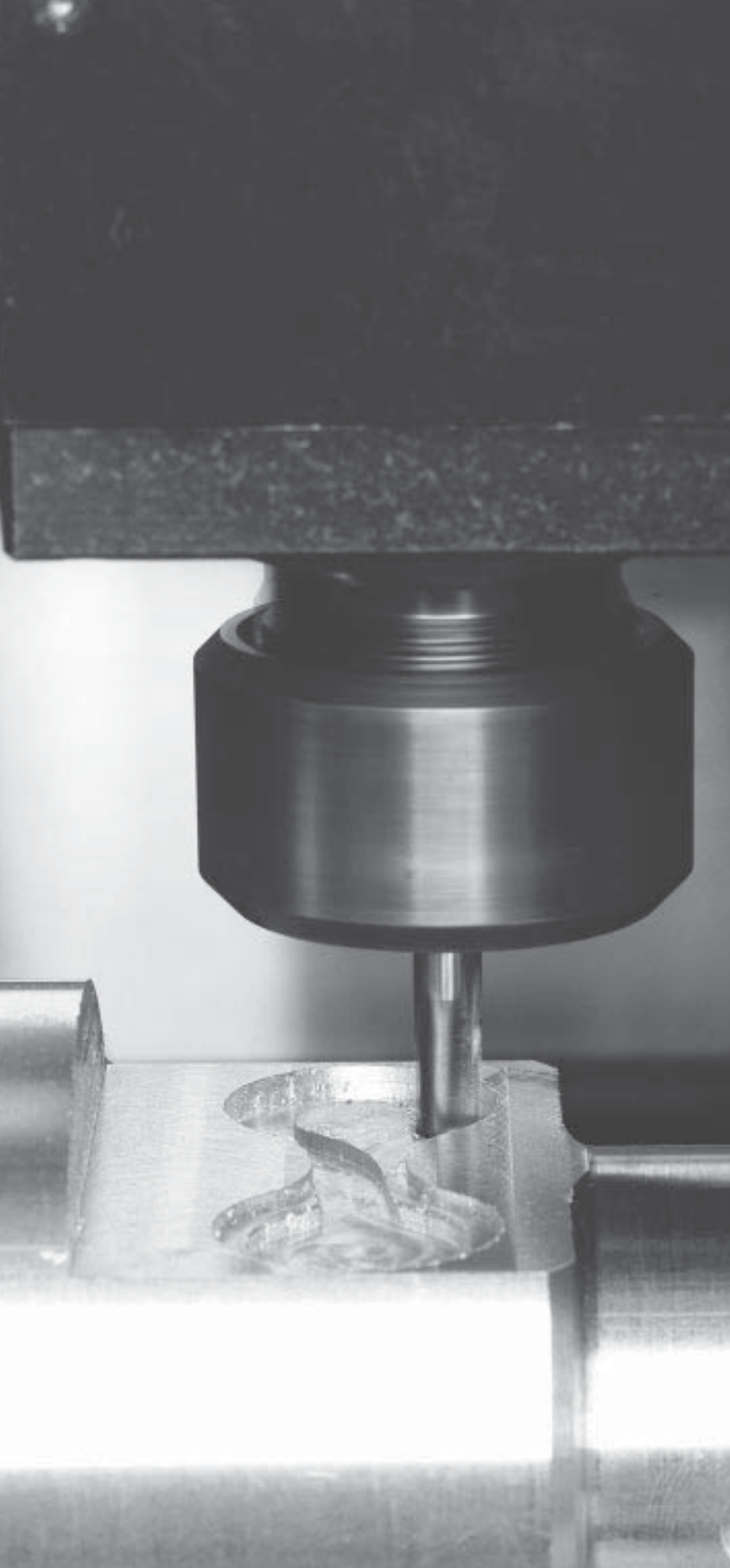




HEIDENHAIN



CNC-PILOT 4290 s osou Y

**NC-software
340 460-xx
verze 6.1**

Příručka pro uživatele

10/2001

CNC-PILOT 4290 s osou Y

Tato příručka popisuje funkce, které jsou k dispozici v CNC PILOT 4290 s číslem softwaru 340 460-xx (verze 6.1) pro osu Y. Tato příručka **doplňuje**. Příručku pro uživatele CNC PILOT 4290.

Obsah

1	Osa Y	3
2	Osa Y v DIN PLUS	4
2.1	Identifikátory úseku, sloučené obrysy	6
2.2	G-funkce k popisu obrysu	7
2.2.1	Obrysy v rovině XY (čelo a zadní strana)	7
2.2.2	Obrysy v rovině YZ (pohled shora)	15
2.3	G-funkce v části OBRÁBĚNÍ	23
2.3.1	Roviny obrábění	23
2.3.2	Polohování	23
2.3.3	Jednoduché lineární a kruhové pohyby	25
2.3.4	Frézovací cykly	27
2.3.5	Kompletní obrábění	33
2.4	Příklady	34
2.4.1	Frézování s osou Y	34
2.4.2	Kompletní obrábění - osa Y	38
3	Osa Y v simulaci	42
4	Osa Y v TURN PLUS	44
4.1	TURN PLUS - frézované obrysy	44
4.1.1	Definování vztažných údajů	45
4.1.2	Obrysy v rovině XY (čelo a zadní strana)	46
4.1.3	Obrysy v rovině YZ (pohled shora)	53
4.1.4	Obrábění s osou Y	60

1 Osa Y

S osou Y můžete provádět vrtací a frézovací operace na čelní a zadní straně obrobku i na jeho plášti

Při použití osy Y interpolují dvě osy lineárně nebo kruhově v zadané rovině obrábění, zatímco třetí osa interpoluje pouze lineárně. Lze tak například zhotovovat drážky nebo kapsy s rovnými plochami dna a kolmými okraji drážek. Polohu frézovaného obrysu na obrobku určujete zadáním úhlu vřetena.

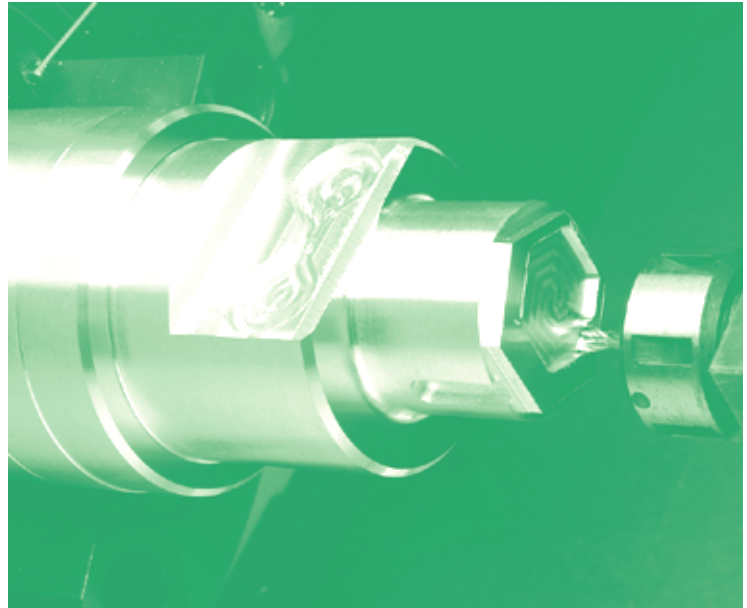
CNC PILOT podporuje vytváření NC programů s osou Y v:

- DIN PLUS
- TURN PLUS - definování obrysů
- TURN PLUS - vytváření pracovních postupů

Oddělení popisu obrysu a jeho "obrobení" platí též pro frézování s osou Y. Sledování obrysu se při obrábění frézováním **ne** provádí.

Obrysy zhotovované osou Y se označují klíčovými slovy (identifikátory úseku).

Grafická simulace ukazuje frézování obráběním ve známých oknech pro soustružení, čelo a plášť a navíc ještě v "pohledu ze strany (YZ)".



2 Osa Y v DIN PLUS

Hloubka frézování, poloha obrysu

"Referenční rovinu" resp. "referenční průměr" definujete v identifikátoru úseku programu. Hloubku a polohu frézovaného obrysu (kapsy, ostrůvku) určíte v definici obrysu:

- "hloubkou P" v předem naprogramovaném G308
- alternativně u Tvarů (obrazců): parametrem cyklu "hloubka P"


Znaménko "hloubky P" určuje polohu frézovaného obrysu:

- P<0: kapsa
- P>0: ostrůvek

Tabulka vysvětluje souvislost mezi identifikátorem úseku programu a znaménkem "hloubky P" při dané poloze frézovaného obrysu. Frézovací cykly postupují od "povrchu" ke "dnu frézování".

Úsek	P	Povrch	Dno
ČELO_Y	P<0	Z	Z+P
ČELO_Y	P>0	Z+P	Z
ZADNÍ STRANA_Y	P<0	Z	Z-P
ZADNÍ STRANA_Y	P>0	Z-P	Z
PLÁŠŤ_Y	P<0	X	X+(P*2)
PLÁŠŤ_Y	P>0	X+(P*2)	X

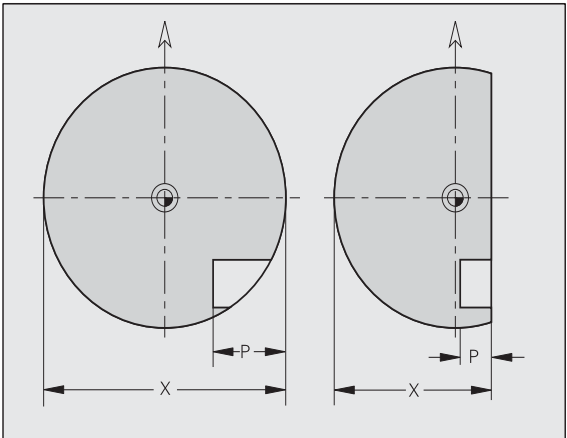
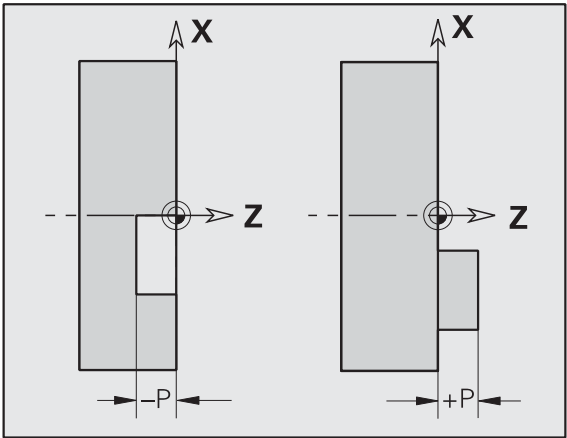
- X: referenční průměr z identifikátoru úseku programu
Z: referenční rovina z identifikátoru úseku programu
P: "hloubka" z G308 nebo z parametru cyklu

 **Pozor u hodnoty "P":** přičtení záporného čísla zmenšuje výsledek - odečtení záporného čísla výsledek zvětšuje.

Ostrůvky: Cykly frézování ploch odfrézují celou plochu popsanou v definici obrysu. Na ostrůvky definované uvnitř těchto ploch se nebere zřetel.

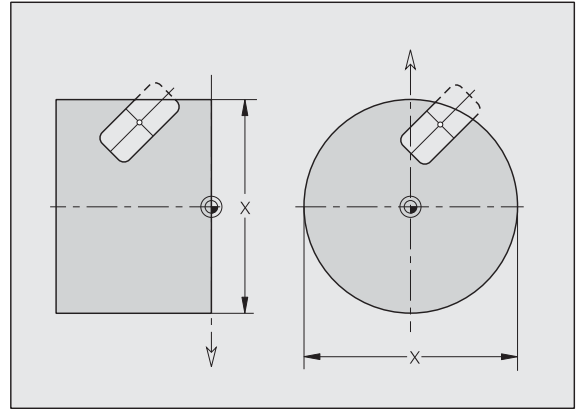
Rovina YZ (PLÁŠŤ_Y):

- "Hloubka P" se vztahuje k "referenčnímu průměru".
- Frézuje-li se obrys na předem obrobené ploše, platí jako "referenční průměr" tato plocha.



Omezení řezu

Leží-li části frézovaného obrysu **mimo soustružený obrys**, omezíte obráběnou plochu "průměrem plochy X / referenčním průměrem X_n" (parametr identifikace úseku nebo definice tvaru).



Omezení řezu - rovina YZ a rovina XY.

Obrysy ve více rovinách

U hierarchicky do sebe vkládaných obrysů (například kapsa v kapse) máte tyto možnosti programování:

- pro každou kapsu/ostrůvek definujete **identifikátor části programu** nebo
- začnete s "G308 Začátek ostrůvku/kapsy" a zakončíte s "G309 Konec ostrůvku/kapsy".

2.1 Identifikátory úseku, sloučené obrysy

ČELO_Y, ZADNÍ STRANA_Y

Tyto identifikátory části (úseku) programu označují rovinu XY (G17) a referenční rovinu obrysu (směr Z).

Parametry

- X: průměr plochy (k omezení řezu)
- Z: poloha referenční roviny - standardně: 0
- C: poloha vřetena - standardně: 0

PLÁŠŤ_Y

Tento identifikátor úseku označuje rovinu YZ (G19) a polohu obrysu ve směru X.

Parametry

- X: referenční průměr
- C: poloha vřetena - standardně: 0

Začátek kapsy/ostrůvku G308

G308 definuje "novou" referenční rovinu/referenční průměr u hierarchicky do sebe vkládaných obrysů (viz též "2 Osa Y v DIN PLUS").

Parametry

- P: hloubka/výška
 - P<0: kapsa
 - P>0: ostrůvek

Konec kapsy/ostrůvku G309-Geo

G309 ukončí "referenční rovinu". Každá příkazem G308 definovaná referenční rovina **musí** být ukončena příkazem G309 !

. . .	Identifikátory úseku programu a G308/G309
POLOTOVAR	
N1 G20 X105 Z50 K5	Definice polotovaru
OBROBEK	Popis soustruženého obrysu
N2 G0 X100 Z0	
N3 G1 Z-40	
N4 G1 X0	
N5 G1 Z0	
N6 G1 X100	
CELO_Y Z0 C0	Rovina XY: definice referenční roviny a polohy vřetena
N7 G308 P-5	Začátek kapsy "obdélník" s hloubkou "-5"
N8 G375 X-5 Y-10 K50 B30 R3 A0	Obdélník
N9 G308 P-10	Začátek kapsy "úplný kruh v obdélníku" s hloubkou "-10"
N10 G374 X-3 Y-5 R8	Úplný kruh
N11 G309	Konec kapsy "úplný kruh"
N12 G309	Konec kapsy "obdélník"
PLAST_Y X100 C10	Rovina YZ: definice referenčního průměru, polohy vřetena
N13 G381 Z-10 Y0 K18 B8 A0 P-5	Lineární drážka s hloubkou "-5"

2.2 G-funkce k popisu obrysu

2.2.1 Obrysy v rovině XY (čelo a zadní strana)

Bod startu obrysu G170-Geo

G170 definuje počáteční bod obrysu v rovině XY.

Parametry

X, Y: počáteční bod obrysu (X rozměr poloměru)

Přímka G171-Geo

G171 definuje přímku v obrysu v rovině XY.

"Zkosení/zaoblení B" definuje přechod do dalšího obrysového prvku. Zadáváte-li zkosení/zaoblení, programujte teoretický koncový bod obrysového prvku.

"Volba průsečíku Q" určuje koncový bod, jestliže přímka protíná kruhový oblouk a koncový bod není definován.

Parametry

X, Y: koncový bod (X rozměr poloměru)

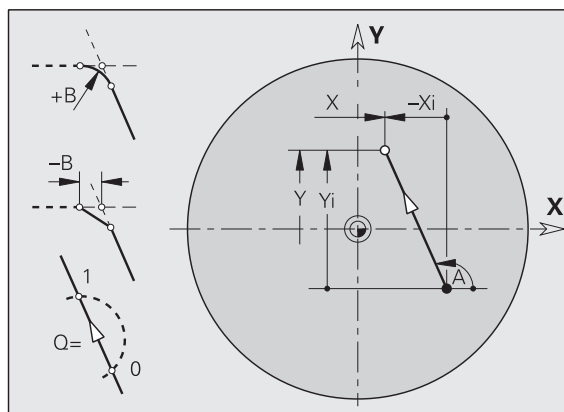
A: úhel s kladnou osou X

B: zkosení/zaoblení

- B bez zadání: tangenciální přechod
- B=0: netangenciální přechod
- B>0: radius zaoblení
- B<0: šířka zkosení

Q: volba průsečíku - standardně: 0

- Q=0: bližší průsečík
- Q=1: vzdálený průsečík



Programování X, Y: absolutně, inkrementálně, samodržně nebo "?"

Kruhový oblouk G172-/G173-Geo

G172/G173 definují kruhový oblouk v obrysu roviny XY. Smysl otáčení je zřejmý z obrázku.

"Zkosení/zaoblení B" definuje přechod do dalšího obrysového prvku. Zadáváte-li zkosení/zaoblení, programujte teoretický koncový bod obrysového prvku.

"Volba průsečíku Q" určuje koncový bod, jestliže přímka protíná kruhový oblouk a koncový bod není definován.

Parametry

X, Y: koncový bod (X rozměr poloměru)

I, J: střed (I=směr X, J=směr Y; I rozměr poloměru)

R: poloměr

Q: volba průsečíku - standardně: 0

■ při přechodu na přímku platí:

Q=0: bližší průsečík

Q=1: vzdálený průsečík

■ při přechodu na kruhový oblouk platí:

Q=0: vzdálený průsečík

Q=1: bližší průsečík

B: zkosení/zaoblení

■ B bez zadání: tangenciální přechod

■ B=0: netangenciální přechod

■ B>0: radius zaoblení

■ B<0: šířka zkosení

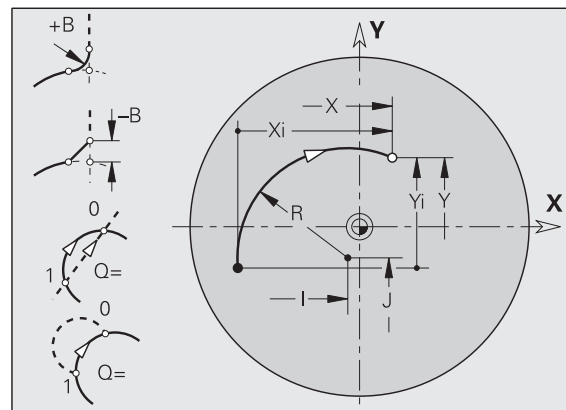


Programování

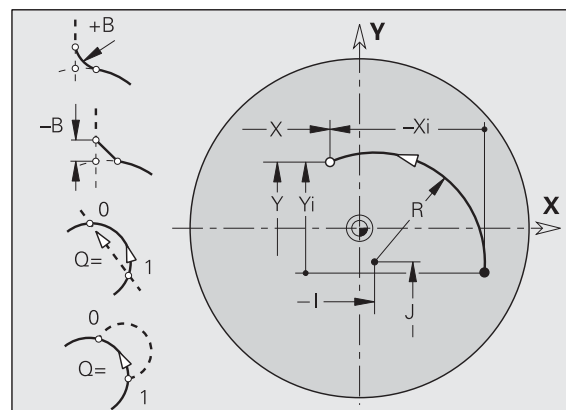
■ X, Y: absolutně, inkrementálně, samodržně nebo "?"

■ I, J: absolutně nebo inkrementálně

■ Koncový bod nesmí být výchozím bodem (nikoli úplný kruh).



G172



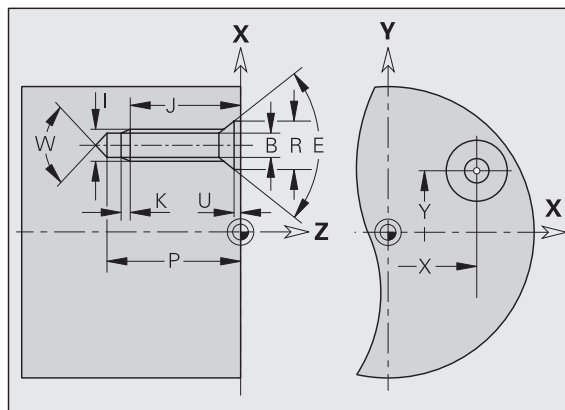
G173

Díra G370-Geo

G370 definuje díru se zahlobením a závitem v rovině XY.

Parametry

- X, Y: střed díry (X rozměr poloměru)
 B: průměr díry
 P: hloubka vrtání (hloubka díry a zahlobení - bez vrtacího a středicího důlku)
 W: vrcholový úhel - standardně: 180°
 R: průměr zahlobení
 U: hloubka zahlobení
 E: úhel zahlobení
 I: průměr závitu
 J: hloubka závitu
 K: zakončení závitu (délka výběhu)
 F: stoupání závitu
 V: levý nebo pravý závit - standardně: 0
 ■ V=0: pravý závit
 ■ V=1: levý závit
 A: úhel - sklon díry (vztah: kladná osa Z)
 ■ čelo (rozsah: $90^\circ < A < 90^\circ$) - standardně: 0°
 ■ zadní strana (rozsah: $90^\circ < A < 270^\circ$) - standardně: 180°
 O: průměr středicího důlku



Díry definované v G370-Geo se obrábějí příkazy G71..G74.

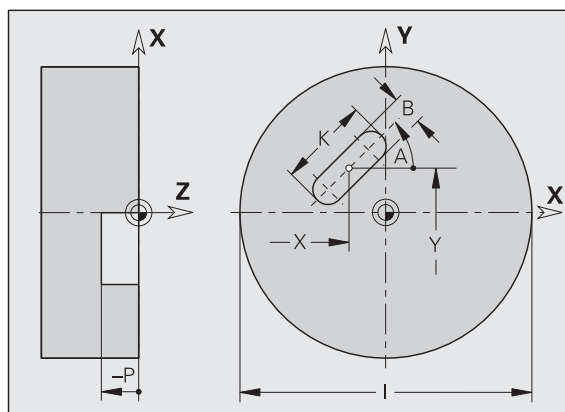
2.2.1 Obrysy v rovině XY (čelo a zadní strana)

Lineární drážka G371-Geo

G371 definuje lineární drážku v rovině XY.

Parametry

- X, Y: střed drážky (X rozměr poloměru)
 K: délka drážky
 B: šířka drážky
 A: úhel podélné osy drážky (vztah: kladná osa X) - standardně: 0°
 P: hloubka/výška frézovaného obrysu - bez zadání: "P" z G308
 ■ P<0: kapsa
 ■ P>0: ostrůvek
 I: průměr plochy (pro omezení řezu)
 ■ bez zadání: "X" z identifikátoru úseku
 ■ "I" **přepíše** "X" z identifikátoru úseku



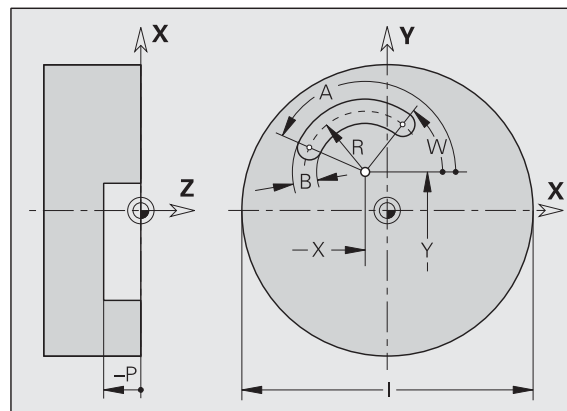
Kruhová drážka G372/G373-Geo

G372/G373 definuje kruhovou drážku v rovině XY.

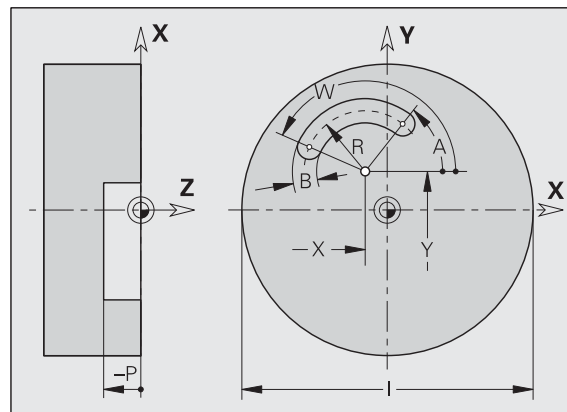
- G372-Geo kruhová drážka ve směru hodin
- G373-Geo kruhová drážka proti směru hodin

Parametry

- X, Y: střed zakřivení drážky (X rozměr poloměru)
R: radius zakřivení drážky (vztah: dráha středu drážky)
B: šířka drážky
A, W: úhel začátku, úhel konce (vztah: kladná osa X) - standardně: 0°
P: hloubka/výška frézovaného obrysu - bez zadání: "P" z G308
■ P<0: kapsa
■ P>0: ostrůvek
I: průměr plochy (pro omezení řezu)
■ bez zadání: "X" z identifikátoru úseku
■ "I" **přepíše** "X" z identifikátoru úseku



G372-Geo



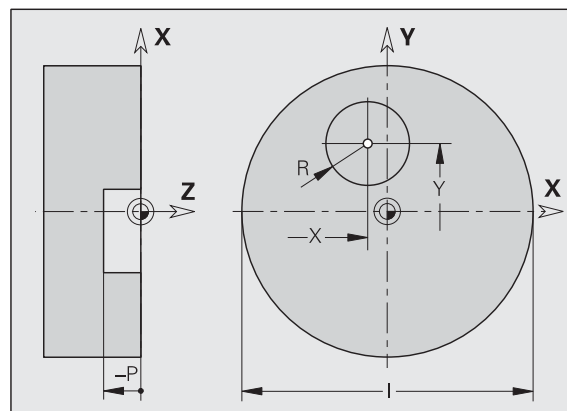
G373-Geo

Úplný kruh G374-Geo

G374 definuje úplný kruh v rovině XY.

Parametry

- X, Y: střed kruhu (X rozměr poloměru)
R: radius (poloměr) kruhu
P: hloubka/výška frézovaného obrysu - bez zadání: "P" z G308
■ P<0: kapsa
■ P>0: ostrůvek
I: průměr plochy (pro omezení řezu)
■ bez zadání: "X" z identifikátoru úseku
■ "I" **přepíše** "X" z identifikátoru úseku

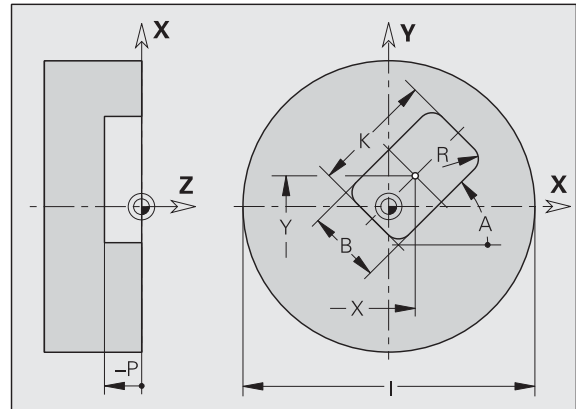


Obdélník G375-Geo

G375 definuje obdélník v rovině XY.

Parametry

- X, Y: střed obdélníku (X rozměr poloměru)
- K: délka obdélníku
- B: (výška) šířka obdélníku
- R: zkosení/zaoblení - standardně: 0
 ■ R>0: radius zaoblení
 ■ R<0: šířka zkosení
- A: úhel podélné osy obdélníku (vztah: kladná osa X) - standardně: 0°
- P: hloubka/výška frézovaného obrysu - bez zadání: "P" z G308
 ■ P<0: kapsa
 ■ P>0: ostrůvek
- I: průměr plochy (pro omezení řezu)
 ■ bez zadání: "X" z identifikátoru úseku
 ■ "I" **přepíše** "X" z identifikátoru úseku

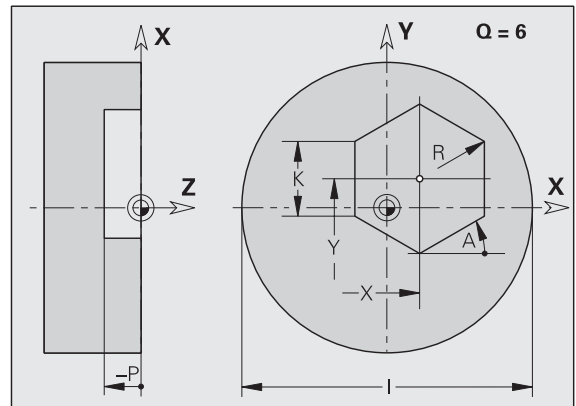


Pravidelný polygon G377-Geo

G377 definuje pravidelný polygon v rovině XY.

Parametry

- X, Y: střed polygonu (X rozměr poloměru)
- K: délka strany
 ■ K>0: délka strany
 ■ K<0: průměr vepsané kružnice
- A: úhel jedné strany polygonu (vztah: kladná osa X) - standardně: 0°
- R: zkosení/zaoblení - standardně: 0
 ■ R>0: radius zaoblení
 ■ R<0: šířka zkosení
- P: hloubka/výška frézovaného obrysu - bez zadání: "P" z G308
 ■ P<0: kapsa
 ■ P>0: ostrůvek
- Q: počet hran ($Q \leq 3$)
- I: průměr plochy (pro omezení řezu)
 ■ bez zadání: "X" z identifikátoru úseku
 ■ "I" **přepíše** "X" z identifikátoru úseku



Přímkový plán v rovině XY G471-Geo

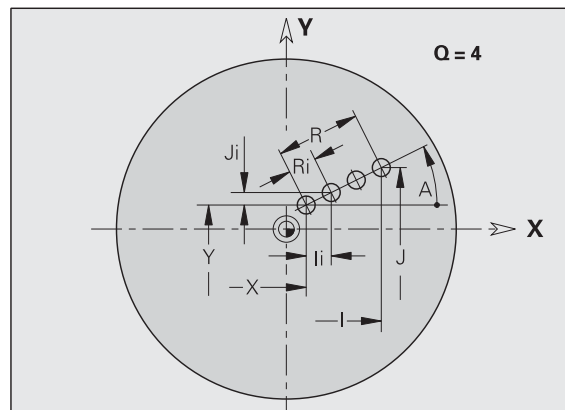
G471 definuje přímkový plán (rastr) v rovině XY. G471 působí na díru nebo obrazec (tvar) nadefinovaný v následujícím bloku (G370..375, G377).

Upozornění pro programování

- Díru/tvar (obrazec) v následujícím bloku programujte bez středu.
- Frézovací cyklus (část OBRÁBĚNÍ) vyvolá v následujícím bloku díru/obrazec - nikoli definici plánu.

Parametry

- Q: počet tvarů (obrazců)
X, Y: počáteční bod plánu (X rozměr poloměru)
I, J: koncový bod plánu (I=směr X, J=směr Y; I rozměr poloměru)
li, Ji: vzdálenost mezi dvěma obrazci (ve směru X/Y)
A: úhel podélné osy plánu (vztah: kladná osa X)
R: celková délka plánu
Ri: vzdálenost mezi dvěma obrazci (tvary) - (rozteč plánu)



Kruhový plán v rovině XY G472-Geo

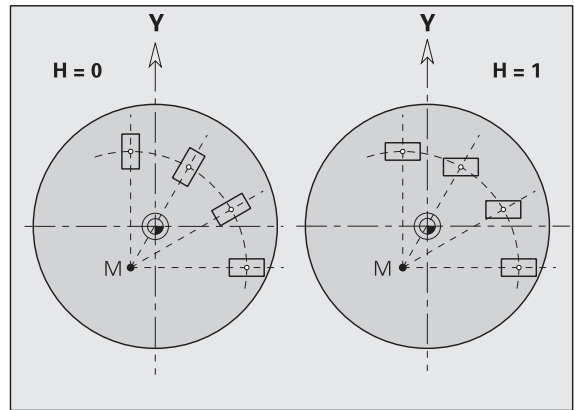
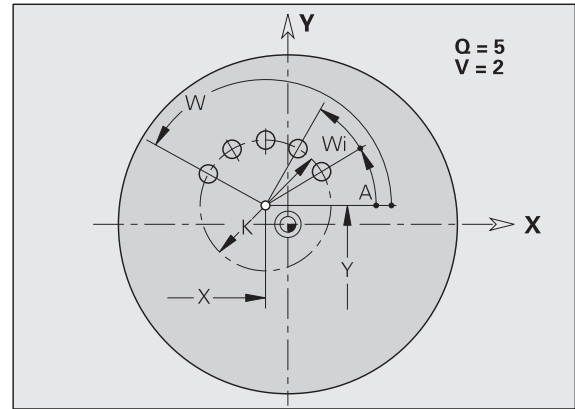
G472 definuje kruhový plán (rastr) v rovině XY. G472 působí na tvar (obrazec) nadefinovaný v následujícím bloku (G370..375, G377).

Upozornění pro programování

- Díru/tvar (obrazec) v následujícím bloku programujte bez středu - výjimka: **kruhovlá drážka**. Naprogramujete-li u kruhové drážky "střed zakřivení X, Y", připočte se k poloze plánu (viz "Příručka pro uživatele - 4.7.9 Kruhový plán s kruhovými drážkami").
- Frézovací cyklus (úsek programu OBRÁBĚNÍ) vyvolá v následujícím bloku díru/tvar (obrazec) - nikoli definici plánu.

Parametry

- Q: počet tvarů (obrazců)
- K: průměr plánu
- A: počáteční úhel - poloha prvního obrazce (vztah: kladná osa X) - standardně: 0
- W: koncový úhel - poloha posledního obrazce (vztah: kladná osa X) - standardně: 360°
- Wi: úhel mezi dvěma obrazci (tvary)
- V: směr (orientace) - standardně: 0
- V=0 ' bez W: rozdělení úplného kruhu
 - V=0 - s W: rozdělení na delším kruhovém oblouku
 - V=0 - s Wi: znaménko Wi určuje smysl rotace (Wi<0: plán ve směru hodin)
 - V=1 - s W: plán ve směru hodin
 - V=1 - s Wi: plán ve směru hodin (znaménko Wi je bez významu)
 - V=2 - s W: plán proti směru hodin
 - V=2 - s Wi: plán proti směru hodin (znaménko Wi je bez významu)
- X, Y: střed plánu (X rozměr poloměru)
- H: poloha tvarů (obrazců) - standardně: 0
- H=0: normální poloha - obrazce se natáčí kolem středu (rotace)
 - H=1: originální poloha - poloha obrazce se vzhledem k souřadnému systému nemění (translace)

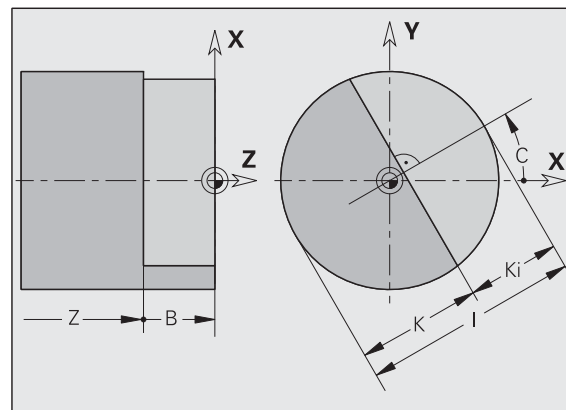


Jednotlivá plocha G376-Geo

G376 definuje plochu v rovině XY.

Parametry

- Z: referenční hrana - bez zadání: "Z" z identifikátoru úseku
 K: zbývající tloušťka
 Ki: hloubka
 B: šířka (vztah: referenční hrana Z)
 ■ $B < 0$: plocha v záporném směru Z
 ■ $B > 0$: plocha v kladném směru Z
 I: průměr plochy
 ■ bez zadání: "X" z identifikátoru úseku
 ■ "I" **přepíše** "X" z identifikátoru úseku
 C: úhel polohy kolmice plochy - bez zadání: "C" z identifikátoru úseku



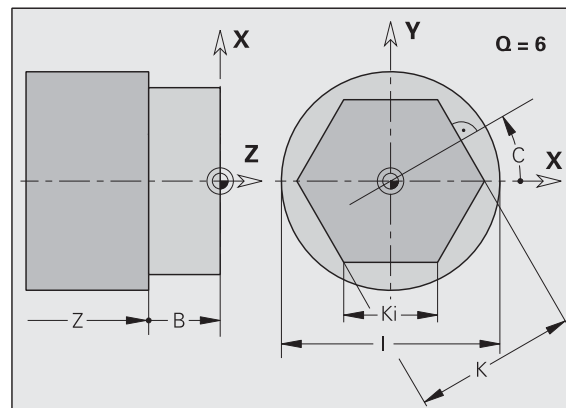
Znaménko "šířky B" se vyhodnocuje nezávisle na tom, zda plocha leží na čelní nebo zadní straně.

Vícehranné plochy G477-Geo

G477 definuje vícehranné plochy v rovině XY.

Parametry

- Z: referenční hrana - bez zadání: "Z" z identifikátoru úseku
 K: průměr vepsané kružnice (otvor klíče)
 Ki: délka hrany
 B: šířka (vztah: referenční hrana Z)
 ■ $B < 0$: plocha v záporném směru Z
 ■ $B > 0$: plocha v kladném směru Z
 C: úhel polohy kolmice plochy - bez zadání: "C" z identifikátoru úseku
 Q: počet ploch ($Q \leq 2$)
 I: průměr plochy
 ■ bez zadání: "X" z identifikátoru úseku
 ■ "I" **přepíše** "X" z identifikátoru úseku



Znaménko "šířky B" se vyhodnocuje nezávisle na tom, zda plocha leží na čelní nebo zadní straně.

2.2.2 Obrysy v rovině YZ (pohled shora)

Bod startu obrysu G180-Geo

G180 definuje počáteční bod obrysu v rovině YZ.

Parametry

Y, Z: výchozí bod obrysu

Přímka G181-Geo

G181 definuje přímku v obrysu v rovině YZ.

"Zkosení/zaoblení B" definuje přechod do dalšího obrysového prvku. Zadáváte-li zkosení/zaoblení, programujte teoretický koncový bod obrysového prvku.

"Volba průsečíku Q" určuje koncový bod, jestliže přímka protíná kruhový oblouk a koncový bod není definován.

Parametry

Y, Z: koncový bod

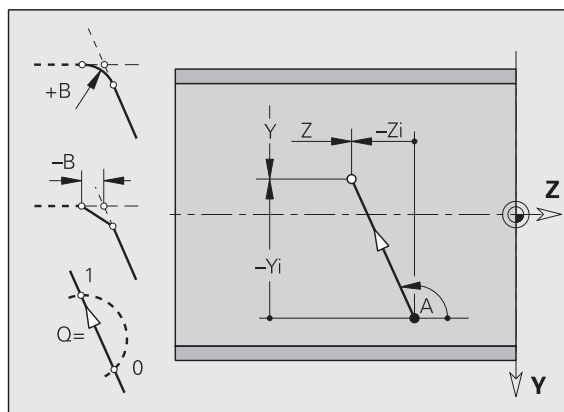
A: úhel s kladnou osou Z

B: zkosení/zaoblení

- B bez zadání: tangenciální přechod
- B=0: netangenciální přechod
- B>0: radius zaoblení
- B<0: šířka zkosení

Q: volba průsečíku - standardně: 0

- Q=0: bližší průsečík
- Q=1: vzdálený průsečík



Programování Y, Z: absolutně, inkrementálně, samodržně nebo "?"

Kruhový oblouk G182/G183-Geo

G182/G183 definují kruhový oblouk v obrysu roviny YZ. Smysl otáčení je zřejmý z obrázku.

"Zkosení/zaoblení B" definuje přechod do dalšího obrysového prvku. Zadáváte-li zkosení/zaoblení, programujte teoretický koncový bod obrysového prvku.

"Volba průsečíku Q" určuje koncový bod, jestliže přímka protíná kruhový oblouk a koncový bod není definován.

Parametry

Y, Z: koncový bod

J, K: střed (J=směr Y, K=směr Z)

R: poloměr

Q: volba průsečíku - standardně: 0

■ při přechodu na přímku platí:

Q=0: bližší průsečík

Q=1: vzdálený průsečík

■ při přechodu na kruhový oblouk platí:

Q=0: vzdálený průsečík

Q=1: bližší průsečík

B: zkosení/zaoblení

■ B bez zadání: tangenciální přechod

■ B=0: netangenciální přechod

■ B>0: radius zaoblení

■ B<0: šířka zkosení

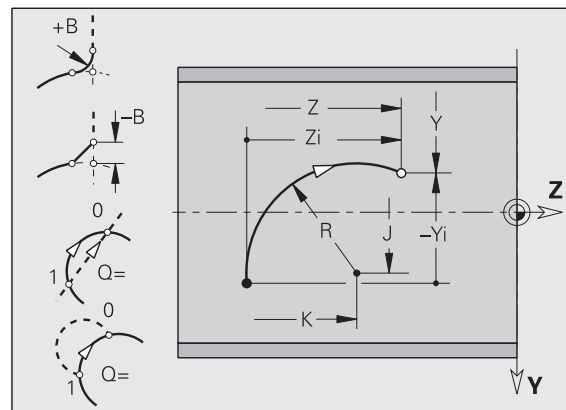


Programování

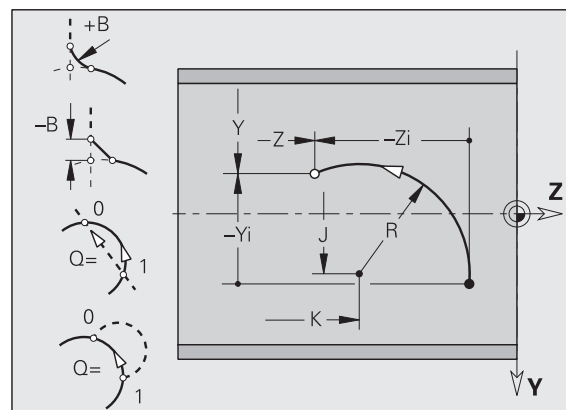
■ Y, Z: absolutně, inkrementálně, samodržně nebo "?"

■ J, K: absolutně nebo inkrementálně

■ Koncový bod nesmí být výchozím bodem (nikoli úplný kruh).



G182



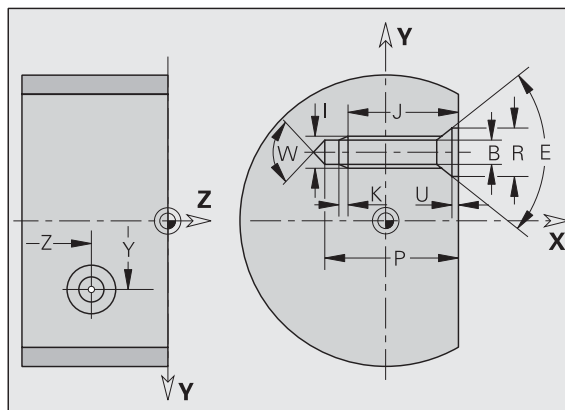
G183

Díra G380-Geo

G380 definuje jednotlivou díru se zahloubením a závitem v rovině YZ.

Parametry

- Y, Z: střed díry
 B: průměr díry
 P: hloubka vrtání (hloubka díry a zahloubení - bez vrtacího a středicího důlku)
 W: vrcholový úhel - standardně: 180°
 R: průměr zahloubení
 U: hloubka zahloubení
 E: úhel zahloubení
 I: průměr závitu
 J: hloubka závitu
 K: zakončení závitu (délka výběhu)
 F: stoupání závitu
 V: levý nebo pravý závit - standardně: 0
 ■ V=0: pravý závit
 ■ V=1: levý závit
 A: úhel - sklon díry (vztah: kladná osa X; rozsah: $-90^\circ < A < 90^\circ$)
 O: průměr středicího důlku



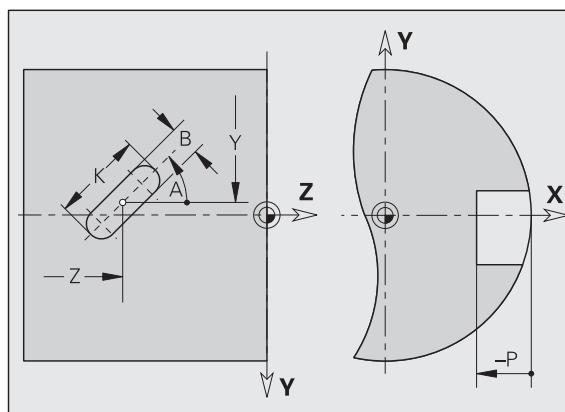
Díry definované v G380-Geo se obrábějí příkazy G71..G74.

Lineární drážka G381-Geo

G381 definuje lineární drážku v rovině YZ.

Parametry

- Y, Z: střed drážky
 X: referenční průměr
 ■ bez zadání: "X" z identifikátoru úseku
 ■ "X" z G381 **přepíše** "X" z identifikátoru úseku
 K: délka drážky
 B: šířka drážky
 A: úhel podélné osy drážky (vztah: kladná osa X) - standardně: 0°
 P: hloubka kapsy - bez zadání: "P" z G308



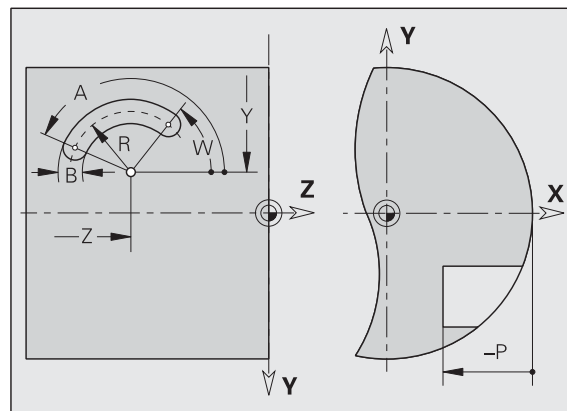
Kruhová drážka G382/G383-Geo

G382/G383 definuje kruhovou drážku v rovině YZ.

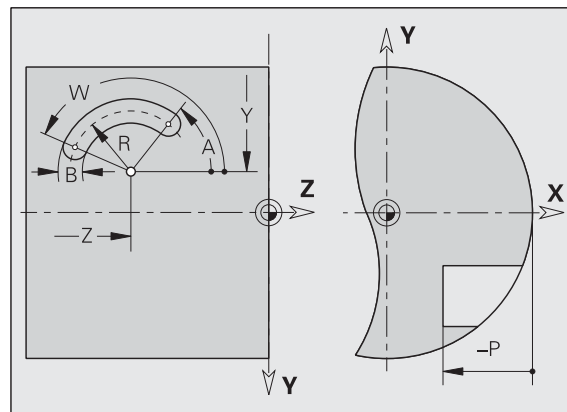
- G382-Geo kruhová drážka ve směru hodin
- G383-Geo kruhová drážka proti směru hodin

Parametry

- Y, Z: střed zakřivení drážky
- X: referenční průměr
- bez zadání: "X" z identifikátoru úseku
 - "X" z G382/G383 **přepíše** "X" z identifikátoru úseku
- R: radius zakřivení drážky (vztah: dráha středu drážky)
- B: šířka drážky
- A, W: úhel začátku, úhel konce (vztah: kladná osa Z) - standardně: 0°
- P: hloubka kapsy - bez zadání: "P" z G308



G382



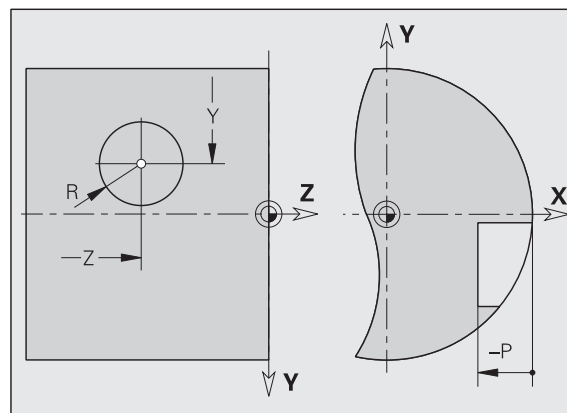
G383

Úplný kruh G384-Geo

G384 definuje úplný kruh v rovině YZ.

Parametry

- Y, Z: střed kruhu
- X: referenční průměr
- bez zadání: "X" z identifikátoru úseku
 - "X" z G384 **přepíše** "X" z identifikátoru úseku
- R: radius (poloměr) kruhu
- P: hloubka kapsy - bez zadání: "P" z G308

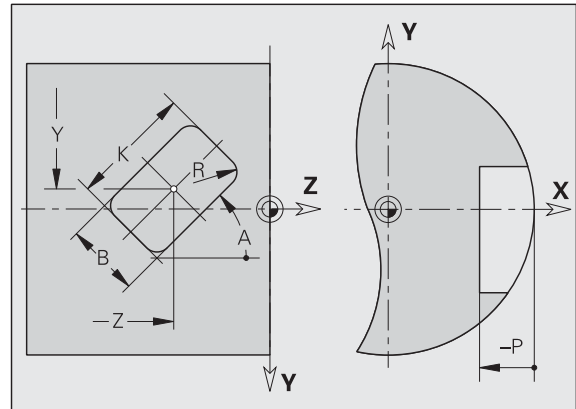


Obdélník G385-Geo

G385 definuje obdélník v rovině YZ.

Parametry

- Y, Z: střed obdélníku
- X: referenční průměr
 ■ bez zadání: "X" z identifikátoru úseku
 ■ "X" z G385 **přepíše** "X" z identifikátoru úseku
- K: délka obdélníku
- B: (výška) šířka obdélníku
- R: zkosení/zaoblení - standardně: 0
 ■ $R > 0$: radius zaoblení
 ■ $R < 0$: šířka zkosení
- A: úhel podélné osy obdélníku (vztah: kladná osa Z) - standardně: 0°
- P: hloubka kapsy - bez zadání: "P" z G308

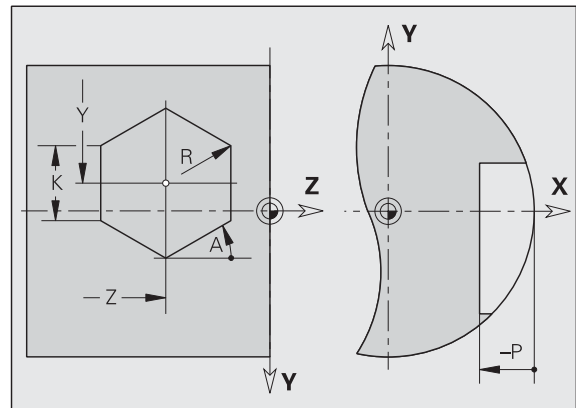


Pravidelný polygon G387-Geo

G387 definuje pravidelný polygon v rovině YZ.

Parametry

- Y, Z: střed polygonu
- X: referenční průměr
 ■ bez zadání: "X" z identifikátoru úseku
 ■ "X" z G387 **přepíše** "–" z identifikátoru úseku
- K: délka strany
 ■ $K > 0$: délka strany
 ■ $K < 0$: průměr vepsané kružnice
- A: úhel strany polygonu (vztah: kladná osa Z) - standardně: 0°
- R: zkosení/zaoblení - standardně: 0
 ■ $R > 0$: radius zaoblení
 ■ $R < 0$: šířka zkosení
- P: hloubka kapsy - bez zadání: "P" z G308
- Q: počet hran ($Q \leq 3$)



Přímkový plán v rovině YZ G481-Geo

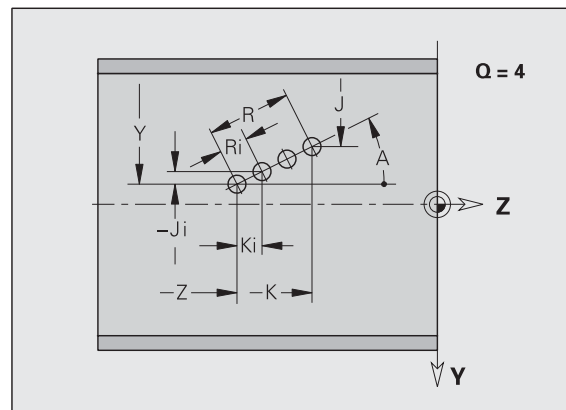
G481 definuje přímkový plán (rastr) v rovině YZ. G481 působí na tvar (obrazec) nadefinovaný v následujícím bloku (G380..385, G387).

Upozornění pro programování

- Díru/tvar (obrazec) v následujícím bloku programujte bez středu.
- Frézovací cyklus (část OBRÁBĚNÍ) vyvolá v následujícím bloku díru/obrazec - nikoli definici plánu.

Parametry

- Q: počet tvarů (obrazců)
Y, Z: výchozí bod plánu
J, K: koncový bod plánu (J=směr Y, K=směr Z)
Ji, Ki: vzdálenost mezi dvěma obrazci (J=směr Y, K=směr Z)
R: celková délka plánu
Ri: vzdálenost mezi dvěma obrazci (tvary) - (rozteč plánu)
A: úhel podélné osy plánu (vztah: kladná osa Z)



Kruhový plán v rovině YZ G482-Geo

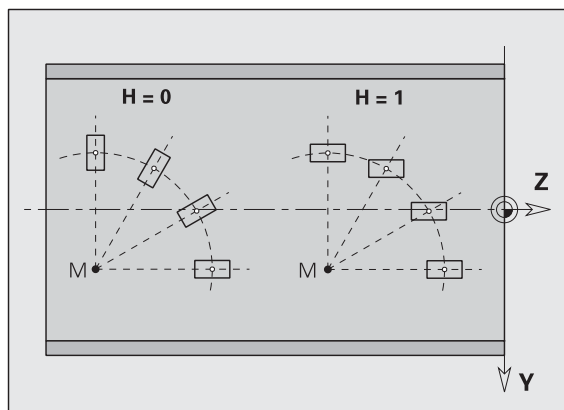
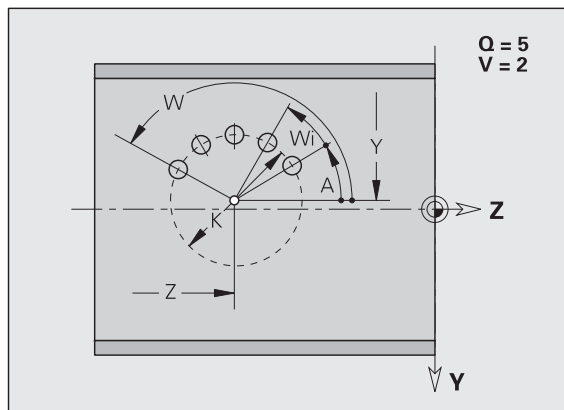
G482 definuje kruhový plán (rastr) v rovině YZ. G482 působí na tvar (obrazec) nadefinovaný v následujícím bloku (G380..385, G387).

Upozornění pro programování

- Díru/tvar (obrazec) v následujícím bloku programujte bez středu - výjimka: **kruhová drážka**. Naprogramujete-li u kruhové drážky "střed zakřivení X, Y", připočte se k poloze plánu (viz "Příručka pro uživatele - 4.7.9 Kruhový plán s kruhovými drážkami").
- Frézovací cyklus (úsek programu OBRÁBĚNÍ) vyvolá v následujícím bloku díru/tvar (obrazec) - nikoli definici plánu.

Parametry

- Q: počet tvarů (obrazců) - standardně: 1
- K: průměr plánu
- A: počáteční úhel - poloha prvního obrazce (vztah: kladná osa X) - standardně: 0
- W: koncový úhel - poloha posledního obrazce (vztah: kladná osa X) - standardně: 360°
- Wi: vzdálenost (rozteč) mezi dvěma obrazci (tvary)
- V: směr (orientace) - standardně: 0
- V=0 - bez W: rozdělení úplného kruhu
 - V=0 - s W: rozdělení na delším kruhovém oblouku
 - V=0 - s Wi: znaménko Wi určuje smysl rotace ($Wi < 0$: plán ve směru hodin)
 - V=1 - s W: plán ve směru hodin
 - V=1 - s Wi: plán ve směru hodin (znaménko Wi je bez významu)
 - V=2 - s W: plán proti směru hodin
 - V=2 - s Wi: plán proti směru hodin (znaménko Wi je bez významu)
- Y, Z: střed plánu
- H: poloha tvarů (obrazců) - standardně: 0
- H=0: normální poloha - obrazce se natáčejí kolem středu (rotace)
 - H=1: originální poloha - poloha obrazců se vzhledem k souřadnému systému nemění (translace)

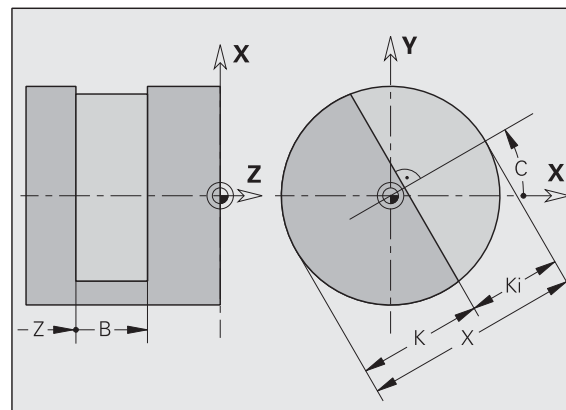


Jednotlivá plocha G386-Geo

G386 definuje jednotlivou plochu v rovině YZ.

Parametry

- Z: referenční hrana - bez zadání: "Z" z identifikátoru úseku
K: zbývající tloušťka
Ki: hloubka
B: šířka (vztah: referenční hrana Z)
■ B<0: plocha v záporném směru Z
■ B>0: plocha v kladném směru Z
X: referenční průměr
■ bez zadání: "X" z identifikátoru úseku
■ "X" z G386 **přepíše** "X" z identifikátoru úseku
C: poloha úhlu kolmice plochy
■ bez zadání: "C" z identifikátoru úseku
■ bez zadání **a** "C" není v identifikátoru úseku
naprogramováno: C=0



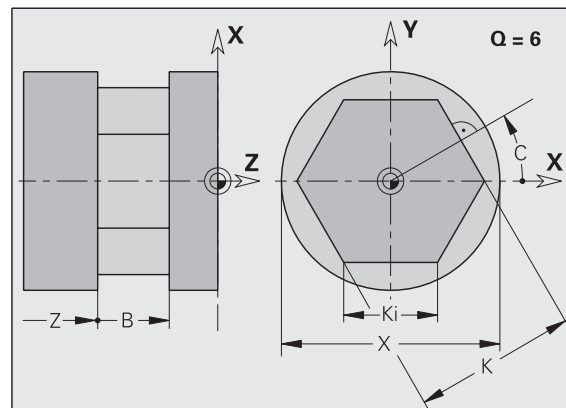
Referenční průměr X ohraničuje
obráběnou plochu.

Vícehranné plochy G487-Geo

G487 definuje vícehrannou plochu v rovině YZ.

Parametry

- Z: referenční hrana - bez zadání: "Z" z identifikátoru úseku
K: průměr vepsané kružnice (otvor klíče)
Ki: délka hrany
B: šířka (vztah: referenční hrana Z)
■ B<0: plocha v záporném směru Z
■ B>0: plocha v kladném směru Z
X: referenční průměr
■ bez zadání: "X" z identifikátoru úseku
■ "X" **přepíše** "X" z identifikátoru úseku
C: poloha úhlu kolmice plochy
■ bez zadání: "C" z identifikátoru úseku
■ bez zadání **a** "C" není v identifikátoru úseku
naprogramováno: C=0
Q: počet ploch ($Q \leq 2$)



Referenční průměr X ohraničuje
obráběnou plochu.

2.3 G-funkce v části OBRÁBĚNÍ

Než naprogramujete osu Y pro frézování lineárními nebo kruhovými pohyby příp. obráběcími cykly, musíte definovat rovinu obrábění.

Bez naprogramované roviny obrábění vychází CNC PILOT z obrábění soustružením příp. frézováním v ose C (G18 rovina XZ).

Vrtání

Vrtání v ose Y probíhá podobně jako obrábění v ose C (viz Příručku pro uživatele "4.8.11 Vrtací cykly").

Frézování

Pro obrábění v osách C a Y se používají frézovací cykly G840, G845 a G846 (viz Příručku pro uživatele "4.8.15 Frézovací cykly").

Pro obrábění v ose Y jsou navíc ještě k dispozici frézovací cykly G841, G842, G843, G844. V dalším se popisují tyto cykly a G845/G846.

2.3.1 Roviny obrábění

G17 Rovina XY (čelo nebo zadní strana)

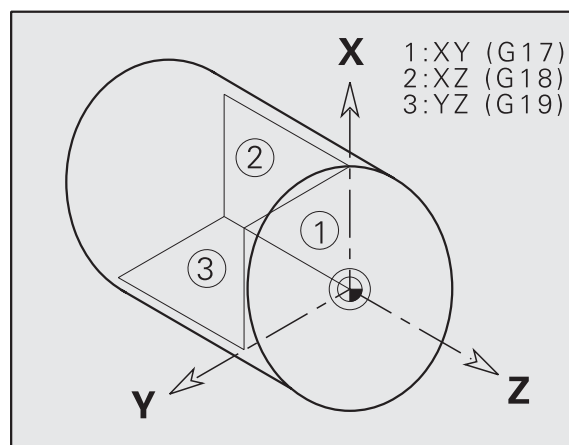
U frézovacích cyklů probíhá obrábění v rovině XY a přísuv u frézovacích a vrtacích cyklů probíhá ve směru Z.

G18 Rovina XZ (soustružení)

V rovině XZ se provádí "normální soustružení" a vrtání a frézování osou C.

G19 Rovina YZ (pohled shora/plášť)

U frézovacích cyklů probíhá obrábění v rovině YZ a přísuv u frézovacích a vrtacích cyklů probíhá ve směru X.



Programování X, Y, Z: absolutně, inkrementálně nebo samodržně

2.3.2 Polohování

Rychloposuv G0

Nástroj jede do "cílového bodu X, Y, Z" rychloposuvem nejkratší cestou.

Parametry

X, Y, Z: cílový bod (X rozměr průměru)

Najetí do bodu výměny nástroje G14

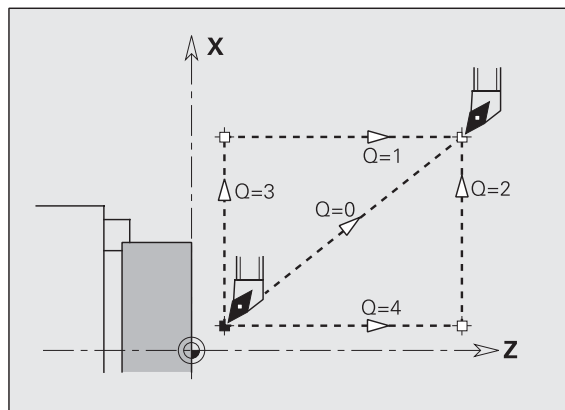
Suport jede do polohy výměny rychloposuvem. Souřadnice bodu výměny definujete v provozním režimu SEŘÍZENÍ.

Parametry

- Q: Pořadí - standardně: 0
 0: osa X a Z pojíždějí současně (diagonálně)
 1: nejdříve směr X, pak směr Z
 2: nejdříve směr Z, pak směr X
 3: pouze směr X
 4: pouze směr Z
 5: pouze směr Y
 6: v osách X, Y, a Z se pojíždí současně (diagonálně)



Při Q=0...4 se v ose Y nepojíždí.



Rychloposuv v souřadnicích stroje G701

Suport jede do cílového bodu rychloposuvem nejkratší cestou.

Parametry

X, Y, Z: koncový bod (X rozměr průměru)



"X, Y, Z" se vztahují k nulovému bodu stroje a vztažnému bodu suportu.

2.3.3 Jednoduché lineární a kruhové pohyby

Lineární pohyb G1 - frézování

Nástroj se pohybuje lineárně daným posuvem do "koncového bodu".

"Zkosení/zaoblení B" definuje přechod do dalšího obrysového prvku. Zadáváte-li zkosení/zaoblení, programujte teoretický koncový bod obrysového prvku.

"Volba průsečíku Q" určuje koncový bod, jestliže přímka protíná kruhový oblouk a koncový bod není definován.

Pro zkosení/zaoblení platí zvláštní posuv.

G1 se provádí v závislosti na **rovině obrábění**:

- G17 ■ interpolace v rovině XY
 - přířuv ve směru Z
 - úhel A - vztah: kladná osa X
- G18 ■ interpolace v rovině XZ
 - přířuv ve směru Y
 - úhel A - vztah: záporná osa Z
- G19 ■ interpolace v rovině YZ
 - přířuv ve směru X
 - úhel A - vztah: kladná osa Z

Parametry

X, Y, Z: koncový bod (X rozměr průměru)

A: úhel (vztah: závislý na rovině obrábění)

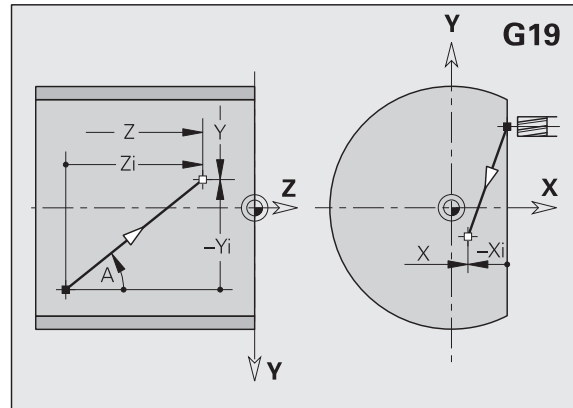
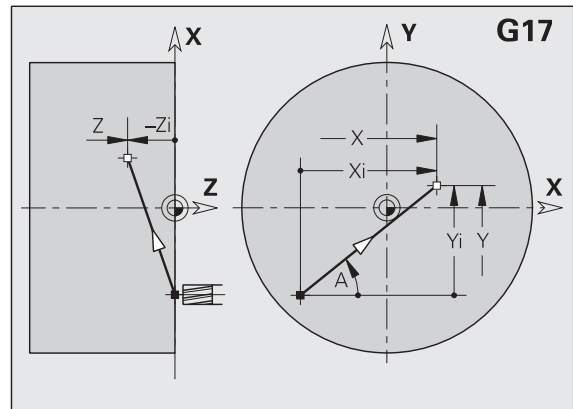
Q: volba průsečíku - standardně: Q=0

- Q=0: bližší průsečík
- Q=1: vzdálený průsečík

B: zkosení/zaoblení

- B žádné zadání: tangenciální přechod
- B=0: netangenciální přechod
- B>0: radius zaoblení
- B<0: šířka zkosení

E: faktor speciálního posuvu ($0 < E \leq 1$) - standardně: 1
(speciální posuv = aktivní posuv * E)



Programování X, Y, Z: absolutně, inkrementálně, samodržně nebo "?"

Kruhový pohyb - frézování

G2, G3 - inkrementální, G12, G13 - absolutní kótování středu

Nástroj se pohybuje daným posuvem po kruhové dráze do "koncového bodu". Smysl rotace pro G2, G3 resp. G12, G13 je zřejmý z obrázku.

"Zkosení/zaoblení B" definuje přechod do dalšího obrysového prvku. Zadávejte-li zkosení/zaoblení, programujte teoretický koncový bod obrysového prvku.

"Volba průsečíku Q" určuje koncový bod, jestliže kruhový oblouk protíná přímkou nebo kruhový oblouk a koncový bod není definován.

Není-li naprogramován střed kruhu, vypočte CNC PILOT takový střed, z něhož vyjde nejkratší kruhový oblouk.

Pro zkosení/zaoblení platí zvláštní posuv.

G2/G3 resp. G12/G13 se provádějí v závislosti na **rovině obrábění**:

- G17 ■ interpolace v rovině XY
 - přířuv ve směru Z
 - definice středu: pomocí I, J
- G18 ■ interpolace v rovině XZ
 - přířuv ve směru Y
 - definice středu: pomocí I, K
- G19 ■ interpolace v rovině YZ
 - přířuv ve směru X
 - definice středu: pomocí J, K

Parametry

X, Y, Z: koncový bod (X rozměr průměru)

R: poloměr

Q: volba průsečíku - standardně: Q=0

- Q=0: vzdálený průsečík
- Q=1: bližší průsečík

B: zkosení/zaoblení

- B žádné zadání: tangenciální přechod
- B=0: netangenciální přechod
- B>0: radius zaoblení
- B<0: šířka zkosení

E: faktor speciálního posuvu ($0 < E \leq 1$) - standardně: 1
(speciální posuv = aktivní posuv * E)

při G2, G3:

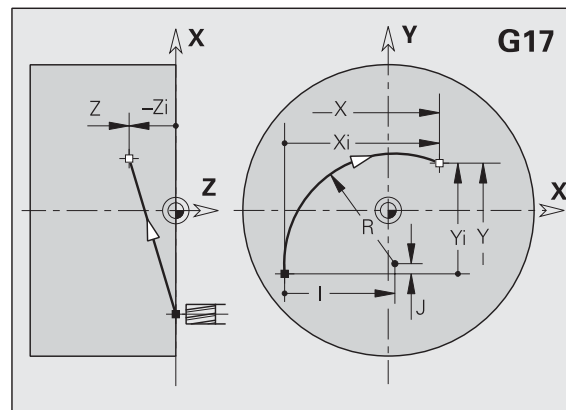
I, J, K: střed přírůstkově - (vzdálenost bod startu - střed; I rozměr poloměru)

při G12, G13:

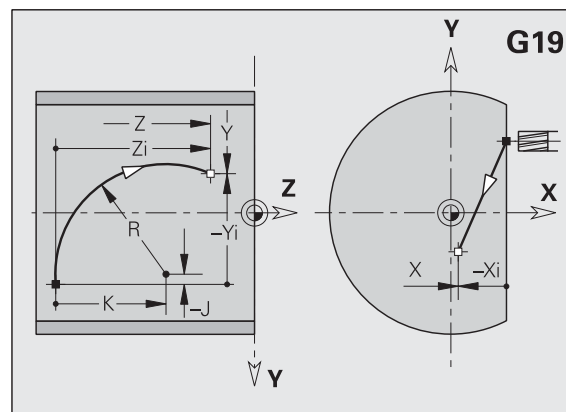
I, J, K: střed absolutně (I rozměr poloměru)



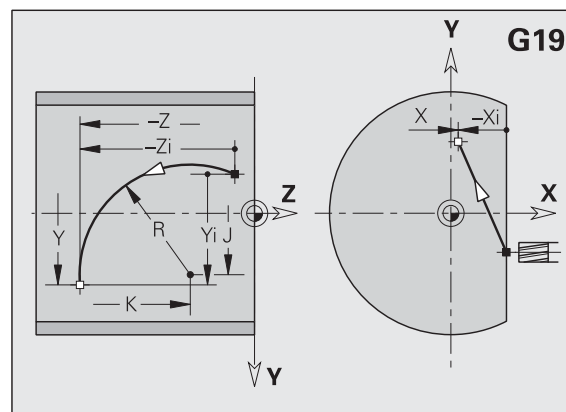
Programování X, Y, Z: absolutně, inkrementálně, samodržně nebo "?"



Příklad: G2 - rovina XY



Příklad: G2 - rovina YZ



Příklad: G13 - rovina YZ

2.3.4 Frézovací cykly

Frézování obrysů G840

G840 frézuje, dokončuje načisto, ryje nebo odhrotovává tvary (obrazce) nebo "volné obrysy" (otevřené nebo uzavřené obrysy) jednotlivých částí programu:

- ČELO_Y (s osou Y)
- ZADNÍ STRANA_Y (s osou Y)
- PLÁŠŤ_Y (s osou Y)

Obrábění v ose Y probíhá obdobně jako obrábění v ose C (viz Příručku pro uživatele "4.8. 15 Frézovací cykly").

Frézování ploch - hrubování G841

G841 hrubuje plochy definované funkcemi G376-Geo (rovina XY) nebo G386-Geo (rovina YZ). Tento cyklus frézuje zvenčí dovnitř.

"U" určuje překrývání jednotlivých drah frézování. "V" definuje hodnotu, o kterou musí fréza přechnít přes vnější radius (vztah: průměr frézy).

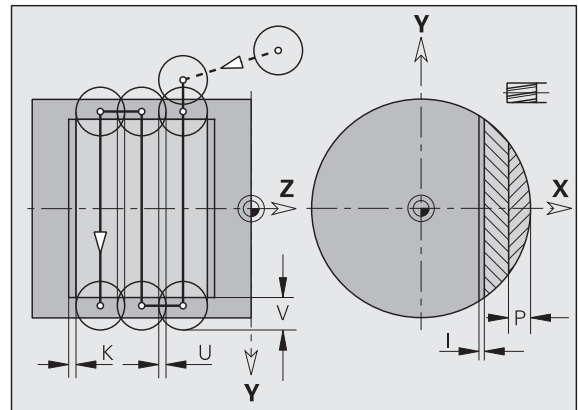
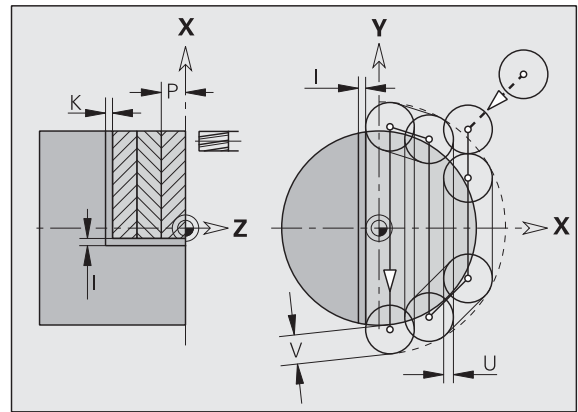
Přisuv frézy probíhá mimo materiál.

Provedení cyklu

- 1 poloha startu (X, Y, Z, C) je poloha před cyklem
- 2 vypočte rozdělení řezů (přisuvy rovin frézování, přisuvy hloubek frézování)
- 3 najede na bezpečnostní vzdálenost a provede přisuv pro první hloubku frézování
- 4 vyfrézuje jednu rovinu
- 5 odsune na bezpečnostní vzdálenost, najede a provede přisuv pro další hloubku frézování
- 6 opakuje 4...5, až je celá plocha ofrézována
- 7 odjede zpět podle "roviny návratu J"

Parametry

- NS: číslo bloku - reference na popis obrysu
- P: (maximální) hloubka frézování (přisuv v rovině obrábění)
- I, K: přídavek ve směru X, Z
- U: (minimální) faktor překrývání (překrytí = $U \cdot \text{průměr frézy}$) - standardně: 0,5
- V: faktor přeběhu (přeběh = $V \cdot \text{průměr frézy}$) - standardně: 0,5
- F: posuv přísuvu (do hloubky) - standardně: aktivní posuv
- J: rovina návratu - bez zadání: nástroj odjede zpět do výchozí polohy
- rovina XY: poloha návratu ve směru Z
 - rovina YZ: poloha návratu ve směru X (rozměr průměru)



Přidavky se berou v úvahu (G57: směr X, Z; G58: ekvidistanční přídavek v rovině frézování).

Frézování ploch načisto G842

G842 dokončuje načisto plochy definované funkcemi G376-Geo (rovina XY) nebo G386-Geo (rovina YZ). Tento cyklus frézuje zvenčí dovnitř.

"U" určuje překrývání jednotlivých drah frézování. "V" definuje hodnotu, o kterou musí fréza přecházet přes vnější radius (vztah: průměr frézy).

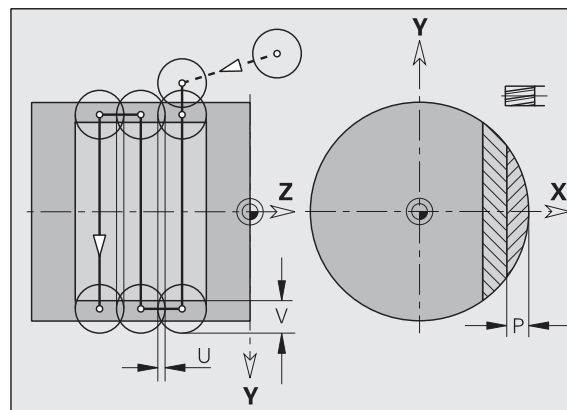
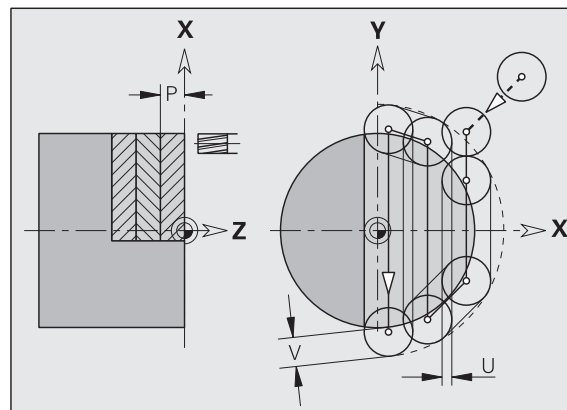
Přísuv frézy probíhá mimo materiál.

Provedení cyklu

- 1 poloha startu (X, Y, Z, C) je poloha před cyklem
- 2 vypočte rozdělení řezů (přísuvy rovin frézování, přísuvy hloubek frézování)
- 3 najede na bezpečnostní vzdálenost a provede přísuv pro první hloubku frézování
- 4 vyfrézuje jednu rovinu
- 5 odsune na bezpečnostní vzdálenost, najede a provede přísuv pro další hloubku frézování
- 6 opakuje 4...5, až je celá plocha ofrézována
- 7 odjede zpět podle "roviny návratu J"

Parametry

- NS: číslo bloku - reference na popis obrysu
- H: způsob frézování (vztaheno na obrábění boků) - standardně: 0
- H=0: nesousledně
 - H=1: sousledně
- P: (maximální) hloubka frézování (přísuv v rovině obrábění)
- U: (minimální) faktor překrývání (překrytí = $U \cdot \text{průměr frézy}$) - standardně: 0,5
- V: faktor přeběhu (přeběh = $V \cdot \text{průměr frézy}$) - standardně: 0,5
- F: posuv přísuvu (do hloubky) - standardně: aktivní posuv
- J: rovina návratu - bez zadání: nástroj odjede zpět do výchozí polohy
- rovina XY: poloha návratu ve směru Z
 - rovina YZ: poloha návratu ve směru X (rozměr průměru)



Frézování vícehranů - hrubování G843

G843 hrubuje plochy definované funkcemi G477-Geo (rovina XY) nebo G487-Geo (rovina YZ). Tento cyklus frézuje zvenčí dovnitř.

"U" určuje překrývání jednotlivých drah frézování. "V" definuje hodnotu, o kterou musí fréza přecházet přes vnější radius. ("U, V" se vztahují k průměru frézy.)

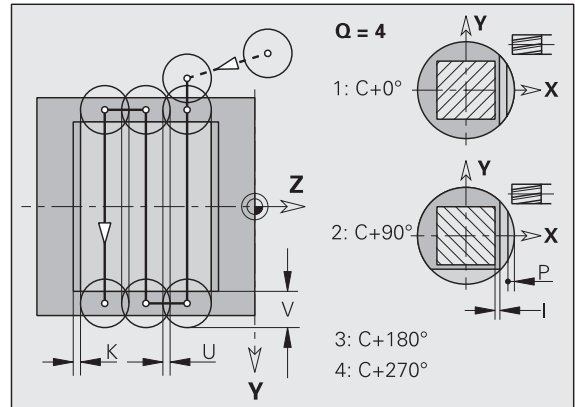
Přísuv frézy probíhá mimo materiál.

Provedení cyklu

- 1 poloha startu (X, Y, Z, C) je poloha před cyklem
- 2 vypočte rozdělení řezů (přísuvy rovin frézování, přísuvy hloubek frézování) a polohy vřeten
- 3 vřeten se natočí do první polohy, fréza najede na bezpečnostní vzdálenost a provede přísuv pro první hloubku frézování
- 4 vyfrézuje jednu rovinu
- 5 odsune na bezpečnostní vzdálenost, najede a provede přísuv pro další hloubku frézování
- 6 opakuje 4...5, až je celá plocha ofrézována
- 7 nástroj odjede zpět na "rovinu návratu J", vřeten se natočí do další polohy, fréza najede na bezpečnostní vzdálenost a provede přísuv pro první hloubku frézování
- 8 opakuje 4...7, až jsou všechny plochy vícehranu ofrézovány
- 9 odjede zpět podle "roviny návratu J"

Parametry

- NS: číslo bloku - reference na popis obrysu
- P: (maximální) hloubka frézování (přísuv v rovině obrábění)
- I, K: přídavek ve směru X, Z
- U: (minimální) faktor překrývání (překrytí = $U \cdot \text{průměr frézy}$) - standardně: 0,5
- V: faktor přeběhu (přeběh = $V \cdot \text{průměr frézy}$) - standardně: 0,5
- F: posuv přísuvu (do hloubky) - standardně: aktivní posuv
- J: rovina návratu - bez zadání: nástroj odjede zpět do výchozí polohy
- rovina XY: poloha návratu ve směru Z
 - rovina YZ: poloha návratu ve směru X (rozměr průměru)



Přidavky se berou v úvahu (G57: směr X, Z; G58: ekvidistanční přídavek v rovině frézování).

Frézování vícehranů - načisto G844

G844 dokončuje vícehranné plochy definované funkcemi G477-Geo (rovina XY) nebo G487-Geo (rovina YZ). Tento cyklus frézuje zvenčí dovnitř.

"U" určuje překrývání jednotlivých drah frézování. "V" definuje hodnotu, o kterou musí fréza přechnívat přes vnější radius. ("U, V" se vztahují k průměru frézy.)

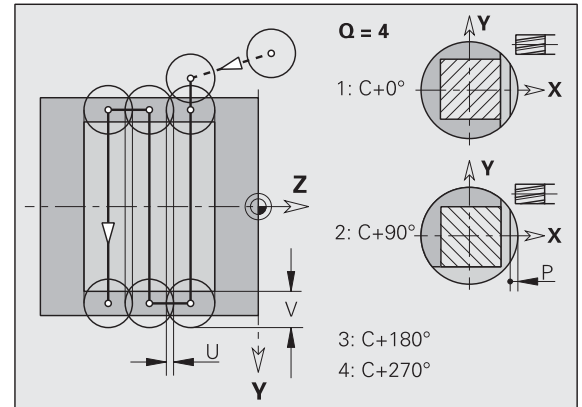
Přísuv frézy probíhá mimo materiál.

Provedení cyklu

- 1 poloha startu (X, Y, Z, C) je poloha před cyklem
- 2 vypočte rozdělení řezů (přísuvy rovin frézování, přísuvy hloubek frézování) a polohy vřetena
- 3 vřeteno se natočí do první polohy, fréza najede na bezpečnostní vzdálenost a provede přísuv pro první hloubku frézování
- 4 vyfrézuje jednu rovinu
- 5 odsune na bezpečnostní vzdálenost, najede a provede přísuv pro další hloubku frézování
- 6 opakuje 4...5, až je celá plocha ofrézována
- 7 nástroj odjede zpět na "rovinu návratu J", vřeteno se natočí do další polohy, fréza najede na bezpečnostní vzdálenost a provede přísuv pro první hloubku frézování
- 8 opakuje 4...7, až jsou všechny plochy vícehranu ofrézovány
- 9 odjede zpět podle "roviny návratu J"

Parametry

- NS: číslo bloku - reference na popis obrysu
- H: způsob frézování (vztaženo na obrábění boků) - standardně: 0
- H=0: nesousledně
 - H=1: sousledně
- P: (maximální) hloubka frézování (přísuv v rovině obrábění)
- U: (minimální) faktor překrývání (překrytí = $U \cdot \text{průměr frézy}$) - standardně: 0,5
- V: faktor přeběhu (přeběh = $V \cdot \text{průměr frézy}$) - standardně: 0,5
- F: posuv přísuvu (do hloubky) - standardně: aktivní posuv
- J: rovina návratu - bez zadání: nástroj odjede zpět do výchozí polohy
- rovina XY: poloha návratu ve směru Z
 - rovina YZ: poloha návratu ve směru X (rozměr průměru)



Frézování kapes - hrubování G845

G845 hrubuje uzavřené obrysy a obrazce definované v rovině XY nebo YZ částí (úseků) programu:

- ČELO_Y
- ZADNÍ STRANA_Y
- PLÁŠŤ_Y

Obrábění v **ose C**: viz Příručku pro uživatele "4.8.15 Frézovací cykly"

"U" určuje překrývání jednotlivých drah frézování. "V" definuje hodnotu, o kterou musí fréza přechnít přes vnější radius (vztah: průměr frézy).

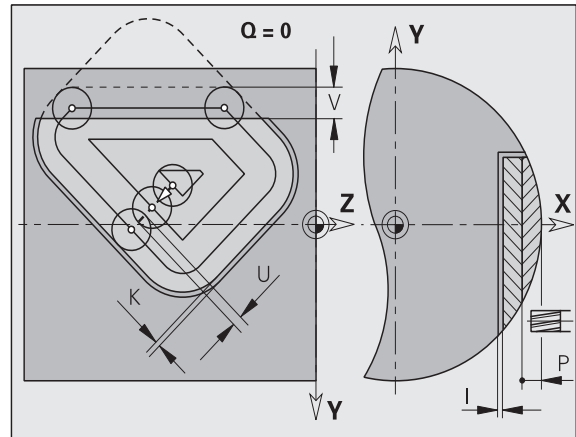
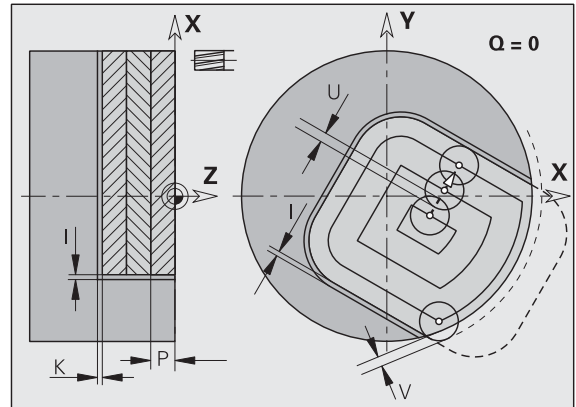
Směr frézování ovlivníte "způsobem frézování H", "směrem obrábění Q" a směrem otáčení frézy (viz Příručku pro uživatele "4.8.15 Frézovací cykly").

Provedení cyklu

- 1 poloha startu (X, Y, Z, C) je poloha před cyklem
- 2 vypočte rozdělení řezů (přísuvy rovin frézování, přísuvy hloubek frézování)
- 3 najede na bezpečnostní vzdálenost a provede přísuv pro první hloubku frézování
- 4 vyfrézuje jednu rovinu
- 5 odsune na bezpečnostní vzdálenost, najede a provede přísuv pro další hloubku frézování
- 6 opakuje 4...5, až je celá plocha ofrézována
- 7 odjede zpět podle "roviny návratu J"

Parametry

- NS: číslo bloku - reference na popis obrysu
- P: (maximální) hloubka frézování (přísuv v rovině obrábění)
- I, K: přidavek ve směru X, Z
- U: (minimální) faktor překrývání (překrytí = $U \cdot \text{průměr frézy}$) - standardně: 0,5
- V: Faktor přeběhu (jestliže frézovaný obrys přesahuje soustružený obrys)
- 0: definovaný obrys se kompletně ofrézuje
 - $0 < V \leq 1$: přeběh = $V \cdot \text{průměr frézy}$
- H: způsob frézování - standardně: 0
- H=0: nesousledně
 - H=1: sousledně
- F: posuv přísuvu (do hloubky) - standardně: aktivní posuv
- E: snížený posuv na kruhových částech obrysu - bez zadání: aktuální posuv



- J: rovina návratu - bez zadání: nástroj odjede zpět do výchozí polohy
- rovina XY: poloha návratu ve směru Z
 - rovina YZ: poloha návratu ve směru X (rozměr průměru)
- Q: směr obrábění - standardně: 0
- Q=0: směrem ven
 - Q=1: směrem dovnitř



Přidavky se berou v úvahu (G57: směr X, Z; G58: ekvidistanční přidavek v rovině frézování).

Frézování kapes - načisto G846

G846 obrábí načisto uzavřené obrysy a tvary (obrazce) definované v rovině XY nebo YZ těchto úseků programu:

- ČELO_Y
- ZADNÍ STRANA_Y
- PLÁŠŤ_Y

Obrábění v **ose C**: viz Příručku pro uživatele "4.8. 15 Frézovací cykly"

"U" určuje překrývání jednotlivých drah frézování. "V" definuje hodnotu, o kterou musí fréza přechnívat přes vnější radius (vztah: průměr frézy).

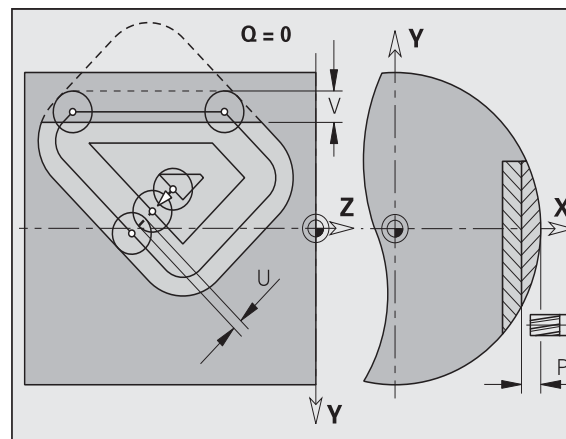
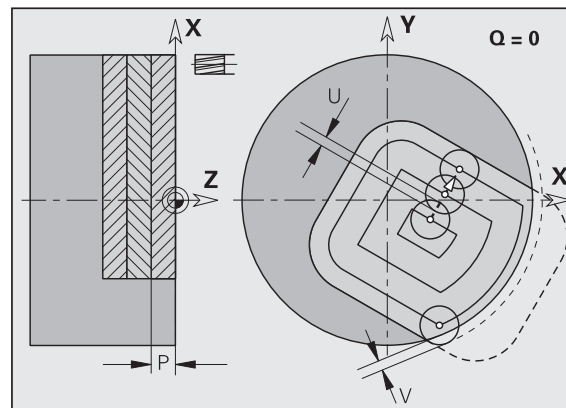
Směr frézování ovlivníte "způsobem frézování H", "směrem obrábění Q" a směrem otáčení frézy (viz Příručku pro uživatele "4.8. 15 Frézovací cykly").

Provedení cyklu

- 1 poloha startu (X, Y, Z, C) je poloha před cyklem
- 2 vypočte rozdělení řezů (přisuvy rovin frézování, přisuvy hloubek frézování)
- 3 najede na bezpečnostní vzdálenost a provede přisuv pro první hloubku frézování
- 4 vyfrézuje jednu rovinu
- 5 odsune na bezpečnostní vzdálenost, najede a provede přisuv pro další hloubku frézování
- 6 opakuje 4...5, až je celá plocha ofrézována
- 7 odjede zpět podle "roviny návratu J"

Parametry

- NS: číslo bloku - reference na popis obrysu
- P: (maximální) hloubka frézování (přisuv v rovině obrábění)
- R: radius oblouku najetí/vyjetí - standardně: 0
- R=0: na prvek obrysu se najíždí přímo; přisuv se provede na bodu najetí nad rovinou frézování - pak se provede svisle přisuv do hloubky
 - R>0: fréza najíždí/vyjíždí obloukem, který se tangenciálně napojuje na obrysový prvek.
- U: (minimální) faktor překrývání (překrytí = $U \cdot \text{průměr frézy}$) - standardně: 0,5
- V: faktor přeběhu (jestliže frézovaný obrys přesahuje soustružený obrys)
- 0: definovaný obrys se kompletně ofrézuje
 - $0 < V \leq 1$: přeběh = $V \cdot \text{průměr frézy}$
- H: způsob frézování - standardně: 0
- H=0: nesousledně
 - H=1: sousledně
- F: posuv přisuvu (do hloubky) - standardně: aktivní posuv



- E: snížený posuv na kruhových částech obrysu - bez zadání: aktuální posuv
- J: rovina návratu - bez zadání: nástroj odjede zpět do výchozí polohy
- rovina XY: poloha návratu ve směru Z
 - rovina YZ: poloha návratu ve směru X (rozměr průměru)
- Q: směr obrábění - standardně: 0
- Q=0: směrem ven
 - Q=1: směrem dovnitř

2.3.5 Kompletní obrábění

Jako kompletní obrábění se označuje obrobení přední i zadní strany v **jednom** NC programu. Pro přepínání obrobků do jiné polohy jsou k dispozici expertní programy, které berou zřetel na konfiguraci daného soustruhu (viz Příručku pro uživatele "4. 10.3 Kompletní obrábění").

Základy

Obrysy zadní strany - osa Y: Orientace osy X je "vázána na obrobek". Pro zadní stranu z toho plyne:

- orientace osy X je "doleva" (čelní strana: "doprava")
- smysl otáčení u kruhových oblouků G2: "proti smyslu hodin"
- smysl otáčení u kruhových oblouků G3: "ve smyslu hodin"

Programování

Při programování obrysů na zadní straně je třeba brát zřetel na orientaci osy X a na smysl otáčení u kruhových oblouků.

Pokud použijete vrtací a frézovací cykly, nemusíte při obrábění zadní strany brát ohled na žádné zvláštnosti, poněvadž vrtací a frézovací cykly se vztahují na předem definované obrysy.

Při obrábění zadní strany základními příkazy G0..G3, G12.. G13 platí stejné podmínky jako pro obrysy na zadní straně.

Soustružení

Expertní programy pro přepínání obrobku obsahují konverzní a zrcadlicí funkce. Při obrábění zadní strany (2. upnutí) platí:

- **směr +:** od obrobku
- **směr -:** k obrobku
- **G2/G12:** kruhový oblouk "ve smyslu hodin"
- **G3/G13:** kruhový oblouk "proti smyslu hodin"

Kompletní obrábění s přídatným vřetenem

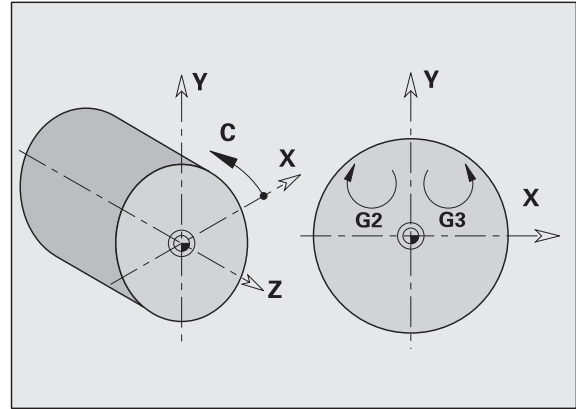
G30: Expertní program zapíná zrcadlení osy Z a konverzi kruhových oblouků (G2, G3, ..) Konverze kruhových oblouků je nutná pro soustružení a pro obrábění v ose C.

G121: Expertní program posune obrys a provede zrcadlení souřadného systému (osa Z). Další naprogramování příkazu G121 není pro obrobení zadní strany (2. upnutí) zpravidla nutné.

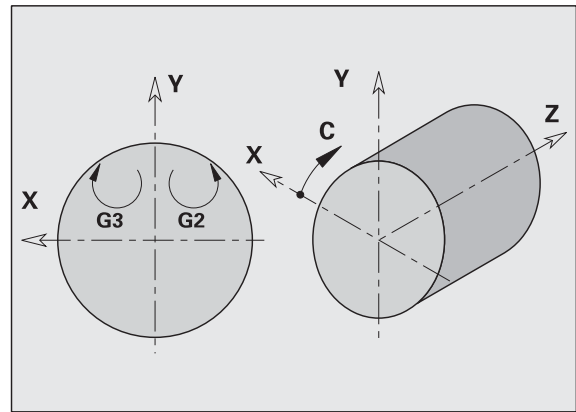
Kompletní obrábění s jedním vřetenem

G30: Zpravidla není nutný

G121: Expertní program provede zrcadlení obrysů. Další naprogramování příkazu G121 není pro obrobení zadní strany (2. upnutí) zpravidla nutné.



Čelní strana



Zadní strana

Práce bez expertních programů

Nepoužijete-li funkce pro konverzi a zrcadlení, pak platí princip:

- **směr +:** od hlavního vřetena
- **směr -:** k hlavnímu vřetenu
- **G2/G12:** kruhový oblouk "ve smyslu hodin"
- **G3/G13:** kruhový oblouk "proti smyslu hodin"



Při obrábění zadní strany (zadního čela) v ose Y musíte konverzi kruhových oblouků vypnout (G30 H2) a při soustružení a obrábění roviny YZ (pohled na plášť) opět zapnout (G30 H1).

2.4 Příklady

2.4.1 Frézování s osou Y

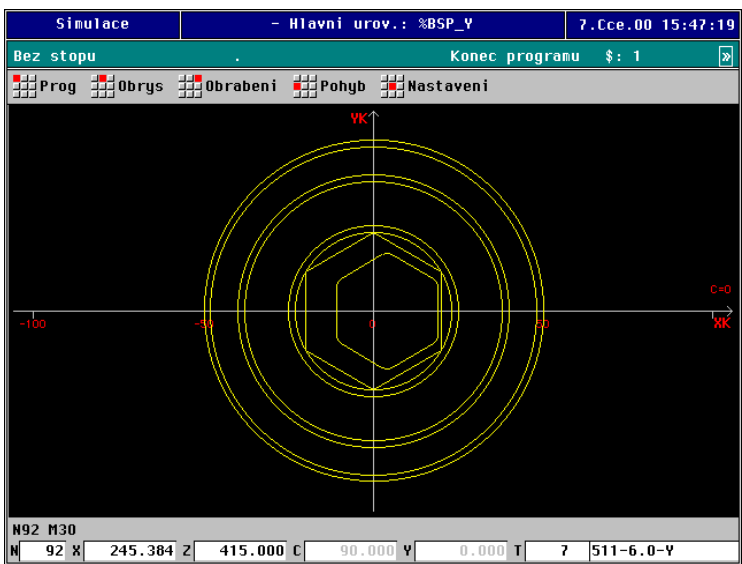
%bsp_y.nc	Jméno programu
. . .	Záhlaví programu
REVOLVER 1	
T2 ID"111-35-08-Y"	Nástroj pro soustružení
T5 ID"511-17.0-Y"	Radiální vrtací drážkovací fréza
T7 ID"511-6.0-Y"	Radiální vrtací drážkovací fréza
T9 ID"512-15.7-Y"	Axiální vrtací drážkovací fréza
T11 ID"512-6.0-Y"	Axiální vrtací drážkovací fréza
POLOTOVAR	
N1 G20 X100 Z220 K1	
OBROBEK	Definice soustruženého obrysu
N2 G0 X0 Z-120	
N3 G1 Z0	
N4 G1 X50 B-2	
N5 G1 Z-40 B3	
N6 G1 X80 B-2	
N7 G1 Z-100	
N8 G1 X100 B-2	
N9 G1 Z-120	
N10 G1 X0	
CELO_Y Z0 X50 C0	Poloha frézovaného obrysu na čelní ploše
N11 G477 K40 B-3 Q6	Plocha vícehranu (pro axiální obrábění)
CELO_Y Z0 X46 C0	
N12 G308 P-2	Hloubka následujícího obrazce: 2 mm
N13 G377 X4 Y0 Q6 A30 K17.3205 R3	Polygon na čele
N14 G309	
PLAST_Y X50 C180	Poloha frézovaného obrysu na plášti (úhel vřetena 180°)
N15 G308 P-3	Hloubka následujícího obrazce: 3 mm
N16 G381 Z-12 Y0 A0 K30 B8	Lineární drážka na plášti
N17 G309	
PLAST_Y X80 C90	Frézovaný obrys na plášti
N18 G308	
N19 G386 Z-37 Ki15 B-43	Jednotlivá plocha (pro radiální obrábění)
N20 G308 P-2	Obrys se zafrézuje jako jednotlivá plocha (hloubka: 2 mm)
N21 G180 Z-53 Y0	Výchozí bod "volného obrysu"
N22 G181 Y? B12 Q1	
N23 G183 Z-61 Yi0 R12 K-57 J-18 B12	
N24 G181 Y? A-90 B12	

N25 G183 Z-53 Yi0 R12 K-57 J18 Q1	
B12	
N26 G181 Y0	
N27 G309	Konec "volného obrysu"
N28 G309	Konec "jednotlivé plochy"
OBRABENI	
[Hrubovani - radialne - celni plocha]	
N29 G0 Y0	Nastavení osy Y na polohu "0" pro soustružení
N30 G14 Q0	
N31 G26 S1500	
N32 G96 S220 G95 F0.35 M4 T2	
N33 G0 X106 Z4	
N34 G47 P3	
N35 G820 NS4 NE4 P3 I1 K0.2 E0 Z-204	Soustružení
A90 W270 Q2 V3 D4	
N36 G0 X106 Z4	
[Hrubovani - axialne - zvenci]	
N37 G95 F0.5	
N38 G0 X106 Z4	
N39 G47 P3	
N40 G810 NS5 NE9 P4 I1 K0.2 E0 Z-204	
A0 W180 Q2 V1 D4	
N41 G0 X106 Z4	
N42 G14 Q1	
[Dokoncení - radialne - celni plocha]	
N43 G95 F0.25	
N44 G0 X52 Z3	
N45 G47 P2	
N46 G890 NS4 NE4 V3 H3 Z-203 D3	
[Dokoncení - rovnobezne s obrysem]	
N47 G47 P2	
N48 G890 NS5 NE9 V1 H0 Z-203 D1 I106	
K-117	
N49 G14 Q1	
[Frezovani - plocha - celo]	Frézování s osou Y
N50 G0 Y0	
N51 G126 S3000	Omezení otáček frézy (vřeteno 1)
N52 M5	
N53 G17	Aktivace roviny XY
N54 G197 S1000 G193 F0.1 M103 T9	Otáčky, posuv pro axiální vrtací drážkovací frézu
N55 M14	Zapnutí osy C
N56 G0 X69.7 Z3 Y0	
N57 G110 C0	Rychloposuvem do polohy C=0

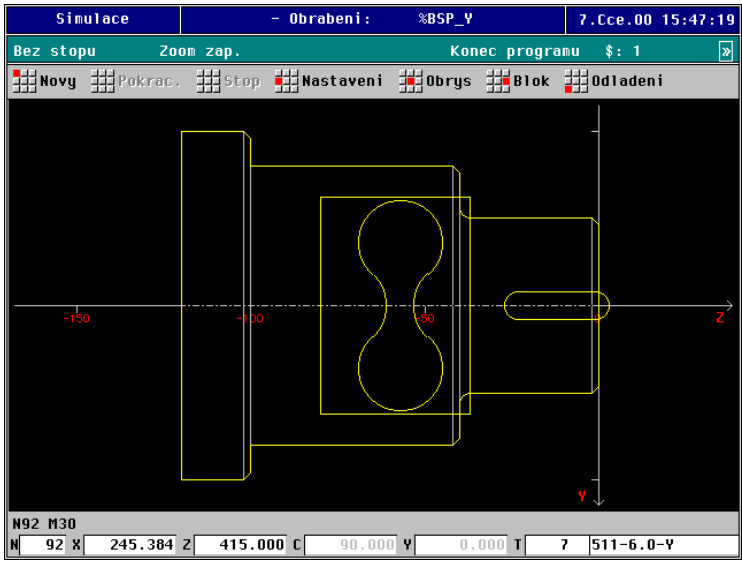
2.4.1 Frézování s osou Y

N58 G147 I2 K4	Zadání bezpečnostní vzdálenosti frézování
N59 G843 NS11 P3 U0.5 V0.5	Frézování vícehranu (hrubování)
N60 G0 X69.7 Z3 Y0	
N61 G14 Q1	
N62 M105	Vypnutí frézy (vřeteno 1)
[Frezovani - plocha - plast]	
N63 G19	Aktivace roviny YZ
N64 G197 S1000 G193 F0.1 M103 T5	Zařazení radiální vrtací drážkovací frézy
N65 G0 X106 Z-39 Y0	
N66 G147 I2 K2	
N67 G841 NS19 P5 U0.5 V0.5	Frézování samostatné plochy (hrubování)
N68 G0 X106 Z-39 Y0	
N69 G14 Q1	
N70 M105	
[Frezovani - kapsa - celo]	
N71 G17	
N72 G197 S1061 G193 F0.1 M103 T11	Zařazení axiální vrtací drážkovací frézy
N73 G0 X8 Z3 Y0	
N74 G147 I2 K2	
N75 G845 NS13 P3 U0.5 V0.5 H1 Q0	Obrobení polygonu na čele jako "kapsy"
N76 G0 X8 Z3 Y0	
N77 G14 Q1	
N78 M105	
[Frezovani - kapsa - plast]	
N79 G19	Aktivace roviny YZ
N80 G197 S1061 G193 F0.1 M103 T7	Zařazení radiální vrtací drážkovací frézy
N81 G0 X106 Z-12 Y0	
N82 G147 I2 K2	
N83 G845 NS16 P3 U0.5 V0.5 H1 Q0	Vyfrézování lineární drážky na povrchu pláště jako "kapsy"
N84 G0 X106 Z-12 Y0	
N85 G147 I2 K2	
N86 G845 NS24 P1 U0.5 V0.5 H1 Q0	Vyfrézování "volného obrysu" na jednotlivé ploše jako "kapsy"
N87 G0 X106 Z-12 Y0	
N88 G14 Q1	
N89 M105	
N90 G18	Aktivace roviny XZ (soustružení)
N91 M15	Vypnutí osy C
N92 M30	
KONEC	

V simulaci se zobrazuje úplně dohotovený vzorový obrobek. CNC PILOT zobrazuje v "Okně čelního pohledu" vícehrannou plochu (6 hran) a polygon (mnohoúhelník) zhotovený jako "kapsa".



V "Okně pláště" vidíte lineární drážku a jednotlivou plochu vyfrézovanou jako "volný obrys" ve tvaru "osmičky".



2.4.2 Kompletní obrábění - osa Y

Příklad: Kompletní obrábění s pojízdným přídatným vřetenem

%g121_xy4.nc	
ZAHLAVI PROGRAMU	
. . .	
#SUPOUT \$1 \$2	Soustruh s pojízdným přídatným vřetenem
. . .	
REVOLVER 1	
. . .	
UPINADLO 1	
H1 ID"KH250"	
H2 ID"KBA250-77" X60 Q1.	
UPINADLO 4	
H1 ID"KH250"	
H2 ID"KBA250-77" X60 Q4.	
POLOTOVAR	
N1 . . .	
OBROBEK	
. . .	
CELO_Y Z0 C0	
N7 G308 P-1	Tvar (obrazec) na čelní straně ("V")
N8 G170 X-15 Y10	
N9 G171 X-10 Y-12 B0	
N10 G173 X-4 R3 J-12 B0	
N11 G171 X1 Y10	
N12 G171 X10	
N13 G309	
ZADNÍ STRANA_Y Z-50 X60 C0	
N14 G308 P-1	Tvar (obrazec) na zadní straně ("R")
N15 G170 X5 Y-10	
N16 G171 Y15	
N17 G171 X-5 B0	
N18 G173 X-8 Y3.8038 R6 I-5 B0	
N19 G171 X-12 Y-10	
N20 G309	

OBRABENI	
N21 G59 Z185	Obrobení přední strany
\$1 N22 G65 H1 X0 Z-55 D1	Zobrazení upínadla hlavního vřetena
\$1 N23 G65 H2 X60 Z-55 D1 Q1	
\$1 N24 G0 Y0	
\$1 N25 G14 Q0	
. . .	
\$1 \$2 N62 M97	Synchronizace před předáním obrobku
\$1 \$2 N63 L"UMKOMPL" V1 LA1000 LD352 LE0 LF50	Přepnutí obrobku
LH164 I3	
\$1 \$2 N64 M97	
\$1 N65 G65 H1 X0 Z-84 D4	Zobrazení upínadla přídatného vřetena
\$1 N66 G65 H2 X60 Z-50 D4 Q4	
\$1 N67 G14 Q0	
\$1 N68 G326 S4000	
\$1 N69 T6	
\$1 N70 G18	Zapnutí roviny XZ (soustružení)
\$1 N71 G30 H1	Seznam konverzí 1 (kruhové oblouky se konvertují)
. . .	
\$1 N76 G820 . . .	Hrubování - radiálně - vnější - čelní plocha
. . .	
\$1 N91 G17	Zapnutí roviny XY
\$1 N92 G30 H2	Seznam konverzí 2 (kruhové oblouky se
\$1 N93 G197 S1592 G195 F0.1 M104	nekonvertují)
\$1 N94 M314	
\$1 N95 G0 X10 Z3	
\$1 N96 G0 Y-10	
\$1 N97 G147 I2 K2	
\$1 N98 G840 Q0 NS16 NE19 R0 P1.866	Rytí - čelní plocha - zpětně
. . .	
KONEC	

%UMKOMPL.ncs	Expertní program "Přepnutí soustruhu
. . .	s přídatným vřetenem"
N.. G30 H1 Q1 Z1	Seznam konverzí 1, zapnutí zrcadlení dráhy
	pojezdu a zrcadlení osy Z
N.. G59 Z(LH + LF)	Posunutí nulového bodu
N.. G121 H1 Q1 Z-LF D1	Zrcadlení a posunutí obrysu, zrcadlení
	souřadného systému (směr osy Z)
. . .	

Příklad: Kompletní obrábění s jedním vřetenem

%G121_XYH.NC	
ZAHĽAVI PROGRAMU	
. . .	
#SUPORT \$1	
REVOLVER 1	
. . .	
UPINADLO 1	
H1 ID"KH250"	
H2 ID"KBA250-77" X60 Q1.	
POLOTOVAR	
N1 . . .	
OBROBEK	
. . .	
CELO_Y Z0 C0	
N7 G308 P-1	Tvar (obrazec) na čelní straně ("V")
N8 G170 X-15 Y10	
N9 G171 X-10 Y-12 B0	
N10 G173 X-4 R3 J-12 B0	
N11 G171 X1 Y10	
N12 G171 X10	
N13 G309	
ZADNÍ STRANA_Y Z-50 X60 C0	
N14 G308 P-1	Tvar (obrazec) na zadní straně ("R")
N15 G170 X5 Y-10	
N16 G171 Y15	
N17 G171 X-5 B0	
N18 G173 X-8 Y3.8038 R6 I-5 B0	
N19 G171 X-12 Y-10	
N20 G309	
OBRABENI	
N21 G59 Z185	
N22 G65 H1 X0 Z-55 D1	
N23 G65 H2 X60 Z-55 D1 Q1	
N24 G0 Y0	
N25 G14 Q0	
. . .	Obrobení přední strany

N62 L"UMHAND" V1 LF50 LH138	(ruční) přepnutí obrobku
N63 G65 H1 X0 Z-58 D1	Zobrazení upínadla 2. upnutí
N64 G65 H2 X60 Z-58 D1 Q1	
N65 G14 Q0	
N66 T2	
N67 G18	Zapnutí roviny XZ (soustružení)
. . .	
N72 G820 . . .	[Hrubování - radiálně - vnější - čelní plocha]
. . .	
N87 G17	Zapnutí roviny XY
N88 G197 S1592 G195 F0.1 M103	
N89 M14	
N90 G0 X10 Z3	
N91 G0 Y10	
N92 G147 I2 K2	
N93 G840 Q0 NS16 NE19 R0 P1.866	Rytí - čelní plocha - zpětně
. . .	
KONEC	

%UMHAND.ncs	Expertní program "Přepnutí soustruhu
. . .	s jedním vřetenem"
N.. G59 Z(LH + LF)	Posunutí nulového bodu
N.. G121 H1 Q0 Z-LF D1	Posunutí a zrcadlení obrysu
. . .	

3 Osa Y v simulaci

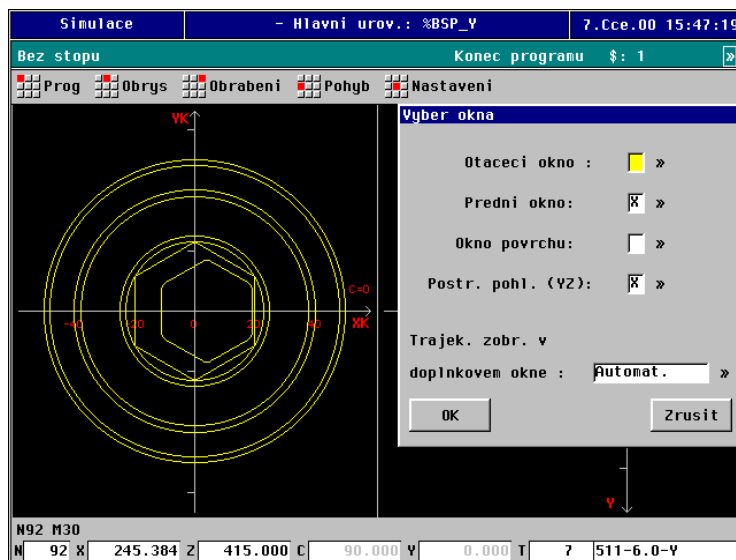
V závislosti na obrábění, které se má kontrolovat, si zvolte kombinaci oken (dialogové okno: "Výběr okna"):

- Okno soustružení
- Okno čelního pohledu
- Okno bočního pohledu (YZ) **alternativně** Okno pláště

Okno čelního pohledu a okno pláště a okno bočního pohledu jsou **přídavná okna**. Pojezdové dráhy se v těchto přídavných oknech zobrazí teprve tehdy, byla-li zařazena osa C resp. proveden příkaz G17 nebo G19.

G18 nebo odklopení osy C **zastaví** výstup pojezdových drah v přídavných oknech.

Alternativně si můžete nastavit "Zobrazení drah v přídavných oknech: **trvale**" (dialogové okno: "Výběr okna"). Potom se zobrazí všechny pojezdové dráhy ve všech simulačních oknech.



- **Okna čela a pláště** pracují s "pevnou" polohou vřetena. Když soustruh soustruží obrobek, pohybuje simulace nástrojem - "obrobek" se neotáčí.
- Obrisy a obrábění frézováním v rovině YZ se v **rozvinutí pláště** jeví menší. Přímký se zobrazují "na dně vyfrézování" a jsou proto kratší než kruhový oblouk na povrchu obrobku.

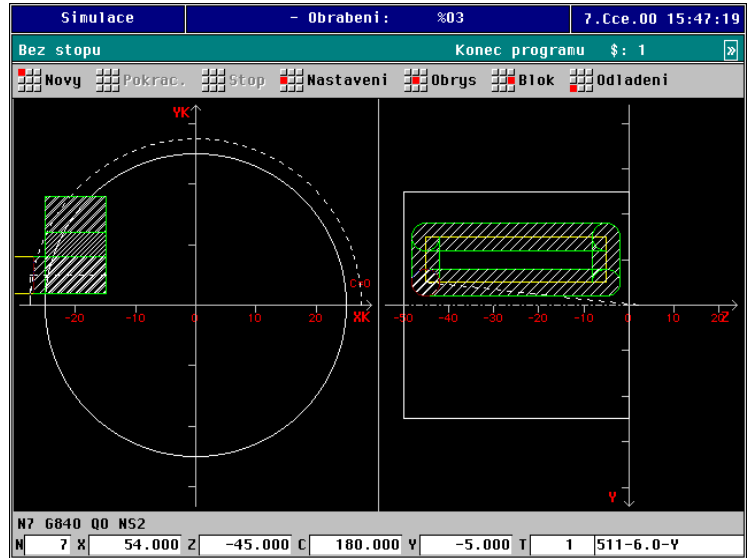
pokračování na další straně ►

Okno čelního pohledu

V okně čelního pohledu se obrysy a pojezdové dráhy zobrazují v rovině XY se zřetelem na polohu vřetena. Poloha vřetena 0° se nachází na kladné ose X (označení: "XK").

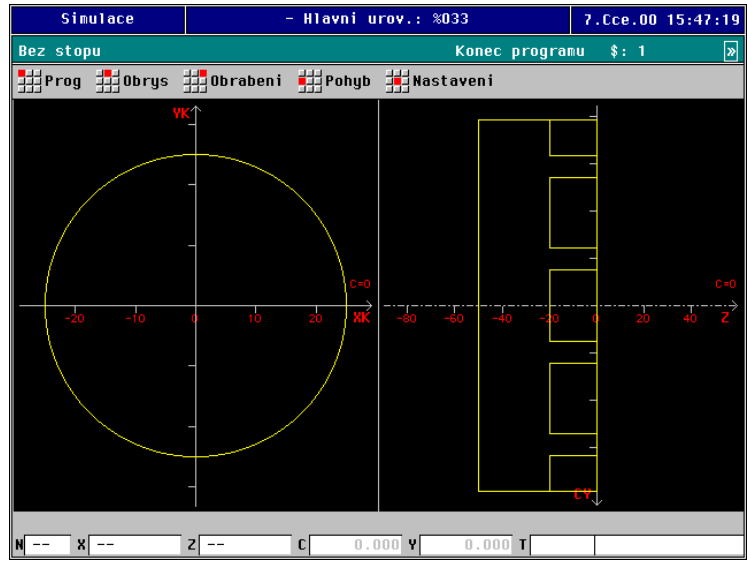
Okno "bočního pohledu (YZ)"

V okně bočního pohledu se obrysy a pojezdové dráhy zobrazují v rovině YZ. Přitom se bere zřetel pouze na souřadnice Y a Z - **nikoli na polohu vřetena**.



Okno pláště

Zobrazení obrysů a pojezdových drah v okně pláště se orientuje podle polohy na "rozvinutí pláště" (označení: CY) a na souřadnicích Z.



4 Osa Y v TURN PLUS

TURN PLUS podporuje definování frézovaných obrysů a děr a vytváří pracovní postupy pro frézování a vrtání v ose Y.

Frézované obrysy/díry

Frézované obrysy jsou obrazce resp. tvary (drážky, obdélníky atd.), lineární/kruhové plány (rastry) nebo Vámi definované "volné obrysy". Díry jsou jednotlivé díry nebo vrtací plány.

Frézování a vrtání

TURN PLUS podporuje obrábění frézováním/vrtáním v systémech

IAG (interaktivní generování pracovních postupů) a **AAG** (automatické generování pracovních postupů).

Před použitím **AAG** přiřadte obrysům **atributy obrábění** (viz Příručku pro uživatele "6.5.3 Atributy obrábění"). Metodami obvyklými v TURN PLUS můžete ovlivnit pořadí frézovacích operací, použití nástrojů atd.

Upozornění pro zadávání dat

U hierarchicky uspořádaných frézovaných obrysů (kapsa v kapse, díry/obrazce na ploše atd.), projdete všechny obrysy jednotlivých hierarchických stupňů dané plochy obrobku šipkou nahoru/dolů. Frézované obrysy jednoho hierarchického stupně projdete šipkou doleva/doprava.

4.1 TURN PLUS - frézované obrysy

Dříve než zadáte frézovaný obrys, musíte definovat polotovar a soustružený obrys.

"Volné obrysy"

Pomocí prvků "přímka" a "oblouk" můžete definovat libovolné obrysy. K tomu účelu stanovíte "výchozí bod obrysu", nadefinujete obrys a nakonec určíte hloubku kapsy/obrysu.

Zadávání frézovaných obrysů

- ▶ Zvolte "Plán" nebo "Tvar (obrazec)"
- ▶ Definujte "plochu obrobku", která se má obrobit (dialogové okno "Výběr okna" se objeví pouze při prvním navolení plánu nebo tvaru. Plocha obrobku zůstane navolena.)
- ▶ Zvolte plochu obrobku:
 - čelo Y
 - zadní stana Y
 - plášť Y
- ▶ Zvolte "rovinu frézování" (referenční rovina ve směru Z nebo referenční průměr) - šipka nahoru/dolů nebo šipka doleva/doprava - a převezněte klávesou "Enter"
- ▶ Překontrolujte "data referencí" - doplňte "úhel vřetena"
- ▶ Zadejte parametry plánu/tvaru, příp. "volný obrys"
- ▶ "Volné obrysy":
 - ▶ ukončete výběr prvků (klávesa "ESC")
 - ▶ ukončete definování obrysu (klávesa "ESC")
 - ▶ zadejte "hloubku" (dialogové okno "Kapsa/Obrys")
- ▶ vytvořené obrysy překontrolujte v kontrolní grafice



- Dříve než budete zadávat "volný obrys", definujte "plochu obrobku". K tomu účelu zadejte libovolný tvar (obrazec) nebo plán a po "navolení plochy obrobku" tento dialog zrušte.
- "Plochu obrobku" změníte aktivováním "Hlavního pohledu" (okno XZ) **před** výběrem plánu / tvaru.
- "Aktivní okno" změníte "listováním dopředu/zpět".

4.1.1 Definování vztažných údajů

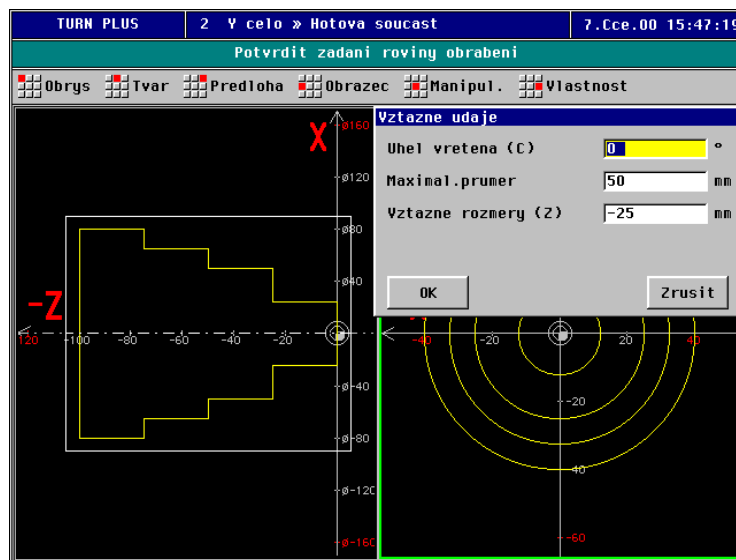
V dialogovém okně "Vztažné údaje" definujete polohu obrysu na čele, zadní straně nebo pláště obrobku.

Parametry čela Y / zadní strany Y

C: úhel vřetena (poloha vřetena) - standardně: 0

Omezovací průměr: slouží k omezení řezu, přechází-li obrazec (tvar obrysu) přes obrobek.

Z: vztažný rozměr (poloha referenční roviny)



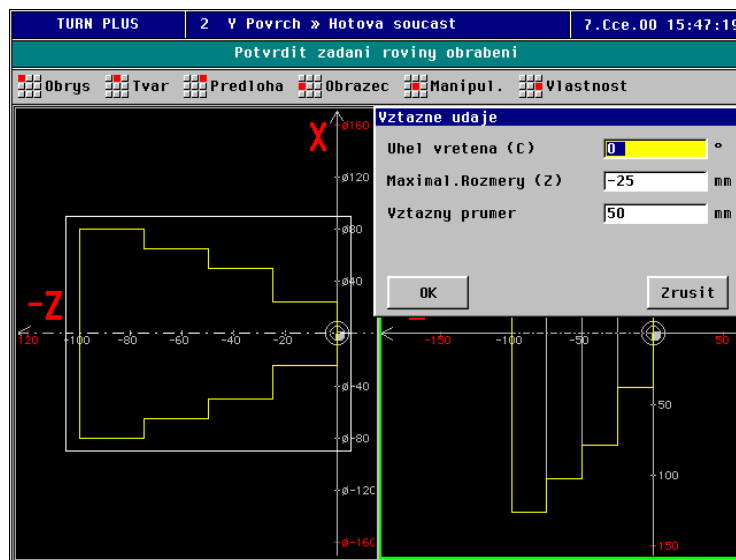
Parametry plochy pláště Y

C: úhel vřetena (poloha vřetena) - standardně: 0

Z: omezovací rozměr - referenční poloha pro jednotlivé a vícehranné plochy

Vztažný průměr:

- referenční poloha pro tvary/obrysy
- slouží k omezení řezu, přechází-li obrazec (tvar obrysu) přes obrobek.



4.1.2 Obrysy v rovině XY (čelo a zadní strana)

Výchozí bod obrysu

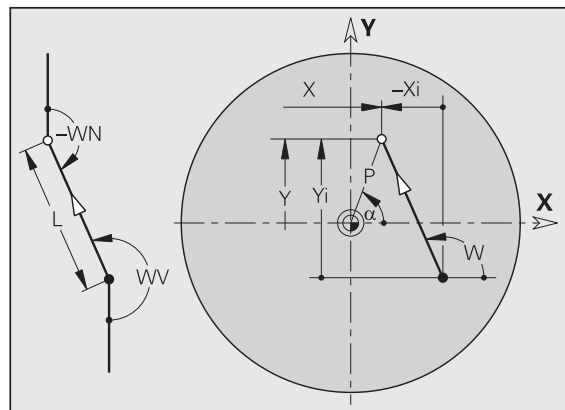
- X, Y: výchozí bod obrysu v kartézských souřadnicích (X rozměr poloměru)
P, α : výchozí bod obrysu v polárních souřadnicích (vztah úhel α : kladná osa X)

Přímka

Při zadání přímky zvolíte směr pomocí symbolů menu a přímku okótujete.

Parametry

- X, Y: koncový bod obrysu v kartézských souřadnicích (X rozměr poloměru)
Xi, Yi: vzdálenost od výchozího do koncového bodu
P, α : koncový bod v polárních souřadnicích (vztah úhel α : kladná osa X)
W(A): úhel přímky (vztah: viz pomocný obrázek)
WV: úhel s předchozím prvkem
WN: úhel s následujícím prvkem
WV, WN:
■ úhel od předchozího/následujícího prvku k novému prvku jde proti směru hodin
■ oblouk jako předchozí/následující prvek: úhel s tečnou
L: délka přímky
tangenciálně/netangenciálně: definování přechodu k dalšímu obrysovému prvku



Oblouk

Při zadávání oblouku zvolíte smysl otáčení pomocí symbolů z menu a oblouk okótujete.

Parametry koncového bodu oblouku

X, Y: koncový bod obrysu v kartézských souřadnicích (X rozměr poloměru)

X_i , Y_i : vzdálenost od výchozího do koncového bodu

P, α : koncový bod v polárních souřadnicích (vztah úhel α : kladná osa X)

P_i , α_i : koncový bod polárně, inkrementálně (P_i : lineární vzdálenost výchozího a koncového bodu; vztah α_i : úhel mezi myšlenou čarou ve výchozím bodu rovnoběžnou s osou X a čarou výchozí bod - koncový bod)

Parametry středu oblouku

XM, YM: střed (XM rozměr poloměru)

XM_i , YM_i : vzdálenost počáteční bod - střed ve směru X, Y

PM, β : střed polárně (vztah úhel β : kladná osa X)

PM_i , β_i : střed polárně, inkrementálně (PM_i : lineární vzdálenost výchozího bodu a středu; vztah β_i : úhel mezi myšlenou čarou ve výchozím bodu rovnoběžnou s osou X a čarou výchozí bod - střed).

Další parametry

Radius: radius oblouku

tangenciálně/netangenciálně: definování přechodu k dalšímu obrysovému prvku

WA: úhel mezi kladnou osou X a tečnou ve výchozím bodu oblouku

WE: úhel mezi kladnou osou X a tečnou v koncovém bodu oblouku

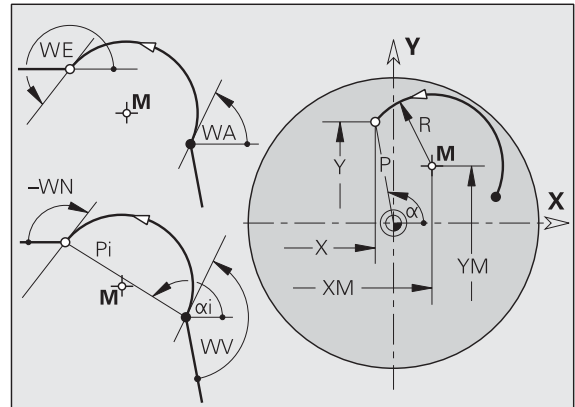
WV: úhel mezi předchozím prvkem a tečnou ve výchozím bodu oblouku

WN: úhel mezi tečnou v koncovém bodu oblouku a následujícím prvkem

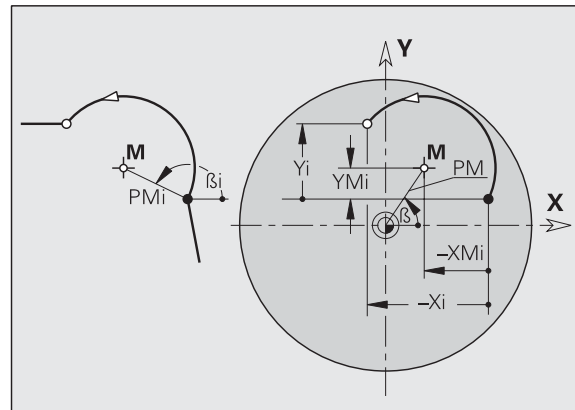
WV, WN:

■ úhel od předchozího/následujícího prvku k novému prvku jde proti směru hodin

■ oblouk jako předchozí/následující prvek: úhel s tečnou



Příklad: oblouk CCW (kótování koncového bodu)



Příklad: oblouk CCW (kótování středu)

Jednotlivá díra

Parametry "vztažného bodu"

XM(X), YM(Y): vztažný bod díry (X rozměr poloměru)

α , PM: střed díry v polárních souřadnicích (vztah úhel α : kladná osa X)

"Díra" může obsahovat tyto prvky:

- středění
- vyvrtání
- zahloubení
- závit

Popis díry:

Parametr "středění"

O: průměr středícího důlku

Parametry "vyvrtání díry pro závit"

B: průměr díry

P: hloubka vrtání (hloubka díry a zahloubení - bez vrtacího a středícího důlku)

W: úhel špičky

- $W=0^\circ$: zvláštní význam "redukce posuvu ($V=1$)"
- $W>0^\circ$: úhel špičky

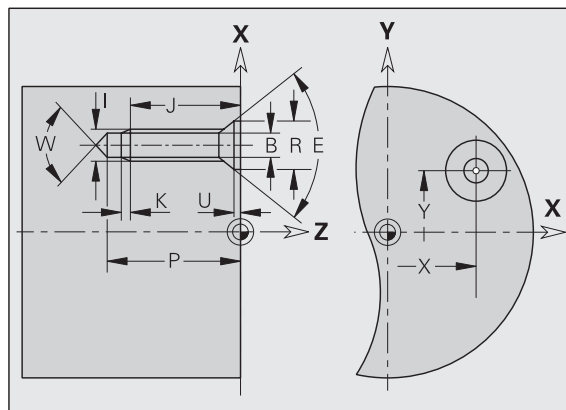
Lícování: H6...H13 nebo "bez lícování"

Parametry "zahloubení"

R: průměr zahloubení

U: hloubka zahloubení

E: úhel zahloubení



Parametry "závitů"

I: jmenovitý průměr

J: hloubka závitů

K: zakončení závitů (délka výběhu)

F: stoupání závitů

Druh chodu závitů: levý/pravý závit



Zapíšete-li "úhel špičky $W=0^\circ$ ", vygeneruje AAG při vrtacím cyklu "redukci posuvu ($V=1$)".

Kruh (úplný kruh)

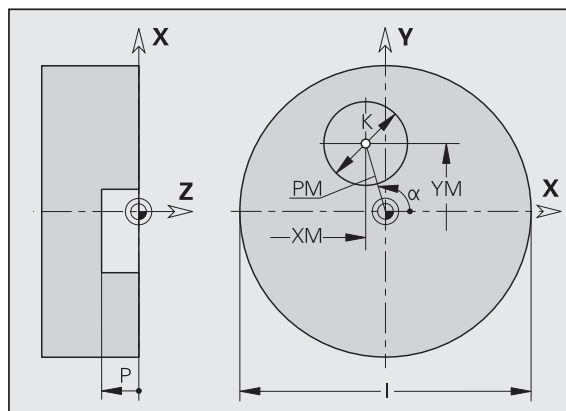
Parameter

XM(X), YM(Y): střed v kartézských souřadnicích (XM rozměr poloměru)

α , PM: střed v polárních souřadnicích (vztah úhel α : kladná osa X)

K: průměr kružnice nebo radius

P: hloubka tvaru (obrazce)



Obdélník

Parametry

XM(X), YM(Y): střed v kartézských souřadnicích (XM rozměr poloměru)

PM, α : střed v polárních souřadnicích (vztah úhel α : kladná osa X)

A: úhel polohy - úhel podélné osy obdélníku (vztah: osa X)

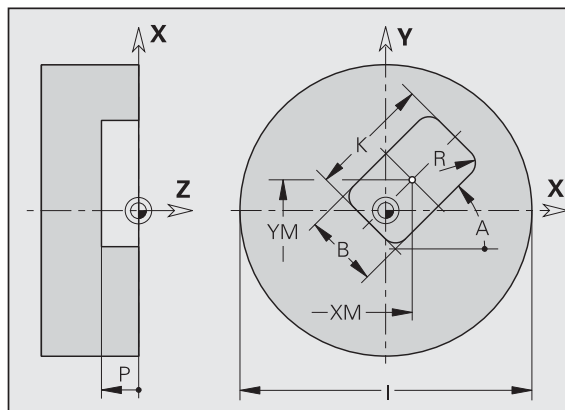
K: délka obdélníku

B: (výška) šířka obdélníku

Zkosení/zaoblení

- šířka zkosení
- radius zaoblení

P: hloubka tvaru (obrazce)



Polygon (mnohouhelník)

Parametry

XM(X), YM(Y): střed v kartézských souřadnicích (XM rozměr poloměru)

PM, α : střed v polárních souřadnicích (vztah úhel α : kladná osa X)

A: úhel polohy - úhel s jednou stranou polygonu (vztah: osa X)

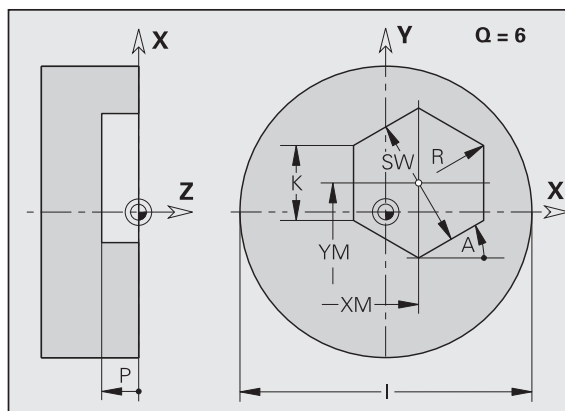
Q: počet rohů

K: délka hrany nebo SW (otvor klíče/vnitřní poloměr)

Zkosení/zaoblení

- šířka zkosení
- radius zaoblení

P: hloubka tvaru (obrazce)



Lineární drážka

Parametry

XM(X), YM(Y): střed v kartézských souřadnicích (XM rozměr poloměru)

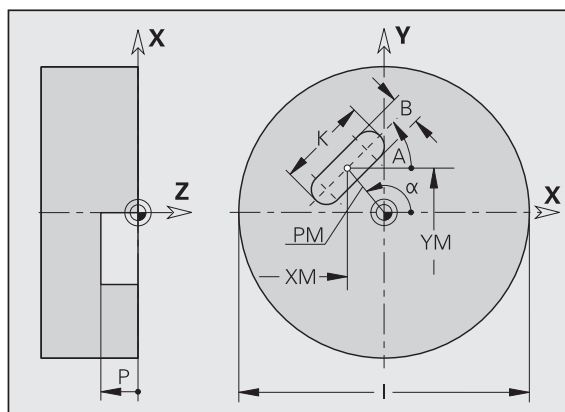
PM, α : střed v polárních souřadnicích (vztah úhel α : kladná osa X)

A: úhel podélné osy drážky (vztah: osa X)

K: délka drážky

B: šířka drážky

P: hloubka tvaru



Kruhová drážka

Parametry

XM(X), YM(Y): střed zakřivení v kartézských souřadnicích (XM rozměr poloměru)

PM, α : střed zakřivení v polárních souřadnicích (vztah úhel α : kladná osa X)

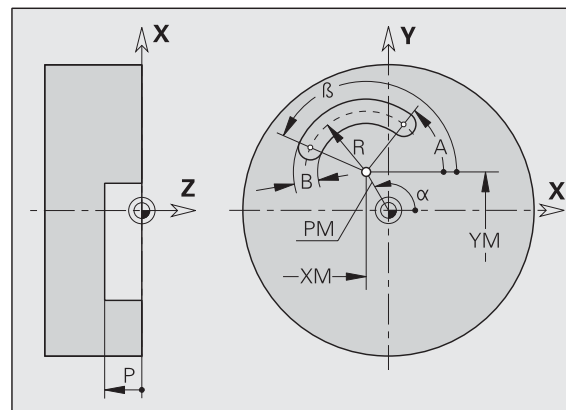
(A): úhel výchozího bodu drážky (vztah: osa X)

β (W): úhel koncového bodu drážky (vztah: osa X)

R: radius zakřivení drážky (vztah: dráha středu drážky)

B: šířka drážky

P: hloubka tvaru (obrazce)



Přímkový plán děr, přímkový plán tvarů

Parametry

X, Y: výchozí bod plánu v kartézských souřadnicích (X rozměr poloměru)

P, α : výchozí bod plánu v polárních souřadnicích (vztah úhel α : kladná osa X)

Q: počet tvarů (obrazců) - standardně: 1

XE(I), YE(J): koncový bod plánu v kartézských souřadnicích (XE rozměr poloměru)

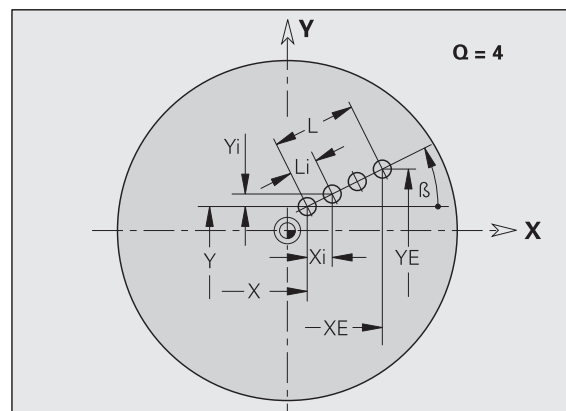
$X_i(I_i)$, $Y_i(J_i)$: vzdálenost mezi dvěma tvary (ve směru X/Y)

L(R): celková délka plánu

$L_i(R_i)$: vzdálenost mezi dvěma obrazci (tvary) - (rozteč plánu)

β (A): úhel podélné osy plánu (vztah: osa X)

Popis díry/popis tvaru (obrazce)



Kruhový plán děr, kruhový plán tvarů (obrazců)

Parametry

XM(X), YM(Y): střed plánu v kartézských souřadnicích (XM rozměr poloměru)

PM, α : střed plánu v polárních souřadnicích (vztah úhel α : kladná osa X)

Q: počet tvarů (obrazců)

Orientace:

- ve směru hodin
- proti směru hodin

Zvláštní případy:

- bez α a β : rozdělení úplného kruhu, začíná u 0°
- bez β : rozdělení úplného kruhu

K: průměr plánu nebo radius

$\alpha(A)$: výchozí úhel - poloha prvního tvaru (vztah: osa X)

$\beta(W)$: koncový úhel - poloha posledního tvaru (vztah: osa X)

$\beta_i(W_i)$: rozteč děr/tvarů (obrazců)

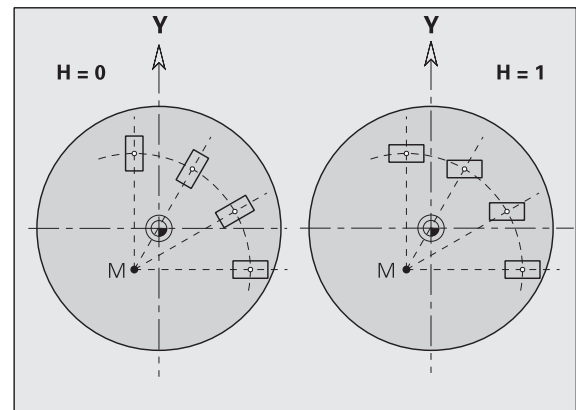
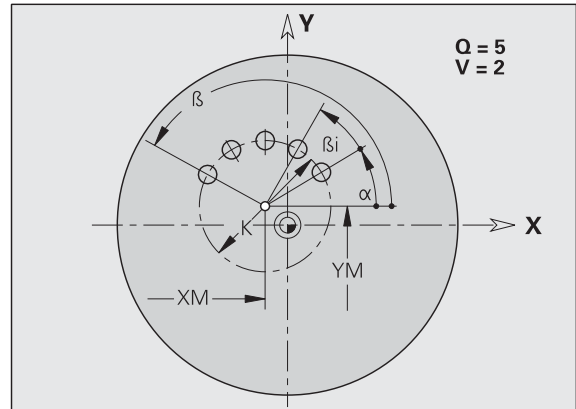
U tvarů (kromě kružnice) definujete v popisu tvaru (obrazce) "polohu tvarů":

- normální poloha (H=0): výchozí tvar se natáčí kolem středu plánu (rotace kolem středu plánu)
- originální poloha (H=1): poloha výchozího tvaru zůstává zachována (translace)

Popis díry/popis tvaru (obrazce)



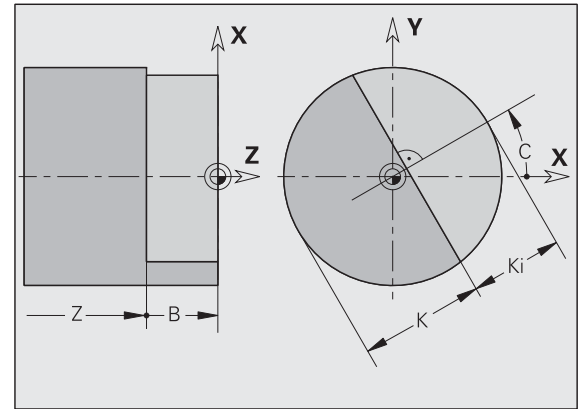
U plánů s kruhovými (zakřivenými) drážkami se k poloze plánu připočte "střed zakřivení" (viz Příručku pro uživatele "4.7.1 Kruhový plán s kruhovými drážkami").



Jednotlivá plocha

Parametry

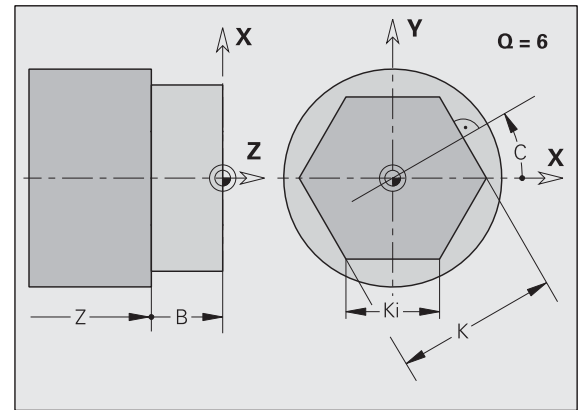
- Ki: hloubka (odfrézovaný materiál)
 K: tloušťka zbytku (zbývající materiál)
 B: šířka (vztah: referenční hrana Z)
 ■ $B < 0$: plocha jde do záporného směru Z
 ■ $B > 0$: plocha jde do kladného směru Z



Vícehranné plochy

Parametry

- Q: počet ploch ($Q \leq 2$)
 K: otvor klíče (průměr vepsané kružnice)
 Ki: délka hrany
 B: šířka (vztah: referenční hrana Z)
 ■ $B < 0$: plocha jde do záporného směru Z
 ■ $B > 0$: plocha jde do kladného směru Z



4.1.3 Obrysy v rovině YZ (pohled shora)

Výchozí bod obrysu

Y, Z: výchozí bod obrysu

P, α : výchozí bod obrysu polárně (vztah úhel α : kladná osa Z)

Přímka

Při zadání přímky zvolíte směr pomocí symbolů menu a pak přímku okótujete. Zadáním "tangenciálně/netangenciálně" nadefinujete přechod na další prvek obrysu.

Parametry

Y, Z: koncový bod v kartézských souřadnicích

Yi, Zi: vzdálenost od počátečního do koncového bodu ve směru Y, Z.

P, α : koncový bod v polárních souřadnicích (vztah úhel α : kladná osa Z)

L: délka přímky

W(A): úhel přímky (vztah: kladná osa Z)

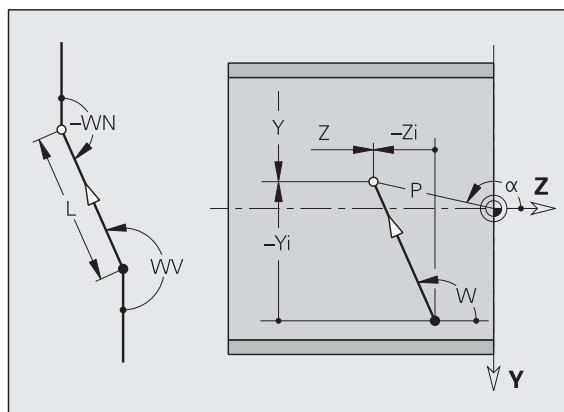
WV: úhel s předchozím prvkem

WN: úhel s následujícím prvkem

WV, WN:

■ úhel od předchozího/následujícího prvku k novému prvku jde proti směru hodin

■ oblouk jako předchozí/následující prvek: úhel s tečnou



Oblouk

Při zadávání oblouku zvolíte smysl otáčení pomocí symbolů z menu a pak oblouk okótujete. Zadáním "tangenciálně/natangenciálně" nadefinujete přechod na další prvek obrýsu.

Parametry koncového bodu oblouku

- Y, Z: koncový bod v kartézských souřadnicích
Yi, Zi: vzdálenost od počátečního do koncového bodu ve směru Y, Z.
P, α : koncový bod v polárních souřadnicích (vztah úhel α : kladná osa Z)
Pi, α_i : koncový bod polárně, inkrementálně (Pi: lineární vzdálenost výchozího a koncového bodu; vztah α_i : úhel mezi myšlenou čarou ve výchozím bodu rovnoběžnou s osou Z a čarou výchozí bod - koncový bod)

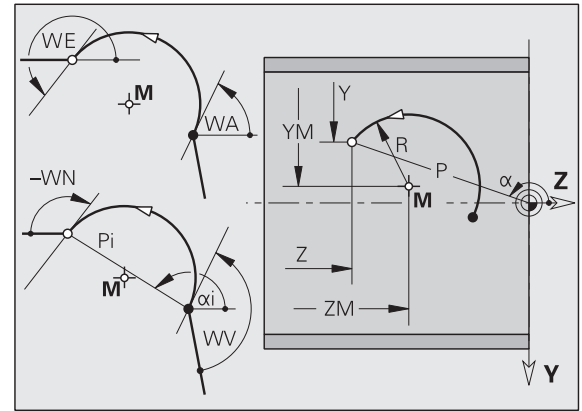
Parametry středu oblouku

- YM, ZM: střed
XMi, YMi: vzdálenost počáteční bod - střed ve směru Y, Z
PM, β : střed polárně (vztah úhel β : kladná osa Z)
PMi, β_i : střed polárně, inkrementálně (PMi: lineární vzdálenost výchozího bodu a středu; vztah β_i : úhel mezi myšlenou čarou ve výchozím bodu rovnoběžnou s osou Z a čarou výchozí bod - střed).

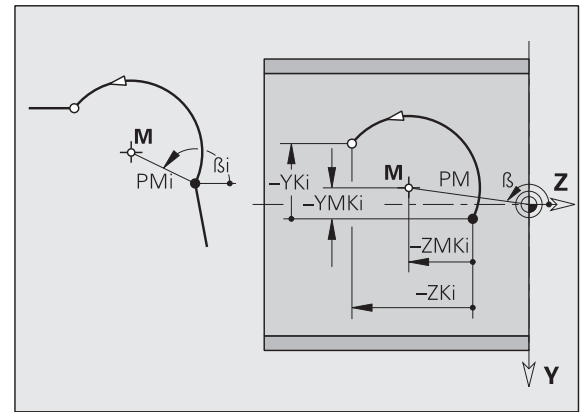
Další parametry

Radius: radius oblouku

- WA: úhel mezi kladnou osou Z a tečnou ve výchozím bodu oblouku
WE: úhel mezi kladnou osou Z a tečnou v koncovém bodu oblouku
WV: úhel mezi předchozím prvkem a tečnou ve výchozím bodu oblouku
WN: úhel mezi tečnou v koncovém bodu oblouku a následujícím prvkem
WV, WN:
■ úhel od předchozího/následujícího prvku k novému prvku jde proti směru hodin
■ oblouk jako předchozí/následující prvek: úhel s tečnou



Příklad: oblouk CCW (kótování koncového bodu)



Příklad: oblouk CCW (kótování středu)

Jednotlivá díra

Parametry "vztažného bodu"

YM(Y), ZM(Z): vztažný bod díry

"Obrys díry" může obsahovat tyto prvky:

- středění
- vyvrtání
- zahloubení
- závit

Parametr "středění"

O: průměr středícího důlku

Parametry "vyvrtání díry pro závit"

B: průměr díry

P: hloubka vrtání (hloubka díry a zahloubení - bez vrtacího a středícího důlku)

W: úhel špičky

■ $W=0^\circ$: zvláštní význam "redukce posuvu ($V=1$)"

■ $W>0^\circ$: úhel špičky

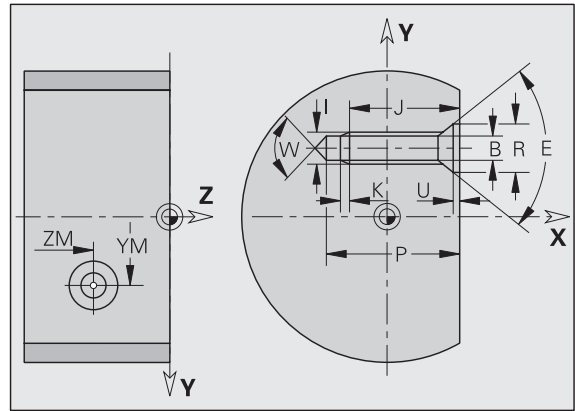
Lícování: H6...H13 nebo "bez lícování"

Parametry "zahloubení"

R: průměr zahloubení

U: hloubka zahloubení

E: úhel zahloubení



Parametry "závit"

I: jmenovitý průměr

J: hloubka závitů

K: zakončení závitů (délka výběhu)

F: stoupání závitů

Druh chodu závitů: levý/pravý závit



Zapíšete-li "úhel špičky $W=0^\circ$ ", vygeneruje AAG při vrtacím cyklu "redukci posuvu ($V=1$)".

Kruh (úplný kruh)

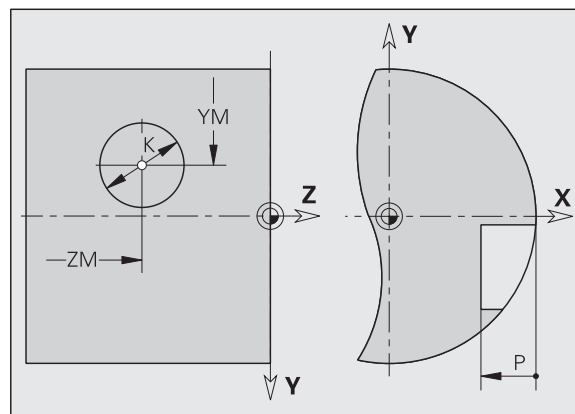
Parametry

YM(Y), ZM(Z): střed

Radius: radius (poloměr) kruhu

K: průměr kruhu

P: hloubka kapsy



Obdélník

Parametry

YM(Y), ZM(Z): střed

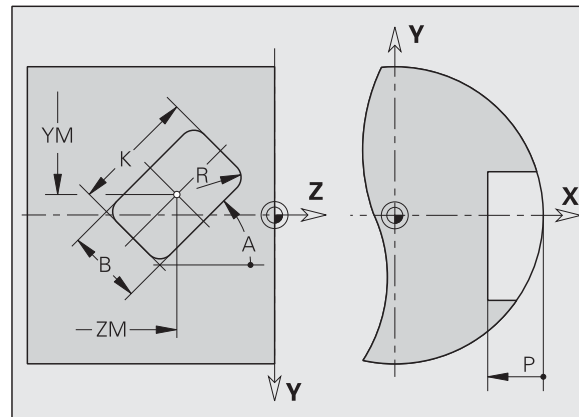
A: úhel polohy (vztah: kladná osa Z a delší strana obdélníku)

K: délka obdélníku

B: šířka obdélníku

Zkosení/zaoblení: šířka zkosení / radius zaoblení

P: hloubka kapsy



Polygon (mnohouhelník)

Parametry

YM(Y), ZM(Z): střed

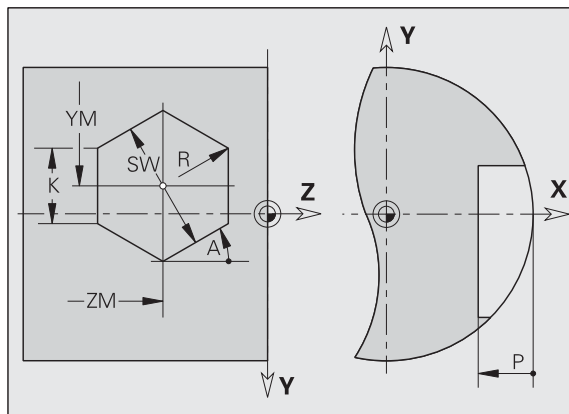
A: úhel polohy (vztah: kladná osa Z a hrana polygonu)

Q: počet rohů

K: délka hrany nebo SW (otvor klíče/vnitřní poloměr)

Zkosení/zaoblení: šířka zkosení / radius zaoblení

P: hloubka kapsy



Lineární drážka

Parametry

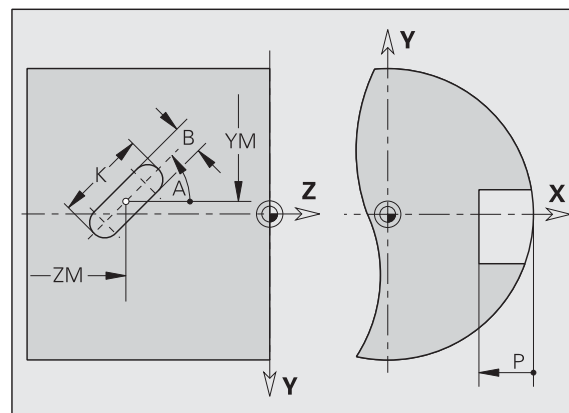
YM(Y), ZM(Z): střed

A: úhel polohy drážky (vztah: kladná osa Z)

K: délka drážky

B: šířka drážky

P: hloubka kapsy



Kruhová drážka

Parametry

YM(Y), ZM(Z): střed zakřivení

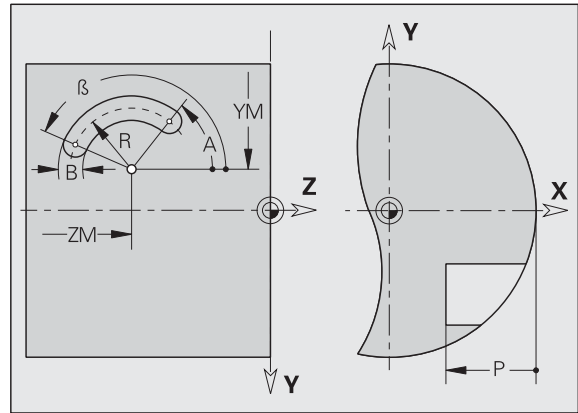
A: počáteční úhel (začátek drážky)

$\beta(W)$: koncový úhel (konec drážky)

R: radius zakřivení

B: šířka drážky

P: hloubka kapsy



Přímkový plán děr, přímkový plán tvarů

"Výchozí bod plánu (rastru)" nadefinujte v kartézských souřadnicích. Polohy jednotlivých děr/tvarů (obrazců) můžete popsat různými kombinacemi parametrů.

Polohy plánu (rastru) definují střed díry/tvaru (obrazce). U kruhových drážek polohy plánu definují "střed zakřivení".

Parametry

Y, Z: výchozí bod plánu

Q: počet děr/tvarů (obrazců)

YE(J), ZE(K): koncový bod plánu

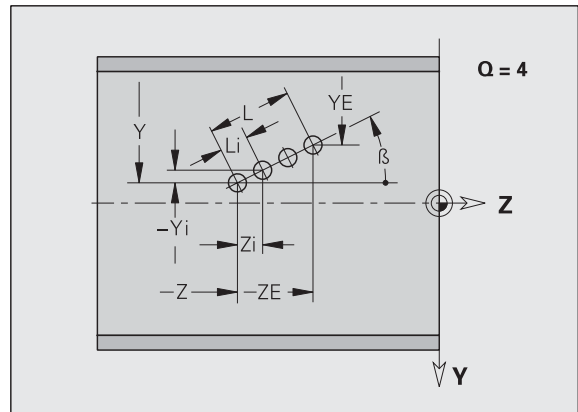
Yi(Ji), Zi(Ki): rozteč děr/tvarů ve směru Y, Z

L(R): vzdálenost první - poslední díra/tvar

Li(Ri): rozteč děr/tvarů

$\beta(A)$: úhel podélné osy plánu (vztah: kladná osa Z)

Popis díry/popis tvaru (obrazce)



Kruhový plán děr, kruhový plán tvarů (obrazců)

Parametry

YM(Y), ZM(Z): střed plánu (rastru)

Radius: radius plánu děr/obrazců

K: průměr plánu děr/tvarů

$\alpha(A)$: poloha první díry/tvaru (vztah: úhel s kladnou osou X)

Orientace:

■ ve směru hodin

■ proti směru hodin

Zvláštní případy:

■ bez α a β : rozdělení úplného kruhu, začíná u 0°

■ bez β : rozdělení úplného kruhu

Q: počet děr/tvarů (obrazců)

$\beta(W)$: poloha poslední díry/tvaru (vztah: úhel s kladnou osou X)

$\beta_i(W)$: rozteč děr/tvarů

Poloha: (pouze pro tvary/obrazce)

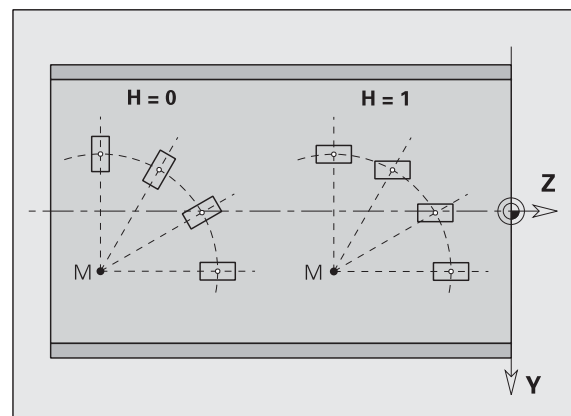
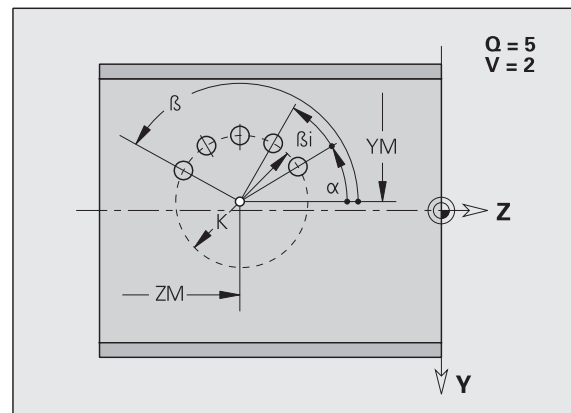
■ Normální poloha: výchozí tvar (obrazec) se natočí kolem středu plánu (rotace kolem středu plánu)

■ Originální poloha: poloha tvaru (obrazce) zůstává stejná (translace).

Popis díry/popis tvaru (obrazce)



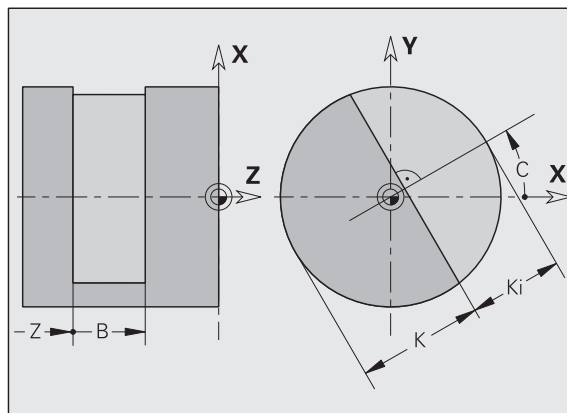
U plánů s kruhovými (zakřivenými) drážkami se k poloze plánu připočte "střed zakřivení" (viz Příručku pro uživatele "4.7. 11 Kruhový plán s kruhovými drážkami").



Jednotlivá plocha

Parametry

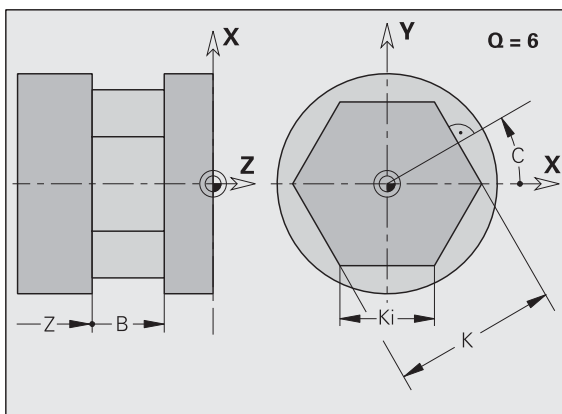
- Ki: hloubka (odfrézovaný materiál)
 K: tloušťka zbytku (zbývající materiál)
 B: šířka (vztah: referenční hrana Z)
 ■ $B < 0$: plocha jde do záporného směru Z
 ■ $B > 0$: plocha jde do kladného směru Z



Vícehranné plochy

Parametry

- Q: počet ploch ($Q \leq 2$)
 K: otvor klíče (průměr vepsané kružnice)
 Ki: délka hrany
 B: šířka (vztah: referenční hrana Z)
 ■ $B < 0$: plocha jde do záporného směru Z
 ■ $B > 0$: plocha jde do kladného směru Z



4.1.4 Obrábění s osou Y

Atributy obrábění - frézování

AAG používá atributy pro

- výběr frézovacího cyklu
- parametrování cyklu
- výběr frézovacího nástroje

IAG používá atributy obrábění k automatické volbě nástroje. Při "odhrotování" se k parametrování frézovacího cyklu přibere atribut "šířka zkosení".

Obrábění v ose Y probíhá obdobně jako obrábění v **ose C** (viz Příručku pro uživatele "6.5.3 Atributy obrábění").

Definování atributů obrábění

- ▶ Pomocí "listování dopředu/zpět" aktivujte okno (Čelo Y, Zadní strana Y nebo Plášť Y)
- ▶ Navolte položku menu "Atributy - Atributy obrábění - Frézování" (větev "Definice obrobku")
- ▶ Navolte atribut obrábění
- ▶ Navolte požadovaný frézovaný obrys a aktivujte jej pomocí "Enter" (zvolený frézovaný obrys se barevně označí)
- ▶ Definujte atributy frézování resp. existující atributy změňte

Vytváření pracovních postupů

Obsluha a možnosti ovlivňování se v AAG při frézování s osou Y neliší od obrábění s osou C.

AAG/IAG podporují obrábění frézováním (menu: "IAG - Frézování")

- hrubování obrysu
- dokončování obrysu
- hrubování plochy (platí též pro "frézování kapes")
- dokončování plochy (platí též pro "dokončování kapes")
- odhrotování
- rytí



- Chování při najíždění a odjíždění, bezpečnostní vzdálenosti a přídavky definujete v "Parametru obrábění 10 - Frézování".
- Rozdělení frézovacích operací na hrubování a dokončení se v AAG provádí pouze tehdy, jsou-li v "Parametru obrábění 10 - Frézování" zadány přídavky.

A

atributy obrábění 60

B

bod výměny nástroje
najeť G14 (osa Y) 24

D

definování obrysů

DIN PLUS

rovina XY 7

rovina YZ 15

TURN PLUS

rovina XY 46

rovina YZ 53

F

frézovací cykly (DIN PLUS)

frézování kapes - hrubování G845 (osa Y) 31

frézování kapes - načisto G846 (osa Y) 32

frézování obrysů G840 (osa Y) 27

frézování ploch - dokončování G842 (osa Y) 28

frézování ploch - hrubování G841 27

frézování vícehranů - hrubování G843 (osa Y) 29

frézování vícehranů - načisto G844 (osa Y) 30

frézování

frézované obrysy Y TURN PLUS 44

frézování kapes

DIN PLUS cyklus G845 hrubování 31

DIN PLUS cyklus G846 dokončování 32

frézování obrysů

cyklus DIN PLUS G840 (osa Y) 27

frézování ploch

cyklus G841 hrubování 27

frézování vícehranů (osa Y)

cyklus G843 frézování vícehranů - hrubování 29

cyklus G844 frézování vícehranů - dokončování 30

G

G-funkce - obrábění

G0 G0 Rychloposuv (osa Y) 23

G1 Přímkový pohyb (osa Y) 25

G13 Kruhový pohyb (osa Y) 26

G14 G14 Bod výměny nástroje (osa Y) 24

G17 Rovina XY 23

G18 Rovina XZ 23

G19 Rovina YZ 23

G3 Kruhový pohyb (osa Y) 26

G701 Rychloposuv v souřadnicích stroje (osa Y) 24

G840 Frézování obrysů (osa Y) 27

G841 Frézování ploch - hrubování (osa Y) 27

G842 Frézování ploch - dokončování (osa Y) 28

G843 Frézování vícehranů - hrubování (osa Y) 29

G844 Frézování vícehranů - načisto (osa Y) 30

G845 Frézování kapes - hrubování (osa Y) 31

G846 Frézování kapes - načisto (osa Y) 32

G-funkce k popisu obrysu

G170-Geo Výchozí bod obrysu v rovině XY 7

G171-Geo Přímka v rovině XY 7

G172-Geo Kruhový oblouk v rovině XY 8

G173-Geo Kruhový oblouk v rovině XY 8

G180-Geo Výchozí bod obrysu v rovině YZ 15

G181-Geo Přímka v rovině YZ 15

G182-Geo Kruhový oblouk v rovině YZ 16

G183-Geo Kruhový oblouk v rovině YZ 16

G308-Geo Začátek kapsy/ostrůvku (osa Y) 6

G309-Geo Konec kapsy/ostrůvku (osa Y) 6

G370-Geo Díra v rovině XY 9

G371-Geo Lineární drážka v rovině XY 9

G372-Geo Kruhová drážka v rovině XY 10

G373-Geo Kruhová drážka v rovině XY 10

G374-Geo Úplný kruh v rovině XY 10

G375-Geo Obdélník v rovině XY 11

G376-Geo Jednotlivá plocha v rovině XY 14

G377-Geo Polygon v rovině XY 11

G380-Geo Díra v rovině YZ 17

G381-Geo Lineární drážka v rovině YZ 17

G382-Geo Kruhová drážka v rovině YZ 18

G383-Geo Kruhová drážka v rovině YZ 18

G384-Geo Úplný kruh v rovině YZ 18

G385-Geo Obdélník v rovině YZ 19

G386-Geo Obdélník v rovině YZ 22

G387-Geo Polygon v rovině YZ 19

G471-Geo Přímkový plán v rovině XY 12

G472-Geo Kruhový plán v rovině XY 13

G477-Geo Vícehranné plochy v rovině XY 14

G481-Geo Přímkový plán v rovině YZ 20

G482-Geo Kruhový plán v rovině YZ 21

G487-Geo Vícehranné plochy v rovině YZ 22

H

hloubka frézování (osa Y) 4

I

identifikátory úseků programu 6
interaktivní generování pracovních postupů (osa Y) 60

J

jednotlivá plocha
DIN PLUS
rovina XY G376-Geo 14
rovina YZ G386-Geo 22
TURN PLUS
rovina XY 52
rovina YZ 59

K

kapsa (osa Y) 4
kompletní obrábění (osa Y) 33
kruhová drážka
DIN PLUS
rovina XY G372-/G373-Geo 10
rovina YZ G382-/G383-Geo 18
TURN PLUS
rovina XY 50
rovina YZ 56
kruhový oblouk
DIN PLUS
frézování G2, G3, G12, G13 26
rovina XY G172-, G173-Geo 8
rovina YZ G182-, G183-Geo 16
TURN PLUS
rovina XY 47
rovina YZ 54
kruhový plán
DIN PLUS
rovina XY G472-Geo 13
rovina YZ G482-Geo 21
TURN PLUS
rovina XY 51
rovina YZ 58

L

lineární drážka
DIN PLUS
rovina XY G371-Geo 9
rovina YZ G381-Geo 17
TURN PLUS
rovina XY 49
rovina YZ 55

O

obdélník
DIN PLUS
rovina XY G375-Geo 11
rovina YZ G385-Geo 19
TURN PLUS
rovina XY 49
rovina YZ 56
obrobení zadní strany (osa Y) 33
okno
pohled ze strany YZ (simulace) 43
okno pláště (simulace osy Y) 43
ostrůvek (osa Y) 4

P

přímka
DIN PLUS
rovina XY G171-Geo 7
rovina YZ G181-Geo 15
TURN PLUS
rovina XY 46
rovina YZ 53
přímkový plán
DIN PLUS
rovina XY G471-Geo 12
rovina YZ G481-Geo 20
TURN PLUS
rovina XY 50
rovina YZ 57
přímkový pohyb G1 (osa Y) 25
poloha frézovaných obrysů (osa Y) 4
polygon (mnohoúhelník)
DIN PLUS
rovina XY G377-Geo 11
rovina YZ G387-Geo 19
TURN PLUS
rovina XY 49
rovina YZ 57

R

referenční rovina (osa Y) 4
rovina XY
rovina obrábění G17 23
rovina XZ
rovina obrábění G18 23
rovina YZ
rovina obrábění G19 23
roviny obrábění 23
rychloposuv
rychloposuv G0 (osa Y) 23
v souřadnicích stroje G701 (osa Y) 24

S

simulace (osa Y) 42

T

TURN PLUS (osa Y) 44

U

úplný kruh

DIN PLUS

rovina XY G374-Geo 10

rovina YZ G384-Geo 18

TURN PLUS

rovina XY 48

rovina YZ 56

V

vícehranné plochy

DIN PLUS

rovina XY 477-Geo 14

rovina YZ G487-Geo 22

TURN PLUS

rovina XY 52

rovina YZ 59

vkládání (překrývané) obrysy (osa Y) 6

vkládání obrysy (osa Y) 6

vrtání

DIN PLUS

rovina XY G370-Geo 9

rovina YZ G380-Geo 17

TURN PLUS

rovina XY 48

rovina YZ 55

výchozí bod obrysu

DIN PLUS

rovina XY G170-Geo 7

rovina YZ G180-Geo 15

TURN PLUS

rovina XY 46

rovina YZ 53

vztažná rovina osy Y (TURN PLUS) 45

Identifikátory úseků programu a G-funkce pro osu Y

Identifikátory úseku programu		Strana
ČELO_Y	Přední strana obrobku	6
ZADNÍ STRANA_Y	Zadní strana obrobku	6
PLÁŠŤ_Y	Pohled na obrobek shora	6

Překryvné (navazující) obrysy		Strana
G308	Začátek kapsy/ostrůvku	7
G309	Konec kapsy/ostrůvku	7

Popis obrysu - čelo a zadní strana		Strana
G170-Geo	Začátek obrysu	7
G171-Geo	Přímka	7
G172-Geo	Kruhový oblouk	8
G173-Geo	Kruhový oblouk	8
G370-Geo	Díra	9
G371-Geo	Lineární drážka	9
G372-Geo	Kruhová drážka	10
G373-Geo	Kruhová drážka	10
G374-Geo	Úplný kruh	10
G375-Geo	Obdélník	11
G377-Geo	Polygon (mnohoúhelník)	11
G471-Geo	Přímkový plán (rastr)	12
G472-Geo	Kruhový plán (rastr)	13
G376-Geo	Jednotlivá plocha	14
G477-Geo	Vícehranné plochy	14

Popis obrysu - rozvinutí pláště		Strana
G180-Geo	Začátek obrysu	15
G181-Geo	Přímka	15
G182-Geo	Kruhový oblouk	16
G183-Geo	Kruhový oblouk	16
G380-Geo	Díra	17
G381-Geo	Lineární drážka	17
G382-Geo	Kruhová drážka	18
G383-Geo	Kruhová drážka	18
G384-Geo	Úplný kruh	18
G385-Geo	Obdélník	19
G387-Geo	Polygon (mnohoúhelník)	19
G481-Geo	Přímkový plán (rastr)	20
G482-Geo	Kruhový plán (rastr)	21
G386-Geo	Jednotlivá plocha	22
G487-Geo	Vícehranné plochy	22

Roviny obrábění		Strana
G17	Rovina XY (pohled zepředu)	23
G18	Rovina XZ (pohled soustružení)	23
G19	Rovina YZ (pohled na plášť)	23

Polohování		Strana
G0	Polohování rychloposuvem	23
G14	Najetí do bodu výměny nástroje	24
G701	Rychloposuv v souřadnicích stroje	24

Jednoduché lineární a kruhové pohyby		Strana
G1	Lineární (přímkový) pohyb	25
G2	Kruhový pohyb	26
G3	Kruhový pohyb	26
G12	Kruhový pohyb	26
G13	Kruhový pohyb	26

Frézovací cykly		Strana
G840	Frézování obrysů	27
G841	Frézování ploch - hrubování	27
G842	Frézování ploch - načisto	28
G843	Frézování vícehranů - hrubování	29
G844	Frézování vícehranů - načisto	30
G845	Frézování kapes - hrubování	31
G846	Frézování kapes - načisto	32