N150	G00	G90	X65	Y24	Z5				; výjezd z místa řezu
N155	G00	X20	Y24	Z5					; přejezd na střed obdelnikové kapsy
N160	G01	X20	Y24	Z-3	F10				; sjezd do hloubky obrábění h=3 mm
N165	G01	X30	Y24	Z-3	F30				;obrábění kapsy
N170	G01	G91	X0	Y7.5	Z0	F30			; zapnutí inkrementálního programování – obrábění kapsy
N175	G03	X-5	Y5	Z0	R5	F20			
N180	G01	X-10	Y0	Z0	F30				
N185	G03	X-5	Y-5	Z0	R5	F20			
N190	G01	X0	Y-15	Z0	F30				
N195	G03	X5	Y-5	Z0	R5	F20			; obrábění obdelnikové kapsy
N200	G01	X10	Y0	Z0	F30				
N205	G03	X5	Y5	Z0	R5	F20			
N210	G01	X0	Y7.5	Z0	F30				
N215	G00	X0	Y0	Z8					;výjezd z místa řezu
N220	G00	G90	X84	Y13	Z5	G40			; zapnutí absolutního programování, přejezd na pozici šikmé drážky o šířce 8 mm
N225	G01	X84	Y13	Z-3	F10				; sjezd na hloubku řezu
N230	G11	R20	H45	I84	J13	F30			;programování v polárních souřadnicích – obrábění drážky
N235	G00	G90	Z5						;výjezd z místa řezu
N237	G00	X100	Y100	Z0					
N240	G00	X100	Y100	Z100	M05	M09			; návrat do místa výměny nástroje
N245	M06	T04	D4	G97	S1060	M03	M08		; vyvolání nástroje – fréza stopková Ø 6 mm, vypnutí obrábění za konstantních řezných rychlostí = otáčky konstantní, rotace nástroje ve směru CW a chlazení
N250	G00	X40	Y24	Z5					
N255	G01	X40	Y24	Z-3	F10				
N260	G00	X40	Y24	Z5					
N265	G00	X55	Y39	Z5					
N270	G01	X55	Y39	Z-3	F10				

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

N275	G00	X55	Y39	Z5	
N280	G00	X70	Y24	Z5	
N285	G01	X70	Y24	Z-3	F10
N290	G00	X70	Y24	Z5	
N295	G00	X55	Y9	Z5	
N300	G01	X55	Y9	Z-3	F10
N305	G00	X55	Y9	Z5	
N310	G00	X100	Y100	Z100	
N315	M30				



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

8. Základní pojmy

Absolutní programování – způsob programování pomocí souřadnic vztažených na jeden nulový bod (najíždění na souřadnici)

Inkrementální programování - způsob programování souřadnic, kdy jsou popisovány skutečné dráhy nástroje. Inkrementální (přírůstková) hodnota je dána vzdáleností od předchozí pozice nástroje. Jedná se o posun o libovolnou hodnotu v souřadném systému

Automatický provozní režim - provoz CNC stroje, ve kterém se provádí zpracování po blocích dle dat programu (samočinný chod programu)

Provoz s ručním zadáváním - způsob provozu CNC stroje, kdy jsou data (programové příkazy např. G00) CNC programu ručně zadávána a automaticky zpracována. (jiné označení MDI-AUTOMATIC, EXECUTE)

Ruční provoz - přímé ovládání CNC stroje prostřednictvím kláves řídicího panelu

EDIT - Provozní nebo podprovozní režim CNC stroje, ve kterém se provádějí veškeré operace s programem (ukládání, nahrávání, úpravy a přepisování)

Simulace – grafické znázornění NC programu v prostředí počítače

Nulový bod obrobku (W) - bod stanovený programátorem, určený pro tvorbu CNC programu

Nulový bod stroje (M) - bod stanovený výrobcem stroje. Je počátkem souřadného systému stroje

Referenční bod (R) - slouží k synchronizaci řídicího systému s měřicím systémem stroje.(užívá se u číslicových řízení s inkrementálním systémem měření dráhy)

Vztažný bod nástrojů (N) - Počátek pro určování polohy ostří nástrojů (korekce nástroje)

Systém stavění souřadnic - druh číslicového řízení kdy se nástrojem najede na požadovaný bod a pak je zahájeno obrábění



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Pravoúhlé řízení - druh číslicového řízení, kdy je umožněno obrábění pouze rovnoběžně se souřadnými osami

Souvislé řízení - druh číslicového řízení, kdy je umožněno obrábění ve dvou a více osách najednou, což umožňuje tvorbu tvarových ploch (radiusy, kužely...)

Nepřímý způsob měření - měřená hodnota je převáděna na jinou fyzikální veličinu (délka → otáčení)

Přímé měření dráhy - měřená hodnota je zjišťována bezprostředním snímáním délek (např. na podélném suportu stroje)

Program součásti – program, který popisuje průběh obráběcího procesu pro jednu součást

Blok - dle ISO skupina slov, se kterou se zachází jako s celkem a obsahuje všechna data k provádění jedné pracovní operace (jiné označení: věta, řádek)

Slovo - jednotlivý příkaz k ovládní CNC stroje (např. M00, G00, X-13.00) sestává z adresy a čísla

CAD -Computer Aided Design: konstruování s počítačovou podporou

CAM - Tvorba NC kódu (vytvoření modelu a jeho obrobení s počítačovou podporou)

CNC -Computer Numeric Control: číslicové řízení počítačem

DNC - Direct Numeric Control: přímé řízení počítačem (systém umožňující připojení souboru CNC strojů ke společné paměti pro programy obrobků nebo řídicí programy, distribuující data ke strojům)

NC -Numeric Control: číslicové řízení (druh řízení pro pracovní stroje, kde jsou data pro ovládací fce zadávána v podobě znaků)

Ekvidistanta - dráha bodu s konstantní vzdáleností od obrysu součásti

Interpolace - stanovení bodů, které leží na definovaném úseku obrysu.

Konec programu - funkce pro ukončení automatického chodu programu. Nachází se na konci CNC programu.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Korekce dráhy radiusu špičky - korekce dráhy nástroje (pomocí fcí G40, G41, G42).
Kompenzace úchytky radiusu břitu nástroje

Korekce nástroje - kompenzace rozdílu mezi vztažným bodem nástrojů (N) a špičkou nástroje

Override - momentální ovlivnění nějakého procesu (programované otáčky, posuv)

Podprogram - část nebo samostatný program součásti. Používá se při opakujících se dílčích úlohách

Cyklus – jedná se o soubor technologických úkonů pro určitý typ operace sdružené v jeden blok. Cyklus obsahuje sekvenci pohybů, které by musely být naprogramovány funkcemi G0 a G1. Základní vlastností všech cyklů je návrat do výchozího bodu po ukončení obráběcího cyklu.

Polární souřadnice - matematická určení bodu pomocí úhlu a poloměru

Posunutí nulového bodu - možnost posunutí počátku souřadné osy do programátorem zvolené polohy

Pomocná funkce - slovo, s kterým se převážně programují spínací fce pro CNC stroje (např. M08 spuštění čerpadla chladicí kapaliny)

Regulace polohy - porovnáváním skutečných a požadovaných hodnot polohy suportu je řízen posuvový motor (reg. polohy potlačuje vliv rušivých sil – např. řezné síly)

Regulační obvod - tzv. komparátor skutečných a požadovaných hodnot, který vyhodnocuje skut. polohu suportu vzhledem k souřadnici zadané programem obrobku nebo obsluhou



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Bibliografie

1. **VRBKA, P.** *Parametrické programování v systému Sinumerik 810D: Diplomová práce.* Brno : Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního, 2007.
2. **VELÉ.** *Verifikace pohybů frézky FCM22CNC v systému NX.* Praha : ČVUT v Praze, 2007. Bakalářská práce.
3. **TÝDENÍK., TECHNICKÝ.** *Odborné technické časopisy.*
4. **ŠTULPA.** *CNC obráběcí stroje a jejich programování.* Praha : Technická literatura BEN, 2008. ISBN 978-80-7300-207-7.
5. **ŠTAJNOCHR, SLAVÍK.** *Uživatelská příručka pro soustruh SRL20CNC a řídicí systém Mirkoprogram S.* Praha : MIRKONEX s.r.o. verze 2.x.
6. —. *Uživatelská příručka pro frézku FC1 CNC FC22CNC a řídicí systém Mikroprog F.* Praha : MIKRONEX s.r.o. verze 2.x.
7. **SOU_strojírenské_Žďár_nad_Sázavou.** *Základy obsluhy a seřizování CNC obráběcích strojů.* 2004.
8. **SIEMENS.** *SINUMERIK 840D sl - ShopTurn - Obsluha / Programování.* [Online] 01 2008. [Citace: 15. 7 2010.] www.filemeta.com/pl/sinumeric-pdf-page3.html.
9. —. *User's Guide Measuring Cycles.* [Online] [Citace: 6. 10 2007.] <http://www.siemens.com.br/upfiles/1040.pdf>.
10. —. *ShopTurn jednodušší soustružení.* Praha : Siemens, 2006.
11. —. *ShopMill jednodušší frézování.* Praha : Siemens, 2006.
12. **ŠEDA.** *Aplikace systému ShopTurn při programování CNC soustruhů s hnanými nástroji.* Brno : VUT v Brně, FSI, 2008. Bakalářská práce.
13. **Coromant, SANDVIK.** *Die & Mould Making.* Sweden : Sandviken, 2001.
14. **PÍŠKA, CIHLAŘOVA, HILL.** *Fundamental principles of NC programming.* Brno : Brno University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, The Institute of Manufacturing Technology, 2005.
15. **PÍŠKA, CIHLAŘOVÁ, HILL.** *Turning Cycles.* Brno : Brno University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, The Institute of Manufacturing Technology, 2005.
16. **PÍŠKA, POLZER.** *Popis poloautomatického soustruhu SPN12 CNC s řídicím systémem Sinumerik 810D.* Brno : VUT v Brně, FSI, ÚST, 2004. Diplomová práce.
17. **NEDOMA.** *Hodnocení výrobní přesnosti CNC strojů.* Zlín : Baťova Univerzita, 2005. Závěrečná práce.
18. **MM PRŮMYSLOVÉ SPEKTRUM.** *Odborné strojírenské časopisy.*
19. **LEINVEBER, VÁVRA.** *Strojnické tabulky.* Úvaly : Albra, 2008. ISBN 978-807361-051-7.
20. **KOCMAN, PROKOP.** *Technologie obrábění.* Praha : CERM, 2001. ISBN 80 - 214 - 1996 - 2.
21. **INTERNET.**
22. **HUMÁR.** *Materiály pro řezné nástroje.* Praha : Triangl, 2008. ISBN 978-80-254-2250-2.
23. **Hill.** *EMCO WinNC HEIDENHAIN TNC 426 frézování - Uživatelská příručka.* Jihlava : SPŠ Jihlava, 2006.
24. **HEIDENHAIN.** *Příručka uživatele - Programování cyklů iTNC 530.* Germany: Traunreut : Heidenhain, 2009.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

25. —. *Průručka uživatele CNC Pilot 4290*. Germany: Traunreut : Heidenhain, 2008.
26. —. *Průručka uživatele DIN / ISO Programování iTNC 530*. Germany: Traunreut : Heidenhain, 2008.
27. **FRISCHHERZ, PIEGLER, PRAGAČ.** *Technologie zpracování kovů odborné znalosti 2*. ISBN 80-902655-1-0 .
28. *Moderní výrobní technologie pro 21.století. Články_z_konference*. Brno : VUT Brno, FSI, 2009. ISBN 978-80-214-3914-6.
29. **KELLER.** *Programování a řízení CNC stroj - 2.část*. [Online] 11. 11 2005. [Citace: 25. 01 2010.] www.kvs.tul.cz/pdf.
30. **Karviná, SPŠ - TP.** *Stavba CNC programů v simulátorech*. [Online] 2004. [Citace: 10. 11 2009.] <http://www.sps-karvina.cz/www/cnc/manual.htm>.
31. **RUML.** *Číslicově řízené stroje*.
32. **Karviná, SPŠ - TP.** *EdgeCAM ve výuce programování CNC strojů. Úvod do problematiky CNC strojů*. [Online] 2004. [Citace: 10. 11 2009.] <http://www.sps-karvina.cz/www/cnc/manual.htm>.
33. **Čada.** *Obsluha a nastavování řídicích systémů NC a CNC strojů*. Praha : Institut přípravy mládeže FMHSE, 1989. ISBN 80-7104-002-9.
34. **BARTOŠ, KRÁL, MINÁRIK, ŠTULPA.** *Základy CNC obráběcích strojů*. Hradec králové : Fragment, 1998. ISBN 80-7200-295-3.
35. **SVOBODA.** *Technologie a programování CNC strojů*. Havlíčkův Brod : Fragment, 1998. str. 100. ISBN 80-7200-297-X.
36. **HEIDENHAIN.** *Průručka uživatele popisný dialog iTNC 530*. Germany: Traunreut : Heidenhain, 2009.
37. **CINK.** *Funkce řídicího systému Heidenhain iTNC 530 pro obrábění*. BRNO : VUT v Brně, FSI, 2007. Bakalářská práce.
38. **DILLINGER_a_KOLEKTIV.** *Moderní strojírenství pro školu i praxi*. Praha : EUROPA- SOBOTÁLES, 2007. ISBN 978-80-86706-19-1.
39. **JONES.** *SINUMERIK 810/840D, DIN Programming for Turning - Training Manual Edition2008.01*. [Training dokumentation] Germany : SIEMENS s.r.o., 20. 4 2008.
40. **CHUDOBA.** *Základy programování a obsluha CNC strojů - Učební texty*. [Online] STŘEDNÍ PRŮMYSLOVÁ ŠKOLA JIHLAVA, 14. 12 2005. [Citace: 5. 12 2009.] www2.sps-jia.cz/~hillzakl_progr.pdf.
41. *Technický týdeník*. **POLZER.** Brno : Akademie CNC obrábění (1), Vol 57, 2009, No 7, pp. 7-7. ISSN 0040-1064.