

Postup programovania pri sústružení

a)

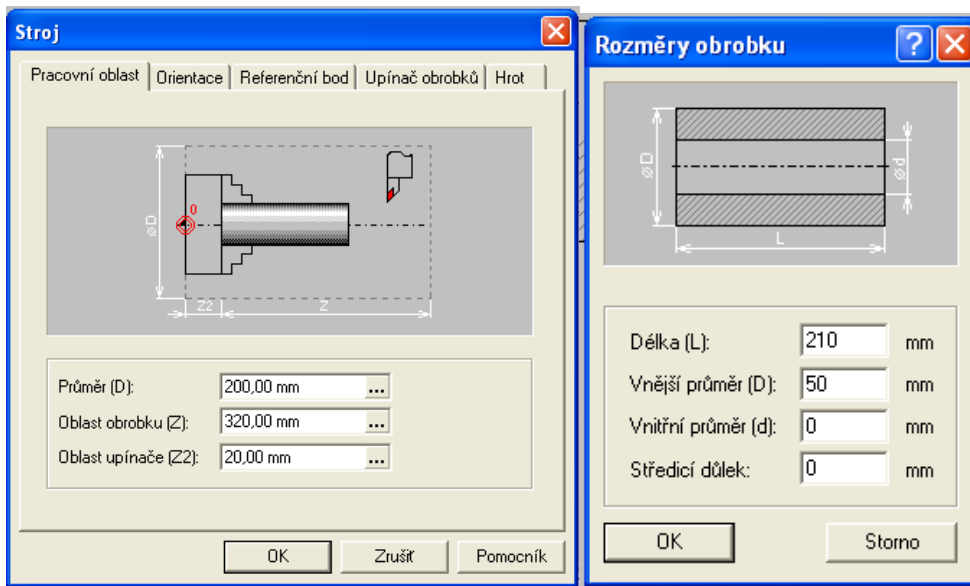
- vysvetlite a popíšte prostredie S2000
- navrhnete rozmer polotovaru, spôsoby upnutia obrobku, typ nástroja
- posuňte nulový bod na čelo súčiastky
- podľa obrázku vypracujte tabuľku absolútneho a inkrementálneho programovania jednotlivých bodov súčiastky

The screenshot displays the S2000 CNC control software interface. The main window, titled "Grafické okno", shows a 3D model of a turned part with a conical section. The part is centered on a horizontal axis, and the Z-axis is vertical. The X-axis ranges from -30 to 35, and the Z-axis ranges from -100 to 10. The part has a diameter of 160.000 mm at the Z=0 position. The conical section starts at Z=211.000 mm and ends at Z=215.000 mm. The part is supported by blue blocks on the left. The right side of the interface shows a control panel with digital readouts for X (+160.000), Z (0.000), and S (0). Below the readouts are buttons for INC, MIN, RAD, and K. The bottom window, titled "C:\PROGRAM FILES\S2000\DEMO\DATA\ELTEK2.SUF", shows the G-code program for the part. The program starts with N 000 G29 Program ELTEK2 and ends with N 140 M06. The G-code includes comments and coordinates for the part's geometry.

```
N 000 G29 Program ELTEK2
N 004 G29 =====
N 008 G29 Demo pro simulaci soustruzeni
N 012 G29 pro ridici system S2000
N 028 G29 =====
N 050 G98 X +160.000 Z +0.000
N 060 M06 X +0.000 Z +0.000 T 1
N 070 G24
N 080 M03 S 1000
N 090 G29 =====
N 094 G29 Rychloposuvem do vychodi polohy
N 100 G00 X +27.500 Z +215.000
N 110 G00 X +26.000 Z +211.000
N 140 M06 X +0.000 Z +0.000 T 2
```

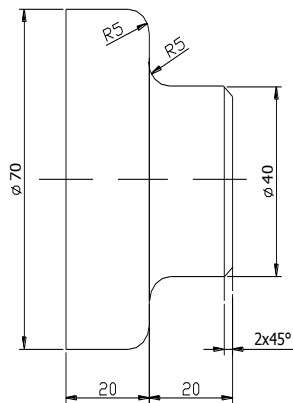
Stiskněte F1 pro nápovědu

00001 : 1



Příklad:

Napište programy pro výrobu součástky podle obrázku



	ABS		INK	
	X	Z	X	Z
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

SÚSTRUŽENIE S2000

Prípravné funkcie

Funkcie	Význam	Adresy
G00	Rýchle polohovanie (rýchloposuv)	X,Z
G01	Lineárna interpolácie -pohyb po priamke	X,Z, F
G02	Kruhovú interpolácie - pohyb po kružnici v smere hodinových ručičiek (rovina je určená G17/G18/G19)	X,Z,I,K X,Z,R
G03	Kruhovú interpolácie- pohyb po kružnici proti smere hodinových ručičiek (rovina je určená G17/G18/G19)	X,Z,I,K X,Z,R
G04	Časová výdrž -Prerušenie behu programu na T sekúnd	T
G25	Skok v hlavnom programe na blok číslo L	L,I
G26	Skok do podprogramu na blok číslo U	U,S
G27	Opakovanie časti programu od riadku B po riadok E, počet opakovaní S	B,E,S
G29	Textová poznámka	
G33	Rezanie závitov	X,Z,K
G54-G58	Absolútne posunutie nulového bodu	X,Z
G59	Relatívne posunutie nulového bodu	X,Z
G70	Programovaní v palcoch	
G71	Programovaní v milimetroch	
G74	Nájazd do referenčného bodu	
G90	Absolútne programovanie	
G91	Prírastkové (inkrementálne) programovanie	

Programové cykly

Funkcie	Význam	Adresy
G64	Pozdĺžny hrubovací cyklus	X,Z,U,F
G66	Zapichovací cyklus	X,Z,W,F
G68	Čelný hrubovací cyklus	X,Z,W,F
G73	Vrtací cyklus s výdržou	Z,W,F
G78	Cyklus rezania závitov s kolmým prísuvom	X,Z,U,K
G79	Cyklus rezania závitov s šikmým prísuvom	X,Z,U,K
G81	Vrtací cyklus	Z,F
G83	Vrtací cyklus s výplachom	Z,W,F
G85	Vyhrubovací cyklus	Z,F

Pomocné funkcie

M00	Programové zastavenie. Zastaví sa vykonávanie programu vrátane zastavenia vretena do doby opätovného štartu stroja. Funkcia umožňuje obsluhu uskutočniť potrebné úkony, prípadne odstrániť triesky.
M01	Podmienené zastavenie. Riadiaci systém realizuje zastavenie vykonávania programu na vstupný digitálny signál /to znamená zvonku od periférneho alebo nadriadeného

	zariadenia/ po dobu trvanie signálu. Po ukončení vstupného signálu pokračuje vykonávanie programu nasledujúcim blokom. Príklad : M01 I1 - znamená, keď po linke 1 tečie prúd, zastav vykonávanie programu.
M03	Spustenie otáčok vretena doprava. Pohľad na vreteno je v smere osy Z. Pre zjednodušenie M03 sa používa keď je nástroj pred, alebo pod osou pri použití pravého nože.
M04	Spustenie otáčok vretena doľava. Používa sa keď je ľavý nôž za, alebo nad osou..
M05	Zastavení vretena.
M06	Výmena nástroje. Podrobný popis v kapitole „Výmena nástroje“.
M08	Zapnutí chladenia.
M09	Vypnutie chladenia.
M17	Koniec podprogramu.
M20	Aktivuje výstupní signál.. Príklad : M20 O1 - aktivuje napätie na linke 1
M21	Ruší aktivácia výstupného signálu. Príklad : M21 O5 - vypne napätie na linke 5
M30	Koniec programu.
M63	Vysunutí pinoly koníka. Funkcia realizuje vysunutie pinoly koníka za účelom podoprenie obrobku.
M64	Zasunutie pinoly koníka.
M65	Zatvorenie krytu stroja.
M66	Otvorenie krytu stroja.

Spôsobý programovania

Absolútne a prírastkové programovanie

Pri tvorbe NC programu sa používajú dva spôsoby programovania :

1. **absolútne programovanie G90**

- všetky zadávané súradnice, na ktoré sa nástroj pohybuje, sa vzťahujú k nulovému bodu obrobku. Je preddefinovanou funkciou a platí do doby použitia funkcie G91.

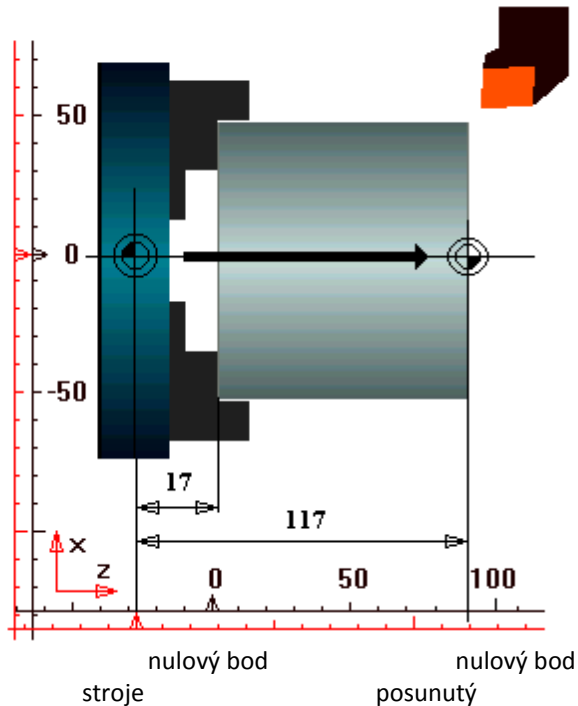
2. **prírastkové programovanie G91**

- zadávané údaje sa vzťahujú k výchozímu bodu pohybu nástroje. Platí do doby použitia funkcie G 90. Prírastkové programovanie sa používa hlavne v podprogramoch.

Súradnice v ose X pri absolútnom programovaní sa zadávajú ako priemer

Absolútne posunutie nulového bodu G54 - G58

Pri tvorbe NC programu je potrebné definovať polohu nulového bodu obrobku. Implicitne je definovaný nulový bod stroja. Tento je potrebné posunúť tak, aby pre konkrétnu súčiastku bol minimálny počet pomocných výpočtov a bolo možné použiť rozmery priamo z výkresu. Pri sústruhu spravidla posúvame nulový bod len v smere osy Z na čelo obrobku.



Posunutí nulového bodu je jednou z prvých funkcií programu. Absolútne posunutí nulového bodu určuje o aké hodnoty **X,Z** sa má posunúť nulový bod vzhľadom k nulovému bodu stroje.

G54 X0 Z117

posune nulový bod na pravé čelo obrobku pri dĺžke súčiastky a upnutí podľa obrázku. Zároveň je posunutie zapísané do pamäti do času prepísania funkcie G54 s inými adresami X,Z , alebo do času prepísania hodnôt X,Z priamo v registra posunutia nulového bodu.

registre posunutí nulového bodu

	X	Z
G54	0.000	117.000
G55	0.000	0.000
G56	0.000	0.000
G57	0.000	17.000
G58	0.000	0.000

G57 - vyvolá posunutí v ose Z o 17 mm, t.j. na ľavé čelo

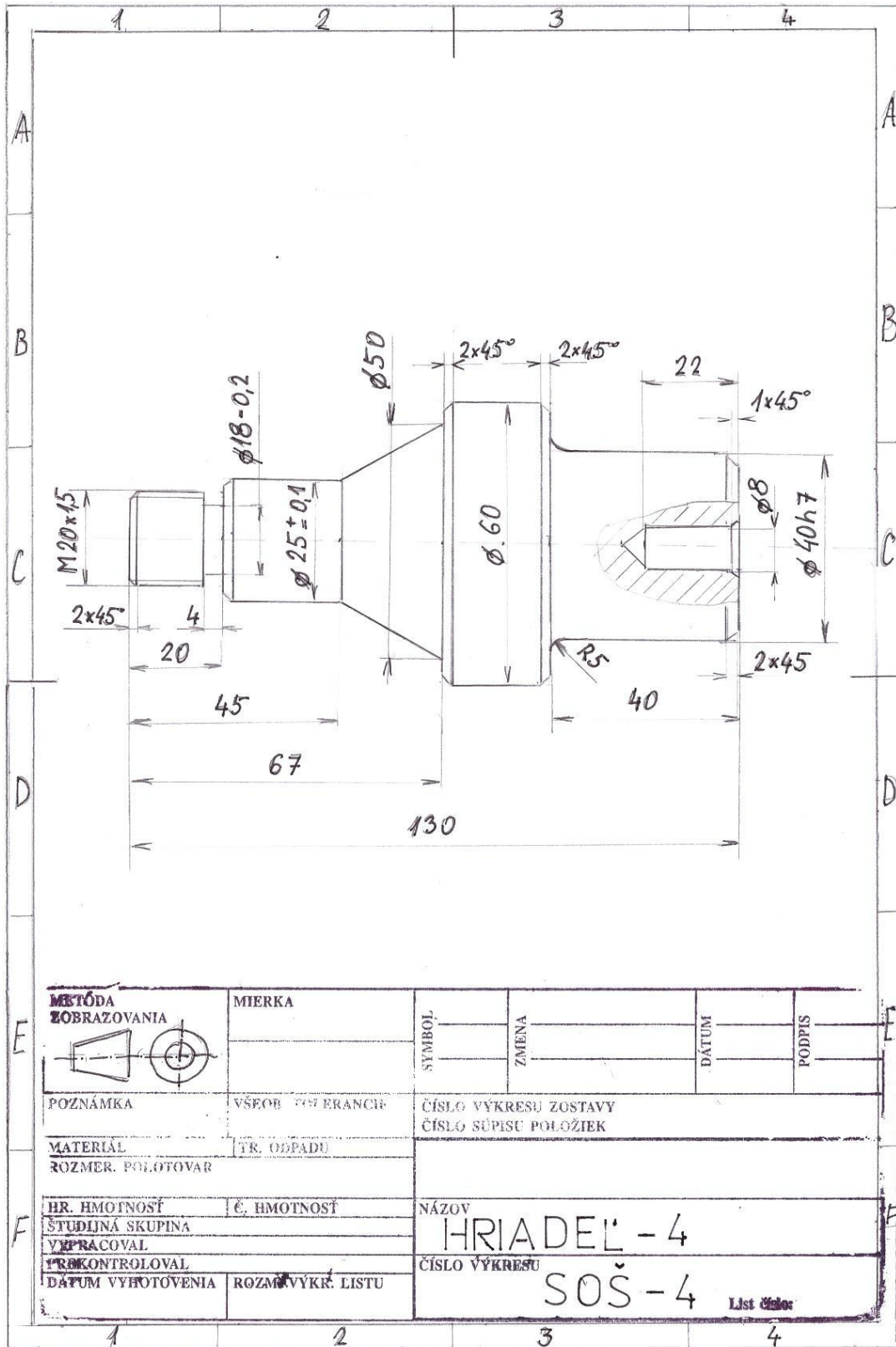
Funkcia **G59** posunie nulového bodu k práve platnému nulovému bodu. Nejedná sa len o absolútne posunutie vzhľadom k nulovému bodu stroje, ale i relatívne posunutie vzhľadom k nulovému bodu obrobku.

b)

- prečítajte výkres a vypracujte program pre sústruženie v absolútnych súradniciach
- navrhните a zdôvodnite postup operácií
- zarovnajete čelo, použijete hrubovací cyklus a vysvetlite jeho syntax
- vysvetlite kruhovú interpoláciu
- popíšte zapichovací a závitový cyklus
- urobte simuláciu obrábania

Metodický postup programovania:

- 1. Rozbor výkresu súčiastky**
- 2. Určenie spôsobu upnutia polotovaru**
- 3. Vypracovanie technologického postupu**
- 4. Zvolenie nástrojovej zostavy a rezných podmienok**
- 5. Nakreslenie technologického náčrtu**
- 6. Urobenie nevyhnutných výpočtov**
- 7. Vypísanie súradníc prechodových bodov**
- 8. Vypracovanie riadiaceho programu**



Lineárna interpolácia G01

Nástroj sa pohybuje po priamke z východiskového bodu do bodu definovaného súradnicami **X,Z** rýchlosťou **F**.

G01 X.. Z.. / F.. S..T.. M../

X,Z - súradnice cieľového bodu ,

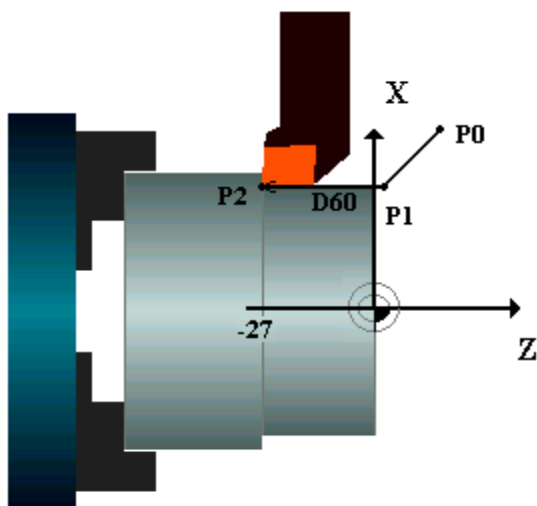
/ / - ďalšie adresy

F - rýchlosť pohybu nástroje (posuv) mm/min, mm/ot,

S - otáčky vretena ot/min ,

T - použitý nástroj

M - pomocné funkcie



Príklad :

absolútne programovanie

G54 M06 T0101 F100 / posunutie nulového bodu, otočenie nástrojovej hlavy do polohy 1, pracovná rýchlosť pohybu nástroja F = 100 mm/minútu./

G00 X60 Z5 M04 S1200 / roztočení vretena S1200 ot./minútu, rýchle polohovanie na súradnice X,Z , bod P1./

G01 X60 Z-27 / pohyb po priamke do bodu P2 rýchlosťou 100 mm/min./

prírastkové programovanie /od použitia funkcie G01/

G54 M06 T0101 F100

G00 X60 Z5 M04 S1200 / implicitne platí absolútne programovanie /

G91 G01 X0 Z-32 /prírastkové programovanie, pohyb do bodu P2/

Kruhová interpolácia G02, G03

Pohyb nástroja sa realizuje po kruhovej dráhe z východzieho bodu do bodu daného súradnicami X,Z, rýchlosťou F.

G02 - pohyb v smere hodinových ručičiek

G03 - pohyb proti smeru hodinových ručičiek

G02 X.. Z.. R.. / F.. S.. T.. M../

G03 X.. Z.. R.. / F.. S.. T.. M../

X,Z - súradnice koncového bodu,

I - **prírastková** vzdialenosť stredu kruhovej dráhy od počiatočného bodu v smere osy X,

K - **prírastková** vzdialenosť stredu kruhovej dráhy od počiatočného bodu v smere osy Z,

R - polomer stredu kruhovej dráhy

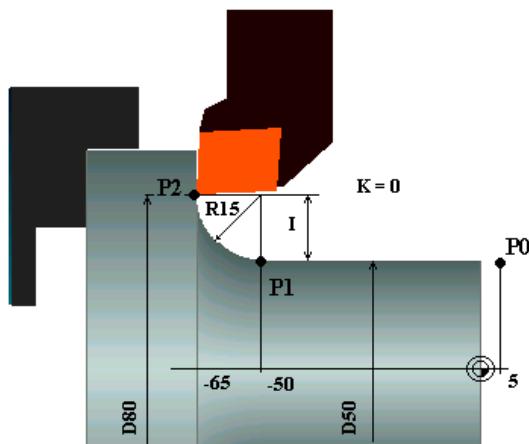
/ / - ďalšie adresy

F - rýchlosť pohybu nástroja (posuv) mm/min, mm/ot,

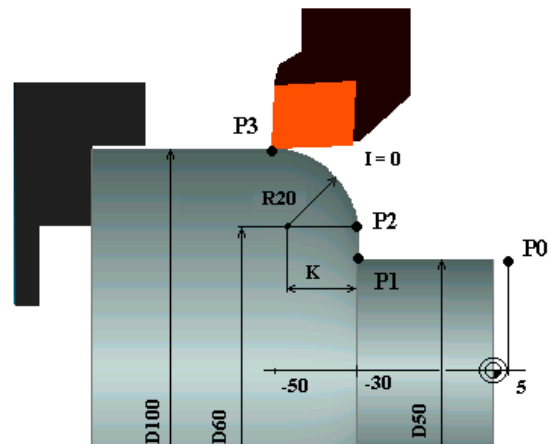
S - otáčky vretena ot/min ,

T - použitý nástroj

M - pomocné funkcie



G02 X80 Z-65 R15



G03 X100 Z-50 R20

Pevné cykly

Pevné cykly **G64 – G85** slúžia k zjednodušeniu práce programátora a k skráteniu programu tým, že nahradzujú programovanie niekoľkých funkcií G00 a G01. Poloha nástroja je pred vykonaním funkcie cyklu v počiatočnom bode. Všetky cykly po vykonaní funkcie končia automaticky v počiatočnom bode.

G64	Pozdĺžny hrubovací cyklus
G66	Zapichovací cyklus
G68	Čelný hrubovací cyklus
G73	Vrtací cyklus s prerušením
G78	Závitový cyklus s vertikálnym prísunom
G79	Závitový cyklus s bočným prísunom
G81	Vrtací cyklus
G83	Vrtací cyklus s výplachom
G85	Vyhrubovací cyklus

- **Pozdĺžny hrubovací cyklus G 64**

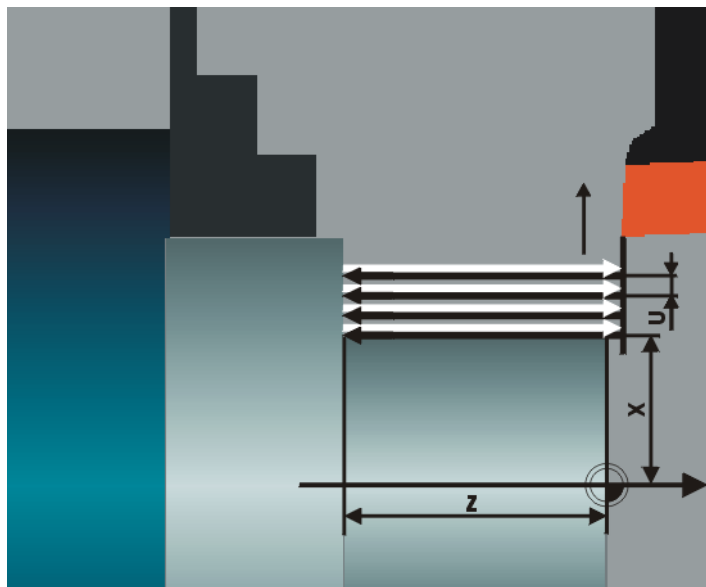
Funkcia sa použije tam, kde je potrebné postupné pozdĺžne uberanie materiálu s vytvorením zvislého čela na konci sústruženia, čelo je na konci cyklu začistené.

G64 X.. Z.. H.. F..

X,Z - súradnice koncového bodu sústruženia

H - hĺbka triesky v mm

F - posuv v mm/min.



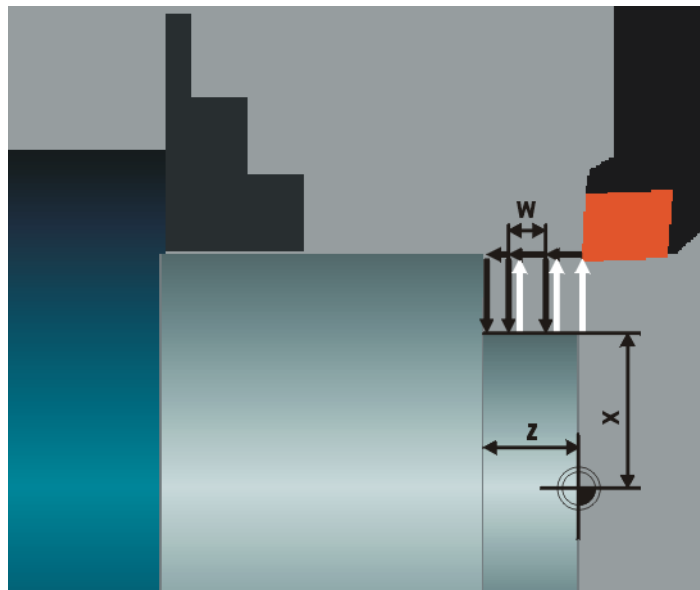
• Čelný hrubovací cyklus G68

Funkcia sa použije pre priečne uberanie materiálu, pracovný pohyb nástroja je kolmý na os rotácie, obrobená plocha je na konci cyklu začistená

G68 X .. Z.. H.. F..

X,Z - súradnice koncového bodu

H - hrúbka triesky v mm



F - posuv v mm/min.

• Zapichovací cyklus G66

Funkcia sa použije pri tvorbe zápichu, hlavne keď je šírka zápichu väčšia ako šírka nástroje, obrobená plocha je na konci cyklu začistená. Keď je zápich širší ako rezná šírka nástroje, je potrebné pozorne voliť počiatočný bod cyklu (**NC program priraduje ľavú stranu zapichovacieho nástroja!**).

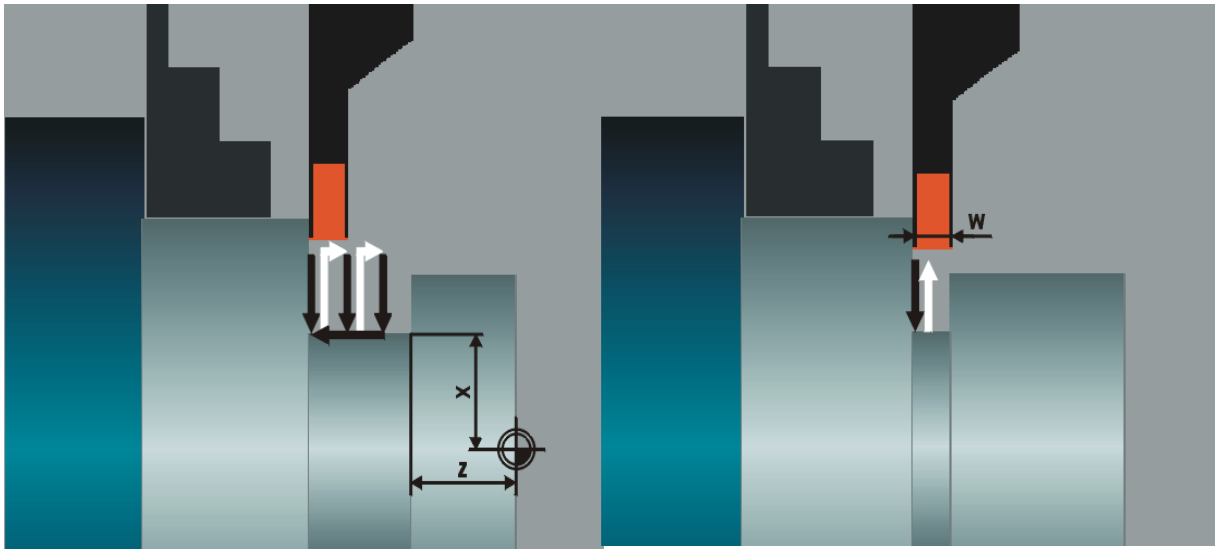
Súradnica Z udáva šírku drážky vrátane šírky reznej hrany nástroja smerom k začiatku cyklu. Simulátor interpretuje len kladný smer narastania súradnice Z!

G66 X.. Z.. H.. F..

X,Z - súradnica koncového bodu zápichu

H - šírka nástroja v mm

F - posuv v mm/min.



- **Vrtací cyklus s prerušením G73**

Funkcia sa používa pre vrtanie hlbokých otvorov s prerušením pracovného posuvu.

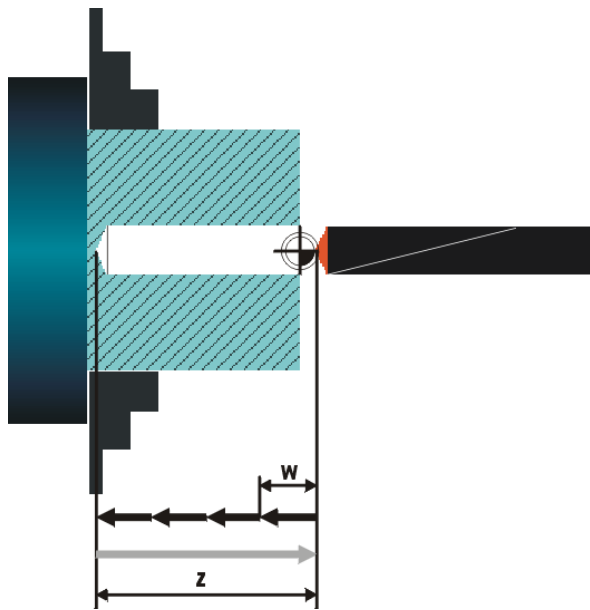
Nástroj sa pohybuje pracovným posuvom F prerušovane až do hĺbky Z

G73 Z.. W.. F..

Z - súradnica hĺbky vrtania

W - dráha, po ktorej sa pracovný pohyb preruší

F - posuv v mm/min.



- **Vrtací cyklus G81**

Funkcia sa používa pre naprogramovanie vrtania na súradnici. Po vyvrtaní sa nástroj vráti do počiatočnej polohy.

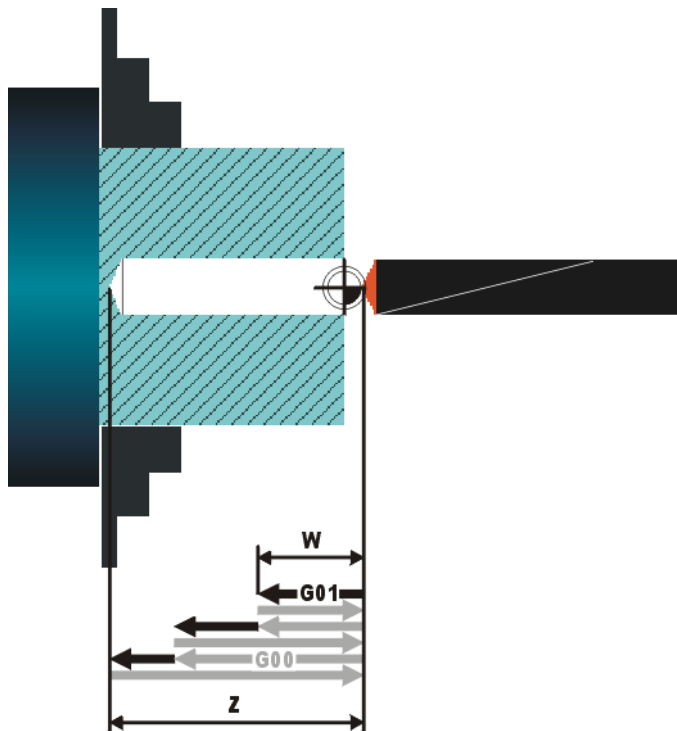
G81 Z.. F..

Z - súradnica hĺbky vrtania

F - posuv v mm/min.

- **Vrtací cyklus s výplachom G83**

Funkcia sa používa pri hlbokom vrtaní vtedy, keď sa nástroj behom vrtania musí vytiahnuť (rýchloposuvom), aby sa uskutočnil výplach pre odstránenie odvráteného materiálu



G83 Z .. W .. F..

Z - súradnica hĺbky vŕtanie

W - dráha, po ktorej sa pracovný pohyb preruší

F - posuv v mm/min.

• **Vyhrubovací cyklus G85**

Funkcia sa využíva pri vyhrubovaní , keď sa nástroj pohybuje pracovným posuvom po rovnakej dráhe ako pri vŕtaní

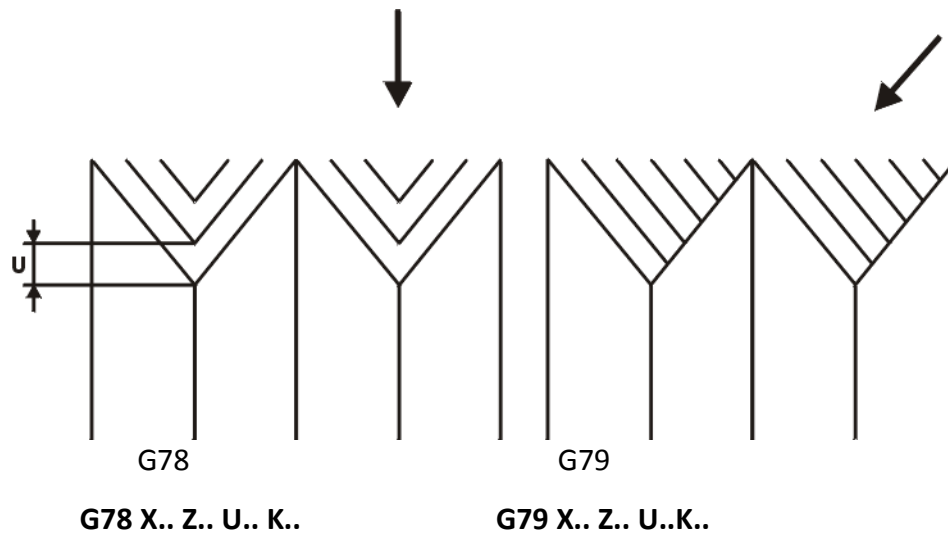
G85 Z.. F..

Z – súradnice hĺbky zavŕtania

F - posuv v mm/min.

- **Závitový cyklus s vertikálnym prísunom G78**
- **Závitový cyklus s bočným prísunom G79**

Funkcie sa využijú pri vonkajšom a vnútornom rezaní závitov. Rozdiel v prísuve nástroja ukazuje nasledujúci obrázok.

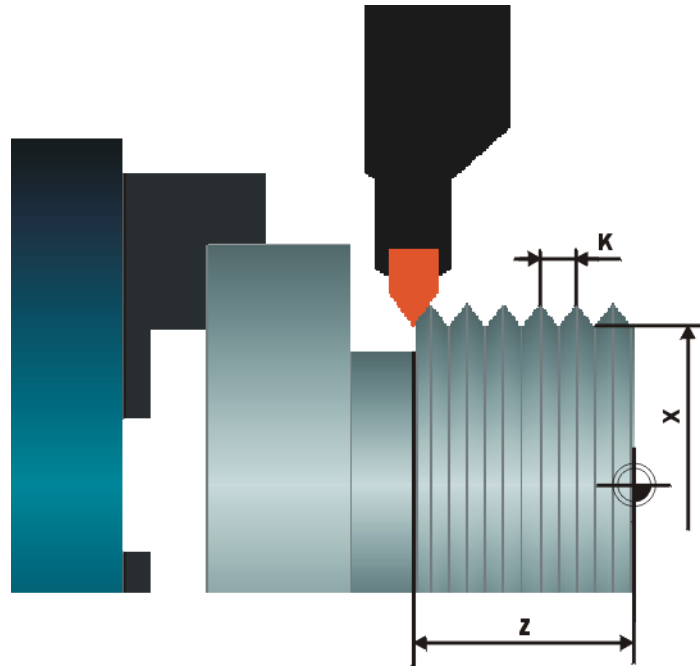


X - súradnice konečného priemeru

Z - súradnice dĺžky závitú

U - trieska

K - stúpanie závitú



Poznámka:

V simulátore je možné všetky cykly krokovať a tak postupne sledovať ich jednotlivé pohybové fázy.

c)

- popíšte druhy nástrojov pre sústruženie na CNC strojoch
- vysvetlite význam korekcie pri výmene reznej platničky nástroja a meraní
- popíšte jednotlivé druhy korekcií
- podľa obrázku vysvetlite korekcie pre sústruženie

Požiadavky na nástrojové vybavenie CNC strojov

Pre nástroje používané na CNC platí:

- rýchla zoraditeľnosť pracovnej polohy špičky nástroja s presnosťou zodpovedajúcou požiadavkám výrobných tolerancií obrábaných dielcov,
- jednoduchá a rýchla vymeniteľnosť otupených nástrojov a pri ich výmene ustavenie do pôvodnej polohy,
- možnosť zoraďovania mimo stroj za pomoci zoraďovacích prístrojov,
- dostatočná statická i dynamická tuhosť, aby bolo možné maximálne využiť reznú vlastnosť nástroja a výkon stroja,
- optimalizácia sortimentu tak, aby počet držiakov bol čo najmenší a pritom umožňoval splnenie čo najväčšieho počtu technologických požiadavkou, čím by sa vylúčila potreba špeciálneho náradia,
- zameniteľnosť pre príslušné druhy CNC strojov a stroje rôznych výrobcov.

Nástroje pre CNC stroje delíme:

- osovú nástroje – vrtáky, výstružníky, frézy
- nástroje typu sústružníckych nožov
- špeciálne nástroje – vŕtacie hlavy, vyvrtávacie tyče, uhlové frézy.

Materiály rezných nástrojov

Kovové:

1. Nástrojové ocele:

- uhlíkové
- legované
- rýchlorezné,
- rýchlorezné ocele na báze práškovej metalurgie,
- rýchlorezné ocele s povlakom PVD

2. Spekané karbidy (jednokarbidové, dvojkarbidové, viackarbidové)

Cermety

Nekovové:

1. Keramické rezné materiály.

2. Supertvrde rezné materiály



Výmena nástroja M06

Funkcia **M06** realizuje výmenu nástroja otočením nástrojovej hlavy do polohy danej adresou T. Povolené použitie príkazu M06 :

- **M06 T...** - adresa T má povolené 4 znaky. Prvé dva znaky udávajú pozíciu natočenia nástrojovej hlavy, druhé dva znaky riadok načítania korekcií z tabuľky korekcií,
- **M06 T .. D ..** - adresa T udáva pozíciu natočenia nástrojovej hlavy. Adresa D udáva riadok pre načítanie korekcií z tabuľky korekcií.
- **M06 X .. Z .. T ..** - adresa T udáva pozíciu natočenia nástrojovej hlavy, adresy X,Z prírastkovú hodnotu pohybu nástroja.

Funkcia **M06 T0101** spôsobí otočenie nástrojovej hlavy do polohy 1 a zároveň nástroji priradí korekciu odpovedajúcu riadku 1 registra korekcií.

G40, G41, G42 – Korekcie rádiusu hrotu v smere pohybu

Funkcia korekcie rádiusových korekcií umožňuje programovať priamo jednotlivé body kontúry obrobku bez ohľadu na polomer zaoblenia špičky nástroje. Korekcia zaoblenia špičky je dôležitou funkciou pro zaručenie rozmerovej a geometrickej presnosti obrábanej súčiastky. Pokiaľ by neboli brané do úvahy, dochádzalo by k odchýlkam medzi naprogramovanou trajektóriou nástroja a obrobeným tvarom (kontúrou) obrobku.

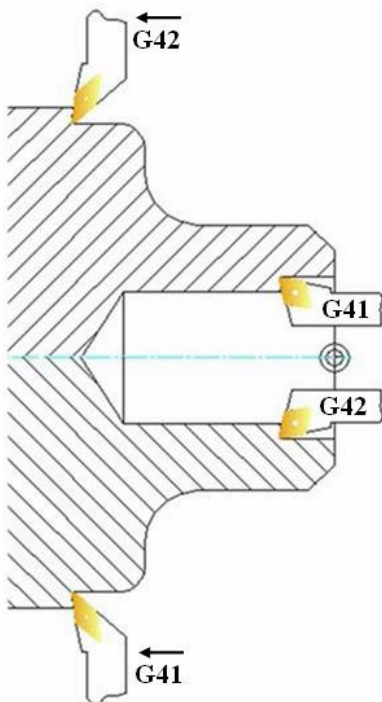
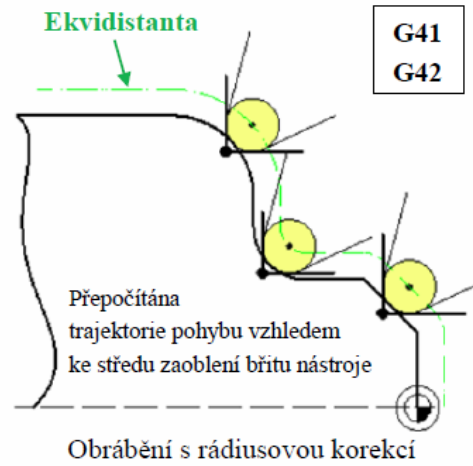
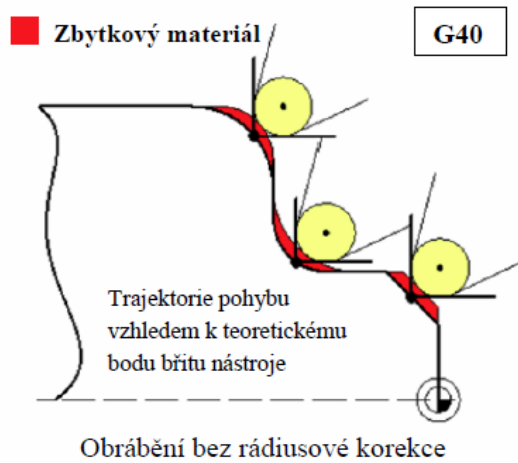
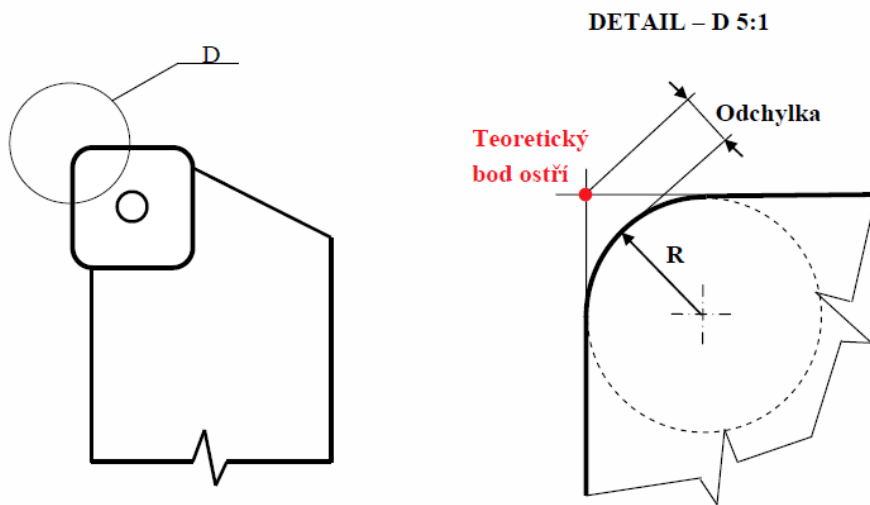
Podľa ČSN ISO 6983 platí:

G40 – bez korekcie

G41 – vľavo od kontúry obrobku vzhľadom k pohybu nástroja

G42 – vpravo od kontúry obrobku vzhľadom k pohybu nástroje

Zápis bloku: N... G41 X... Y... Z...



d)

- definujte pojem pracovná zmluva
- opíšte náležitosti pracovnej zmluvy

Právne náležitosti vstupu do zamestnania

Pri vstupe do nového zamestnania čaká na každého občana dôležitý **právny úkon - podpis pracovnej zmluvy**. *Pracovnoprávny vzťah medzi zamestnancom a zamestnávateľom sa riadi Zákonníkom práce SR.*

Pracovný pomer je základným druhom pracovnoprávnych vzťahov. Tento právny vzťah zamestnávateľa a zamestnanca môže vzniknúť len so súhlasom oboch účastníkov. Pracovný pomer možno charakterizovať ako zmluvný a záväzkový vzťah, v rámci ktorého sa jeden účastník (zamestnanec) zaväzuje vykonávať pre druhého účastníka (zamestnávateľa) prácu za mzdu (odmenu za prácu). Základným spôsobom jeho vzniku je pracovná zmluva. Pracovný pomer na základe pracovnej zmluvy vzniká dňom, ktorý bol dojednaný v pracovnej zmluve ako deň nástupu do práce.

Pred uzavretím pracovnej zmluvy je zamestnávateľ povinný oboznámiť zamestnanca s právami a povinnosťami, ktoré by pre neho z pracovnej zmluvy vyplývajú, a s pracovnými a mzdovými podmienkami, za ktorých má prácu vykonávať.

Pracovná zmluva musí obsahovať základné náležitosti:

druh práce, na ktorý sa zamestnanec prijíma
miesto výkonu práce
deň nástupu do práce
mzdové podmienky

Pracovná zmluva môže obsahovať i ďalšie náležitosti, na ktorých majú jej účastníci záujem. Nesmú byť ale v rozpore s platným plnením Zákonníka práce. Ide o:

skúšobnú dobu

maximálna dĺžka tri mesiace, nemôže sa dodatočne predlžovať;
pracovný pomer na dobu určitú / neurčitú;
dĺžku pracovného úväzku

Pracovný pomer je dohodnutý na neurčitý čas, pokiaľ nebola v pracovnej zmluve vyslovene určená doba jeho trvania. Pracovný pomer na dobu určitú možno dojednať, prípadne dohodou účastníkov predĺžiť najdlhšie na 3 roky. Zamestnávateľ je povinný uzavrieť pracovnú zmluvu písomne. Jedno vyhotovenie písomnej pracovnej zmluvy je zamestnávateľ povinný vydať zamestnancovi.