

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2302T004 Strojírenská technologie - technologie
obrábění

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Parametrické programování součásti v řídicím systému Heidenhain

Autor: **Bc. Petr PETREK**

Vedoucí práce: **Ing. Jan HNÁTÍK, Ph.D.**

Akademický rok 2014/2015

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr PETREK**
Osobní číslo: **S14N0035K**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Strojírenská technologie - technologie obrábění**
Název tématu: **Parametrické programování součásti v řídicím systému Heidenhain**
Zadávací katedra: **Katedra technologie obrábění**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Úvod
2. Rozbor současného stavu
3. Tvorba parametrického programu pro zadanou součást
4. Technicko-ekonomické hodnocení
5. Závěr

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **50 - 70 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:


JANDEČKA, K., ČESÁNEK, J., KOŽMÍN, P.: Programování NC strojů.
Plzeň: ZČU, 2000.

Příručka uživatele popisný dialog Heidenhain iTNC 530

STANĚK, J., NĚMEJC, J.: Metodika zpracování a úprava diplomových prací.
Plzeň: ZČU, 2005.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jan Hnátík, Ph.D.**
Katedra technologie obrábění
Konzultant diplomové práce: **Ing. Jan Hnátík, Ph.D.**
Katedra technologie obrábění

Datum zadání diplomové práce: **20. října 2014**
Termín odevzdání diplomové práce: **22. května 2015**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



Doc. Ing. Jan Řehoř, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 20. října 2014

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Janu Hnátíkovi, Ph.D., za ochotu, připomínky a cenné rady při vedení této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat celému pedagogickému sboru Katedry technologie obrábění za získané znalosti během studia. V neposlední řadě bych rád poděkovat rodinným příslušníkům za podporu v průběhu celého studia.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Petrek	Jméno Petr	
STUDIJNÍ OBOR	2303T004 „Strojírenská technologie - technologie obrábění“		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Hnátk, Ph.D.	Jméno Jan	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KTO		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Parametrické programování součásti v řídicím systému Heidenhain		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2015
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	147	TEXTOVÁ ČÁST	106	GRAFICKÁ ČÁST	41
---------------	-----	---------------------	-----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Diplomová práce se zabývá tvorbou parametrického programu pro zadanou součást v řídicím systému Heidenhain. Pro výrobu součásti bylo nutné definovat obráběcí stroj, materiál, nástroje, řezné podmínky a vytvořit seřizovací list. Výsledkem práce je vytvořený NC program, kterým lze obrábět tvarově podobné součásti. Díky parametrickému programu lze snížit náklady a zefektivnit výrobu.
KLÍČOVÁ SLOVA	parametrické programování, Q-parametry, NC program, Heidenhain, indexované polohování, DMU 65

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Petrek	Name Petr		
FIELD OF STUDY	2303T004 „Manufacturing Processes - Technology of Metal Cutting“			
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Hnátík, Ph.D.	Name Jan		
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO			
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable	
TITLE OF THE WORK	Parametric programming of components for Heidenhain control systems			

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Department of Machining Technology	SUBMITTED IN	2015
----------------	------------------------	-------------------	------------------------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	147	TEXT PART	106	GRAPHICAL PART	41
----------------	-----	------------------	-----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The diploma thesis is related to creation of parametric program for specific component of control system Heidenhain. For components production was necessary to define machine-tool, material, tooling, cutting conditions and to create the adjustment sheet. The result is created NC program, which allows to machined shape-similar components. Parametric programming can reduce cost and streamline production.
KEY WORDS	parametric programming, Q-parameters, NC program, Heidenhain, indexed positioning, DMU 65

Obsah

Seznam použitých zkratk	1
1 Úvod	2
2 Rozbor současného stavu	3
3 Obráběcí stroj	5
3.1 Diagram kroutícího momentu a výkonu	5
3.2 Dráhy pojezdů	6
3.3 Naklápěcí otočný stůl	7
3.4 Deska stolu	12
4 Materiál zadané součásti	13
5 Řezné podmínky	15
6 Seřizovací list	23
7 Tvorba parametrického programu pro zadanou součást	26
7.1 Informace k programování	26
7.2 První poloha obrábění	30
7.2.1 Informace o součásti	30
7.2.2 Hlavní rozměry součásti a polotovaru	30
7.2.3 Frézování horní plochy	31
7.2.4 Frézování přední plochy	36
7.2.5 Frézování zadní plochy	41
7.2.6 Frézování pravé plochy	42
7.2.7 Frézování levé plochy	47
7.2.8 Frézování drážky 22H8	48
7.2.9 Vrtání díry Ø8.5 s dělením třísky	52
7.2.10 Hluboké vrtání díry Ø14	56
7.2.11 Navrtání díry Ø10.2 na levé straně	60
7.2.12 Vrtání díry Ø10.2 s výplachem	62
7.2.13 Zahloubení Ø15 na levé straně	65
7.2.14 Zahloubení Ø15 na horní ploše	66
7.2.15 Sražení pro závit M12	67
7.2.16 Řezání závitu M12	68
7.3 Druhá poloha obrábění	70
7.3.1 Informace o součásti	70
7.3.2 Hlavní rozměry součásti a polotovaru	70
7.3.3 Frézování horní plochy	72

7.3.4	Hrubování delší strany rádiusu R35.5	72
7.3.5	Hrubování kratší strany rádiusu R35.5 a osazení R34	77
7.3.6	Dohrubování delší strany rádiusu R35.5	81
7.3.7	Dohrubování kratší strany rádiusu R35.5 a osazení R34	88
7.3.8	Dokončování delší strany rádiusu R35.5.....	93
7.3.9	Dokončování osazení R34.....	96
7.3.10	Dokončování kratší strany rádiusu R35.5 s přídavkem na dno.....	98
7.3.11	Dokončování šířky osazení 10gb	100
7.3.12	Zahloubení Ø20.....	100
8	Technicko-ekonomické hodnocení	102
9	Závěr.....	103
	Seznam použité literatury	104
	Seznam použitých obrázků.....	105
	PŘÍLOHA č. 1	I
	PŘÍLOHA č. 2.....	XVIII

Seznam použitých zkratk

TNC	číslicové řízení firmy Heidenhain (<i>T.Numerical Control</i>)
iTNC	číslicové řízení firmy Heidenhain (s procesorem Intel)
CAM	počítačová podpora obrábění (<i>Computer Aided Manufacturing</i>)
NC	číslicové řízení (<i>Numerical Control</i>)
SL-cykly	cykly k obrábění obrysů (<i>Subcontur List</i>)
CNC	počítačově číslicové řízení (<i>Computer Numerical Control</i>)
VBD	výměnná břitová destička
TK fréza	tvrdokovová technická fréza
HSS fréza	fréza z rychlořezné oceli (high speed steel)
MP	strojní parametr (machine parameter)
SB	seřizovací bod

1 Úvod

Diplomová práce se zabývá parametrickým programováním zadané součásti v řídicím systému Heidenhain iTNC 530. Zadaná součást, viz Obr. 1—1 se vyrábí v Regionálním technologickém institutu v Plzni pro jednu nejmenovanou společnost.

Cílem práce je vytvořit parametrický program, kterým lze obrábět tvarově podobné součásti. Součást bude vyráběna na stroji DMU 65 monoBLOCK®. Nutnou podmínkou je vytvořit seřizovací list a definovat řezné podmínky.

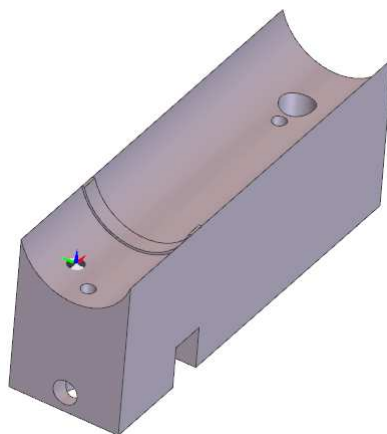
V současné době jsou ve strojírenském průmyslu kladeny vysoké požadavky především na kvalitu, efektivitu, hospodárnost, konkurenceschopnost a v neposlední řadě rychlý termín dodání. Parametrické programování je velmi produktivní způsob programování, díky kterému lze ušetřit čas, snížit náklady, zjednodušit práci a zefektivnit výrobu. [1]

Řídicí systém Heidenhain, který patří mezi nejrozšířenější systémy v ČR, umožňuje psát NC obráběcí program na souřadnice s konkrétní číselnou hodnotou nebo lze používat proměnné, tzv. Q-parametry, které zastupují číselné hodnoty. Danému parametru je číselná hodnota přiřazena na jiném místě v programu.

Pomocí parametrů lze programovat základní matematické a skokové tzv. logické funkce, které řídí chod programu, nebo které popisují nějaký obrys. Díky parametrickému programování lze jedním programem obrábění definovat celé skupiny součástí. [2]

Parametrické programování lze obecně aplikovat na celou součást nebo pouze na část programu, např. úkos, rádius, atd. Je možné vytvořit parametrický podprogram, např. vrtací cyklus, cyklus na frézování drážky, cyklus na zkosení, atd., který lze použít v různých řídicích systémech Heidenhain, např. iTNC 530, TNC 426, TNC 355.

Základní informace o Q-parametrech jsou popsány v bakalářské práci Možnosti parametrizace u řídicího systému Heidenhain (Petr Petrek, 2012).

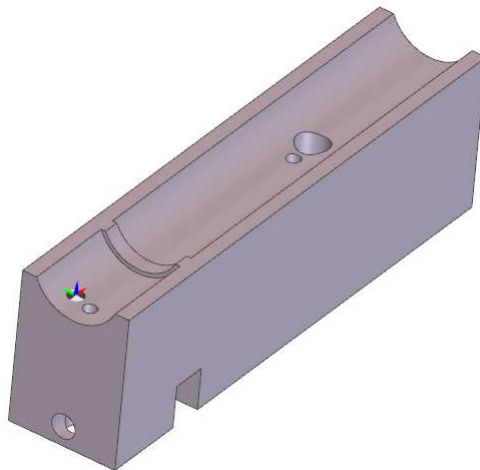


Obr. 1—1 Držák pro trubku D48 x 250

2 Rozbor současného stavu

V Regionálním technologickém institutu je k dispozici pouze jeden obráběcí stroj, obsluha stroje a v případě potřeby programátor, který využívá CAM software. Od této skutečnosti je částečně oprostěno a bude předpokládáno, že součást je vyráběna ve strojírenské firmě s kusovou výrobou, která má zhruba 60 obráběcích strojů a přibližně 190 zaměstnanců. Z laboratorních podmínek se stávají podmínky reálné firmy.

Na Obr. 1—1 je zadaná součást, jedná se o držák pro trubku. Těchto dílů se vyrábí celá řada, ale v různých variantách. Tvarově jsou díly stejné, ale mění se některé rozměry, např. rádiusy, celková délka a další rozměry, viz. Obr. 2—1. Toto je typický případ, kdy lze využít parametrické programování a jedním programem definovat celé skupiny součástí.



Obr. 2—1 Držák pro trubku D25 x 320

V některých firmách např. s kusovou výrobou a větším počtem obráběcích strojů, programátoři nestačí psát programy pro všechny stroje, proto kvalifikovaná obsluha stroje píše jednodušší programy přímo na obráběcí stroj pomocí dílenského programování. V jiných firmách je naopak tendence, aby obsluha stroje vůbec nezasahovala do NC programu. Záleží na druhu výroby, počtu obráběcích strojů, možnostech programátorů a kvalifikaci obsluhy.

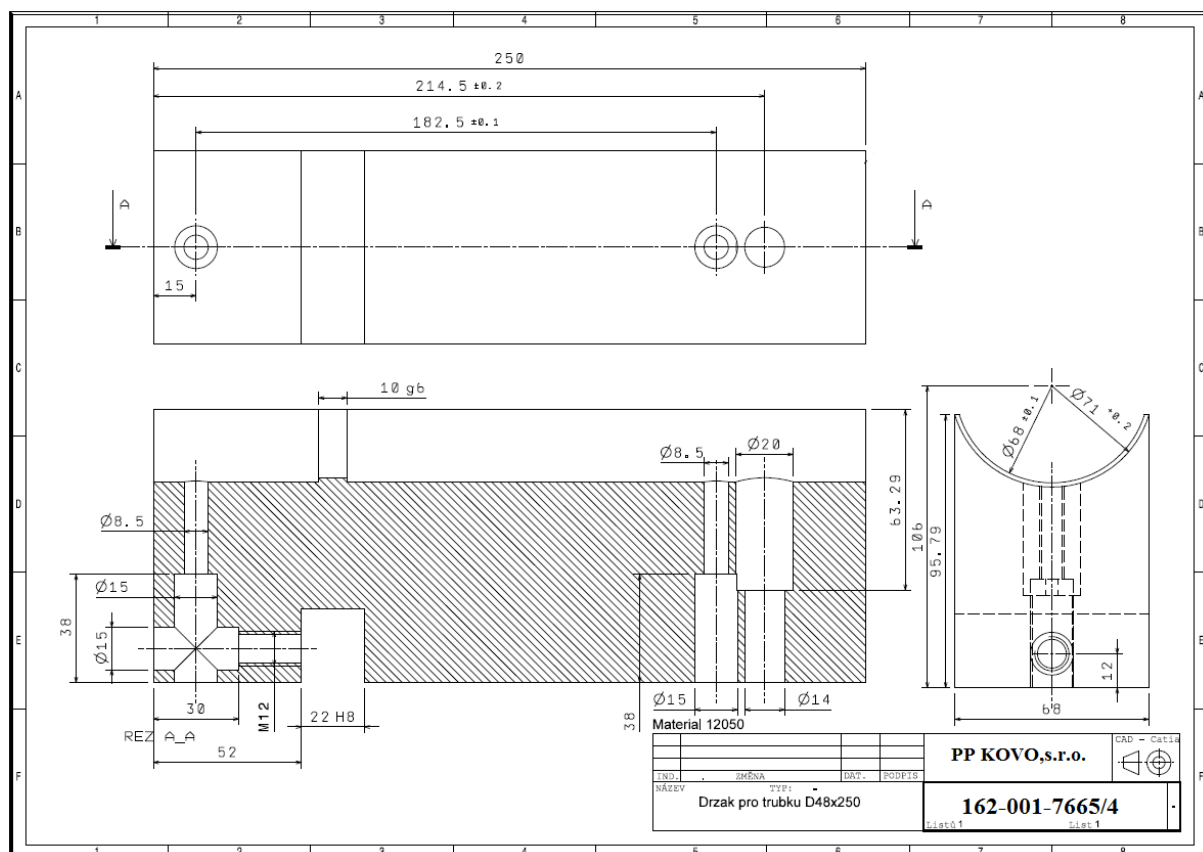
Většina strojírenských firem používá nějaký CAM software, ale není pravidlem, že každý programátor má svojí licenci. V některých firmách jsou např. 2 licence na 8 programátorů, takže se řeší i kapacita těchto softwarů, které se pak v tomto případě využívají převážně jen na 5-ti osé obrábění nebo na součásti, kde je větší počet indexovaného polohování. Ostatní programátoři píšou program buď pomocí programovací stanice, nebo pouze v textovém editoru.

Situace ohledně zadané součásti je v současné době taková, že každý díl se musí programovat samostatně. Obsluha stroje je schopna napsat program, kde v první poloze ofrézuje plochy, vyvrtá díry, zahloubení a zhotoví přesnou drážku, viz Obr. 2—2.

Problém nastává v druhé poloze, kde obsluha není schopna napsat program, ve kterém vyhrubuje rádiusy, takže programátor pomocí CAM softwaru programuje druhou polohu. Cílem práce je vytvořit parametrický program, kterým lze obrábět tvarově podobné součásti.

Nabízí se řešení, že by programátor mohl programovat první i druhou polohu pomocí CAM softwaru, ale je třeba zvážit, zda je to z technologického a ekonomického hlediska výhodné, potažmo zda to umožňuje kapacita licencí. Je třeba si uvědomit, že čas programátora navyšuje náklady na výrobu zadané součásti. Při změně některého rozměru součásti nebo průměru nástrojů, řezných podmínek, technologických parametrů, např. hloubky řezu je třeba upravit program v CAM softwaru a vygenerovat nový NC kód. V případě výroby tvarově podobné součásti je potřeba vytvořit nový obráběcí program nebo upravit program z podobné součásti. V některých případech je snazší a rychlejší vytvořit nový program než upravovat obdobný. V každém případě je nutné nový NC program znovu odladit na obráběcím stroji.

Při využití parametrického programování výše uvedené nevýhody odpadají a jedním programem lze obrábět celou skupinu součástí.



Obr. 2—2 Výkres zadané součásti

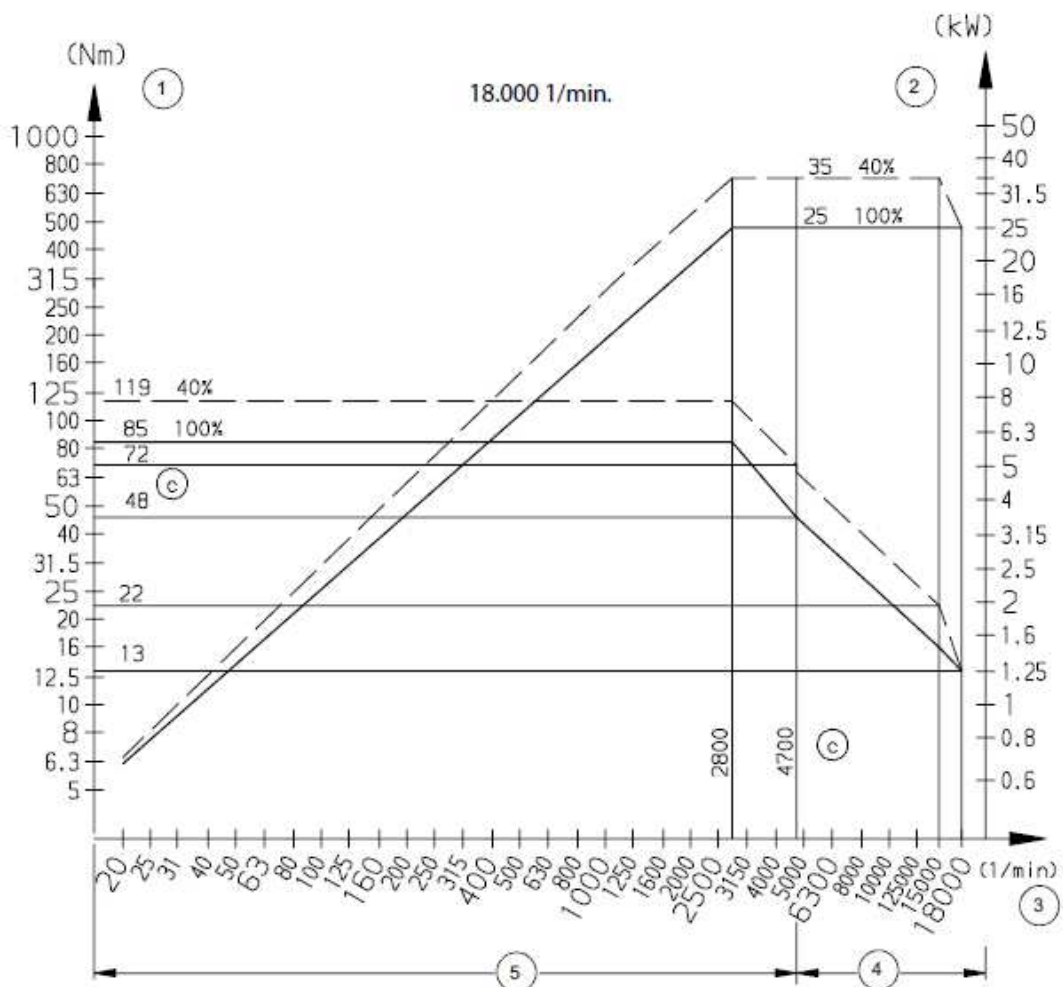
3 Obráběcí stroj

Součást bude vyráběna na stroji DMU 65 monoBLOCK® od společnosti DMG Mori Seiki. Modulární pružně rozšiřitelný obráběcí stroj lze pořídit od 3osé verze až po 5-ti osou verzi s dynamicky naklápěcím otočným stolem. [3]

3.1 Diagram kroučícího momentu a výkonu

Do modulární koncepce výše uvedeného stroje patří i modulární konfigurace provedení pro motorová vřetena, která začínají na rychlosti 10 000 ot/min (při kroučícím momentu 82 Nm), dále pokračují na 14 000 ot/min (100 Nm), 18 000 ot/min (119 Nm), 24 000 ot/min (100 Nm). [3]

Z grafu je patrné, že největší výkon 25 kW je při otáčkách 2 800 ot/min. Při vyšších otáčkách je výkon konstantní, ale kroučící moment klesá. Maximálně 40 % času obrábění lze vřeteno přetížít.

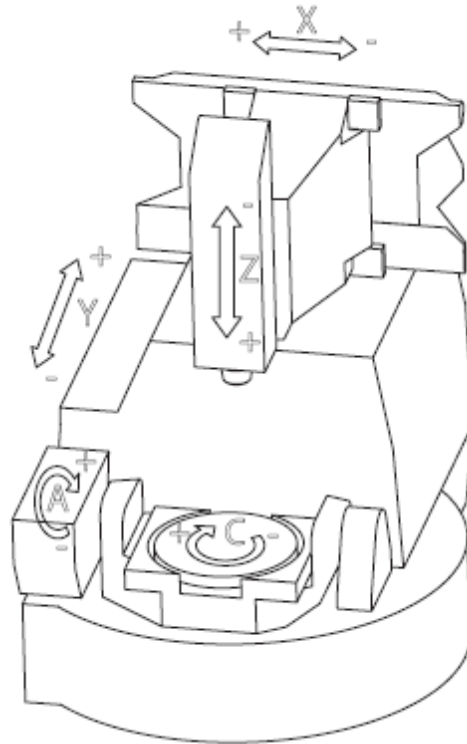


Obr. 3—1 Diagram kroučícího momentu a výkonu [4]

- | | |
|-------------------|---------------------------------------|
| 1 Kroučící moment | 4 Provoz se zapojením do trojúhelníka |
| 2 Výkon | 5 Provoz se zapojením do hvězdy |
| 3 Otáčky | |

3.2 Dráhy pojezdů

Na Obr. 3—2 jsou zobrazeny osy stroje, kde osa A je tzv. naklápěcí kolébka a osa C je otočný stůl. V následující tabulce je uveden rozsah drah v jednotlivých osách.



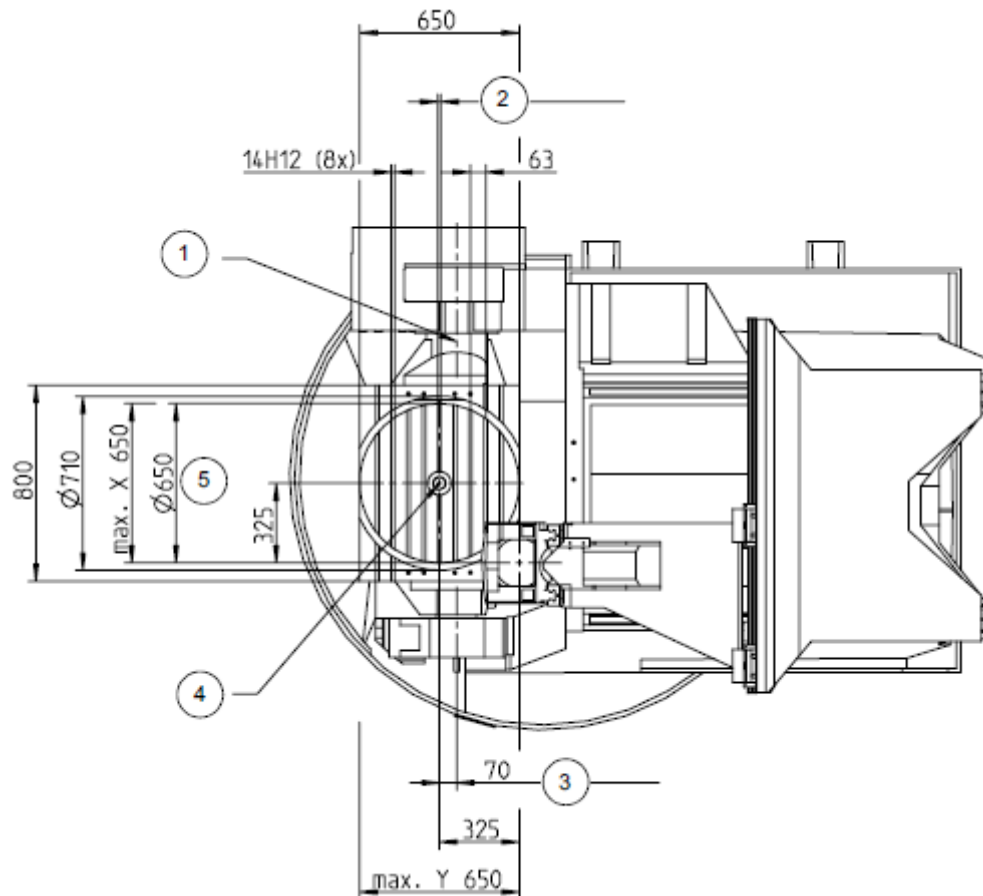
Obr. 3—2 Dráhy pojezdů [4]

Název	Jednotka	Hodnota
Osa X: Základní stroj (3 osy) a osu C a osou A (5 os)	mm	650
Osa Y	mm	650
Osa Z	mm	560

Tab. 3—1 Rozsah drah v jednotlivých osách [4]

3.3 Naklápěcí otočný stůl

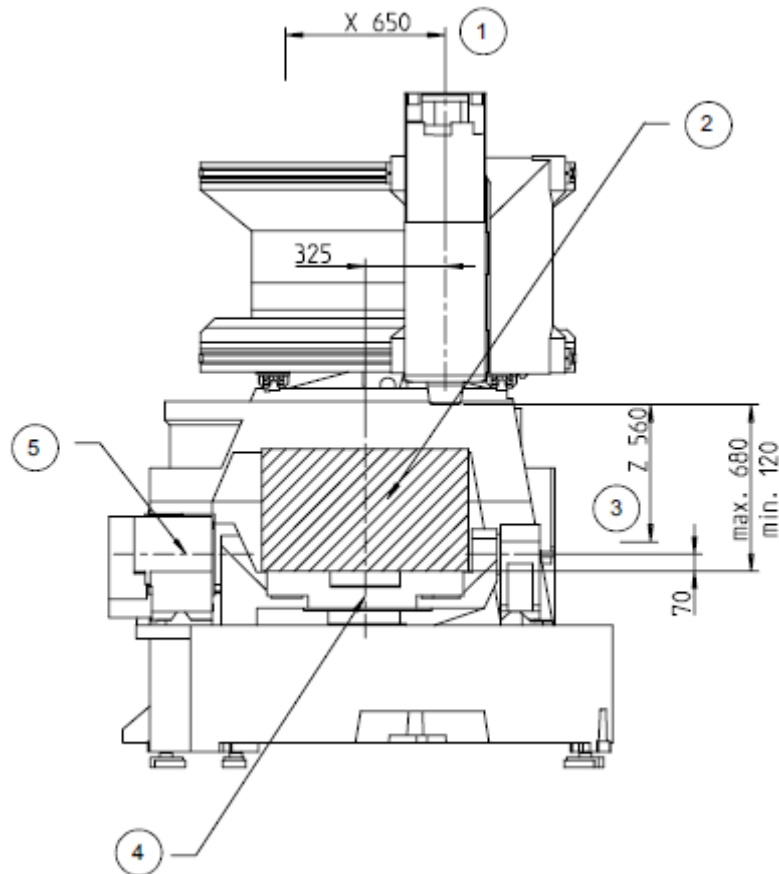
Na Obr. 3—3 jsou zobrazeny základní rozměry otočného stolu (osa C) a naklápěcí kolébky (osa A).



Obr. 3—3 Naklápěcí otočný stůl [4]

- | | |
|-----------------------|---------------|
| 1 Osa A | 4 Osa C |
| 2 Směrová drážka 14H7 | 5 Deska stolu |
| 3 Vyosení | |

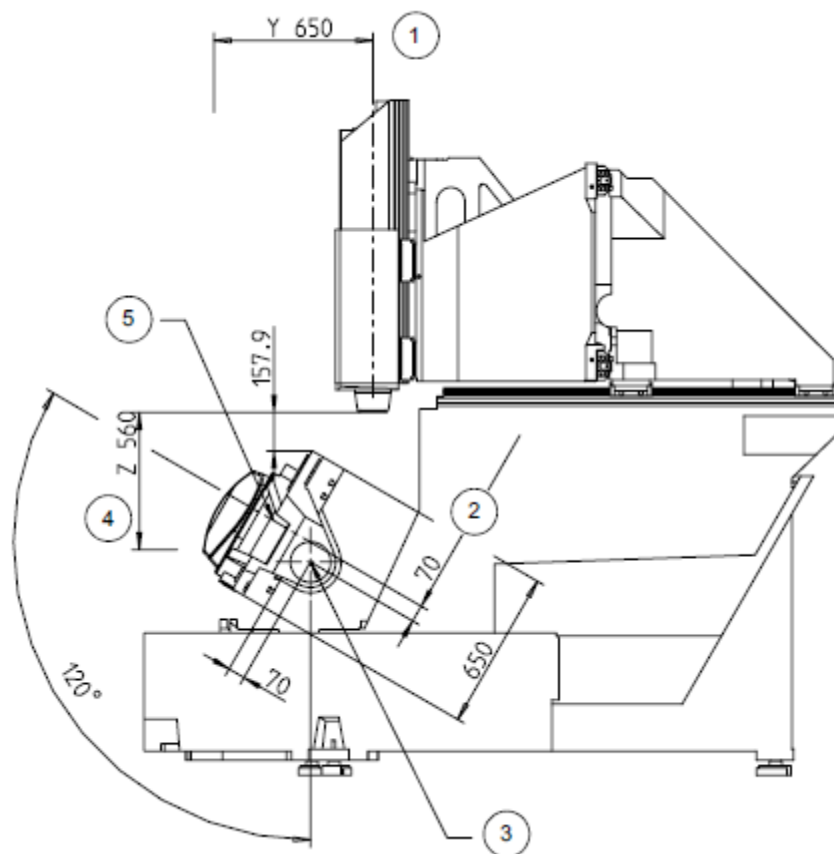
Na Obr. 3—4 je zobrazen maximální možný obrobek o hmotnosti 600 kg. Zároveň je z obrázku patrný maximální a minimální zdvih v ose z.



Obr. 3—4 Naklápěcí otočný stůl [4]

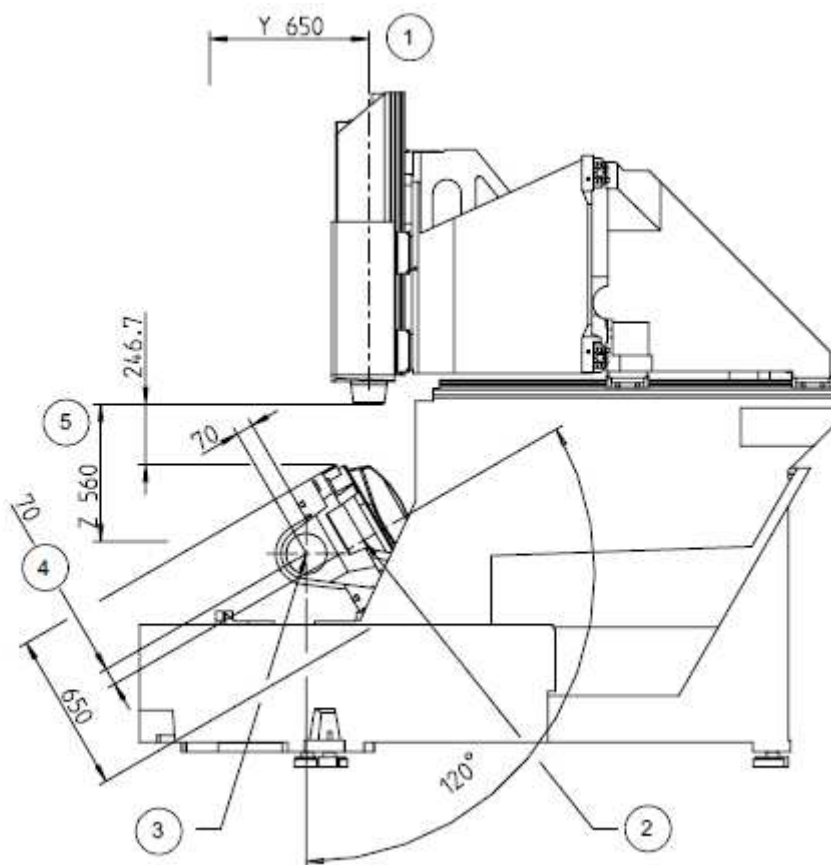
- | | |
|--|----------------------|
| 1 Max. dráha X = 650 | 3 Max. dráha Z = 560 |
| 2 Max. velikost obrobku:
Výška: 500 mm
Ř: 840 mm
Obrobitelné: Ř: 650 mm | 4 Osa C |
| | 5 Osa A |

Na Obr. 3—5 a Obr. 3—6 je zobrazen rozsah naklápěcí kolébky $\pm 120^\circ$ a její vyosení.



Obr. 3—5 Naklápěcí otočný stůl [4]

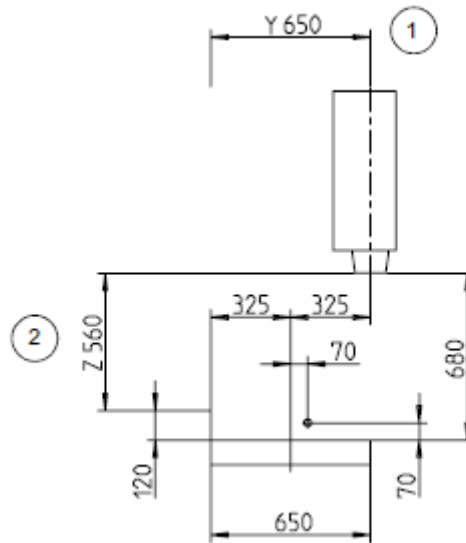
- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1 Max. dráha Y = 650 | 4 Max. dráha Z = 560 |
| 2 Vyosení | 5 Osa C |
| 3 Osa A | |



Obr. 3—6 Naklápěcí otočný stůl [4]

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1 Max. dráha $Y = 650$ | 4 Vyosení |
| 2 Osa C | 5 Max. dráha $Z = 560$ |
| 3 Osa A | |

Na Obr. 3—7 je vidět vyosení a maximální i minimální zdvih v ose z.

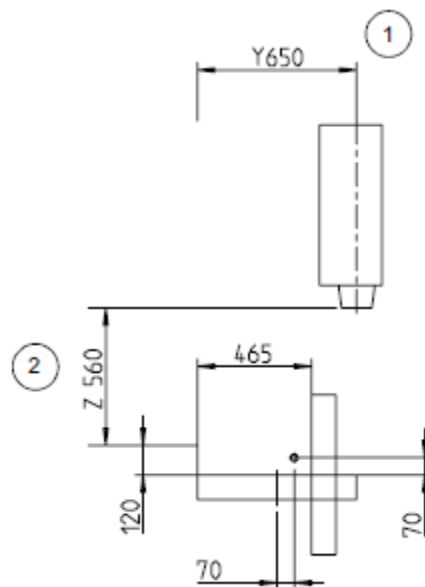


Obr. 3—7 Naklápěcí otočný stůl [4]

1 Max. dráha Y = 650

2 Max. dráha Z = 560

Na Obr. 3—8 je zobrazena vertikální a horizontální poloha otočného stolu s naklápěcí kolébkou.

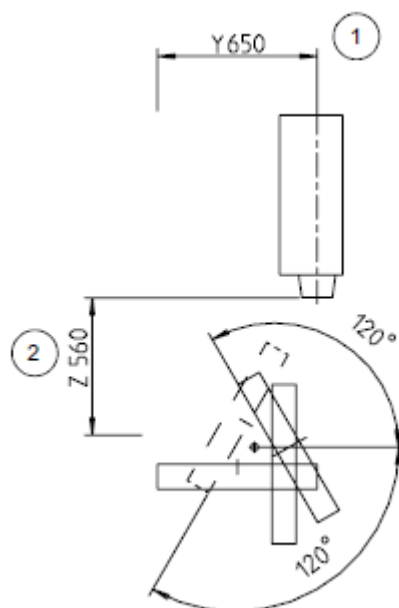


Obr. 3—8 Naklápěcí otočný stůl [4]

1 Max. dráha Y = 650

2 Max. dráha Z = 560

Na Obr. 3—9 je vidět otočný stůl s naklápěcí kolébkou v poloze vertikální, horizontální a natočené o $\pm 120^\circ$.



Obr. 3—9 Naklápěcí otočný stůl [4]

1 Max. dráha Y = 650

2 Max. dráha Z = 560

3.4 Deska stolu

Název	Jednotka	Hodnota
Upínací plocha: Naklápěcí otočný stůl	mm	Ř 650
Maximální úhel naklopení	°	-120 / +120
Pevný stůl	mm	650 x 800

Tab. 3—2 Deska stolu [4]

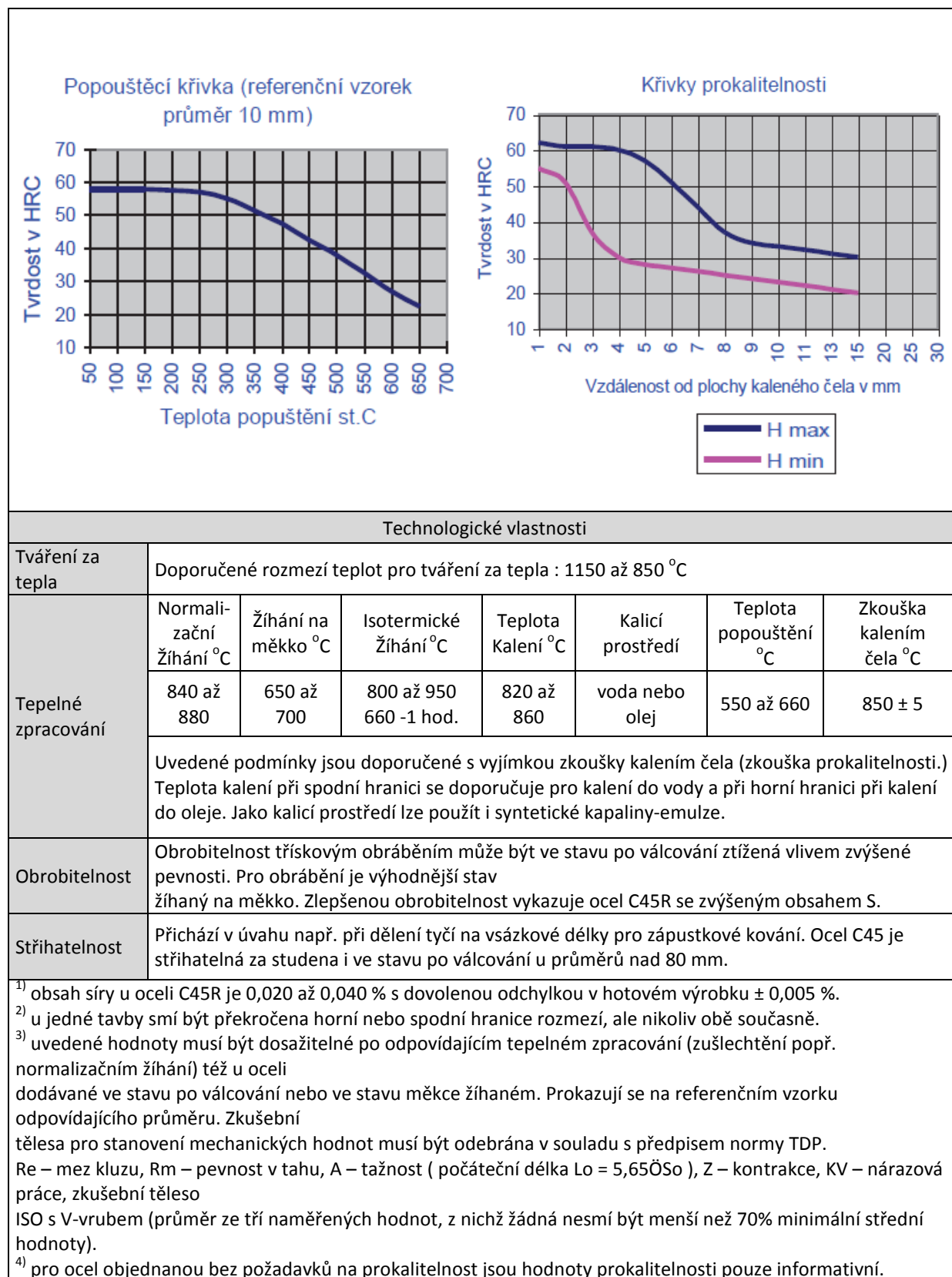
Hmotnost obrobku

Přípustná hmotnost obrobku (uprostřed stolu) na desce naklápěcího otočného stolu	kg	600
--	----	-----

Tab. 3—3 Hmotnost obrobku [4]

4 Materiál zadané součásti

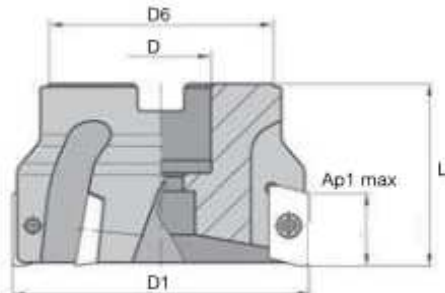
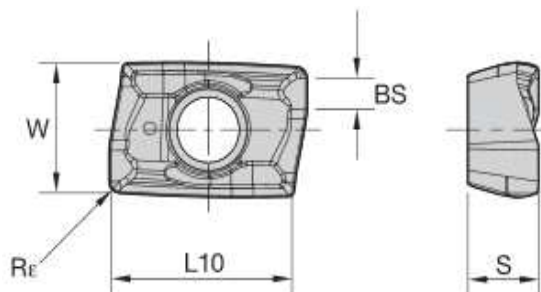
Přehled vlastností oceli C45E (C45 R)							1.1191 (1.1201)											
Druh oceli	Nelegovaná ušlechtilá ocel k zušlechťování																	
TDP	ČSN EN 10083-2: 2007. Tato norma obsahuje též ocel C45, klasifikovanou jako jakostní ocel k zušlechťování. Ocelí C45 nelze nahradit ušlechtilé oceli C45E popř. C45R. C45 však lze nahradit ocelmi C45E resp. C45R.																	
Dřívější označení	C45E (C45R) podle ČSN EN 10083-1: 1991+A1: 1996; Ck 45 (Cm 45) podle DIN 17200; 12 050 podle ČSN.																	
Použití	Často používaná nelegovaná ocel pro výrobu méně namáhaných strojních dílů ve stavu zušlechtěném nebo normalizačně žíhaném. Optimálních mechanických hodnot včetně houževnatosti se dosahuje v zakaleném a následně popuštěném stavu. U tvarově složitějších dílů se pro zamezení vzniku trhlin dává přednost kalení do oleje. Ocel je vhodná i k povrchovému kalení plamenem nebo indukci.																	
Chemické složení v % hmot. (rozběr tavby)	C	Si max.	Mn	P max.	S max. ¹⁾	Cr max.	Mo max.	Ni max.	Cr+Mo+Ni									
	0,42-0,50	0,40	0,50-0,80	0,030	0,035	0,40	0,10	0,40	max. 0,63									
Složení hotového výrobku ²⁾	0,40-0,52	0,43	0,46-0,84	0,035	0,040	0,45	0,13	0,45										
Mechanické vlastnosti v zušlechtěném stavu. ³⁾	Průměr mm		R _e min. Mpa	R _m Mpa	A min. %	Z min. %	KV min. J											
	d ≤ 16		490	700-850	14	35	-											
	16 < d ≤ 40		430	650-800	16	40	25											
	40 < d ≤ 100		370	630-780	17	45	25											
Mechanické vlastnosti ve stavu normalizačně žíhaném ³⁾	d ≤ 16		340	min.620	14	-	-											
	16 < d ≤ 100		305	580	16	-	-											
	100 < d ≤ 250		275	560	16	-	-											
Maximální hodnoty tvrdosti pro stav :	Zpracováno na stříhatelnost (+S)			Žíháno na měkko (+A)			Povrchově kaleno (tvrdost povrchu)											
	HB max. 255			HB max. 207			HRC min. 55											
Prokalitelnost ⁴⁾	Vzdálenost od plochy kaleného čela zkušebního tělesa v mm																	
	Tvrdost v HRC																	
	+H	Mez	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	15	20	25	30
		max	62	61	61	60	57	51	44	37	34	33	32	31	30	-	-	-
min	55	51	37	30	28	27	26	25	24	23	22	21	20	-	-	-		



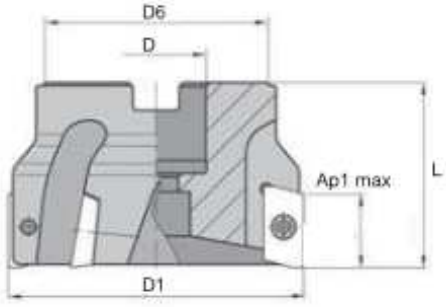
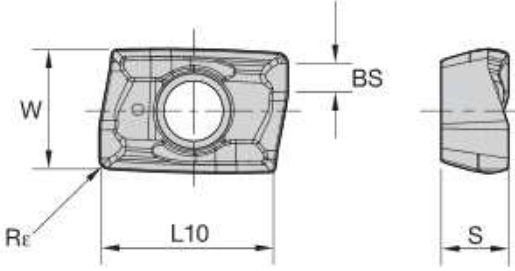
Tab. 4—1 Přehled vlastností oceli [5]

5 Řezné podmínky

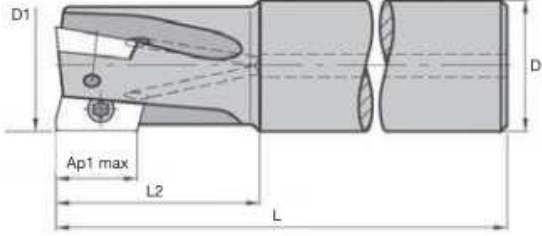
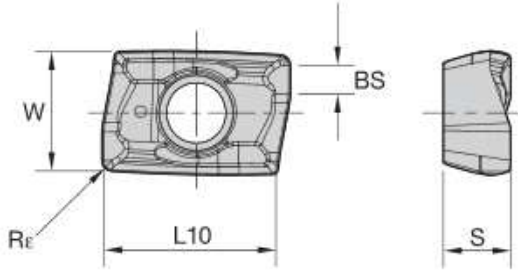
V této kapitole jsou zvoleny nástroje a definovány řezné podmínky.

90° rohová fréza s VBD Ø50				
Operace:	1. Čelní frézování 2. Dokončování delší strany rádiusu R35.5 3. Dokončování kratší strany rádiusu R35.5 a osazení R34			
Řezné podmínky				
	Hrubování Op.1	Dokončování Op.1	Dokončování Op.2	Dokončování Op.3
Řezná rychlost v_c	125 m/min	141 m/min	110 m/min	141 m/min
Posuv na zub f_z	0.15 mm	0.09 mm	0.06 mm	0.06 mm
Otáčky S	796 ot/min	898 ot/min	700 ot/min	700 ot/min
Posuv v_f	597 mm/min	404 mm/min	210 mm/min	210 mm/min
Hloubka řezu a_p	2 mm	0.5 mm	2 mm	2 mm
Šířka záběru a_e	35 mm	35 mm	0.2 mm	0.2 mm
Frézovací těleso				
Průměr frézy D_1	50 mm			
Počet zubů Z	5			
Velký průměr D_6	40 mm			
Malý průměr D	22 mm			
Délka tělesa L	40 mm			
Max. hloubka A_{p1}	10 mm			
Přívod kapaliny	ano			
Max. RPM	22 500			
Řada	M6800M			
Břitová destička				
Destička	BDMT11T308ERML			
Utvařec/Geometrie	MS			
Jakost/ISO	TN6430			
Délka L10	11 mm			
Šířka W	6.67 mm			
Výška S	3.81 mm			
Šířka fazetky BS	1.40 mm			
Zaoblení R_e	0.8 mm			
Střední tl. třísky hm	0.1 mm			

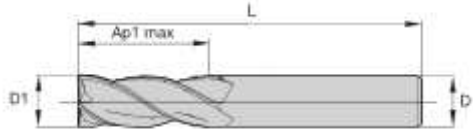
[6]

90° rohová fréza s VBD Ø40		
Operace:	Hrubování rádiusu R35.5 a osazení R34	
Řezné podmínky		
	Hrubování	
Řezná rychlost v_c	126 m/min	
Posuv na zub f_z	0.14 mm	
Otáčky S	1003 ot/min	
Posuv v_f	702 mm/min	
Hloubka řezu a_p	2 mm	
Šířka záběru a_e	40 mm	
Frézovací těleso		
Průměr frézy D_1	40 mm	
Počet zubů Z	5	
Velký průměr D_6	34 mm	
Malý průměr D	16 mm	
Délka tělesa L	40 mm	
Max. hloubka $A_{p1 \max}$	10 mm	
Přívod kapaliny	ano	
Max. RPM	30 000	
Řada	M6800M	
Břitová destička		
Destička	BDMT11T308ERML	
Utvařec/Geometrie	MS	
Jakost/ISO	TN6430	
Délka L10	11 mm	
Šířka W	6.67 mm	
Výška S	3.81 mm	
Šířka fazetky BS	1.40 mm	
Zaoblení R_e	0.8 mm	
Střední tl. třísky hm	0.1 mm	

[6]

90° rohová fréza s VBD Ø20		
Operace:	Hrubování drážky 22H8	
Řezné podmínky		
	Hrubování	
Řezná rychlost v_c	94 m/min	
Posuv na zub f_z	0.15 mm	
Otáčky S	1496 ot/min	
Posuv v_f	673 mm/min	
Hloubka řezu a_p	2 mm	
Šířka záběru a_e	20 mm	
Frézovací těleso		
Průměr frézy D_1	20 mm	
Počet zubů Z	3	
Průměr stopky D	16 mm	
Délka L_2	27 mm	
Celková délka L	110 mm	
Max. hloubka $A_{p1 \max}$	10 mm	
Přívod kapaliny	ano	
max. RPM	41 000	
Řada	M6800M	
Břitová destička		
Destička	BDMT11T308ERML	
Utvařec/Geometrie	MS	
Jakost/ISO	TN6430	
Délka L10	11 mm	
Šířka W	6.67 mm	
Výška S	3.81 mm	
Šířka fazetky BS	1.40 mm	
Zaoblení R_e	0.8 mm	
Střední tl. třísky hm	0.1 mm	

[6]

Karbidová stopková fréza $\varnothing 16$		
Operace:	Dokončování drážky 22H8	
Řezné podmínky		
	Dokončování	
Řezná rychlost v_c	136 m/min	
Posuv na zub f_z	0.05 mm	
Otáčky S	2706 ot/min	
Posuv v_f	541 mm/min	
Hloubka řezu a_p	26 mm	
Šířka záběru a_e	0.2 mm	
Specifikace frézy		
Průměr frézy D_1	16 mm	
Počet zubů Z	4	
Průměr stopky D	16 mm	
Max. hloubka $A_{p1 \max}$	32 mm	
Délka frézy L	92 mm	
Úhel šroubovice λ	30°	
Řada	D014	
Povlak	TiAlN	

Vrták $\varnothing 14$ TK		
Operace:	Díra $\varnothing 14$	
Řezné podmínky		
	Dokončování	
Řezná rychlost v_c	60 m/min	
Posuv na zub f_z	0.2 mm	
Otáčky S	1364 ot/min	
Posuv v_f	273 mm/min	
Hloubka díry	72 mm	
Specifikace vrtáku		
Průměr vrtáku d_1	14 mm	
Průměr stopky d_2	14 mm	
Délka šroubovice l_2	117 mm	
Délka vrtáku l_1	124 mm	
Vrcholový úhel	140°	
Úhel šroubovice λ	30°	
Vnitřní chlazení	NE	
Povlak	TiAlN	

Dražkovací fréza $\varnothing 15$ HSS		
Operace:	Zahloubení $\varnothing 15$	
Řezné podmínky		
	Dokončování	
Řezná rychlost v_c	19 m/min	
Posuv na zub f_z	0.06 mm	
Otáčky S	403 ot/min	
Posuv v_f	48 mm/min	
Hloubka zahloubení	38 mm	
Šířka záběru a_e	3.25 mm	
Specifikace frézy		
Průměr frézy D_1	15 mm	
Počet zubů Z	2	
Průměr stopky D	16 mm	
Délka řezné části	36 mm	
Délka frézy L	100 mm	
Úhel čela γ	4°	
Úhel šroubovice λ	10°	
Materiál	HSS + Co8	

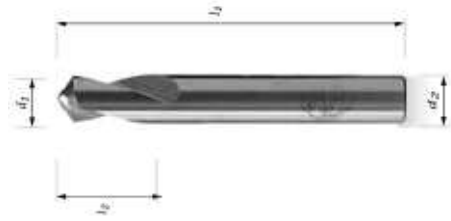
[9]

Karbidová stopková fréza $\varnothing 10$		
Operace:	Dohrubování rádiusu R35.5 a osazení R34	
Řezné podmínky		
	Dokončování	
Řezná rychlost v_c	94 m/min	
Posuv na zub f_z	0.09 mm	
Otáčky S	2992 ot/min	
Posuv v_f	1077 mm/min	
Hloubka řezu a_p	2 mm	
Šířka záběru a_e	10 mm	
Specifikace frézy		
Průměr frézy D_1	10 mm	
Počet zubů Z	4	
Průměr stopky D	10 mm	
Max. hloubka Ap_1 max	22 mm	
Délka frézy L	72 mm	
Sražení BCH	0.5 mm	
Úhel šroubovice λ	38°	
Povlak	TiAlN	

[7]

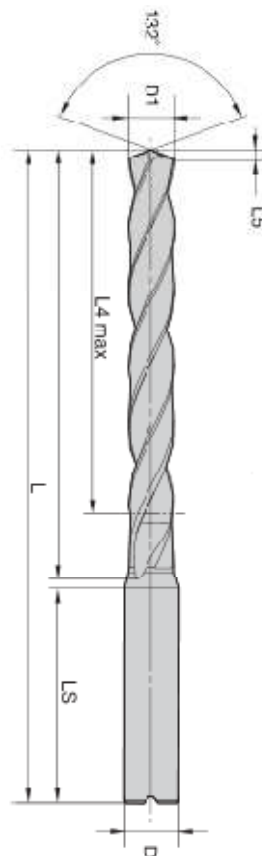
Drážkovací fréza $\varnothing 20$ HSS		
Operace:	Zahloubení $\varnothing 20$	
Řezné podmínky		
	Dokončování	
Řezná rychlost v_c	19 m/min	
Posuv na zub f_z	0.07 mm	
Otáčky S	302 ot/min	
Posuv v_f	42 mm/min	
Hloubka zahloubení	40 mm	
Šířka záběru a_e	3 mm	
Specifikace frézy		
Průměr frézy D_1	20 mm	
Počet zubů Z	2	
Průměr stopky D	20 mm	
Délka řezné části	45 mm	
Délka frézy L	115 mm	
Úhel čela γ	4°	
Úhel šroubovice λ	10°	
Materiál	HSS + Co8	

[9]

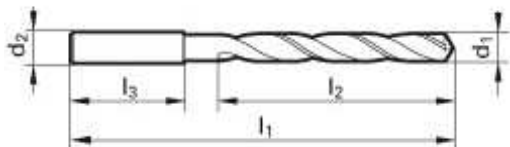
Navrtávák $\varnothing 12$ TK		
Operace:	Navrtání děr	
Řezné podmínky		
	Dokončování	
Řezná rychlost v_c	100 m/min	
Posuv na zub f_z	0.05 mm	
Otáčky S	2653 ot/min	
Posuv v_f	133 mm/min	
Specifikace navrtáváku		
Průměr vrtáku d_1	12 mm	
Průměr stopky d_2	12 mm	
Délka šroubovice l_2	24 mm	
Délka navrtáku l_1	84 mm	
Vrcholový úhel	120°	

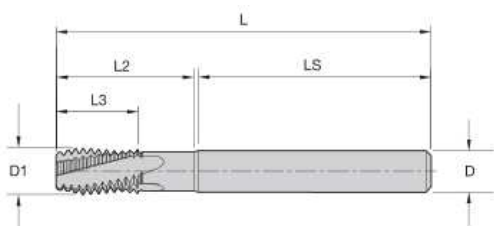
[8]

Vrták Ø8.5 TK s vnitřním chlazením	
Operace:	Díra Ø8.5
Řezné podmínky	
	Dokončování
Řezná rychlost v_c	90 m/min
Posuv na zub f_z	0.2 mm
Otáčky S	3370 ot/min
Posuv v_f	674 mm/min
Hloubka díry	72 mm
Specifikace vrtáku	
Průměr vrtáku D_1	8.5 mm
Průměr stopky D	10 mm
Délka $L_{4 \max}$	117 mm
Délka stopky L_S	40 mm
Délka vrtáku L	185 mm
Délka L_5	1.8 mm
Vrcholový úhel	132°
Úhel šroubovice λ	30°
Vnitřní chlazení	ANO
Řada	TDS504A
Povlak	AlTiN
Substrát	WU20PD



[10]

Vrták $\varnothing 10.2$ HSS		
Operace:	Díra $\varnothing 10.2$ pro závit M12	
Řezné podmínky		
	Dokončování	
Řezná rychlost v_c	40 m/min	
Posuv na zub f_z	0.1 mm	
Otáčky S	1248 ot/min	
Posuv v_f	125 mm/min	
Hloubka díry	52 mm	
Specifikace vrtáku		
Průměr vrtáku d_1	10.2 mm	
Průměr stopky d_2	12 mm	
Délka šroubovice l_2	87 mm	
Délka vrtáku l_1	144 mm	
Délka l_3	45 mm	
Vrcholový úhel	18°	
Vnitřní chlazení	NE	
Povlak špičky	TiN	

Závitník M12		
Operace:	Závit M12	
Řezné podmínky		
	Dokončování	
Řezná rychlost v_c	3.8 m/min	
Posuv na otáčku	1.75 mm/ot	
Otáčky S	101 ot/min	
Posuv v_f	177 mm/min	
Hloubka závitů	22 mm	
Specifikace závitníku		
Velikost D_1	M12 x 1.75	
Průměr stopky D	12 mm	
Délka závitů L_3	21 mm	
Délka L_2	40 mm	
Délka závitníku L	100 mm	
Délka L_s	54 mm	
Počet břitů	4	
Řada	GP4535	
Povlak špičky	TiAlN+TiN	

Seřizovací list DMU 65

Číslo výkresu: 162-001-7665

Číslo programu: DMU65-0359 A

Upnutí: Centrický svěrák

Držet za: 10 mm

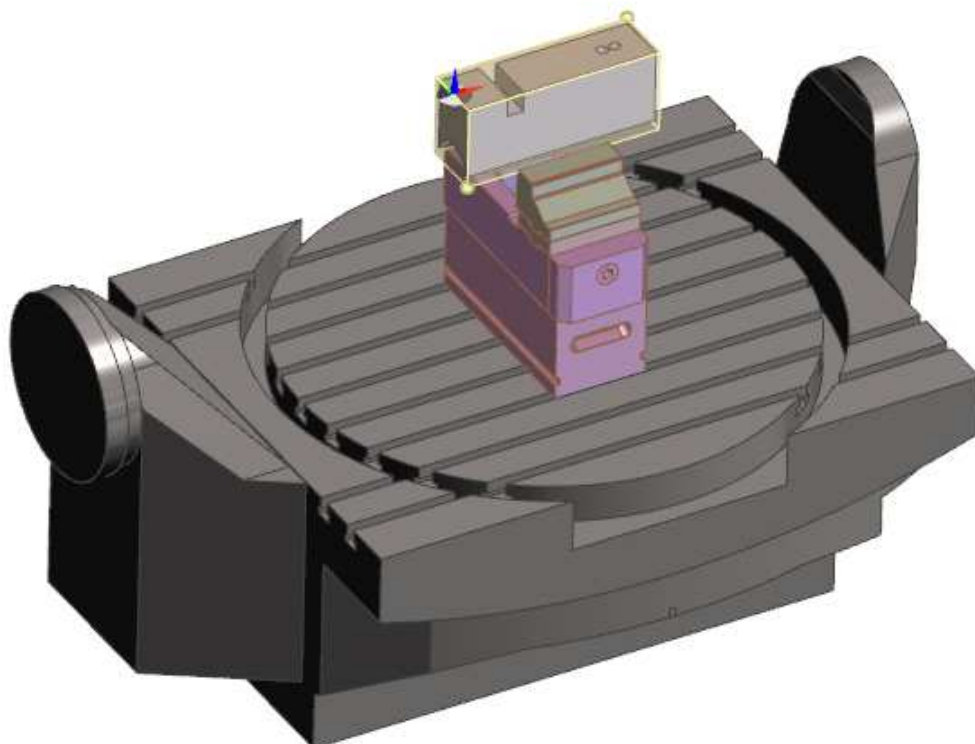
Poloha: 1.

Xo: Nulovat na levé straně polotovaru a posunout o polovinu přídávku do kusu.

Yo: V ose kusu.

Zo: Nulovat na horní ploše a posunout o 1 mm do kusu.

Poznámky:



Seřizovací list DMU 65

Číslo výkresu: 162-001-7665

Číslo programu: DMU65-0359 B

Upnutí: Centrický svěrák

Držet za: Max.

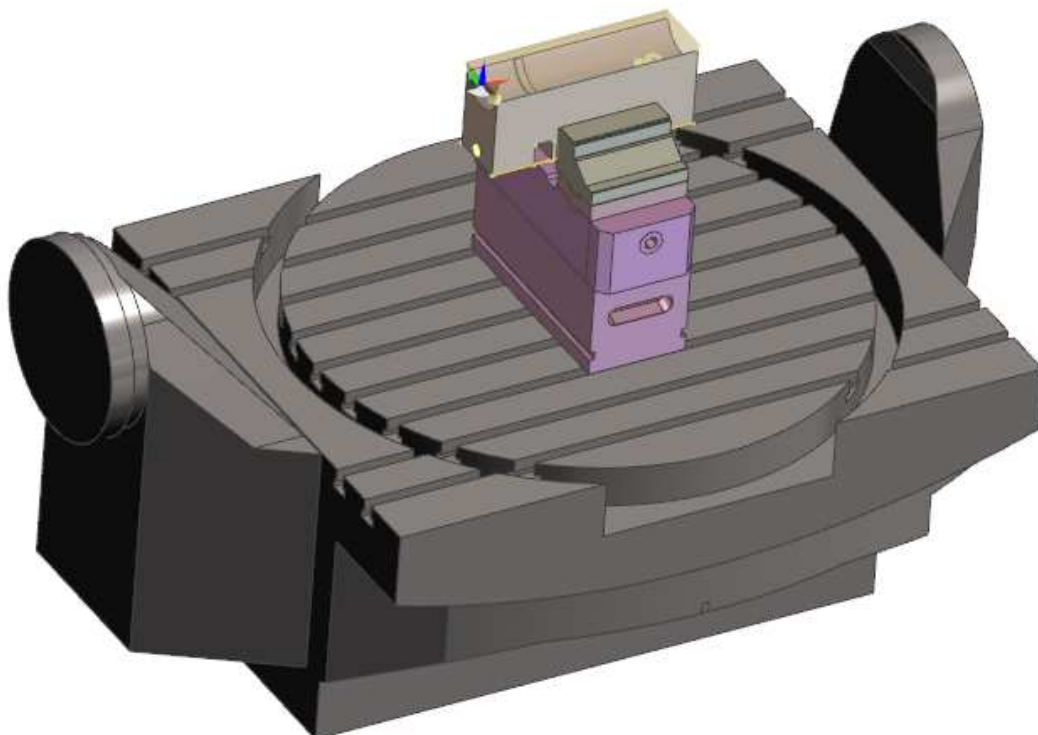
Poloha: 2.

Xo: Nulovat na levé straně dílu.

Yo: V ose kusu.

Zo: Nulovat na podložky a posunout o výšku dílu.

Poznámky:



7 Tvorba parametrického programu pro zadanou součást

7.1 Informace k programování

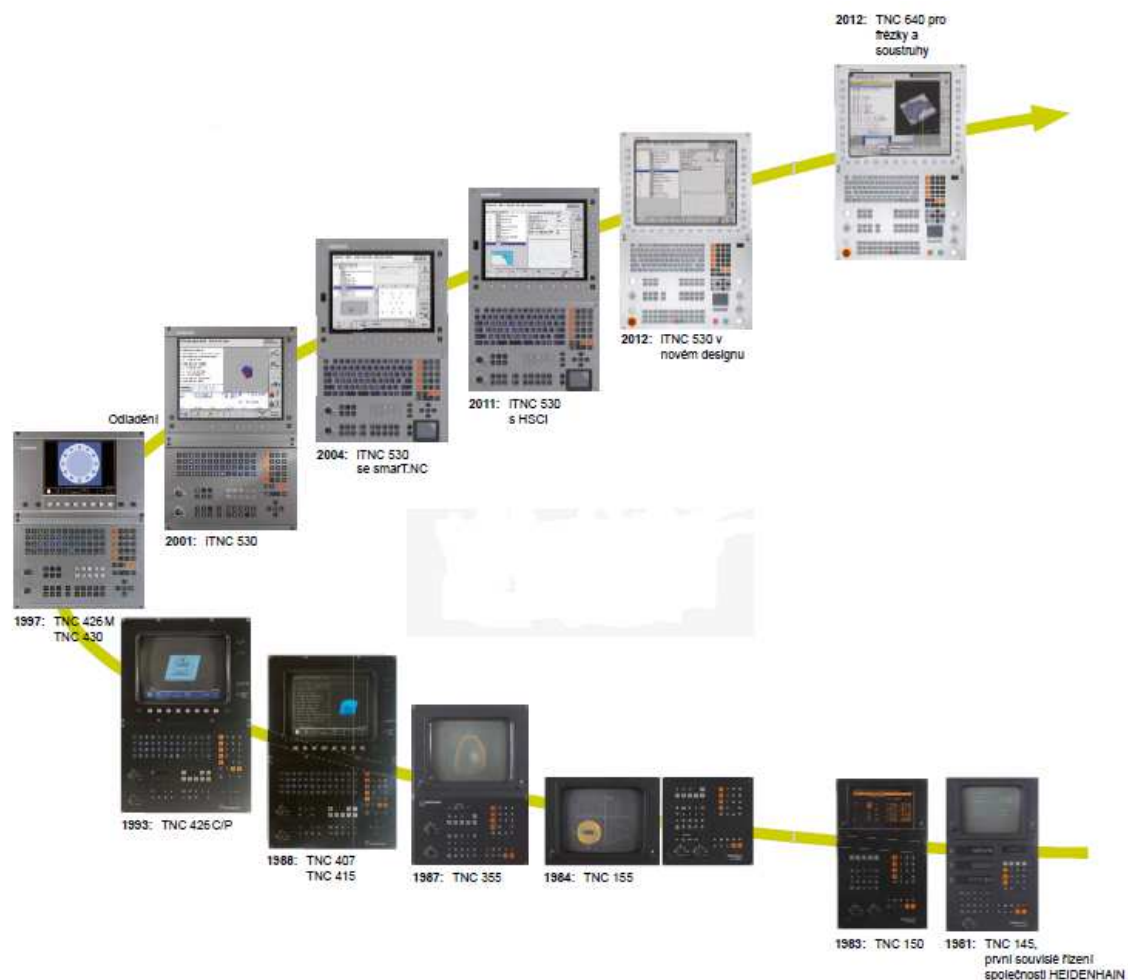
Ve většině firem je tendence, aby stejné druhy strojů, např. frézky měly stejný řídicí systém, např. Heidenhain. V praxi se ale velmi často stává, že se liší řízením TNC, neboť společnost Heidenhain dodává řídicí systém již 34 let a za toto období prošlo řízení určitým vývojem.

NC program vytvořený na stroji se starším TNC řízením lze bez problémů použít na stroji s novějším iTNC řízením. Pokud je ale program vytvořen v novějším iTNC, je velmi často potřeba program upravit, aby mohl fungovat i na stroji se starším TNC.

Starší TNC řízení mají trochu jiné cykly než novější iTNC. Stačí, aby se v novějším cyklu změnil jeden parametr a ve starším TNC cyklus fungovat nebude.

Poměrně často se stává, že díl je přendán z jednoho pracoviště na druhé, proto je výhodné psát program univerzálně, tak aby mohl fungovat na více strojích a nebylo potřeba program upravovat.

Z těchto důvodů nejsou v programu pro zadanou součást použity žádné předdefinované cykly od výrobce softwaru Heidenhain.



Obr. 7—1 Vývoj řídicích systémů Heidenhain [12]

V níže uvedené tabulce je přehled všech Q-parametrů. Některé parametry jsou volně použitelné pro uživatele, jiné parametry jsou před obsazené pro iTNC řízení.

Vzhledem k tomu, že v programu pro zadanou součást nemůže dojít k přepsání s SL-cykly, budou použity parametry Q0 až Q99, které jsou k dispozici i na strojích se starším TNC řízením, např. TNC 426 a TNC 355.

Používat parametry, které nejsou volně použitelné pro uživatele je nebezpečné. Pokud uživatel v programu definuje např. parametr Q111 a následně použije přídatné funkce pro chlazení, dojde k přečíslování parametru. Řídicí systém iTNC používá parametr Q111 pro chlazení (1 = ON, 0 = OFF).

V novějších softwarech má uživatel možnost používat lokální proměnné (QL), které jsou účinné pouze v daném programu. Nevýhodou je, že NC program, který obsahuje lokální proměnné nelze použít na strojích se starším TNC řízením.

V programu pro zadanou součást nejsou Q-parametry definované pomocí přímého zadávání vzorců, které umožňuje kombinovat několik matematických operací, protože starší TNC neumožňuje použít přímé zadávání vzorců.

Význam	Rozsah
Volně použitelné parametry účinné globálně pro všechny programy v paměti TNC, pokud nemůže dojít k přepsání SL-cykly.	Q0 až Q99
Parametry pro speciální funkce TNC.	Q100 až Q199
Parametry používané především pro cykly, všeobecně účinné pro všechny programy nacházející se v paměti TNC.	Q200 až Q1199
Parametry používané především pro cykly výrobce, všeobecně účinné pro všechny programy nacházející se v paměti TNC. Možná bude potřebné projednání s výrobcem stroje, nebo třetím dodavatelem.	Q1200 až Q1399
Parametry používané především pro cykly výrobce Call-aktivní , účinné všeobecně pro všechny programy v paměti TNC.	Q1400 až Q1499
Parametry používané především pro cykly výrobce Def-aktivní , účinné všeobecně pro všechny programy v paměti TNC.	Q1500 až Q1599
Volně použitelné parametry, všeobecně účinné pro všechny programy nacházející se v paměti TNC.	Q1600 až Q1999
Volně použitelné parametry QL , účinné pouze lokálně v daném programu.	QL0 až QL499
Volně použitelné parametry QR , trvale (permanentně) účinné, i po výpadku napájení.	QR0 až QR499

Tab. 7—1 Přehled Q-parametrů [2]

V případě, že obsluha stroje v průběhu obrábění zastaví program a následně ho bude chtít spustit od určitého bloku, je bezpečnější použít výpočet bloků. Program pro zadanou součást bude v tomto případě fungovat i pokud uživatel použije softklávesu GO TO.

Pokud je na obráběcí stroji využíváno parametrické programování, je výhodné, aby na konci každého programu iTNC řízení vymazalo všechny parametry. Nový program začne tzv. s čistým stolem a nemůže se stát, že by si iTNC pamatovalo nějaký parametr z jiného programu. K tomuto účelu slouží strojní parametr MP 7300. Pokud je jeho hodnota 5, iTNC na konci programu vymaže všechny parametry. Pokud je jeho hodnota 7, iTNC na konci programu parametry nemaže.

V programu pro zadanou součást jsou použity parametrické vrtací cykly. Každý vrtací cyklus je v samostatném programu, který je následně vyvolán jako podprogram. Tyto parametrické vrtací cykly lze použít i na obráběcích strojích se starším TNC řízením.

Stejně tak lze vytvořit parametrický program např. pro drážky, úkosy, rádiusy, kužel atd. Jednou vytvořený parametrický program, např. pro rádiusy lze vyvolat jako podprogram.

Pokud programátor ve strojírenské firmě s kusovou výrobou dodržuje určité zásady, které jsou dané strojním parkem a píše program univerzálně, není třeba, v případě, že díl změní pracoviště, upravovat NC program.

Pro kontrolu parametrů může uživatel použít tabulku parametrů, kde jsou vypsané všechny parametry a jejich hodnoty, viz Obr. 7—2.

Parametr	Hodnota	Popis
Q0	+0.00000000	
Q1	+68.00000000	Hloubka frezovani
Q2	+250.00000000	FAKTOR PREKRYTI DRAHY NASTROJE
Q3	+95.79000000	PRIDAVEK NA CISTO PRO STRANU
Q4	+80.00000000	PRIDAVEK NA CISTO PRO DNO
Q5	+260.00000000	SOURADNICE POUVRCHU DILCE
Q6	+1.00000000	Bezpecnostni vzdalenost
Q7	+1.00000000	Bezpecna vyska
Q8	+14.00000000	UNITRNI RADIUS ZAOBLENI
Q9	+2.00000000	OTACENI V HOD.SMYSLU = -1
Q10	+0.50000000	Hloubka prisuvu
Q11	+3.00000000	Posuv na hloubku
Q12	-60.00000000	POSUV PRO FREZOVANI
Q13	+50.00000000	Cislo/jmeno protahovaciho nastř
Q14	+35.50000000	PRIDAVEK NA CISTO PRO STRANU
Q15	+214.50000000	ZPUS.FREZOVANI NESOUSLEDNE =-1
Q16	+0.00000000	RADIUS VALCE
Q17	+0.00000000	DRUH KOTOVANI GRAD=0 MM/INCH=1
Q18	+106.00000000	Predhrubovaci nastroj
Q19	+58.00000000	POSUV PENDLOVANI
Q20	+10.00000000	*
Q21	+10.21000000	Tolerance
Q22	+68.00000000	
Q23	+40.00000000	
Q24	+10.00000000	
Q25	+5.00000000	
Q26	+255.00000000	
Q27	+260.00000000	
Q28	+2.00000000	
Q29	+8.00000000	
Q30	+3.00000000	
Q31	+50.00000000	
Q32	+28.00000000	
Q33	+12.00000000	
Q34	+75.00000000	
Q35	+52.00000000	
Q36	+92.00000000	
Q37	+96.00000000	
Q38	+60.00000000	
Q39	+1117.44000000	
Q40	+70.00000000	
Q41	+1142.44000000	
Q42	+25.00000000	
Q43	+25.00000000	
Q44	-3.91502066	
Q45	+35.08762624	
Q46	+22.87762624	

Obr. 7—2 Tabulka Q-parametrů

V programu pro zadanou součást, jsou Q-parametry, které definuje uživatel, umístěny na začátku programu. Výhodou je, že uživatel nemusí parametry hledat někde v programu.

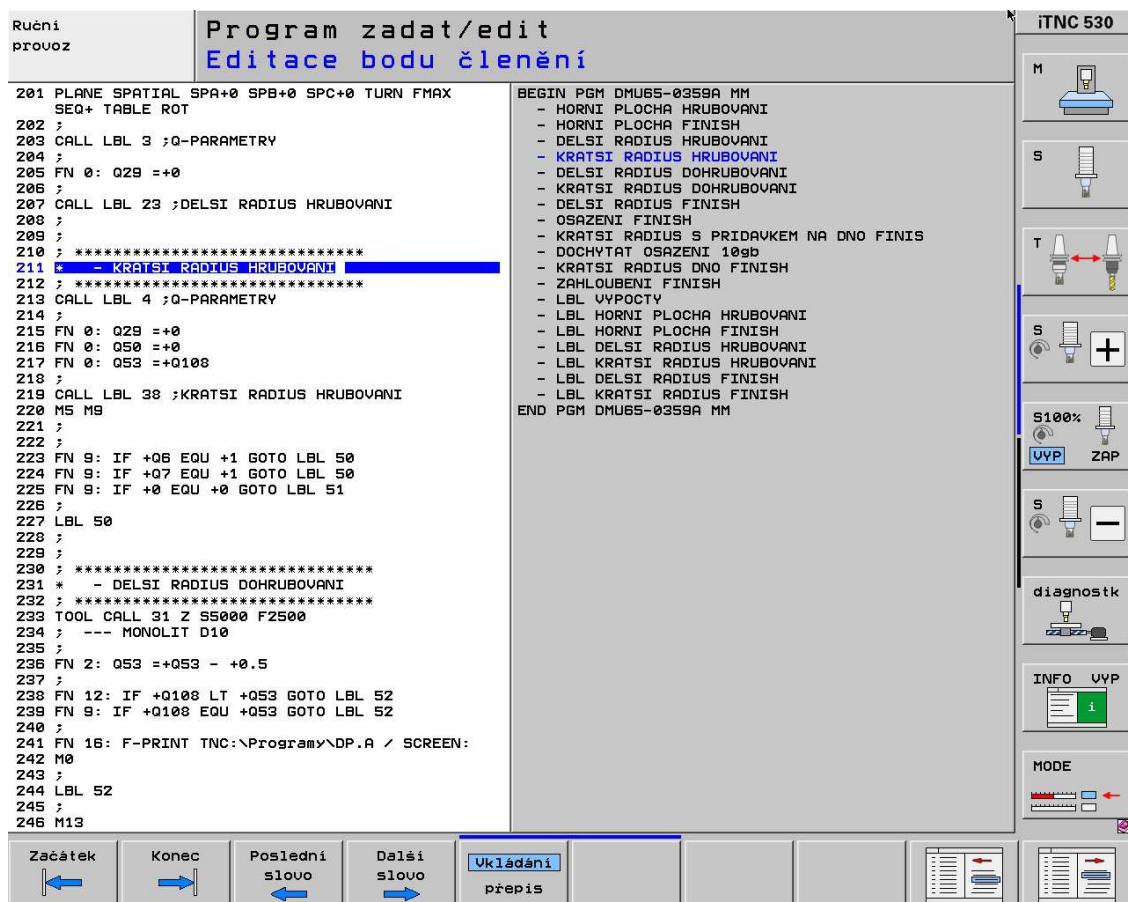
Dále je výhodné používat v programu pouze jeden parametr na příslušnou funkci, např. odjezd nástroje bude vždy parametr Q13. Díky tomu je program přehlednější a srozumitelnější navíc programátor ušetří parametry. Z tohoto důvodu pro každou operaci, např. frézování horní plochy, uživatel definuje parametry, které jsou vloženy do LABELU, který je umístěn na začátku programu, a který je následně načten před příslušnou operací.

```

40 ;*****
41 ; HORNÍ PLOCHA :
42 ;*****
43 LBL 2
44 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
45 FN 0: Q10 =+0.5 ;PRIDAVEK PRO FINISH
46 FN 0: Q11 =+2 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
47 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
48 LBL 0
    
```

Za většinou parametrů jsou komentáře, které popisují funkci daného parametru. Díky tomu je program srozumitelnější a programátor se v něm vyzná i po delší časové době.

Program pro zadanou součást obsahuje komentáře, které popisují operace a nástroje. Dále jsou pro přehlednost použity středníky, které vytváří mezery a hvězdy, které zvýrazňují komentář. Pro lepší a rychlejší orientaci v programu jsou použity sekce, viz Obr. 7—3.



Obr. 7—3 Sekce v programu

7.2 První poloha obrábění

Na začátku každého programu je dobrým zvykem vyplnit základní údaje o součásti, přestože většina údajů je uvedena v seřizovacím listu. V případě, že dojde ke ztrátě seřizovacího listu, základní údaje o součásti jsou zachovány přímo v programu. Další výhodou je, že díky těmto údajům lze jednoduše, např. pomocí programu Salamander, vyhledat konkrétní programy.

7.2.1 Informace o součásti

```
0 BEGIN PGM DMU65-0359A MM
1 ;
2 ;      Cislo vykresu: 162-001-7665/4
3 ;      Nazev vykresu: DRZAK PRO TRUBKU D48 x 250
4 ;
5 ;      Poloha: 1.
6 ;      Material: 12 050
7 ;      Polotovar: 80 x 110 x 260
8 ;
9 ;      Programoval: Petrek
10 ;     Odladil: Novak
11 ;     Dne: 1.1.2015
12 ;
13 ;     Nulovani dilu:
14 ;         X0 = NULOVAT NA LEVE STRANE A POSUNOUT O 1/2 PRIDAVKU
15 ;         Y0 = V OSE KUSU
16 ;         Z0 = NULOVAT NA HORNÍ PLOŠE A POSUNOUT O 1 MM DO KUSU
```

7.2.2 Hlavní rozměry součásti a polotovaru

Po vyplnění základních údajů o dílu je třeba definovat vstupní Q-parametry, které jsou nutné pro definování dílu a jednotlivých operací. Obsluha CNC stroje vyplní Q-parametry dle technické dokumentace, která určuje rozměry dílu a polotovaru. V dalším kroku je třeba definovat maximální hloubku frézování od nulového bodu, parametr Q7, aby nedošlo ke kolizi svěráku s nástrojem. Následně je třeba definovat přídavek na horní ploše, parametr Q8, který zároveň zastupuje hodnotu pro tzv. BLK FORM v ose z (maximální).

```
18 ;*****
19 ; AKTUALNI ROZMERY DILU:
20 ;*****
21 FN 0: Q1 =+68 ;SIRKA DILU
22 FN 0: Q2 =+250 ;DELKA DILU
23 FN 0: Q3 =+95.79 ;VYSKA DILU
24 ;
25 ;*****
26 ; POLOTOVAR :
27 ;*****
28 FN 0: Q4 =+80 ;SIRKA POLOTOVARU
29 FN 0: Q5 =+260 ;DELKA POLOTOVARU
30 FN 0: Q6 =+110 ;VYSKA POLOTOVARU
31 ;
32 ;*****
33 ; SPECIFIKACE :
34 ;*****
35 FN 0: Q7 =-98 ;MAX HLOUBKA FREZ V Z-e OD NB
36 FN 0: Q8 =+1 ;PRID NA HORNÍ PLOŠE BLK FORM V Z-e MAX
37 ;
38 CALL LBL 1
```

Po načtení výše uvedených Q-parametrů dojde k vyvolání LABELU 1, který je umístěn za koncem programu (funkce M2) a obsahuje výpočty přídaveků polotovaru.

```
658 ;
659 ; *****
660 M2 ;          KONEC PROGRAMU
661 ; *****
662 ;
663 ; *****
664 *   - LBL VYPOCTY
665 ; *****
666 LBL 1
667 FN 4: Q23 =+Q4 DIV +2 ;1/2 SIRKY POLO
668 FN 2: Q24 =+Q5 - +Q2 ;CELKOVY PRID NA DELKU
669 FN 4: Q25 =+Q24 DIV +2 ;1/2 PRID NA DELKU
670 FN 1: Q26 =+Q2 + +Q25 ;DELKA DILU S PRID
671 FN 2: Q27 =+Q6 - +Q3 ;CELKOVY PRID NA VYSKU
672 FN 2: Q28 =+Q6 - +Q8 ;BLK FORM V Z MINIMALNI
673 FN 4: Q50 =+Q1 DIV +2 ;POLOVINA SIRKY DILU
674 LBL 0
```

Parametr Q23 udává polovinu šířky polotovaru a je použit v BLK FORM v ose y maximální i minimální, $Q23 = +40$. Parametr Q24 vypočítává celkový přídavek polotovaru v ose x, $Q24 = +10$. Parametr Q25 je přídavek na plochu v ose x a je použit v BLK FORM v ose x minimální, $Q25 = +5$. Parametr Q26 udává hodnotu délky dílu s přídávkem na jednu plochu a je použit v BLK FORM v ose x maximální, $Q26 = +255$. Parametr Q27 vypočítává celkový přídavek polotovaru v ose z, $Q27 = +14.21$. Parametr Q28 definuje BLK FORM v ose z minimální, $Q28 = +109$. Parametr Q50 vypočítává polovinu šířky dílu, $Q50 = +34$.

```
184 ;*****
185 ;          BLK FORM
186 ;*****
187 BLK FORM 0.1 Z X-Q25 Y-Q23 Z-Q28
188 BLK FORM 0.2 X+Q26 Y+Q23 Z+Q8
```

Řídicí systém iTNC pokračuje v hlavní části programu za CALL LBL 1 načtením ostatních vstupních Q-parametrů, které uživatel definoval před startem programu, a které jsou popsány v jednotlivých operacích.

7.2.3 Frézování horní plochy

Horní plocha je frézována čelem frézy. Průměr frézy lze libovolně zvolit. Šířka záběru frézy (a_e) je maximálně 70% průměru frézy. Překrytí drah je 30% průměru frézy. Nulový bod v ose z se nachází 1 mm pod horní plochou polotovaru. Pro opracování horní plochy je konečná souřadnice v ose z rovna nule.

```
190 ; *****
191 *   - HORNÍ PLOCHA HRUBOVANI
192 ; *****
193 TOOL CALL 26 Z S796 F597
194 ; - FREZA S VBD D50
195 M13
196 ;
197 L   Z+0 R0 FMAX M91
```


Přídavná funkce M13 roztočí vřeteno ve směru hodinových ručiček a zapne vnější chlazení. Souřadnice v ose z se vztahuje k referenčnímu bodu stroje (funkce M91). Nástroj se nachází v bezpečné maximální výšce.

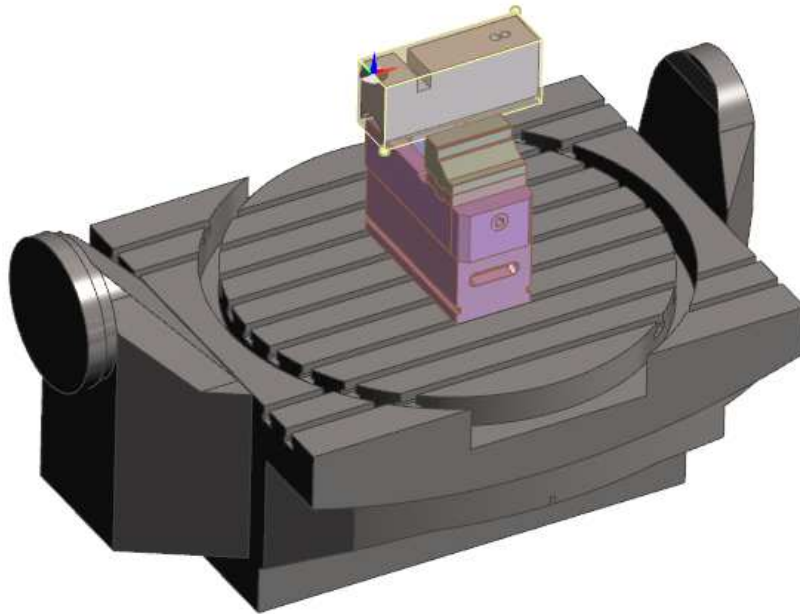
```
199 CALL LBL 100

940 LBL 100
941 M129
942 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
943 CYCL DEF 7.1 X+0
944 CYCL DEF 7.2 Y+0
945 CYCL DEF 7.3 Z+0
946 PLANE RESET STAY
947 LBL 0
948 ;
949 END PGM DMU-0359B MM
```

Následuje vyvolání LABELU 100, který je umístěn na samém konci programu a jeho úkolem je zrušit posunutí a rotaci. Přídavná funkce M129 zruší funkci M128, která zachovává polohu hrotu nástroje při polohování naklápěcí osy. Následuje zrušení posunutí nulového bodu. PLANE RESET STAY zruší aktivní funkci PLANE a zůstane stát. Neprovádí se naklopení rotační osy a nedojde k žádnému pohybu v lineárních osách. Řídicí systém iTNC dále pokračuje v hlavní části programu.

```
201 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
202 CYCL DEF 7.1 X+0
203 CYCL DEF 7.2 Y+0
204 CYCL DEF 7.3 Z+0
205 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
206 ;
207 M22
```

Přestože nedojde k posunutí nulového bodu a definování roviny obrábění pomocí prostorového úhlu, je vhodné vynulovat tyto hodnoty. Může se stát situace, že při upínání, resp. nulování obrobku, dojde k natočení některé osy, aniž by si toho obsluha všimla. Přídavná funkce M22 upevní osu C (kolébku). Při indexovaném polohování řídicí systém automaticky vypne a zapne aretaci. Funkci M22 nepoužívat při 5-ti osém plynulém obrábění.



Obr. 7—4 Nulový bod, poloha stolu a kolébky při frézování horní plochy

```
209 CALL LBL 2 ;Q-PARAMETRY
210 ;
211 CALL LBL 14 ;HORNI PLOCHA HRUBOVANI

40 ;*****
41 ; HORNI PLOCHA :
42 ;*****
43 LBL 2
44 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
45 FN 0: Q10 =+0.5 ;PRIDAVEK PRO FINISH
46 FN 0: Q11 =+2 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
47 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
48 LBL 0
```

Řídicí systém iTNC načte Q-parametry, které uživatel definoval na začátku programu v LABELU 2. Parametr Q9 určuje hloubku přísmvu, $Q9 = +2$. Parametr Q10 určuje, zda se horní plocha bude dokončovat, např. s jinými otáčky a posuvem, pro lepší drsnost povrchu. Parametr Q11 definuje bezpečnostní vzdálenost v ose z, na kterou nástroj sjede rychloposuvem. Parametr Q13 určuje bezpečnostní vzdálenost v ose z pro odjezd, resp. přejezd nástroje. Nájezd nástroje je z bezpečnostních důvodů proveden nejprve v osách x, y a až v dalším bloku nástroj sjede v ose z.

```
677 ; *****
678 * - LBL HORNI PLOCHA HRUBOVANI
679 ; *****
680 LBL 14
681 FN 2: Q29 =+Q8 - +Q9 ;1.HLOUBKA
682 FN 1: Q30 =+Q8 + +Q11 ;BEZP VZDAL, NAJEZD S OHLEDEM NA PRID
683 ;
684 LBL 15
685 FN 3: Q31 =+Q108 * +2 ;D FR
686 FN 3: Q32 =+Q31 * +0.7 ;70 PROCENT FR
687 FN 3: Q33 =+Q31 * +0.3 ;30 PROCENT FR
688 FN 1: Q31 =+Q31 + +Q25 ;D FR + 1/2 PRID POLO
689 FN 1: Q34 =+Q2 + +Q31 ;KONCOVA SOURAD V X-e
```

```
690 FN 1: Q35 =+Q23 + +Q33 ;1/2 SIRKY POLO + 30 PROCENT FR
691 FN 1: Q36 =+Q35 + +Q23 ;CELKOVA VZDAL NA OFREZOVANI
692 FN 0: Q37 =+Q33
693 FN 1: Q38 =+Q23 + +Q108 ;1/2 SIRKY POLO + 1/2 FR
694 FN 0: Q39 =+Q38
```

Po vyvolání LABELU 14 iTNC vypočítá Q-parametry, které jsou potřebné pro frézování horní plochy. Parametr Q29 je definován jako přídavek polotovaru na horní ploše ($Q8 = +1$) mínus hloubka přísuvu a_p ($Q9 = +2$). V tomto případě je parametr $Q29 = -1$ a je to první hloubka záběru. Parametr Q30 je bezpečná vzdálenost, nájezd v ose z , s ohledem na přídavek polotovaru. V tomto případě nástroj najede rychloposuvem na hodnotu parametru $Q30 = +3$. Následuje vnořený LABEL 15, který je později využit při dokončování horní plochy. Parametr Q31 vypočítává aktuální průměr frézy, $Q31 = +50$. Parametr Q108 je předobsazený parametr, kterému je přiřazena aktivní hodnota rádiusu nástroje. Parametr $Q32 = 70\%$ průměru frézy, $Q32 = +35$. Parametr $Q33 = 30\%$ průměru frézy, $Q33 = +15$. V dalším bloku je k parametru Q31 přičtena polovina přídavku polotovaru v ose x , $Q25 = +5$. Parametr Q34 je délka dílu ($Q2 = +250$) plus průměr frézy a polovina přídavku polotovaru v ose x . V případě, že průměr frézy je 50 mm, $Q34 = +305$. Parametr Q35 je určen jako polovina šířky polotovaru plus 30% průměru frézy, $Q35 = 40 + 15 = +55$. Parametr Q36 definuje celkovou vzdálenost potřebnou na ofrézování horní plochy, $Q36 = +95$. Parametru Q37 je přiřazena hodnota parametru Q33. Parametr Q38 je polovina šířky polotovaru plus aktuální hodnota poloměru frézy, $Q38 = 40 + 25 = +65$. Parametru Q39 je přiřazena hodnota Q38. Pozor, číselná hodnota parametru Q39 se mění (bude vysvětleno později).

```
696 FN 9: IF +Q58 EQU +1 GOTO LBL 17
697 FN 12: IF +Q29 LT +Q10 GOTO LBL 18
698 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 17
```

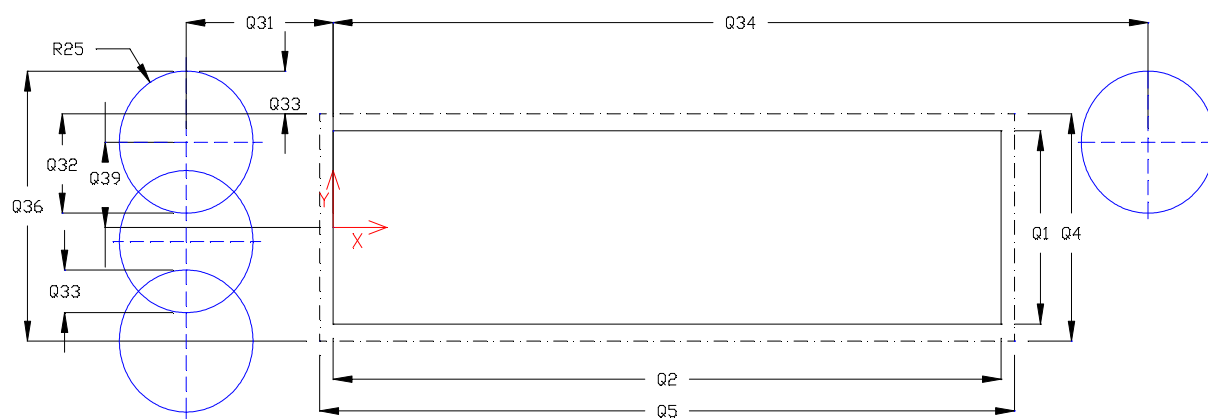
Po vypočítání Q-parametrů iTNC pokračuje na rozhodovací podmínky. První podmínka, když parametr Q58 je roven +1 jdi na LABEL 17, není splněna, protože parametr Q58 zatím nebyl definován. Druhá rozhodovací podmínka, když parametr $Q29 = -1$ je menší než $Q10 = +0.5$ jdi na LABEL 18, je splněna. Pokud by podmínka splněna nebyla, iTNC by pokračoval na LABEL 17, neboť nepodmíněná podmínka, když 0 je rovno 0, je splněna vždy.

```
720 LBL 18
721 FN 0: Q29 =+Q10
722 FN 0: Q39 =+Q38
723 FN 0: Q37 =+Q33
724 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 17
```

Protože parametr Q29 je menší než přídavek na dokončování, v tomto případě je dokonce menší než nula, došlo by k přefrézování horní plochy. Parametru Q29 je přiřazena hodnota parametru $Q10 = +0.5$. Parametrům Q39 a Q37 jsou přiřazeny hodnoty, viz výše. Následuje nepodmíněná podmínka a iTNC pokračuje na LABEL 17.

```
706 LBL 17
707 FN 2: Q39 =+Q39 - +Q32 ;PREPOCET KROKU DO BOKU
708 FN 1: Q37 =+Q37 + +Q32
709 L X-Q31 Y+Q39 R0 FMAX
710 L Z+Q30 FMAX
711 L Z+Q29 F AUTO
712 L X+Q34
713 L Z+Q13 R0 FMAX
```

Parametr Q39 vypočítává hodnotu souřadnice v ose y, přepočet kroku do boku, $Q39 = 65 - 35 = +30$. Parametr Q37 vypočítává šířku ofrézování, $Q37 = 15 + 35 = +50$. Nástroj najede rychloposuvem v ose x na hodnotu parametru $Q31 = +55$, v ose y na hodnotu parametru $Q39 = +30$, viz Obr. 7—5. Následuje najetí rychloposuvem v ose z na hodnotu parametru $Q30 = +3$, bezpečná vzdálenost. V dalším bloku nástroj sjede pracovním posuvem na hodnotu parametru $Q29 = +0.5$. Následuje frézování materiálu v ose x na hodnotu parametru $Q34 = +305$ a odjezd rychloposuvem v ose z na bezpečnou výšku $Q13 = +50$.



Obr. 7—5 Frézování horní plochy

```

715 FN 11: IF +Q36 GT +Q37 GOTO LBL 17
716 FN 9: IF +Q29 EQU +0 GOTO LBL 22
717 FN 9: IF +Q29 EQU +Q10 GOTO LBL 19
718 FN 11: IF +Q29 GT +Q10 GOTO LBL 16
    
```

První rozhodovací podmínka, když parametr $Q36 = +95$ je větší než parametr $Q37 = +50$, jdi na LABEL 17, je splněna.

Následuje přepočítání parametrů. Parametr $Q39 = -5$, parametr $Q37 = +85$. Fréza se posune o 70% svého průměru, takže překrytí drah je 30% průměru frézy, viz Obr. 7—5. Následuje přefrézování horní plochy a první rozhodovací podmínka, která je opět splněna. Celý proces se opakuje. V momentě, kdy první rozhodovací podmínka není splněna ($Q37 = +120$), následuje druhá rozhodovací podmínka, když parametr $Q29 = +0.5$ se rovná 0 jdi na LABEL 22, která není splněna. Třetí podmínka, když parametr $Q29$ je roven parametru $Q10 = +0.5$ jdi na LABEL 19, je splněna.

```

213 LBL 19
215 ;
216 ; *****
217 * - HORNÍ PLOCHA FINISH
218 ; *****
219 TOOL CALL 26 Z S898 F404
220 ; - FREZA S VBD D50
221 ;
222 CALL LBL 20 ;HORNÍ PLOCHA FINISH
223 ;
224 LBL 22
225 M5 M9
    
```

LABEL 19 je tzv. vnořený a nachází se v hlavní části programu. Před dokončováním horní plochy se zvýší otáčky a sníží posuv. Díky tomu lze dosáhnout lepší drsnosti materiálu.

```
727 ; *****
728 *   - LBL HORNI PLOCHA FINISH
729 ; *****
730 LBL 20
731 FN 0: Q29 =+0 ;HLOUBKA
732 FN 0: Q30 =+Q11 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
733 FN 0: Q58 =+1 ;POMOCNA HODNOTA NA PRESKOK
734 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 15
```

Parametr Q29 je hloubka, na kterou nástroj bude frézovat při dokončování horní plochy. Parametru Q30 je přiřazena hodnota parametru Q11 = +2, kterou uživatel definoval pro bezpečný nájezd v ose z. Parametr Q58 je pomocný parametr, který slouží k přeskoku části programu. Následuje nepodmíněná podmínka, která platí vždy.

Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 15, viz str. 33. Celý proces se opakuje, jako u hrubování, pouze s tím rozdílem, že první rozhodovací podmínka, když parametr Q58 je roven +1 jdi na LABEL 17, je splněna, viz str. 34. Řídicí systém iTNC přejde na LABEL 17 a frézuje horní plochu. Po obrobení horní plochy je splněna podmínka, když parametr Q29 je rovno 0 jdi na LABEL 22, viz str. 35. LABEL 22 je umístěn v hlavní části programu. Následuje zastavení vřetena (funkce M5) a vypnutí chlazení (funkce M9).

Zastavme se ještě u rozhodovacích podmínek, blok 696, viz str. 34. V případě, že přírůstek na horní ploše bude větší než zde zvolený nebo když hloubka třísky (a_p) bude menší než zde zvolená, pak druhá rozhodovací podmínka, při hrubování horní plochy, když parametr Q29 je menší než parametr Q10 jdi na LABEL 18, neplatí. Řídicí systém iTNC pokračuje díky nepodmíněné podmínce na LABEL 17. Přefrézuje horní plochu a pokud je splněna podmínka, že je přefrézovaná celá šířka polotovaru, platí čtvrtá podmínka, když parametr Q29 je větší než parametr Q10 jdi na LABEL 16, viz str. 35.

```
700 LBL 16
701 FN 2: Q29 =+Q29 - +Q9 ;PREPOCET HLOUBKY
702 FN 12: IF +Q29 LT +Q10 GOTO LBL 18
703 FN 0: Q39 =+Q38
704 FN 0: Q37 =+Q33
```

V LABELU 16 se přepočítává hloubka frézování o přírůstek Q9 definovaný uživatelem. Aby nedošlo k přefrézování materiálu, je zde podmínka, že pokud parametr Q29 je menší než parametr Q10 jdi na LABEL 18, viz str. 34. Pokud tato podmínka neplatí, iTNC pokračuje na LABEL 17. Po přefrézování horní plochy platí podmínka, když Q29 je rovno 0, jdi na LABEL 22 (blok 716) a iTNC pokračuje v hlavní části programu.

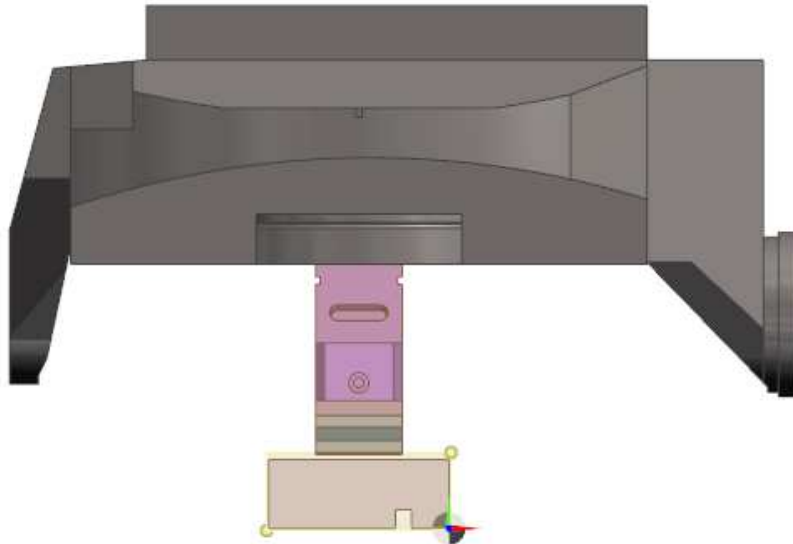
7.2.4 Frézování přední plochy

Přední plocha je frézována čelem frézy. Průměr frézy lze libovolně zvolit. Šířka záběru frézy (a_e) je maximálně 70% průměru frézy. Překrytí drah je 30% průměru frézy.

```
228 ; *****
229 *   - PREDNI/ZADNI PLOCHA HRUBOVANI
230 ; *****
231 TOOL CALL 26 Z S796 F597
232 ; - FREZA S VBD D50
233 M13
234 ;
235 L   Z+0 R0 FMAX M91
```

```
236 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
236 ;
237 CALL LBL 100
238 ;
239 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
240 CYCL DEF 7.1 X+0
241 CYCL DEF 7.2 Y-Q50
242 CYCL DEF 7.3 Z+0
243 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC-180 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
```

Referenční bod stroje se nachází v levém horním rohu pracovního prostoru v zadu. Nástroj po výměně zůstane stát v místě určeném pro výměnu. Nulový bod je v ose y posunut o polovinu šířky dílu, parametr Q50 = +34. Kolébka je naklopena o -90° (SPA) a stůl je otočen o -180° (SPC), viz Obr. 7—6. TURN definuje, že funkce PLANE natočí rotační osy, ale neprovede vyrovnávací pohyb v lineárních osách. Kolébka se může natočit dvěma způsoby. Při SEQ- obsluha vidí na otočný stůl, hlavní osa zaujme záporný úhel. Při SEQ+ otočný stůl bude schovaný za kolébkou, hlavní osa zaujme kladný úhel. TABLE ROT způsobí, že funkce PLANE napolohuje otočný stůl na definovaný úhel.



Obr. 7—6 Nulový bod, poloha stolu a kolébky při frézování přední plochy

```
245 LBL 21
246 ;
247 CALL LBL 3 ;Q-PARAMETRY
248 ;

50 ;*****
51 ; PREDNI A ZADNI PLOCHA :
52 ;*****
53 LBL 3
54 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
55 FN 0: Q10 =+0.5 ;PRIDAVEK PRO FINISH
56 FN 0: Q11 =+3 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
57 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
58 LBL 0
```

Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 21, který bude později použit a načte Q-parametry, které uživatel definoval na začátku programu.

```
249 CALL LBL 23 ;HRUBOVANI
250 ;
251 LBL 30
```

Řídicí systém iTNC pokračuje na hrubování přední plochy, LABEL 23.

```
737 ; *****
738 *   - LBL PREDNI/ZADNI PLOCHA HRUBOVANI
739 ; *****
740 LBL 23
741 FN 2: Q40 =+Q4 - +Q1 ;CELKOVY PRID MAT V Z-e
742 FN 4: Q41 =+Q40 DIV +2 ;PRID MAT V Z-e NA PL
743 FN 2: Q29 =+Q41 - +Q9 ;HLOUBKA
744 FN 1: Q30 =+Q41 + +Q11 ;BEZP VZDAL, NAJEZD S OHLEDEM NA PRID
745 ;
746 LBL 24
747 FN 3: Q31 =+Q108 * +2 ;D FR
748 FN 3: Q32 =+Q31 * +0.7 ;70 PROCENT FR
749 FN 3: Q33 =+Q31 * +0.3 ;30 PROCENT FR
750 FN 1: Q31 =+Q31 + +Q25 ;D FR + 1/2 PRID POLO
751 FN 2: Q42 =+Q32 - +Q108 ;1.SOURAD V Y-e
752 FN 1: Q43 =+Q2 + +Q31 ;KONCOVA SOURAD V X-e
753 FN 2: Q44 =-Q7 - +Q108 ;MAX SOURAD V Y-e
754 FN 0: Q45 =+Q42
```

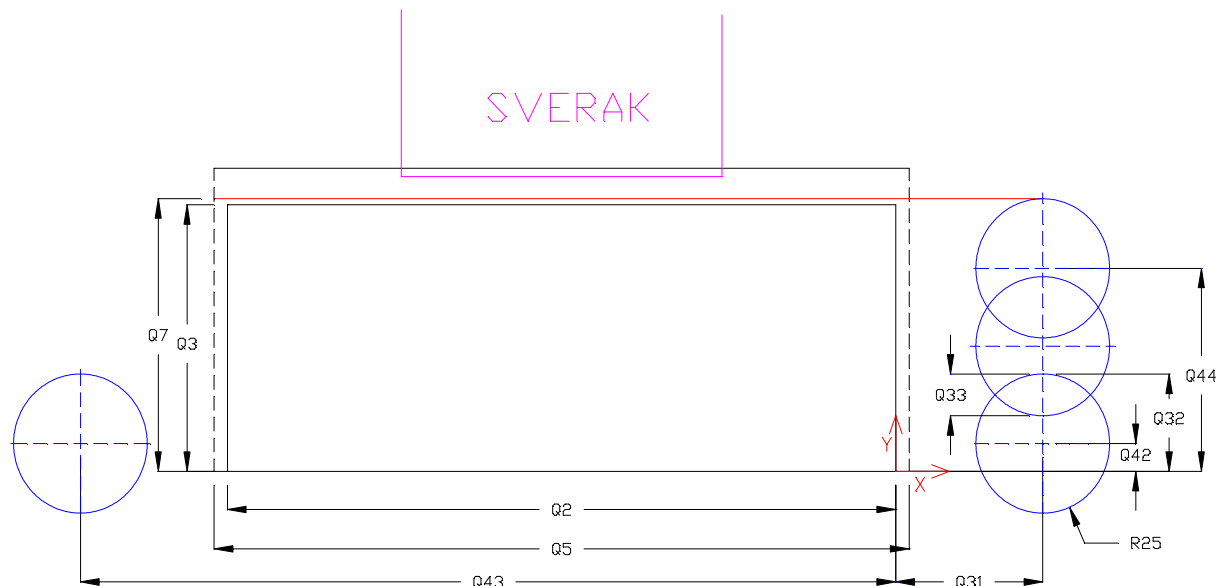
Parametr Q40 vypočítává celkový přídavek materiálu v ose z, $Q40 = 80 - 68 = +12$. Parametr Q41 definuje přídavek v ose z na plochu, $Q41 = +6$. Parametr Q29 určuje první hloubku frézování, $Q29 = 6 - 2 = +4$. Parametr Q30 vypočítává bezpečnostní vzdálenost v ose z, $Q30 = 6 + 3 = +9$. Následuje vnořený LABEL 24. Parametr Q31 vypočítává aktuální průměr frézy, $Q31 = +50$. Parametr Q32 = 70% průměru frézy, $Q32 = +35$. Parametr Q33 = 30% průměru frézy, $Q33 = +15$. V dalším bloku je k parametru Q31 přičtena polovina přídavku polotovaru v ose x, $Q31 = 50 + 5 = +55$. Parametr Q42 vypočítává první souřadnici v ose y, $Q42 = 35 - 25 = +10$. Parametr Q43 určuje koncovou souřadnici v ose x, $Q43 = 250 + 55 = +305$. Parametr Q44 vypočítává maximální souřadnici v ose y, $Q44 = +98 - 25 = +73$. Parametru Q45 je přiřazena hodnota parametru Q42.

```
756 FN 9: IF +Q60 EQU +1 GOTO LBL 25
757 FN 12: IF +Q29 LT +Q10 GOTO LBL 29
758 FN 12: IF +Q32 LT +Q44 GOTO LBL 25
```

První podmínka, když parametr Q60 je roven +1 jdi na LABEL 25, není splněna, protože parametr Q60 zatím nebyl definován. Druhá rozhodovací podmínka, když parametr Q29 = +4 je menší než parametr Q10 = +0.5 jdi na LABEL 29, není splněna. Třetí podmínka, když parametr Q32 = +35 je menší než parametr Q44 = +73 jdi na LABEL 25, je splněna.

```
774 LBL 25
775 L X+Q31 Y+Q45 R0 FMAX
776 L Z+Q30 FMAX
777 L Z+Q29 F AUTO
778 L X-Q43
779 L Z+Q13 R0 FMAX
```

Nástroj najede rychloposuvem v ose x na hodnotu parametru $Q31 = +55$, v ose y na hodnotu parametru $Q45 = +10$, viz Obr. 7—7. Následuje najetí rychloposuvem v ose z na bezpečnou vzdálenost, parametr $Q30 = +9$. V dalším bloku nástroj sjede pracovním posuvem v ose z na hodnotu parametru $Q29 = +4$. Následuje frézování materiálu v ose x na hodnotu parametru $Q43 = +305$ a odjezd rychloposuvem v ose z na bezpečnou výšku pro přejezd nástroje, parametr $Q13 = +50$.



Obr. 7—7 Frézování přední a zadní plochy

```
781 FN 12: IF +Q45 LT +Q44 GOTO LBL 26
782 FN 9: IF +Q29 EQU +0 GOTO LBL 31
783 FN 9: IF +Q29 EQU +Q10 GOTO LBL 30
784 FN 9: IF +Q45 EQU +Q44 GOTO LBL 28
```

První rozhodovací podmínka, když parametr $Q45 = +10$ je menší než parametr $Q44 = +73$ jdi na LABEL 26, je splněna.

```
760 LBL 26
761 FN 1: Q45 =+Q45 + +Q32 ;PREPOCET KROKU DO BOKU
762 FN 11: IF +Q45 GT +Q44 GOTO LBL 27
763 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 25
```

K parametru $Q45$ je přičteno 70% průměru frézy, $Q45 = 10 + 35 = +45$. Nástroj se posune v ose y o 70% průměru frézy, takže překrytí drah je 30% průměru frézy, viz Obr. 7—7. Následuje kontrola, aby nedošlo ke kolizi nástroje se svěrákem. První rozhodovací podmínka, když parametr $Q45 = +45$ je větší než parametr $Q44 = +73$ jdi na LABEL 27, není splněna. Nepodmíněná podmínka odkáže iTNC na LABEL 25.

Následuje frézování horní plochy a opět první rozhodovací podmínka v bloku 781, když parametr $Q45 = +45$ je menší než parametr $Q44 = +73$ jdi na LABEL 26, která je splněna. K parametru $Q45$ je přičteno 70% průměru frézy, $Q45 = 45 + 35 = +80$. Rozhodovací podmínka v bloku 762, když parametr $Q45$ je větší než parametr $Q44$ jdi na LABEL 27, je splněna. Pokud by zde tato podmínka nebyla, došlo by ke kolizi nástroje se svěrákem.


```
765 LBL 27
766 FN 0: Q45 =+Q44
767 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 25
```

Parametru Q45 je přiřazena maximální možná hodnota v ose y, parametr Q44 = +73. Nepodmíněná podmínka odkáže iTNC na LABEL 25.

LABEL 25 ofrězuje horní plochu, viz str. 38. První rozhodovací podmínka v bloku 781 není splněna. Druhá a třetí podmínka také není splněna, protože parametr Q29 = +4. Čtvrtá podmínka, když parametr Q45 je roven parametru Q44 jdi na LABEL 28, je splněna.

```
769 LBL 28
770 FN 2: Q29 =+Q29 - +Q9 ;PREPOCET HLOUBKY
771 FN 12: IF +Q29 LT +Q10 GOTO LBL 29
772 FN 0: Q45 =+Q42
```

V LABELU 28 dojde k přepočítání hloubky, parametr $Q29 = 4 - 2 = +2$. Rozhodovací podmínka kontroluje, zda hloubka frézování není menší než přídavek na dokončování, resp. zda nedojde k přefrézování materiálu. Parametru Q45, souřadnice v ose y, je přiřazena hodnota parametru Q42 = +10.

Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 25, viz str. 38 a celý proces se opakuje. Horní plocha je ofrézovaná s přídavkem 2 mm. Řídicí systém iTNC znovu přepočítá parametr Q29 v LABELU 28, $Q29 = 0$. Rozhodovací podmínka, když parametr Q29 je menší než parametr $Q10 = +0.5$ jdi na LABEL 29, je splněna.

```
786 LBL 29
787 FN 0: Q29 =+Q10
788 FN 0: Q45 =+Q42
789 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 25
```

Parametru Q29 je přiřazena hodnota parametru $Q10 = +0.5$, kterou uživatel definoval na začátku programu. Parametru Q45 je přiřazena hodnota parametru $Q42 = +10$, souřadnice v ose y. Nepodmíněná podmínka odkáže iTNC na LABEL 25, viz str. 38.

Následuje přefrézování přední strany v definované šířce. Třetí rozhodovací podmínka (blok 783, viz str. 39), když parametr Q29 je roven parametru Q10 jdi na LABEL 30, je splněna. LABEL 30 se nachází v hlavní části programu.

```
251 LBL 30
252 ;
253 ;
254 ; *****
255 * - PREDNI/ZADNI PLOCHA FINISH
256 ; *****
257 TOOL CALL 26 Z S898 F404
258 ; - FREZA S VBD D50
259 ;
260 CALL LBL 32 ;FINISH
261 ;
262 LBL 31
263 ;
264 FN 9: IF +Q63 EQU +1 GOTO LBL 33
265 ;
266 L Z+0 FMAX M91
267 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
```

Před dokončováním přední plochy se zvýší otáčky a sníží posuv. Díky tomu lze dosáhnout lepší drsnosti materiálu.

```
792 ; *****
793 *   - LBL PREDNI/ZADNI PLOCHA FINISH
794 ; *****
795 LBL 32
796 FN 0: Q29 =+0 ;HLOUBKA
797 FN 0: Q30 =+Q11 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
798 FN 0: Q60 =+1 ;POMOCNA HODNOTA NA PRESKOK
799 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 24
```

Parametr Q29 je roven 0, protože nástroj dokončuje přední plochu. Parametru Q30 je přiřazena hodnota parametru Q11 = +3, kterou uživatel definoval na začátku programu. Parametr Q60 je pomocný, který slouží k přeskočení části programu. Nepodmíněná podmínka odkáže iTNC na LABEL 24, viz str. 38.

Celý proces se opakuje jako u hrubování, pouze s tím rozdílem, že první rozhodovací podmínka, když parametr Q60 je roven +1 jde na LABEL 25, blok 756, viz str. 38, je splněna. Po ofrézování přední plochy je splněna podmínka, když parametr Q29 je roven 0 jde na LABEL 31, blok 782. LABEL 31 se nachází v hlavní části programu.

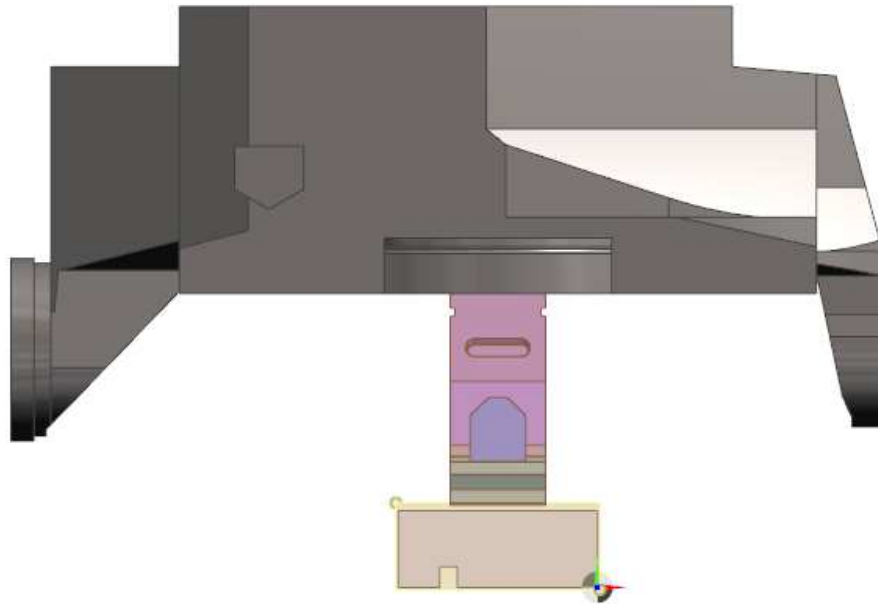
Rozhodovací podmínka v bloku 264, když parametr Q63 je roven 0 jde na LABEL 33, není splněna, protože parametr Q63 zatím nebyl definován. Následuje odjezd nástroje na souřadnice pro bezpečné indexované polohování.

7.2.5 Frézování zadní plochy

Frézování zadní plochy je shodné s frézováním přední plochy. Jediný rozdíl je v posunutí nulového bodu, otočení stolu a naklopení kolébky.

```
269 CALL LBL 100
270 ;
271 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
272 CYCL DEF 7.1 X+Q2
273 CYCL DEF 7.2 Y+Q50
274 CYCL DEF 7.3 Z+0
275 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
```

LABEL 100 zruší posunutí a natočení. Nulový bod je posunut v ose x o délku součásti, parametr Q2 = +250, v ose y o šířku dílu, parametr Q50 = +34. Kolébka je naklopena o -90° (SPA).



Obr. 7—8 Nulový bod, poloha stolu a kolébky při frézování zadní plochy

```
278 ; *****
279 *   - ZADNI PLOCHA
280 ; *****
281 TOOL CALL 26 Z S796 F597
282 ; - FREZA S VBD D50
283 ;
284 FN 0: Q63 =+1
285 ;
286 CALL LBL 21
287 ;
288 LBL 33
289 ;
290 L   Z+0 FMAX M91
291 L   X+0 Y-324 R0 FMAX M91
```

Před hrubováním zadní plochy se sníží otáčky a zvýší posuv. Načte se pomocný parametr Q63 = +1, který slouží k přeskočení části programu. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 21, který je v hlavní části programu, blok 245, viz str. 37.

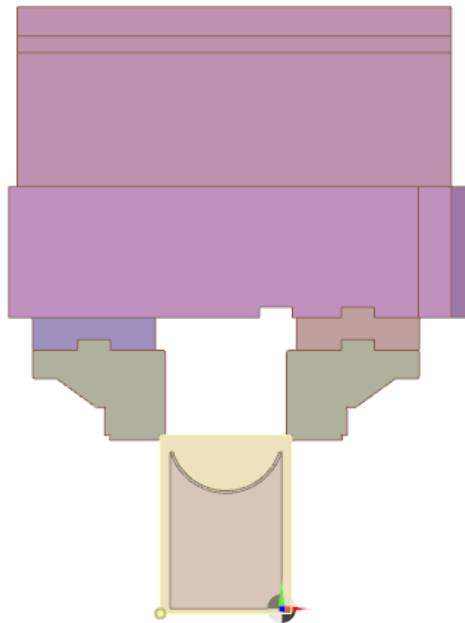
Celý proces probíhá stejně jako u hrubování přední plochy. Jediný rozdíl je, že po dokončení zadní plochy, platí rozhodovací podmínka, když parametr Q63 je roven +1 jde na LABEL 33, blok 264, viz str. 40. Tento přeskok je nutný, aby nedošlo k zacyklení. Následuje odjezd nástroje na souřadnice pro bezpečné indexované polohování.

7.2.6 Frézování pravé plochy

Pravá plocha je frézována čelem frézy. Šířka záběru frézy (a_e) je maximálně 70% průměru frézy. Překrytí drah je 30% průměru frézy. Frézování pravé plochy je na stejném principu jako hrubování přední plochy.

```
293 CALL LBL 100
294 ;
295 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
296 CYCL DEF 7.1 X+Q2
297 CYCL DEF 7.2 Y-Q50
298 CYCL DEF 7.3 Z+0
299 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC-90 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
```

LABEL 100 zruší posunutí a natočení. Nulový bod je posunut v ose x o délku součásti, parametr $Q2 = +250$, v ose y o polovinu šířky dílu, parametr $Q50 = +34$. Kolébka je naklopena o -90° (SPA), stůl je otočen o -90° (SPC).



```
302 ; *****
303 * - PRAVA/LEVA STRANA HRUBOVANI
304 ; *****
305 TOOL CALL 26 Z S796 F597
306 ; - FREZA S VBD D50
307 ;
308 LBL 35
309 ;
310 CALL LBL 4 ;Q-PARAMETRY

60 ;*****
61 ; LEVA A PRAVA PLOCHA :
62 ;*****
63 LBL 4
64 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
65 FN 0: Q10 =+0.5 ;PRIDAVEK PRO FINISH
66 FN 0: Q11 =+3 ;BEZP VZDAL, NAJEZD Z-e
67 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
68 LBL 0

311 ;
312 CALL LBL 34 ;HRUBOVANI
```

Před hrubováním pravé plochy se sníží otáčky a zvýší posuv. LABEL 35 bude použit později. Řídicí systém iTNC načte Q-parametry v LABELU 4, které uživatel definoval před startem programu a pokračuje na hrubování pravé plochy.

```
802 ; *****
803 *   - LBL PRAVA/LEVA PLOCHA HRUBOVANI
804 ; *****
805 LBL 34
806 FN 0: Q41 =+Q25 ;PRID MAT V Z-e NA PL
807 FN 1: Q30 =+Q41 + +Q11 ;BEZP VZDAL, NAJEZD S OHLEDEM NA PRID
808 FN 2: Q29 =+Q41 - +Q9 ;HLOUBKA
809 ;
810 LBL 36
811 FN 3: Q31 =+Q108 * +2 ;D FR
812 FN 3: Q32 =+Q31 * +0.7 ;70 PROCENT FR
813 FN 3: Q33 =+Q31 * +0.3 ;30 PROCENT FR
814 FN 2: Q42 =+Q32 - +Q108 ;1.SOURAD V Y-e
815 FN 1: Q43 =+Q1 + +Q31 ;KONCOVA SOURAD V X-e
816 FN 2: Q44 =-Q7 - +Q108 ;MAX SOURAD V Y-e
817 FN 0: Q45 =+Q42
```

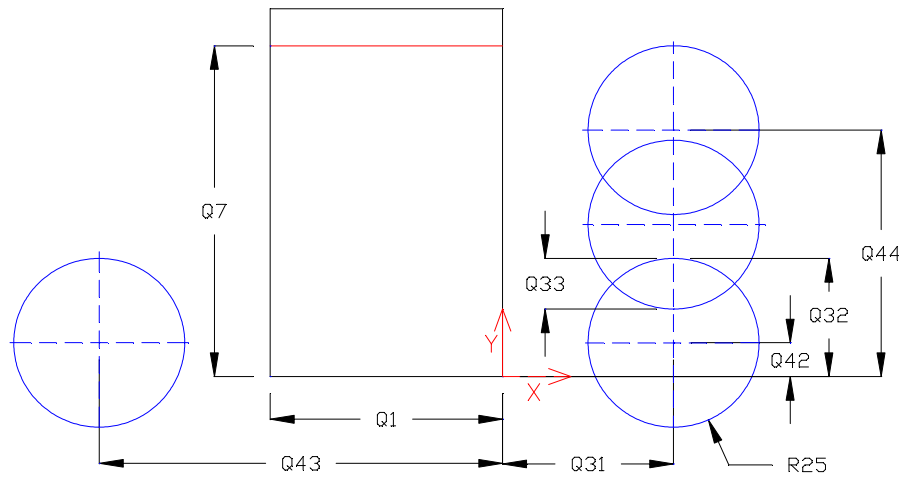
Parametr Q41 je přídavek materiálu na plochu v ose z, parametr Q25 = +5. Parametr Q30 vypočítává bezpečnostní vzdálenost s ohledem na přídavek materiálu v ose z, $Q30 = 5 + 3 = +8$. Parametr Q29 určuje první hloubku frézování, $Q29 = 5 - 2 = +3$. Následuje vnořený LABEL 36. Parametr Q31 vypočítává aktuální průměr frézy, $Q31 = +50$. Parametr Q32 = 70% průměru frézy, $Q32 = +35$. Parametr Q33 = 30% průměru frézy, $Q33 = +15$. Parametr Q42 vypočítává první souřadnici v ose y, $Q42 = 35 - 25 = +10$. Parametr Q43 určuje koncovou souřadnici v ose x, $Q43 = 68 + 50 = +118$. Parametr Q44 vypočítává maximální souřadnici v ose y, $Q44 = +98 - 25 = +73$. Parametru Q45 je přiřazena hodnota parametru Q42.

```
819 FN 9: IF +Q61 EQU +1 GOTO LBL 37
820 FN 12: IF +Q29 LT +Q10 GOTO LBL 41
821 FN 12: IF +Q32 LT +Q44 GOTO LBL 37
```

První podmínka, když parametr Q61 je roven +1 jdi na LABEL 37, není splněna, protože parametr Q61 zatím nebyl definován. Druhá rozhodovací podmínka, když parametr Q29 = +3 je menší než parametr Q10 = +0.5 jdi na LABEL 29, není splněna. Třetí podmínka, když parametr Q32 = +35 je menší než parametr Q44 = +73 jdi na LABEL 25, je splněna.

```
837 LBL 37
838 L X+Q31 Y+Q45 R0 FMAX
839 L Z+Q30 FMAX
840 L Z+Q29 F AUTO
841 L X-Q43
842 L Z+Q13 R0 FMAX
```

Nástroj najede rychloposuvem v ose x na hodnotu parametru $Q31 = +50$, v ose y na hodnotu parametru $Q45 = +10$, viz Obr. 7—9. Následuje najetí rychloposuvem v ose z na bezpečnou vzdálenost, parametr $Q30 = +8$. V dalším bloku nástroj sjede pracovním posuvem v ose z na hodnotu parametru $Q29 = +3$. Následuje frézování materiálu v ose x na hodnotu parametru $Q43 = +118$ a odjezd rychloposuvem v ose z na bezpečnou výšku pro přejezd nástroje, parametr $Q13 = +50$.



Obr. 7—9 Frézování pravé plochy

```
844 FN 12: IF +Q45 LT +Q44 GOTO LBL 38
845 FN 9: IF +Q29 EQU +0 GOTO LBL 42
846 FN 9: IF +Q29 EQU +Q10 GOTO LBL 42
847 FN 9: IF +Q45 EQU +Q44 GOTO LBL 40
```

První rozhodovací podmínka, když parametr $Q45 = +10$ je menší než parametr $Q44 = +73$ jdi na LABEL 38, je splněna.

```
823 LBL 38
824 FN 1: Q45 =+Q45 + +Q32 ;PREPOCET KROKU DO BOKU
825 FN 11: IF +Q45 GT +Q44 GOTO LBL 39
826 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 37
```

K parametru $Q45$ je přičteno 70% průměru frézy, $Q45 = 10 + 35 = +45$. Nástroj se posune v ose y o 70% průměru frézy, takže překrytí drah je 30% průměru frézy, viz Obr. 7—9. Následuje kontrola, aby nedošlo ke kolizi nástroje se svěrákem. První rozhodovací podmínka není splněna, $Q44 = +73$. Nepodmíněná podmínka odkáže iTNC na LABEL 37.

Následuje frézování plochy v LABELU 37. První rozhodovací podmínka v bloku 844, když parametr $Q45 = +45$ je menší než parametr $Q44 = +73$ jdi na LABEL 38, je splněna. K parametru $Q45$ je přičteno 70% průměru frézy, $Q45 = 45 + 35 = +80$. Rozhodovací podmínka v bloku 825, když parametr $Q45$ je větší než parametr $Q44$ jdi na LABEL 39, je splněna. Pokud by zde tato podmínka nebyla, došlo by ke kolizi nástroje se svěrákem.

```
828 LBL 39
829 FN 0: Q45 =+Q44
830 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 37
```

Parametru $Q45$ je přiřazena hodnota parametru $Q44 = +73$, maximální možná hodnota v ose y . Nepodmíněná podmínka odkáže iTNC na LABEL 37.

LABEL 37 ofrézuje horní plochu, viz str. 44. První podmínka v bloku 844 není splněna. Druhá a třetí podmínka také není splněna, protože $Q29 = +3$. Čtvrtá podmínka, když parametr $Q45$ je roven parametru $Q44$ jdi na LABEL 40, je splněna.

```
832 LBL 40
833 FN 2: Q29 =+Q29 - +Q9 ;PREPOCET HLOUBKY
834 FN 12: IF +Q29 LT +Q10 GOTO LBL 41
835 FN 0: Q45 =+Q42
```

V LABELU 40 dojde k přepočítání hloubky, $Q29 = 3 - 2 = +1$. Rozhodovací podmínka kontroluje, zda hloubka frézování není menší než přírůstek na dokončování, resp. zda nedojde k přefrézování materiálu. Parametru Q45, souřadnice v ose y, je přiřazena hodnota parametru $Q42 = +10$.

Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 37, viz str. 44 a celý proces se opakuje. Plocha bude ofrézovaná s přírůstkem 1 mm. Když iTNC znovu přepočítá parametr $Q29 = 1 - 2 = -1$, rozhodovací podmínka, když parametr Q29 je menší než parametr $Q10 = +0.5$ jdi na LABEL 41, je splněna.

```
849 LBL 41
850 FN 0: Q29 =+Q10
851 FN 0: Q45 =+Q42
852 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 37
```

Parametru Q29 je přiřazena hodnota parametru $Q10 = +0.5$, kterou uživatel definoval na začátku programu. Parametru Q45 je přiřazena hodnota parametru $Q42 = +10$, souřadnice v ose y. Nepodmíněná podmínka odkáže iTNC na LABEL 37, viz str. 44.

Následuje přefrézování plochy v definované šířce. Třetí rozhodovací podmínka v bloku 846, viz str. 45, když parametr Q29 je roven parametru Q10 jdi na LABEL 42, je splněna.

```
854 LBL 42
855 LBL 0
```

LABEL 0 ukončí LABEL 34. Řídicí systém iTNC pokračuje v hlavní části programu za funkcí CALL LABEL 34.

```
315 ; *****
316 * - PRAVA/LEVA STRANA FINISH
317 ; *****
318 TOOL CALL 26 Z S900 F400
319 ; - FREZA S VBD D50
320 ;
321 CALL LBL 43 ;FINISH
322 ;
323 FN 9: IF +Q59 EQU +1 GOTO LBL 44
324 ;
325 L Z+0 FMAX M91
326 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
```

Před dokončováním pravé plochy se zvýší otáčky a sníží posuv. Díky tomu lze dosáhnout lepší drsnosti materiálu.

```
858 ; *****
859 * - LBL PRAVA/LEVA PLOCHA FINISH
860 ; *****
861 LBL 43
862 FN 0: Q29 =+0 ;HLOUBKA
863 FN 0: Q30 =+Q11 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
864 FN 0: Q61 =+1 ;POMOCNA HODNOTA NA PRESKOK
865 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 36
```

Parametru Q29 je přiřazena 0, protože nástroj dokončuje pravou plochu. Parametru Q30 je přiřazena hodnota parametru $Q11 = +3$. Pomocný parametr Q61 slouží k přeskočení části programu. Nepodmíněná podmínka odkáže iTNC na LABEL 36, viz str. 44.

Celý proces se opakuje jako u hrubování, pouze s tím rozdílem, že první rozhodovací podmínka, když parametr Q61 je roven +1 jdi na LABEL 37, blok 819, viz str. 44, je splněna. Po ofrézování plochy je splněna podmínka, když parametr Q29 je roven 0 jdi na LABEL 42, blok 845, viz str. 45. LABEL 42 ukončí LABEL 43. Řídicí systém iTNC pokračuje v hlavní části programu za funkcí CALL LBL 43.

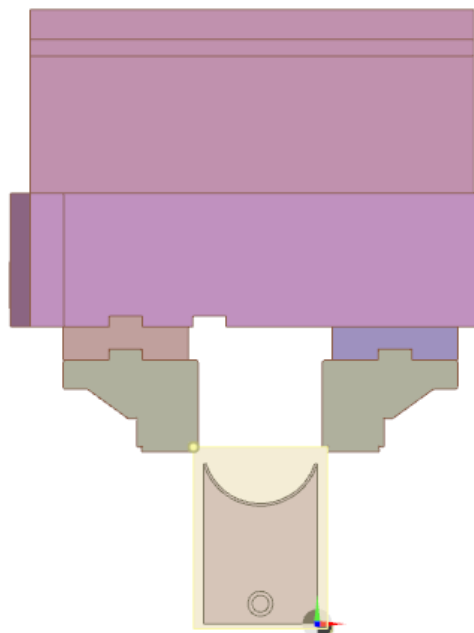
Rozhodovací podmínka v bloku 323, když Q59 je roven 0, není splněna, protože parametr Q59 zatím nebyl definován. Následuje odjezd nástroje na souřadnice pro bezpečné indexované polohování.

7.2.7 Frézování levé plochy

Frézování levé plochy je shodné s frézováním pravé plochy. Jediný rozdíl je v posunutí nulového bodu a otočení stolu.

```
328 CALL LBL 100
329 ;
330 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
331 CYCL DEF 7.1 X+0
332 CYCL DEF 7.2 Y+Q50
333 CYCL DEF 7.3 Z+0
334 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC+90 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
```

LABEL 100 zruší posunutí a natočení. Nulový bod je posunut v ose y o polovinu šířky součásti, parametr Q50 = +34. Kolébka je naklopena o -90° (SPA) a stůl je otočen o +90° (SPC).



Obr. 7—10 Nulový bod, poloha stolu a kolébky při frézování levé plochy


```
337 ; *****
338 *   - LEVA STRANA
339 ; *****
340 TOOL CALL 26 Z S796 F597
341 ;   - FREZA S VBD D50
342 ;
343 FN 0: Q59 =+1
344 ;
345 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 35
346 ;
347 LBL 44
348 M5 M9
```

Před hrubováním levé plochy se sníží otáčky a zvýší posuv. Načte se pomocný parametr Q59, který slouží k přeskočení části programu. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 35, který je v hlavní části programu, blok 308, viz str. 43.

Celý proces probíhá stejně jako u hrubování pravé plochy. Jediný rozdíl je, že po dokončení pravé plochy, platí rozhodovací podmínka, když parametr Q59 je roven +1 jde na LABEL 44, blok 323, viz str. 46. Tento přeskok je nutný, aby nedošlo k zacyklení. Následuje odjezd nástroje na souřadnice pro bezpečné indexované polohování, zastavení vřetena (funkce M5) a vypnutí chlazení (funkce M9).

7.2.8 Frézování drážky 22H8

Drážka 22H8 je vyhrubována frézou s VBD Ø20. Uživatel definuje přídavek na bok a dno drážky. Dokončování drážky je provedeno monolitní frézou.

```
351 ; *****
352 *   - DRAZKA 22H8 HRUBOVANI
353 ; *****
354 TOOL CALL 23 Z S1496 F673
355 ;   - FREZA S VBD D20
356 M13
357 ;
358 L   Z+0 FMAX M91
359 L   X+0 Y-324 R0 FMAX M91
360 ;
361 CALL LBL 100
362 ;
363 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
364 CYCL DEF 7.1 X+0
365 CYCL DEF 7.2 Y+0
366 CYCL DEF 7.3 Z+0
367 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
368 ;
369 CALL LBL 5 ;Q-PARAMETRY

70 ;*****
71 ; DRAZKA 22H8 :
72 ;*****
73 LBL 5
74 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
75 FN 0: Q10 =+0.2 ;PRID PRO FINISH NA DNO
76 FN 0: Q11 =+2 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
77 FN 0: Q12 =+26 ;HLOUBKA
78 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
```

```
79 FN 0: Q19 =+52 ;VZDALENOST OD NB
80 FN 0: Q20 =+22 ;SIRKA DRAZKY
81 FN 0: Q21 =+0.2 ;PRID PRO FINISH NA BOK NA PL
82 LBL 0
```

```
371 CALL LBL 45 ;DRAZKA HRUBOVANI
372 ;
373 L Z+0 FMAX M91
374 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
```

Řídicí systém iTNC načte Q-parametry, které uživatel definoval na začátku programu v LABELU 5. Parametr Q12 určuje hloubku drážky. Parametr Q19 určuje vzdálenost drážky od nulového bodu v ose x . Parametr Q22 definuje šířku drážky. Parametr Q21 určuje přírůstek na bok drážky (na plochu).

```
868 ; *****
869 * - LBL DRAZKA HRUBOVANI
870 ; *****
871 LBL 45
872 FN 0: Q29 =+Q9 ;HLOUBKA
873 ;
874 LBL 46
875 FN 3: Q31 =+Q108 * +2 ;D FR
876 FN 3: Q46 =+Q21 * +2 ;CELK PRID DRAZKY
877 FN 2: Q47 =+Q20 - +Q46 ;SIRKA DRAZKY S OHLEDEM NA PRID
878 FN 4: Q48 =+Q47 DIV +2 ;1/2 DRAZKY S PRID
879 FN 1: Q49 =+Q19 + +Q20 ;VZDAL OD NB + SIRKA DRAZKY
880 FN 1: Q51 =+Q50 + +Q31 ;NAJEZD V Y-e
881 FN 2: Q52 =+Q49 - +Q31 ;NAJEZD V X-e
882 FN 2: Q53 =+Q49 - +Q21 ;SOURAD V X-e
883 FN 1: Q54 =+Q31 + +3
884 FN 1: Q55 =+Q50 + +Q54 ;SOURAD V Y-e
885 FN 1: Q56 =+Q19 + +Q21 ;2.SOURAD V X-e
886 FN 2: Q57 =+Q12 - +Q10 ;HLOUBKA
```

Parametr Q29 určuje aktuální hloubku frézování. Následuje vnořený LABEL 46. Parametr Q31 vypočítává aktuální průměr frézy, $Q31 = +20$. Přírůstek Q46 určuje celkový přírůstek na bok drážky, $Q46 = +0.4$. Parametr Q47 definuje šířku drážky s ohledem na celkový přírůstek na bok, $Q47 = +19.6$. Parametr Q48 určuje polovinu drážky s ohledem na přírůstek, $Q48 = +9.8$. Parametr Q49 vypočítává vzdálenost drážky od nulového bodu plus šířku drážky, $Q49 = 52 + 22 = +74$. Parametr Q51 vypočítává nájezd v ose y , $Q51 = 34 + 20 = +54$. Parametr Q52 určuje nájezd v ose x , $Q52 = 74 - 20 = +54$. Parametr Q53 vypočítává souřadnici v ose x , $Q53 = 74 - 0.2 = +73.8$. Parametr Q54 definuje přírůstek k průměru nástroje, $Q54 = +23$. Parametr Q55 vypočítává souřadnici v ose y , $Q55 = 34 + 23 = +57$. Nástroj přejede celým svým průměrem 3 mm za šířku součásti. Pokud to řídicí systém umožňuje, lze použít funkci M98, která zajistí, že nástroj přejede středem frézy za šířku dílu. Parametr Q56 vypočítává druhou souřadnici v ose x , $Q56 = 52 + 0.2 = +52.2$. Parametr Q57 určuje maximální hloubku drážky s přírůstkem na dno, $Q57 = 26 - 0.2 = +25.8$.

```
888 FN 12: IF +Q31 LT +Q48 GOTO LBL 47
889 FN 11: IF +Q31 GT +Q47 GOTO LBL 48
```

První rozhodovací podmínka kontroluje, zda průměr nástroje je větší než polovina šířky drážky s ohledem na přírůstek. Když parametr Q31 je menší než parametr Q48, jde na LABEL 47.

```
913 LBL 47
914 M0
915 ; PRUMER FREZY JE MALY
916 ; FREZA BY MELA MIT PRUMER VETSI NEZ 1/2 DRAZKY
917 M30
```

Uživatel si v LABELU 47 přečte, že průměr frézy je příliš malý.

Druhá rozhodovací podmínka kontroluje, zda průměr nástroje není větší než šířka drážky s ohledem na přídavek. Když parametr Q31 je větší než parametr Q47 jdi na LABEL 48.

```
919 LBL 48
920 M0
921 ; PRUMER FREZY JE VELKY
922 ; PRUMER FREZY MUSI BYT MENSI NEZ DRAZKA
923 M30
```

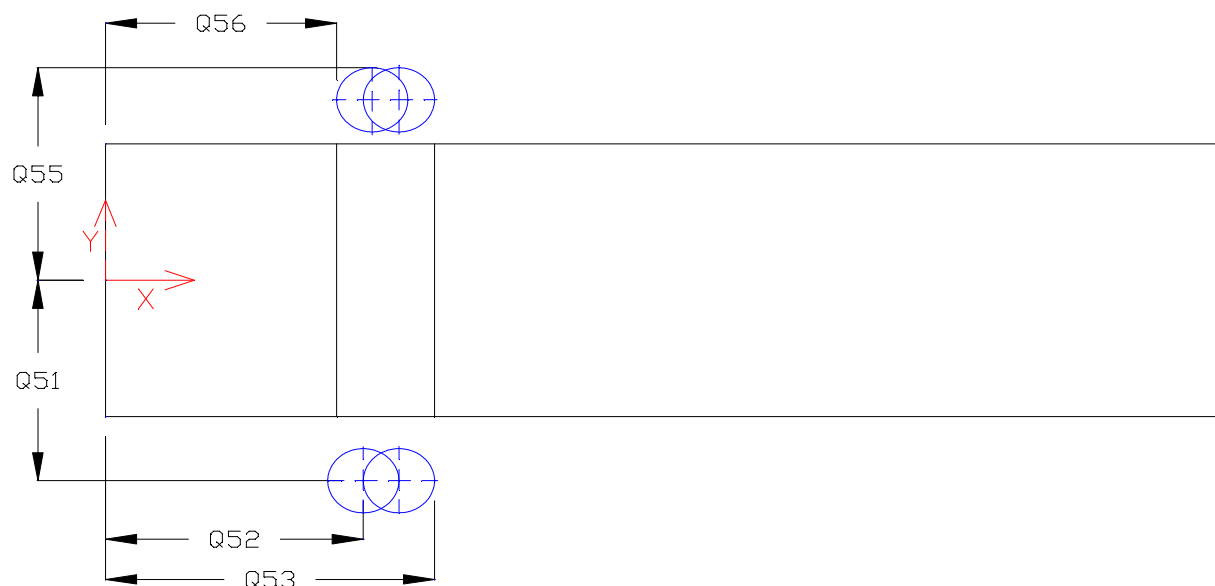
Uživatel si v LABELU 48 přečte, že průměr frézy je příliš velký.

```
891 L X+Q52 Y-Q51 R0 FMAX
892 L Z+Q11 FMAX
```

Nájezd rychloposuvem v ose x, y, z.

```
894 LBL 51
895 L Z-Q29 R0 F AUTO
896 L X+Q53 RL
897 L Y+Q55
898 L X+Q56
899 L Y-Q55
```

Nástroj sjede pracovním posuvem v ose z na první hloubku a následuje frézování drážky, viz Obr. 7—11.



Obr. 7—11 Frézování drážky

```
901 FN 12: IF +Q29 LT +Q57 GOTO LBL 49
902 FN 9: IF +Q29 EQU +Q57 GOTO LBL 52
```

První rozhodovací podmínka, když parametr $Q29 = +2$ je menší než parametr $Q57 = +25.8$, jde na LABEL 49, je splněna.

```
904 LBL 49
905 FN 1: Q29 =+Q29 + +Q9 ;PREPOCET HLOUBKY
906 FN 12: IF +Q29 LT +Q57 GOTO LBL 51
907 FN 11: IF +Q29 GT +Q57 GOTO LBL 50
```

V LABELU 49 dojde k přepočítání hloubky, $Q29 = 2 + 2 = +4$. První rozhodovací podmínka, když parametr $Q29$ je menší než parametr $Q57$ jde na LABEL 51, je splněna.

Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 51, viz str. 50. Celý proces se opakuje až do doby, kdy parametr $Q29 = +26$, pak je splněna druhá rozhodovací podmínka a iTNC pokračuje na LABEL 50.

```
909 LBL 50
910 FN 0: Q29 =+Q57
911 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 51
```

V LABELU 50 je parametru $Q29$ přiřazena hloubka s ohledem na přídavek, parametr $Q57 = +25.8$.

Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 51 a rozhodovací podmínky, blok 901. Druhá rozhodovací podmínka, když parametr $Q29$ je roven parametru $Q57$ jde na LABEL 52, je splněna.

```
925 LBL 52
926 L Z+Q13 R0 FMAX
927 LBL 0
```

Zdvih nástroje rychloposuvem v ose z.

```
373 L Z+0 FMAX M91
374 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
375 ;
376 CALL LBL 100
377 ;
378 CYCL DEF 7.0 NULO VY BOD
379 CYCL DEF 7.1 X+0
380 CYCL DEF 7.2 Y+0
381 CYCL DEF 7.3 Z+0
382 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
383 M5 M9
384 ;
385 ;
386 M0
387 ; *****
388 * - MERIT DRAZKU
389 ; *****
```

Odjezd nástroje na souřadnice pro bezpečné indexované polohování. Stop programu. Uživatel změří šířku drážky a dle naměřené hodnoty upraví korekci nástroje.

```
392 ; *****
393 *   - DRAZKA FINISH
394 ; *****
395 TOOL CALL 46 Z S2706 F541
396 ; - FREZA D16 TK
397 M13
398 ;
399 L  Z+0 FMAX M91
400 L  X+0  Y-324 R0 FMAX M91
401 ;
402 CALL LBL 100
403 ;
404 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
405 CYCL DEF 7.1 X+0
406 CYCL DEF 7.2 Y+0
407 CYCL DEF 7.3 Z+0
408 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
409 ;
410 ;
411 CALL LBL 53 ;DRAZKA FINISH
412 M5 M9
```

Monolitní fréza TK na dokončování přesných rozměrů. Dle změřené šířky drážky obsluha stroje upraví korekci nástroje (DR, DL).

```
930 ; *****
931 *   - LBL DRAZKA FINISH
932 ; *****
933 LBL 53
934 FN 0: Q29 =+Q12
935 FN 0: Q21 =+0 ;PRIDAVEK NA BOK
936 FN 0: Q10 =+0 ;PRIDAVEK NA DNO
937 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 46
```

Parametru Q29 je přiřazena hloubka drážky, Q12 = +26. Parametry Q21 a Q10 jsou vynulovány. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 46, viz str. 49.

Následuje dokončování drážky. Druhá rozhodovací podmínka, blok 902, viz str. 51, je splněna. Řídicí systém iTNC odjede v ose z a pokračuje v hlavním programu.

7.2.9 Vrtání díry ø8.5 s dělením třísky

Na vrtání díry ø8.5 je použit tvrdokovový vrták s vnitřním chlazením. Při vrtání dochází k dělení třísky, tuto hodnotu zadává uživatel. K vrtání díry s dělením třísky je použit parametrický program, který je vyvolán jako podprogram.

```
415 ; *****
416 *   - D8.5 S DELENIM TRISKY
417 ; *****
418 TOOL CALL 2 Z S3370 F674
419 ; - VRTAK D8.5 TK S VNITRNIM CHLAZENIM
420 M13
421 M7
422 ;
423 L  Z+0 FMAX M91
424 L  X+0  Y-324 R0 FMAX M91
```

```

425 ;
426 CALL LBL 100
427 ;
428 CYCL DEF 7.0 NULOVOY BOD
429 CYCL DEF 7.1 X+0
430 CYCL DEF 7.2 Y+0
431 CYCL DEF 7.3 Z+0
432 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
433 ;
434 CALL LBL 6 ;Q-PARAMETRY

84 ;*****
85 ; DIRA D8.5 :
86 ;*****
87 LBL 6
88 FN 0: Q9 =+3 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
89 FN 0: Q11 =+2 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
90 FN 0: Q12 =-75 ;HLOUBKA
91 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
92 FN 0: Q15 =+15 ;SOURAD V X-e
93 FN 0: Q16 =+0 ;SOURAD V Y-e
94 FN 0: Q17 =+197.5 ;2.SOURAD V X-e
95 FN 0: Q18 =+0 ;2.SOURAD V Y-e
96 LBL 0

```

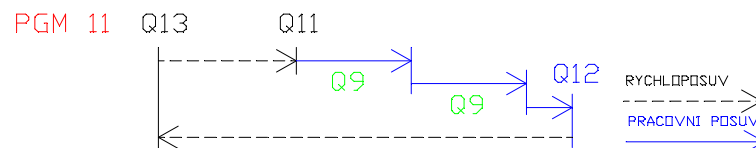
Řídicí systém iTNC načte Q-parametry, které uživatel definoval na začátku programu v LABELU 6. Parametr Q15 určuje souřadnici první díry v ose x, parametr Q16 definuje souřadnici v ose y. Parametr Q17 určuje souřadnici druhé díry v ose x, parametr Q18 definuje souřadnici v ose y.

```

436 CYCL DEF 12.0 PGM CALL
437 CYCL DEF 12.1 PGM 11

```

Program 11 je určen pro vrtání díry s dělením třísky. Nástroj sjede rychloposuvem na souřadnici v ose z o hodnotě parametru Q11. Následuje přísuv parametru Q9 pracovním posuvem a přerušení třísky. Přísuv a přerušení třísky se opakuje až do hodnoty parametru Q12. Princip vrtání je vidět na Obr. 7—12.



Obr. 7—12 Vrtací cyklus s dělením třísky

```

0 BEGIN PGM 11 MM
1 ;
2 FN 0: Q298 =+Q11

```

Parametru Q298 je přiřazena hodnota parametru Q11 = +2.

```

4 L Z+Q11 FMAX
5 FN 2: Q298 =+Q298 - +Q9

```

Nástroj sjede na bezpečnou vzdálenost v ose z, hodnota parametru $Q11 = +2$. Přepočítání hloubky, $Q298 = 2 - 3 = -1$.

```
7 FN 11: IF +Q12 GT +Q298 GOTO LBL 224
8 FN 9: IF +Q12 EQU +Q298 GOTO LBL 224
```

První rozhodovací podmínka, když parametr $Q12 = -75$ je větší než parametr $Q298 = -1$ jdi na LABEL 224, není splněna. Druhá rozhodovací podmínka také není splněna.

```
10 L Z+Q298
```

Nástroj sjede pracovním posuvem na hodnotu parametru $Q298 = -1$.

```
12 LBL 211
13 L IZ+0.1
```

Nástroj se inkrementálně zdvihne v ose z, tím dojde k přeruší třísky.

```
14 FN 2: Q298 =+Q298 - +Q9
15 FN 11: IF +Q12 GT +Q298 GOTO LBL 224
16 FN 9: IF +Q12 EQU +Q298 GOTO LBL 224
```

Řídicí systém iTNC přepočítá parametr $Q298$. První rozhodovací podmínka, když parametr $Q12 = -75$ je větší než parametr $Q298 = -4$ jdi na LABEL 224, není splněna. Druhá rozhodovací podmínka také není splněna.

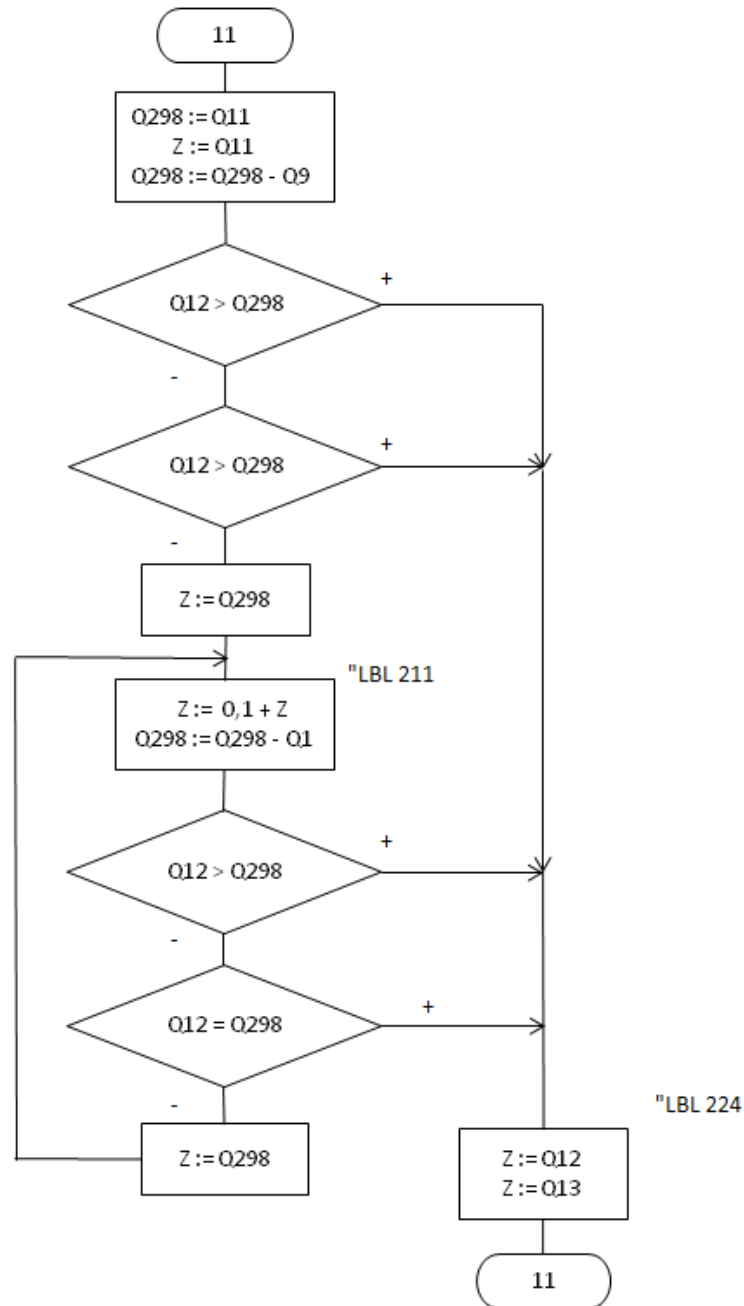
```
18 L Z+Q298
19 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 211
```

Nástroj sjede pracovním posuvem na hodnotu parametru $Q298 = -4$. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 211.

Celý proces se opakuje do doby, než je splněna první nebo druhá podmínka (blok 15, 16), pak iTNC pokračuje na LABEL 224.

```
21 LBL 224
22 L Z+Q12
23 L Z+Q13 FMAX
24 END PGM 11 MM
```

Nástroj sjede pracovním posuvem na hodnotu parametru $Q12 = -75$. Následuje odjezd rychloposuvem, $Q13 = 50$.



Obr. 7—13 Vývojový diagram pro vrtací cyklus s dělením třísky

```

439 L X+Q15 Y+Q16 R0 FMAX M99
440 L X+Q17 Y+Q18 R0 FMAX M99
441 M5 M9
  
```

Parametricky zadané souřadnice děr pro vrtání. Funkce M99 vyvolává naposledy definovaný obráběcí cyklus, viz str. 53. Pokud by místo CYCL DEF bylo použito CALL PGM, funkce M99 by nefungovala.

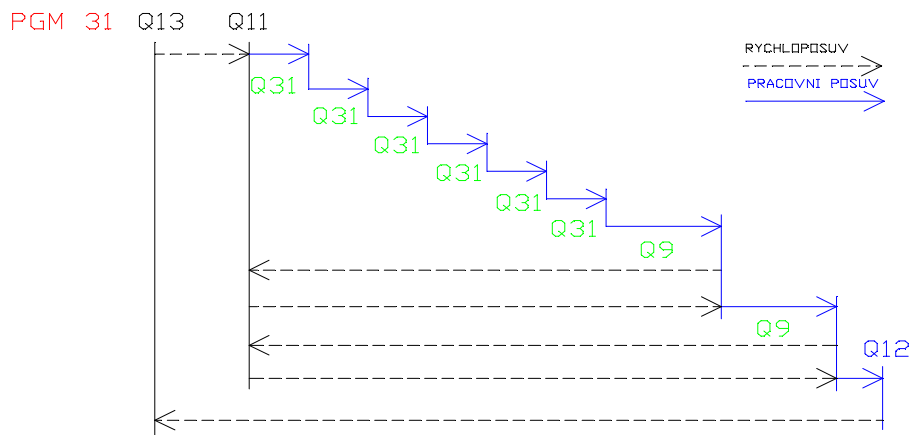
7.2.10 Hluboké vrtání díry Ø14

K vrtání díry Ø14 je použit tvrdokovový vrták. Při vrtání dochází k dvojitmu dělení třísky, tyto hodnoty zadává uživatel. K vrtání hluboké díry je použit parametrický program, který je vyvolán jako podprogram.

```
444 ; *****
445 *   - D14 HLUBOKE VRTANI TK
446 ; *****
447 TOOL CALL 3 Z S1364 F273
448 ; - VRTAK D14 TK
449 M13
450 ;
451 L Z+0 FMAX M91
452 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
453 ;
454 CALL LBL 100
455 ;
456 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
457 CYCL DEF 7.1 X+0
458 CYCL DEF 7.2 Y+0
459 CYCL DEF 7.3 Z+0
460 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
461 ;
462 CALL LBL 7 ;Q-PARAMETRY

98 ;*****
99 ; DIRA D14 :
100 ;*****
101 LBL 7
102 FN 0: Q9 =+3 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
103 FN 0: Q11 =+2 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
104 FN 0: Q12 =-75 ;HLOUBKA
105 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
106 FN 0: Q14 =-10 ;HLOUBKA S VETSIM DELENIM TRISKY
107 FN 0: Q15 =+214.5 ;SOURAD V X-e
108 FN 0: Q16 =+0 ;SOURAD V Y-e
109 LBL 0
```

Řídicí systém iTNC načte Q-parametry, které uživatel definoval na začátku programu v LABELU 7. Parametr Q12 určuje celkovou hloubku vrtané díry. Parametr Q14 udává hloubku s větším dělením třísky. Do hodnoty parametru Q14 bude docházet k dělení třísky bez výplachu. Princip vrtání je vidět na Obr. 7—14.



Obr. 7—14 Vrtací cyklus pro vrtání hlubokých děr

```

464 L X+Q15 Y+Q16 R0 FMAX
465 ;
466 CALL PGM 31 ;VRTACI CYKLUS PRO HLUBOKE VRTANI
467 M5 M9

```

Parametricky zadané souřadnice a programu pro vrtací cyklus vrtání hlubokých děr.

```

0 BEGIN PGM 31 MM
1 L Z+Q11 R0 FMAX
2 FN 2: Q297 = +Q11 - +Q14
3 FN 4: Q296 = +Q297 DIV +6
4 FN 1: Q295 = +Q296 + +0.05

```

Nástroj sjede na bezpečnou vzdálenost v ose z, hodnota parametru Q11 = +2. Parametr Q297 vypočítává hloubku s větším dělením třísky s ohledem na bezpečností vzdálenost, parametr $Q297 = 2 + 10 = +12$. Parametr Q296 vypočítává hloubku třísky, $Q296 = 12 / 6 = +2$. Parametr Q295 je hloubka přísluvu s odskokem pro zlomení třísky, $Q295 = +2.05$.

```
6 L IZ-Q296
```

Nástroj sjede inkrementálně v ose z o parametr Q296 = +2, absolutní hodnota z = 0.

```
7 L IZ+0.05
```

Nástroj provede nepatrný inkrementální pohyb zpět, absolutní hodnota z = +0.05.

```
8 L IZ-Q295
```

Nástroj sjede inkrementálně v ose z o parametr Q295 = +2.05, absolutní hodnota z = -2.

```
9 L IZ+0.05
```

Nástroj provede nepatrný inkrementální pohyb zpět, absolutní hodnota z = -1.95, díky kterému dojde k odtržení třísky.

```
10 L IZ-Q295
```

Nástroj sjede inkrementálně v ose z o parametr Q295 = +2.05, absolutní hodnota z = -4.

11 L IZ+0.05

Nástroj provede nepatrný inkrementální pohyb zpět, absolutní hodnota $z = -3.95$, díky kterému dojde k odtržení třísky.

12 L IZ-Q295

Nástroj sjede inkrementálně v ose z o parametr $Q295 = +2.05$, absolutní hodnota $z = -6$.

13 L IZ+0.05

Nástroj provede nepatrný inkrementální pohyb zpět, absolutní hodnota $z = -5.95$, díky kterému dojde k odtržení třísky.

14 L IZ-Q295

Nástroj sjede inkrementálně v ose z o parametr $Q295 = +2.05$, absolutní hodnota $z = -8$.

15 L IZ+0.05

Nástroj provede nepatrný inkrementální pohyb zpět, absolutní hodnota $z = -7.95$, díky kterému dojde k odtržení třísky.

16 L IZ-Q295

Nástroj sjede inkrementálně v ose z o parametr $Q295 = +2.05$, absolutní hodnota $z = -10$.

18 FN 0: Q298 = +Q14

19 L Z+Q14

20 FN 2: Q298 = +Q298 - +Q9

Parametru Q298 je přiřazena hodnota hloubky s větším dělením třísky, parametr Q14 = -10. K parametru Q298 je připočítána hodnota přísuvu, $Q298 = -10 - 3 = -13$.

22 FN 11: IF +Q12 GT +Q298 GOTO LBL 224

23 FN 9: IF +Q12 EQU +Q298 GOTO LBL 224

První rozhodovací podmínka, když parametr Q12 = -75 je větší než parametr Q298 = -13 jdi na LABEL 224, není splněna. Druhá rozhodovací podmínka také není splněna.

25 L Z+Q298

Nástroj sjede pracovním posuvem v ose z na hodnotu parametru $Q298 = -13$.

27 LBL 211

28 L Z+Q11 R0 FMAX

29 L Z+Q14 FMAX

30 FN 1: Q298 = +Q298 + +0.2

Řídicí systém iTNC pokračuje na vnořený LABEL 211. Následuje odlomení třísky a tzv. výplach. Nástroj vyjede z vrtaného otvoru nad kus do bezpečnostní vzdálenosti, parametr Q11 = +2, poté sjede rychloposuvem na hloubku parametru Q14 = -10. K parametru Q298 je připočítána bezpečnost vzdálenost, parametr $Q298 = -12.8$.

```
32 L Z+Q298 FMAX
33 FN 2: Q298 = +Q298 - +0.2
34 FN 2: Q298 = +Q298 - +Q9
```

Nástroj sjede rychloposuvem na hodnotu parametru $Q298 = -12.8$. Následně je od parametru $Q298$ odečtena bezpečnostní vzdálenost, která byla předtím přičtena, parametr $Q298 = -13$. V dalším kroku je od parametru $Q298$ odečtena hodnota přísuvu, parametr $Q298 = -13 - 3 = -16$. Řídicí systém iTNC pokračuje na rozhodovací podmínky.

```
35 FN 11: IF +Q12 GT +Q298 GOTO LBL 224
36 FN 9: IF +Q12 EQU +Q298 GOTO LBL 224
```

První podmínka, když parametr $Q12 = -75$ je větší než parametr $Q298 = -16$ jdi na LABEL 224, není splněna. Druhá rozhodovací podmínka také není splněna.

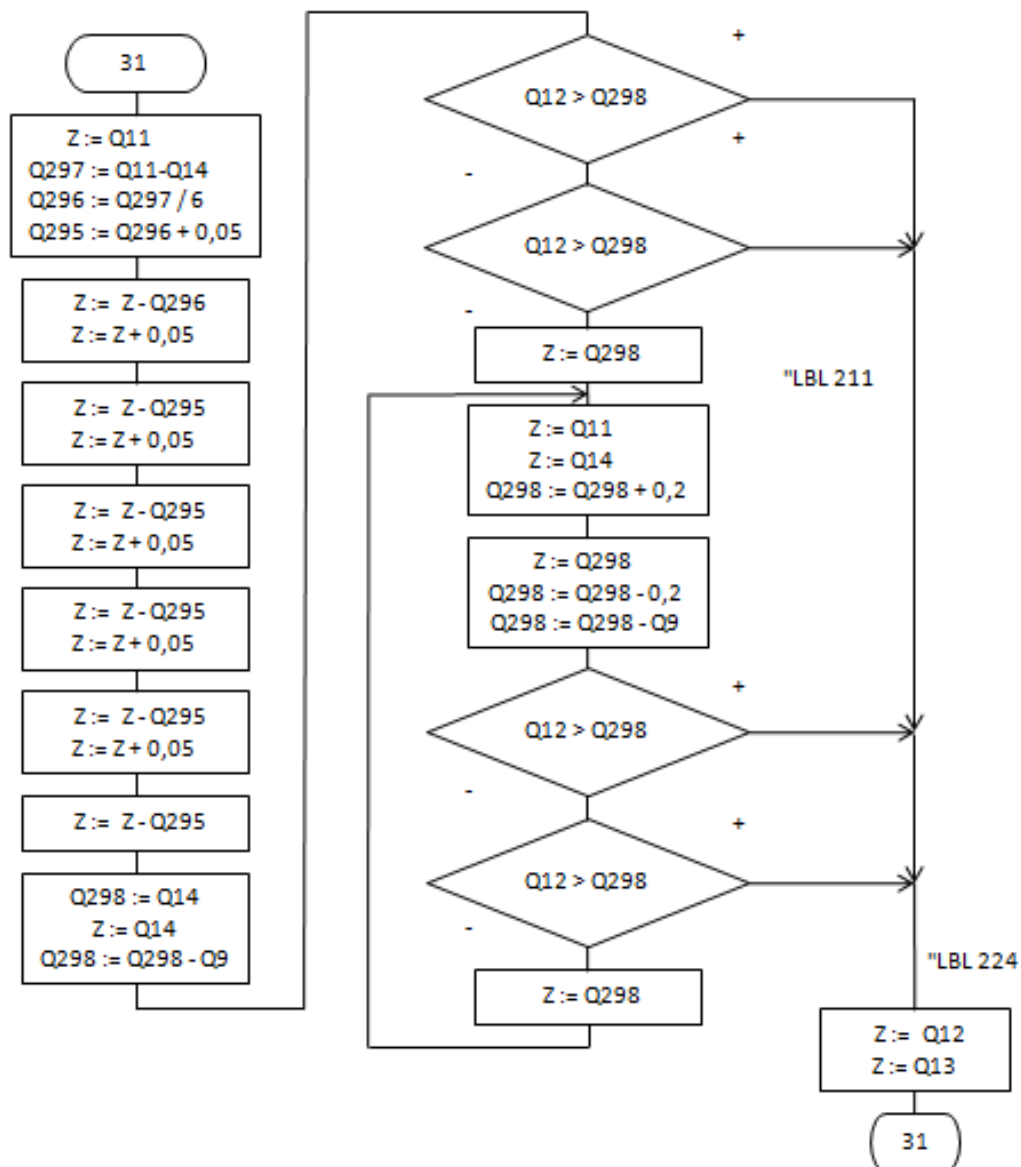
```
38 L Z+Q298
39 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 211
```

Nástroj sjede pracovním posuvem na hodnotu parametru $Q298 = -16$. Nepodmíněná podmínka odkáže iTNC na LABEL 211.

Celý proces se opakuje do doby, než je splněna první nebo druhá podmínka (blok 35, 36), pak iTNC pokračuje na LABEL 224.

```
41 LBL 224
42 L Z+Q12
43 L Z+Q13 FMAX
44 END PGM 31 MM
```

Nástroj sjede pracovním posuvem na konečnou hloubku, parametr $Q12 = -75$ a odjede do bezpečné vzdálenosti pro přejezd, parametr $Q13 = +50$.



Obr. 7—15 Vývojový diagram vrtacího cyklu pro vrtání hlubokých děr

7.2.11 Navrtání díry $\varnothing 10.2$ na levé straně

K navrtání díry $\varnothing 10.2$ je použit tvrdokovový navrtávk. Pro navrtání díry je použit parametrický program, který je vyvolán jako podprogram.

```

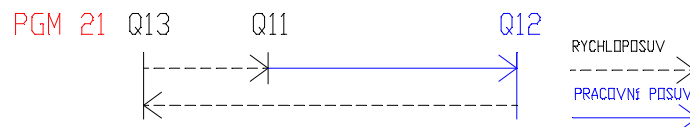
470 ; *****
471 *   - NAVRTANI DIRY Z BOKU
472 ; *****
473 TOOL CALL 4 Z S2653 F133
474 ;   - NAVRTAK D12 TK
475 M13
476 ;
477 L   Z+0 FMAX M91
478 L   X+0 Y-324 R0 FMAX M91
    
```

```
480 CALL LBL 100
481 ;
482 CYCL DEF 7.0 NULO VY BOD
483 CYCL DEF 7.1 X+0
484 CYCL DEF 7.2 Y+0
485 CYCL DEF 7.3 Z+0
486 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC+90 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
487 ;
488 CALL LBL 8 ;Q-PARAMETRY
```

Kolébka je naklopena o -90° (SPA) a stůl je otočen o $+90^\circ$ (SPC).

```
111 ;*****
112 ; NAVRTANI Z BOKU :
113 ;*****
114 LBL 8
115 FN 0: Q11 =+2 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
116 FN 0: Q12 =-3 ;HLOUBKA
117 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
118 FN 0: Q15 =+0 ;SOURAD V X-e
119 FN 0: Q16 =+12 ;SOURAD V Y-e
120 LBL 0
```

Řídicí systém iTNC načte Q-parametry, které uživatel definoval na začátku programu v LABELU 8. Princip navrtání je vidět na Obr. 7—16.



Obr. 7—16 Vrtací cyklus pro navrtání

```
490 L X+Q15 Y+Q16 R0 FMAX
491 ;
492 CALL PGM 21 ;VRTACI CYKLUS NAVRTANI
493 M5 M9
```

Parametricky zadané souřadnice a vyvolání programu pro vrtací cyklus navrtání.

```
0 BEGIN PGM 21 MM
1 L Z+Q11 R0 FMAX
2 L Z+Q12
3 L Z+Q13 FMAX
4 END PGM 21 MM
```

Nástroj sjede rychloposuvem na bezpečnostní vzdálenost, parametr $Q11 = +2$. Následuje navrtání pracovním posuvem, parametr $Q12 = +3$ a odjezd na bezpečnostní vzdálenost pro přejezd, parametr $Q13 = +50$.

7.2.12 Vrtání díry $\varnothing 10.2$ s výplachem

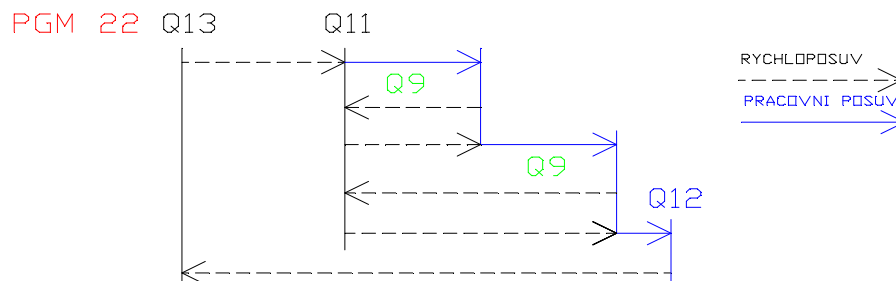
K vrtání díry $\varnothing 10.2$ je použit vrták HSS (PM). Při vrtání díry dochází odtržení třísky a tzv. výplachu. Pro vrtání díry je použit parametrický program, který je vyvolán jako podprogram.

```
496 ; *****
497 *   - D10.2 Z BOKU PRO M12
498 ; *****
499 TOOL CALL 54 Z S1248 F125
500 ;   - VRTAK D10.2 HSS/PM
501 M13
502 ;
503 L   Z+0 FMAX M91
504 L   X+0 Y-324 R0 FMAX M91
505 ;
506 CALL LBL 100
507 ;
508 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
509 CYCL DEF 7.1 X+0
510 CYCL DEF 7.2 Y+0
511 CYCL DEF 7.3 Z+0
512 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC+90 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
513 ;
514 CALL LBL 9 ;Q-PARAMETRY
```

Kolébka je naklopena o -90° (SPA) a stůl je otočen o $+90^\circ$ (SPC).

```
122 ;*****
123 ; DIRA D10.2 PRO M12 :
124 ;*****
125 LBL 9
126 FN 0: Q9 =+3 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
127 FN 0: Q11 =+2 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
128 FN 0: Q12 =-56 ;HLOUBKA
129 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
130 FN 0: Q15 =+0 ;SOURAD V X-e
131 FN 0: Q16 =+12 ;SOURAD V Y-e
132 LBL 0
```

Řídicí systém iTNC načte Q-parametry, které uživatel definoval na začátku programu v LABELU 9. Princip vrtání je vidět na Obr. 7—17.



Obr. 7—17 Vrtací cyklus s výplachem

```
516 L X+Q15 Y+Q16 R0 FMAX
517 ;
518 CALL PGM 22 ;VRTACI CYKLUS S VYPLACHEM
519 M5 M9
```

Parametricky zadané souřadnice a vyvolání programu pro vrtací cyklus s výplachem.

```
0 BEGIN PGM 22 MM
1 FN 0: Q298 =+Q11
2 ;
3 L Z+Q11 FMAX
4 FN 2: Q298 =+Q298 - +Q9
```

Parametru Q298 je přiřazena hodnota parametru Q11 = +2. Nástroj sjede rychloposuvem na bezpečnou vzdálenost v ose z. Následuje přepočítání hloubky, $Q298 = 2 - 3 = -1$.

```
6 FN 11: IF +Q12 GT +Q298 GOTO LBL 224
7 FN 9: IF +Q12 EQU +Q298 GOTO LBL 224
```

První podmínka, když parametr Q12 = -56 je větší než parametr Q298 = -1 jdi na LABEL 224, není splněna. Druhá rozhodovací podmínka také není splněna.

```
9 L Z+Q298
```

Nástroj sjede pracovním posuvem na hodnotu parametru Q298 = -1.

```
11 LBL 211
12 L Z+Q11 FMAX
13 FN 1: Q298 =+Q298 + +0.2
```

Řídicí systém iTNC pokračuje na vnořený LABEL 211. Následuje odlomení třísky a tzv. výplach. Nástroj vyjede z vrtaného otvoru nad kus do bezpečnostní vzdálenosti, parametr Q11 = +2. K parametru Q298 je připočítána bezpečnostní vzdálenost, parametr Q298 = -0.8.

```
15 L Z+Q298 FMAX
16 FN 2: Q298 =+Q298 - +0.2
17 FN 2: Q298 =+Q298 - +Q9
```

Nástroj sjede rychloposuvem na hodnotu parametru Q298 = -0.8. Následně je od parametru Q298 odečtena bezpečnostní vzdálenost, která byla předtím přičtena, parametr Q298 = -1. V dalším kroku je od parametru Q298 odečtena hodnota přísuvu, parametr Q298 = -1 - 3 = -4. Řídicí systém iTNC pokračuje na rozhodovací podmínky.

```
19 FN 11: IF +Q12 GT +Q298 GOTO LBL 224
20 FN 9: IF +Q12 EQU +Q298 GOTO LBL 224
```

První podmínka, když parametr Q12 = -56 je větší než parametr Q298 = -4 jdi na LABEL 224, není splněna. Druhá rozhodovací podmínka také není splněna.

```
22 L Z+Q298
23 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 211
```

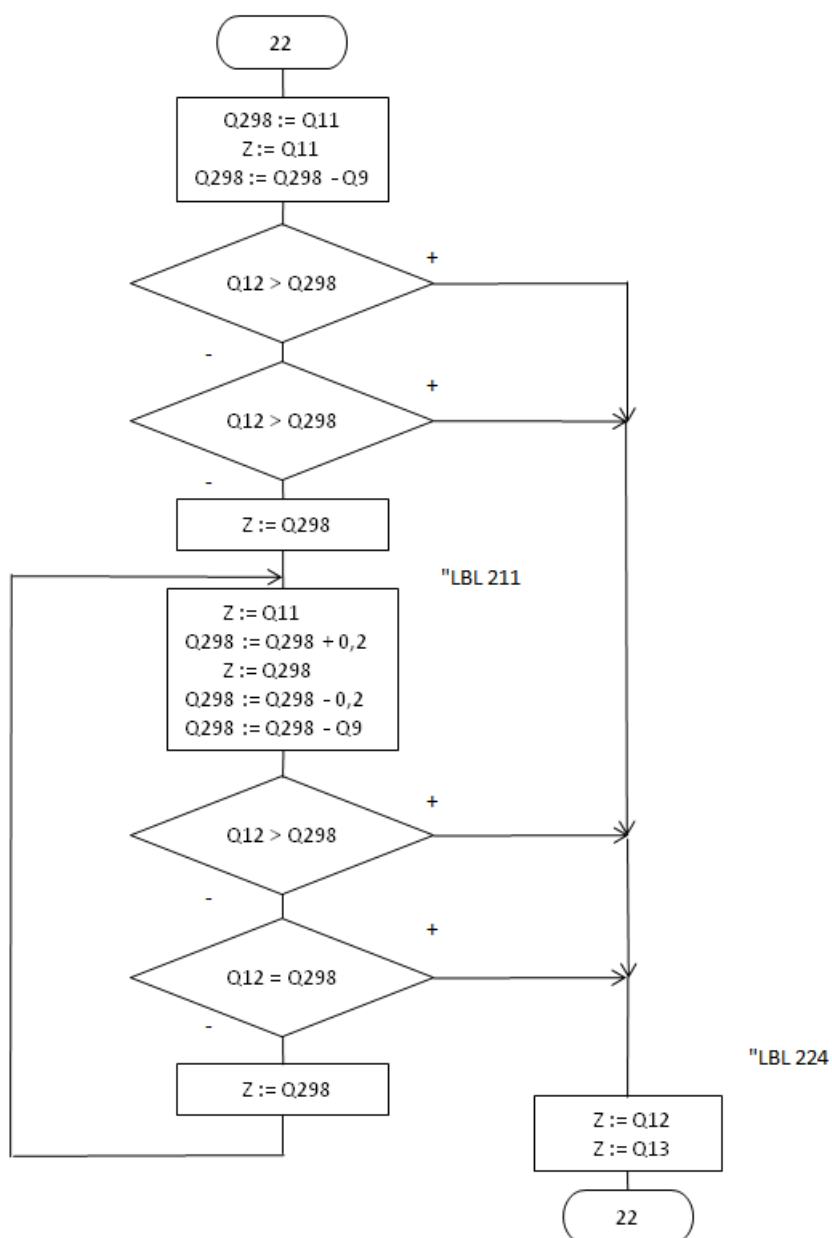
Nástroj sjede pracovním posuvem na hodnotu parametru Q298 = -4. Nepodmíněná podmínka odkáže iTNC na LABEL 211.

Celý proces se opakuje do doby, než je splněna první nebo druhá podmínka (blok 19, 20), pak iTNC pokračuje na LABEL 224.

```

25 LBL 224
26 L Z+Q12
27 L Z+Q13 FMAX
28 END PGM 22 MM
    
```

Nástroj sjede pracovním posuvem na konečnou hloubku, parametr Q12 = -56 a odjede do bezpečné vzdálenosti pro přejezd, parametr Q13 = +50.



Obr. 7—18 Vývojový diagram vrtacího cyklu s výplachem

7.2.13 Zhloubení $\varnothing 15$ na levé straně

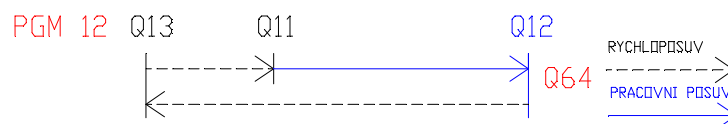
Na zhloubení $\varnothing 15$ je použit program pro vrtací cyklus s časovou prodlevou. Zhloubení je odlehčené, proto není třeba použít vrtací cyklus s dělením třísky.

```
522 ; *****
523 *   - ZAHLOUBENI D15 Z BOKU
524 ; *****
525 TOOL CALL 5 Z S403 F48
526 ; - DRAZKOVA FREZA D15 HSS
527 M13
528 ;
529 L Z+0 FMAX M91
530 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
531 ;
532 CALL LBL 100
533 ;
534 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
535 CYCL DEF 7.1 X+0
536 CYCL DEF 7.2 Y+0
537 CYCL DEF 7.3 Z+0
538 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC+90 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
539 ;
540 CALL LBL 10 ;Q-PARAMETRY
```

Kolébka je naklopena o -90° (SPA) a stůl je otočen o $+90^\circ$ (SPC).

```
134 ;*****
135 ; ZAHLOUBENI D15 Z BOKU :
136 ;*****
137 LBL 10
138 FN 0: Q11 =+2 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
139 FN 0: Q12 =-30 ;HLOUBKA
140 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
141 FN 0: Q64 =+0.3 ;CASOVA PRODLEVA
142 FN 0: Q15 =+0 ;SOURAD V X-e
143 FN 0: Q16 =+12 ;SOURAD V Y-e
144 LBL 0
```

Řídicí systém iTNC načte Q-parametry, které uživatel definoval na začátku programu v LABELU 10. Parametr Q64 definuje časovou prodlevu v cílové hloubce. Princip vrtání je vidět na Obr. 7—19.



Obr. 7—19 Vrtací cyklus s časovou prodlevou

```
542 L X+Q15 Y+Q16 R0 FMAX
543 ;
544 CALL PGM 12 ;VRTACI CYKLUS S CASOVOU PRODLEVOU
545 M5 M9
```

Parametricky zadané souřadnice a vyvolání programu pro vrtací cyklus s časovou prodlevou.

```
0 BEGIN PGM 12 MM
1 L Z+Q11 R0 FMAX
2 L Z+Q12
3 CYCL DEF 9.0 CASOVA PRODLEVA
4 CYCL DEF 9.1 ProdlvQ64
5 L Z+Q13 FMAX
6 END PGM 12 MM
```

Nástroj najede rychloposuvem na bezpečnostní vzdálenost, parametr Q11 = +2. Pracovním posuvem sjede na hloubku, parametr Q13 = -30. Následuje časová prodleva, parametr Q64 = +0.3 a bezpečnostní odjezd, parametr Q13 = +50.

7.2.14 Zahloubení $\varnothing 15$ na horní ploše

Zahloubení na horní ploše je hlubší než na levé straně, proto je zde možnost použít delší lopatkovou frézu nebo změnit řezné podmínky. Pro odlehčené zahloubení je použit vrtací cyklus s dělením třísky. Pro druhé zahloubení je třeba použít vrtací cyklus s výplachem, aby nedocházelo k namotávání třísek na frézu.

```
548 ; *****
549 * - ZAHLOUBENI D15 PUDORYS
550 ; *****
551 TOOL CALL 5 Z S403 F48
552 ; - DRAZKOVA FREZA D15 HSS
553 M13
554 ;
555 L Z+0 FMAX M91
556 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
557 ;
558 CALL LBL 100
559 ;
560 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
561 CYCL DEF 7.1 X+0
562 CYCL DEF 7.2 Y+0
563 CYCL DEF 7.3 Z+0
564 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
565 ;
566 CALL LBL 11 ;Q-PARAMETRY

146 ;*****
147 ; ZAHLOUBENI D15 PUDORYS :
148 ;*****
149 LBL 11
150 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
151 FN 0: Q11 =+2 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
152 FN 0: Q12 =-38 ;HLOUBKA
153 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
154 FN 0: Q15 =+15 ;SOURAD V X-e
155 FN 0: Q16 =+0 ;SOURAD V Y-e
156 FN 0: Q17 =+197.5 ;2.SOURAD V X-e
157 FN 0: Q18 =+0 ;2.SOURAD V Y-e
158 LBL 0
```

Řídicí systém iTNC načte Q-parametry, které uživatel definoval na začátku programu v LABELU 11.

```
568 L X+Q15 Y+Q16 R0 FMAX
569 ;
570 CALL PGM 11 ;VRTACI CYKLUS S DELENIM TRISKY
```

Parametricky zadané souřadnice a vyvolání podprogramu pro vrtací cyklus s dělením třísky, viz str. 53. Zhloubení na těchto souřadnicích je odlehčeno díky zhloubení $\varnothing 15$ z levé strany.

```
572 L X+Q17 Y+Q18 R0 FMAX
573 ;
574 CALL PGM 22 ;VRTACI CYKLUS S VYPLACHEM
575 M5 M9
```

Parametricky zadané souřadnice a vyvolání programu pro vrtací cyklus s výplachem, viz str. 62.

7.2.15 Sražení pro závit M12

Sražení pro závit M12 je provedeno navrtávkem $\varnothing 12$ a je použit parametrický program, který je vyvolán jako podprogram.

```
578 ; *****
579 * - SRAZENI PRO M12
580 ; *****
581 TOOL CALL 4 Z S2653 F133
582 ; - NAVRTAK D12 TK
583 M13
584 ;
585 L Z+0 FMAX M91
586 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
587 ;
588 CALL LBL 100
589 ;
590 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
591 CYCL DEF 7.1 X+0
592 CYCL DEF 7.2 Y+0
593 CYCL DEF 7.3 Z+0
594 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC+90 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
595 ;
596 CALL LBL 12 ;Q-PARAMETRY
```

Kolébka je otočena o -90° (SPA) a stůl je natočen o $+90^\circ$ (SPC).

```
160 ;*****
161 ; SRAZENI PRO M12 :
162 ;*****
163 LBL 12
164 FN 0: Q11 =+0 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
165 FN 0: Q12 =-36 ;HLOUBKA
166 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
167 FN 0: Q15 =+0 ;SOURAD V X-e
168 FN 0: Q16 =+12 ;SOURAD V Y-e
169 LBL 0
```

Řídicí systém iTNC načte Q-parametry, které uživatel definoval na začátku programu v LABELU 12. Princip navrtání je vidět na Obr. 7—16.

```
598 L X+Q15 Y+Q16 R0 FMAX
599 ;
600 CALL PGM 21 ;VRTACI CYKLUS NAVRTANI
```

Parametricky zadané souřadnice a vyvolání podprogramu pro vrtací cyklus navrtání, viz str. 61.

```
602 L Z+0 FMAX M91
603 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
604 ;
605 CALL LBL 100
606 ;
607 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
608 CYCL DEF 7.1 X+0
609 CYCL DEF 7.2 Y+0
610 CYCL DEF 7.3 Z+0
611 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
612 M5 M9
613 ;
614 ;
615 M0
616 ; *****
617 * - MAZAT ZAVIT
618 ; *****
```

Zdvih nástroje rychloposuvem v ose z, odjezd nástroje na souřadnice pro bezpečné indexované polohování, zrušení posunutí a natočení. Funkce M0 zastaví program. Obsluha zkontroluje, že v díře Ø10.2 nejsou třísky a namaže závitník.

7.2.16 Řezání závitu M12

Pro řezání závitu je využit program pro závitovací cyklus s pevným uložením závitníku.

```
621 ; *****
622 * - ZAVIT M12
623 ; *****
624 TOOL CALL 60 Z S101
625 ; - ZAVITNIK M12
626 M13
627 ;
628 L Z+0 FMAX M91
629 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
630 ;
631 CALL LBL 100
632 ;
633 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
634 CYCL DEF 7.1 X+0
635 CYCL DEF 7.2 Y+0
636 CYCL DEF 7.3 Z+0
637 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC+90 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
638 ;
639 CALL LBL 13 ;Q-PARAMETRY
```

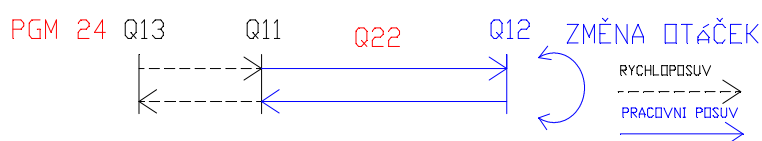
Kolébka je naklopena o -90° (SPA) a stůl je otočen o +90° (SPC).

```

171 ;*****
172 ; ZAVIT M12 :
173 ;*****
174 LBL 13
175 FN 0: Q11 =+0 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
176 FN 0: Q12 =-56 ;HLOUBKA
177 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
178 FN 0: Q22 =+1.75 ;STOUPANI ZAVITU
179 FN 0: Q15 =+0 ;SOURAD V X-e
180 FN 0: Q16 =+12 ;SOURAD V Y-e
181 LBL 0

```

Řídicí systém iTNC načte Q-parametry, které uživatel definoval na začátku programu v LABELU 13. Parametr Q22 definuje stoupání závitu, parametr Q22 = +1.75. Princip navrtání je vidět na Obr. 7—20.



Obr. 7—20 Závitovací cyklus s pevným uložením závitníku

```

641 L X+Q15 Y+Q16 R0 FMAX
642 ;
643 CALL PGM 24 ;ZAVITOVACI CYKLUS S PEVNYM ULOZENIM ZAVITNIKU

```

Parametricky zadané souřadnice a vyvolání programu pro závitovací cyklus s pevným uložením závitníku.

```

0 BEGIN PGM 24 MM
1 FN 2: Q298 =-Q11 - -Q12
2 L Z+Q11 R0 FMAX

```

Parametr Q298 vypočítává hloubku závitování s ohledem na bezpečnostní vzdálenost, $Q298 = 0 - 56 = -56$. Nástroj sjede rychloposuvem na bezpečnou vzdálenost, parametr $Q11 = 0$.

```

3 CYCL DEF 17.0 REZ. ZAVITU Z/S
4 CYCL DEF 17.1 Vzda1.0
5 CYCL DEF 17.2 HLOUBK+Q298
6 CYCL DEF 17.3 Stoupn+Q22
7 CYCL CALL

```

Starší cyklus 17 je určen pro řezání závitů. Hloubce závitu je přiřazen parametr $Q298 = -56$. Stoupání závitu je přiřazen parametr $Q22 = +1.75$. CYCL CALL zavolá naposledy definovaný cyklus a iTNC provede řezání závitu.

```

8 L Z+Q13 R0 FMAX
9 ;
10 END PGM 24 MM

```

Nástroj odjede rychloposuvem do bezpečné výšky pro přejezd.

```
646 L Z+0 FMAX M91
647 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
648 ;
649 CALL LBL 100
650 ;
651 CYCL DEF 7.0 NULOVI BOD
652 CYCL DEF 7.1 X+0
653 CYCL DEF 7.2 Y+0
654 CYCL DEF 7.3 Z+0
655 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
656 M23
657 ;
658 ;
659 ; *****
660 M2 ; KONEC PROGRAMU
661 ; *****
```

Zdvih nástroje rychloposuvem v ose z, odjezd nástroje na souřadnice pro bezpečné indexované polohování, zrušení posunutí a natočení. Přídavná funkce M23 vypne aretaci kolébky. Funkce M2 ukončí program.

7.3 Druhá poloha obrábění

7.3.1 Informace o součásti

Stejně jako tomu bylo v první poloze, i v druhé poloze jsou na začátku programu vypsány základní informace o součásti.

```
0 BEGIN PGM DMU-0359B MM
1 ;
2 ; Cislo vykresu: 162-001-7665/4
3 ; Nazev vykresu: DRZAK PRO TRUBKU D48 x 250
4 ;
5 ; Poloha: 2.
6 ; Material: 12 050
7 ; Polotovar: 80 x 110 x 260
8 ;
9 ; Programoval: Petrek
10 ; Odladil: Novak
11 ; Dne: 1.1.2015
12 ;
13 ; Nulovani dilu:
14 ; X0 = LEVA STRANA
15 ; Y0 = V OSE KUSU
16 ; Z0 = VYNULOVAT NA PODLOZKY, POSUNOUT O VYSKU DILU
```

7.3.2 Hlavní rozměry součásti a polotovaru

Na začátku programu uživatel definuje Q-parametry, které určují rozměry součásti a polotovaru.

```
18 ;*****
19 ; AKTUALNI ROZMERY DILU:
20 ;*****
21 FN 0: Q1 =+68 ;SIRKA DILU
22 FN 0: Q2 =+250 ;DELKA DILU
23 FN 0: Q3 =+95.79 ;VYSKA DILU
24 FN 0: Q18 =+106 ;VYSKA NA STRED RADIUSU
25 FN 0: Q19 =+58 ;DELKA KRATSIHO RADIUSU
26 FN 0: Q20 =+10 ;OSAZENI 10gb
27 ;
28 ;*****
29 ; POLOTOVAR :
30 ;*****
31 FN 0: Q4 =+80 ;SIRKA POLOTOVARU
32 FN 0: Q5 =+260 ;DELKA POLOTOVARU
33 FN 0: Q8 =+14 ;PRIDAVEK NA HORNÍ PLOSE BLK FORM V Z-e MAX
34 ;
35 CALL LBL 1
```

Po načtení výše uvedených Q-parametrů dojde k vyvolání LABELU 1, který je umístěn za koncem programu (funkce M2) a obsahuje pomocné výpočty.

```
417 ; *****
418 M2 ; KONEC PROGRAMU
419 ; *****
420 ;
421 ; *****
422 * - LBL VYPOCTY
423 ; *****
424 LBL 1
425 FN 2: Q21 =+Q18 - +Q3 ;ROZDIL VYSEK
426 FN 1: Q22 =+Q19 + +Q20 ;DELKA KRATSIHO R + OSAZENI
427 FN 4: Q23 =+Q4 DIV +2 ;1/2 SIRKY POLO
428 FN 2: Q24 =+Q5 - +Q2 ;CELKOVY PRID NA DELKU
429 FN 4: Q25 =+Q24 DIV +2 ;1/2 PRID NA DELKU
430 FN 1: Q26 =+Q2 + +Q25 ;DELKA DILU S PRID
431 LBL 0
```

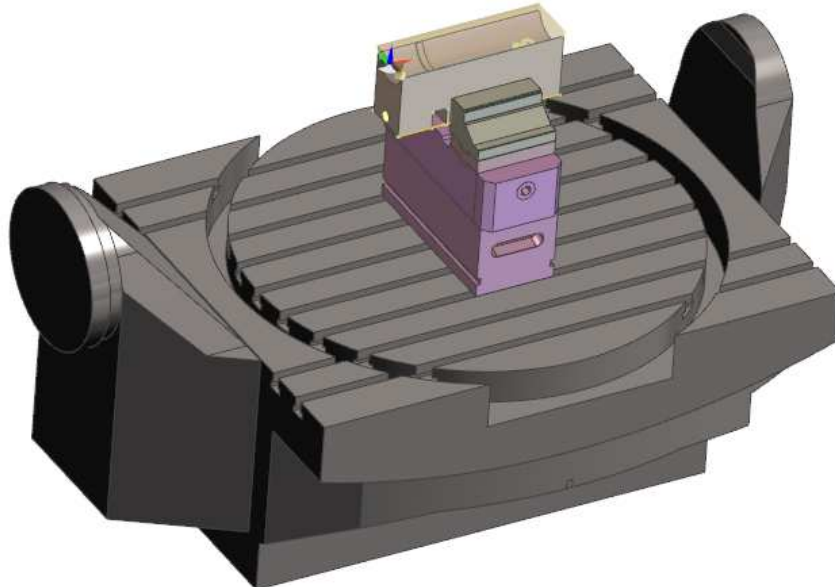
Parametr Q21 vypočítává rozdíl výšky dílu od středu rádiusu, $Q21 = +10.21$. Parametr Q22 sčítá délku kratšího rádiusu a osazení, $Q22 = +68$. Parametr Q23 udává polovinu šířky polotovaru a je použit v BLK FORM v ose y maximální i minimální, $Q23 = +40$. Parametr Q24 vypočítává celkový přírůstek na délku, $Q24 = +10$. Parametr Q25 určuje polovinu přírůstku na délku a je použit v BLK FORM v ose x minimální, $Q25 = +5$. Parametr Q26 vypočítává délku součásti s přírůstkem a je použit v BLK FORM v ose x maximální, $Q26 = +255$.

```
142 ;*****
143 ; BLK FORM
144 ;*****
145 BLK FORM 0.1 Z X-Q25 Y-Q23 Z-Q3
146 BLK FORM 0.2 X+Q26 Y+Q23 Z+Q8
```

Řídicí systém iTNC pokračuje v hlavní části programu za CALL LBL 1 načtením ostatních vstupních Q-parametrů, které uživatel definoval před startem programu, a které jsou popsány v jednotlivých operacích.

7.3.3 Frézování horní plochy

Frézování horní plochy v druhé poloze je stejné jako frézování horní plochy v první poloze, viz str. 31.



Obr. 7—21 Nulový bod, poloha stolu a kolébky při frézování horní plochy

7.3.4 Hrubování delší strany rádiusu R35.5

K hrubování rádiusu není potřeba natočení stolu ani naklopení kolébky, lze tedy aplikovat i na 3-osém obráběcím stroji. Uživatel definuje přísv (a_p) a pomocí Pythagorovy věty je vypočtena souřadnice v ose y . Po vyhrubování rádiusu vzniknou tzv. schody. Uživatel může zvolit libovolný průměr frézy.

```
186 ; *****
187 * - DELSI STRANA RADIUSU HRUBOVANI
188 ; *****
189 TOOL CALL 25 Z S1003 F702
190 ; - FREZA S VBD D40
191 M13
192 ;
193 L Z+0 R0 FMAX M91
194 ;
195 CALL LBL 100
196 ;
197 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
198 CYCL DEF 7.1 X+0
199 CYCL DEF 7.2 Y+0
200 CYCL DEF 7.3 Z+0
201 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
202 ;
203 CALL LBL 3 ;Q-PARAMETRY
```

Poloha otočného stolu a naklápěcí kolébky se nemění. Nulový bod zůstává na svém místě. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 3, který uživatel definoval na začátku programu.

```
47 ;*****
48 ; DELSI STRANA RADIUSU HRUBOVANI :
49 ;*****
50 LBL 3
51 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
52 FN 0: Q11 =+3 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
53 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
54 FN 0: Q14 =+35.3 ;RADIUS
55 FN 0: Q17 =+0.5 ;PRID NA DELKU RADIUSU
56 LBL 0
```

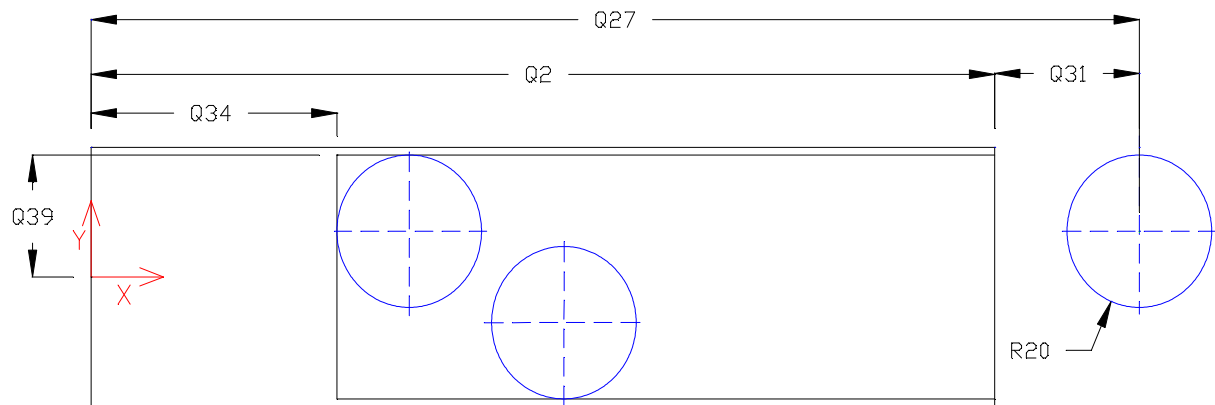
Parametr Q14 definuje rádius R35.5. K rádiusu je připočten přídavek na dokončování, $Q14 = +35.3$. Uživatel má ještě jednu možnost, jak definovat přídavek rádiusu, pomocí korekce nástroje, např. DR+0.2. Parametr Q17 určuje přídavek na délku rádiusu, $Q17 = +0.5$.

```
205 FN 0: Q29 =+0
206 ;
207 CALL LBL 23 ;DELSI STRANA RADIUSU HRUBOVANI
```

Řídicí systém iTNC vynuluje parametr Q29 a pokračuje na LABEL 23.

```
494 ; *****
495 * - LBL DELSI RADIUS HRUBOVANI
496 ; *****
497 LBL 23
498 FN 0: Q28 =+Q9 ;HLOUBKA PRISUVU
499 FN 1: Q29 =+Q29 + +Q28 ;1.HLOUBKA
500 FN 3: Q31 =+Q108 * +2 ;D FR
501 FN 1: Q27 =+Q31 + +Q2 ;NAJEZD, VYJEZD V X-e
502 FN 1: Q34 =+Q22 + +Q17 ;KONCOVA SOURAD V X-e
503 FN 1: Q40 =+Q34 + +Q108 ;DELKA RADIUSU S PRID PRO R0
504 ;
505 CALL LBL 24
```

Parametr Q28 je roven přísuvu Q9, $Q28 = +2$. Parametr Q29 vypočítává hloubku frézování a je definován jako součet hodnoty parametru Q29 a parametru Q28, $Q29 = 0 + 2 = +2$. Parametr Q29 byl použit při frézování horní plochy, proto bylo nutné ho vynulovat. Parametr Q31 vypočítává aktuální průměr frézy, $Q31 = +40$. Parametr Q27 definuje souřadnici pro nájezd i výjezd v ose x a je vypočítáván jako součet průměru frézy a délky součásti, $Q27 = 40 + 250 = +290$. Parametr Q34 definuje koncovou souřadnici v ose x a je vypočítán jako součet délky kratší strany rádiusu a osazení plus přídavek na délku rádiusu, $Q34 = 68 + 0.5 = +68.5$. Parametr Q40 určuje koncovou souřadnici v ose x bez korekce nástroje a je vypočítáván jako koncová souřadnice v ose x plus aktuální poloměr frézy, $Q40 = 68.5 + 20 = +88.5$. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 24.

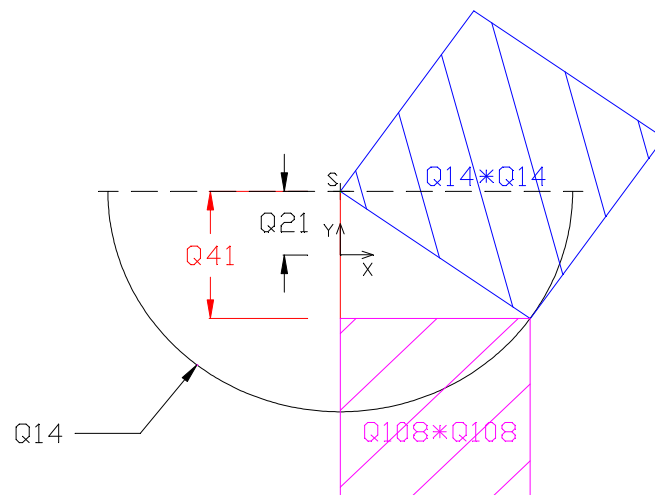


Obr. 7—22 Hrubování delší strany rádiusu

```

585 LBL 24 ;VYPOCET HLOUBKY
586 FN 3: Q41 =+Q14 * +Q14 ;RADIUS NA DRUHOU
587 FN 3: Q42 =+Q108 * +Q108 ;POLOMER FR NA DRUHOU
588 FN 2: Q41 =+Q41 - +Q42
589 FN 12: IF +Q41 LT +1 GOTO LBL 34
590 FN 5: Q41 = SQRT +Q41
591 FN 2: Q41 =+Q41 - +Q21
592 FN 12: IF +Q29 LT +Q41 GOTO LBL 25
593 FN 0: Q29 =+Q41
    
```

LABEL 24 kontroluje, zda se fréza vejde do rádiusu a do jaké hloubky může frézovat. Výpočet vychází z Pythagorovy věty, viz Obr. 7—23. Parametr Q41 vypočítává rádius na druhou, což je obsah čtverce sestaveného nad přeponou, $Q41 = +1246.09$. Parametr Q42 vypočítává poloměr frézy na druhou, což je obsah čtverce nad odvěsnou, $Q42 = +400$. Parametr Q41 následně vypočítává rozdíl obsahů čtverců, $Q41 = +846.09$. Rozhodovací podmínka, když parametr Q41 je menší než +1 jdi na LABEL 34, není splněna.



Obr. 7—23 Výpočet hloubky (Q41)

```

598 LBL 34
599 M0
600 ; PRUMER FREZY JE PRILIS VELKY
601 ; PRUMER FREZY MUSI BYT MENSI NEZ FREZOVANY RADIUS
602 M30
    
```

Pokud by platila rozhodovací podmínka, když parametr Q41 je menší než +1 jdi na LABEL 34, program by se zastavil a uživatel by si přečetl text v LABELU 34.

V bloku 590 je parametr Q41 přepočítán. Odmocnina z aktuální hodnoty parametru Q41 je maximální hloubka frézování od středu rádiusu, $Q41 = +29.09$. Následně je parametr Q41 opět přepočítán. Od parametru Q41 je odečtena vzdálenost středu rádiusu od nulového bodu, $Q41 = 29.09 - 10.21 = +18.88$. Výsledný parametr Q41 udává maximální hloubku frézování od nulového bodu. Rozhodovací podmínka, když parametr $Q29 = +2$ je menší než parametr $Q41 = +18.88$ jdi na LABEL 25, je splněna.

```
595 LBL 25
596 LBL 0
```

LABEL 0 ukončí LABEL 24. Řídicí systém iTNC pokračuje za příkazem pro vyvolání LABELU 24.

```
506 FN 10: IF +Q57 NE +1 GOTO LBL 26
507 ;
508 FN 0: Q9 =+Q29
509 ;
510 LBL 26
```

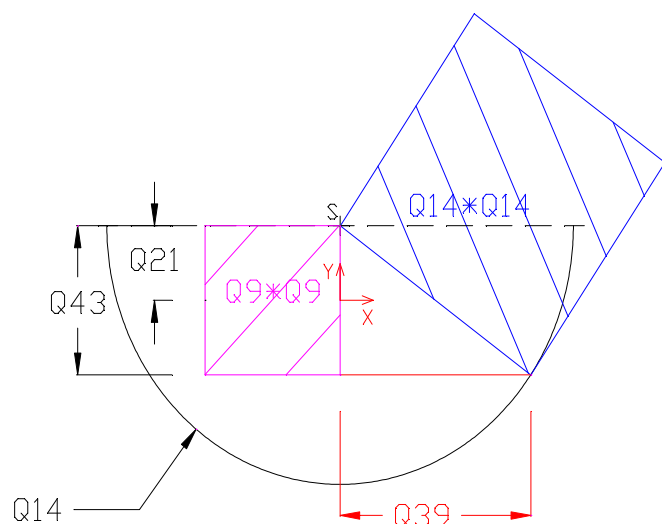
Rozhodovací podmínka, když parametr Q57 není roven +1, jdi na LABEL 26 je splněna. Parametr Q57 zatím nebyl definován, $Q57 = 0$.

```
510 LBL 26
511 L X+Q27 Y+0 R0 FMAX
512 L Z+Q11 R0 FMAX
```

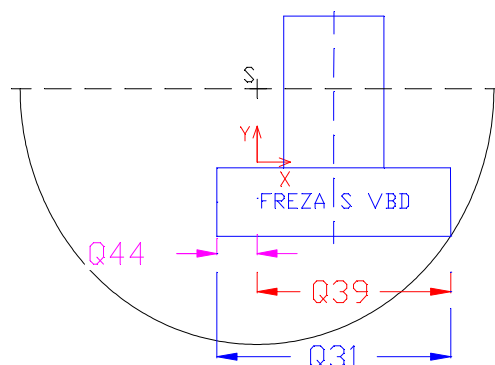
LABEL 26 obsahuje nájezd nástroje rychloposuvem na souřadnice v ose x , y a následně z , viz Obr. 7—22.

```
514 LBL 27 ;VYPOCET SOURADNIC V Y-e
515 FN 3: Q41 =+Q14 * +Q14 ;RADIUS NA DRUHOU
516 FN 1: Q9 =+Q9 + +Q21
517 FN 3: Q43 =+Q9 * +Q9 ;PRISUV NA DRUHOU
518 FN 2: Q9 =+Q9 - +Q21
519 FN 2: Q39 =+Q41 - +Q43
520 FN 5: Q39 = SQRT +Q39 ;SOURAD V Y-e
521 FN 12: IF +Q39 LT +Q108 GOTO LBL 28
522 FN 0: Q29 =+Q9 ;HLOUBKA
523 FN 2: Q44 =+Q39 - +Q31 ;VYPOCET PREKRYTI DRAHY
```

LABEL 27 vypočítává souřadnice v ose y . Výpočet vychází z Pythagorovy věty. Parametr Q41 vypočítává rádius na druhou, což je obsah čtverce sestaveného nad přeponou, $Q41 = +1246.09$. Parametr Q9 vypočítává aktuální hloubku frézování od středu rádiusu, $Q9 = 2 + 10.21 = +12.21$. Parametr Q43 vypočítává hloubku frézování na druhou, což je obsah čtverce nad odvěsnou, $Q43 = +149.08$. Následně je parametr Q9 přepočítán na původní hodnotu hloubky frézování od nulového bodu, $Q9 = +2$. Parametr Q39 vypočítává rozdíl obsahů čtverců, $Q39 = +1097.01$. V dalším bloku je parametr Q39 přepočítán. Odmocnina z aktuální hodnoty parametru Q39 určuje souřadnici v ose y , $Q39 = +33.12$. Rozhodovací podmínka, když parametr $Q39 = +33.12$ je menší než $Q108 = +20$ jdi na LABEL 28, není splněna. Parametru Q29 je přiřazena hodnota parametru Q9, $Q29 = +2$. Parametr Q44 vypočítává překrytí dráhy nástroje, $Q44 = 33.12 - 40 = -6.88$. Záporná hodnota znamená, že dráhy nástroje se překrývají. Kladná hodnota znamená, že dráhy nástroje se nepřekrývají, vznikne neofrézovaný ostrůvek. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 29.



Obr. 7—24 Výpočet souřadnic v ose y (Q39)



Obr. 7—25 Překrytí dráhy nástroje (Q44)

```

525 LBL 29 ;HLAVNI FREZOVANI
526 L Z-Q29 R0 F AUTO
527 L Y+Q39 RL
528 L X+Q34
529 L Y-Q39
530 L X+Q27
531 L Y+0 R0
532 FN 12: IF +Q108 LT +Q44 GOTO LBL 30
533 FN 11: IF +Q44 GT +0 GOTO LBL 31

```

V LABELU 29 je rádius dle vypočtených parametrů hrubován, viz Obr. 7—22. První rozhodovací podmínka, když parametr $Q108 = +20$ je menší než parametr $Q44 = -6.88$ jde na LABEL 30, není splněna. Druhá rozhodovací podmínka, když parametr $Q44$ je větší než 0 jde na LABEL 31 také není splněna. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 32.

```

535 LBL 32
536 FN 1: Q9 =+Q9 + +Q28 ;PREPOCITANI HLOUBKY
537 FN 1: Q45 =+Q9 + +Q21 ;HLOUBKA OD STREDU R
538 FN 12: IF +Q14 LT +Q45 GOTO LBL 28
539 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 27

```

K parametru $Q9$ je přičtena hodnota přísuvu, $Q9 = 2 + 2 = +4$. Parametr $Q45$ vypočítává hloubku frézování od středu rádiusu, $Q45 = 4 + 10.21 = +14.21$. První rozhodovací podmínka, když parametr $Q14 = +35.3$ je menší než parametr $Q45 = +14.21$ jde na LABEL 28, není splněna. Nepodmíněná podmínka odkáže iTNC na LABEL 27.

Celý proces se opakuje, do doby než bude splněna podmínka v LABELU 27, když parametr $Q39 = +18.26$ je menší než parametr $Q108 = +20$ jde na LABEL 28. Nástroj je již příliš velký na to, aby mohl frézovat na vypočtenou souřadnici v ose y.

```

541 LBL 28 ;FREZOVANI STREDEM
542 FN 0: Q46 =+Q29
543 FN 3: Q41 =+Q14 * +Q14 ;RADIUS NA DRUHOU
544 FN 3: Q42 =+Q108 * +Q108 ;POLOMER FR NA DRUHOU
545 FN 2: Q39 =+Q41 - +Q42
546 FN 5: Q29 = SQRT +Q39

```

```
547 FN 1: Q29 =+Q29 + -Q21
548 FN 9: IF +Q46 EQU +Q29 GOTO LBL 33
549 L Y+0 R0
550 L Z-Q29
551 L X+Q40
```

V LABELU 28 je vypočtena maximální hloubka pro frézování středem. Výpočet vychází z Pythagorovy věty. Parametru Q46 je přiřazena hodnota parametru Q29 z LABELU 27, $Q46 = +18$. Parametr Q41 vypočítává rádius na druhou, což je obsah čtverce sestaveného nad přeponou, $Q41 = +1246.09$. Parametr Q42 vypočítává poloměr frézy na druhou, což je obsah čtverce nad odvěsnou, $Q42 = +400$. Parametr Q39 následně vypočítává rozdíl obsahů čtverců, $Q39 = +846.09$. Parametr Q29 vypočítává maximální hloubku frézování od středu rádiusu, $Q29 = +29.09$. Následně je od parametru Q29 odečtena vzdálenost středu rádiusu od nulového bodu, $Q29 = +29.09 - 10.21 = +18.88$. Rozhodovací podmínka, když parametr Q46 je roven parametru Q29 jde na LABEL 33, není splněna. Následuje frézování středem rádiusu.

```
553 LBL 33
554 L Z+Q13 R0 FMAX
555 FN 0: Q48 =+Q29
556 LBL 0
```

Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 33, ve kterém je odjezd nástroje na bezpečnou vzdálenost. Parametru Q48 je přiřazena hodnota maximální hloubky frézování, $Q29 = +18.88$. Řídicí systém iTNC pokračuje v hlavní části programu.

7.3.5 Hrubování kratší strany rádiusu R35.5 a osazení R34

Hrubování kratší strany rádiusu je založeno na stejném principu jako hrubování delší strany rádiusu. Společně s kratší stranou rádiusu je hrubováno osazení.

```
210 ; *****
211 * - KRATSI STRANA RADIUSU A OSAZENI HRUBOVANI
212 ; *****
213 CALL LBL 4 ;Q-PARAMETRY

58 ;*****
59 ; KRATSI STRANA RADIUSU A OSAZENI HRUBOVANI :
60 ;*****
61 LBL 4
62 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
63 FN 0: Q11 =+3 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
64 FN 0: Q14 =+33.8 ;RADIUS OSAZENI
65 FN 0: Q17 =+0 ;PRID NA DELKU RADIUSU
66 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
67 LBL 0
```

Na začátku programu uživatel definoval rádiusu osazení R34, který je hrubován společně s kratší stranou rádiusu R35.5. Parametr Q14 definuje rádius osazení. K rádiusu osazení je připočten přírůstek na dokončování, $Q14 = +33.8$.

```

215 FN 0: Q29 =+0
216 FN 0: Q50 =+0
217 FN 0: Q53 =+Q108
218 ;
219 CALL LBL 38 ;KRATSI RADIUS A OSAZENI HRUBOVANI
220 M5 M9

```

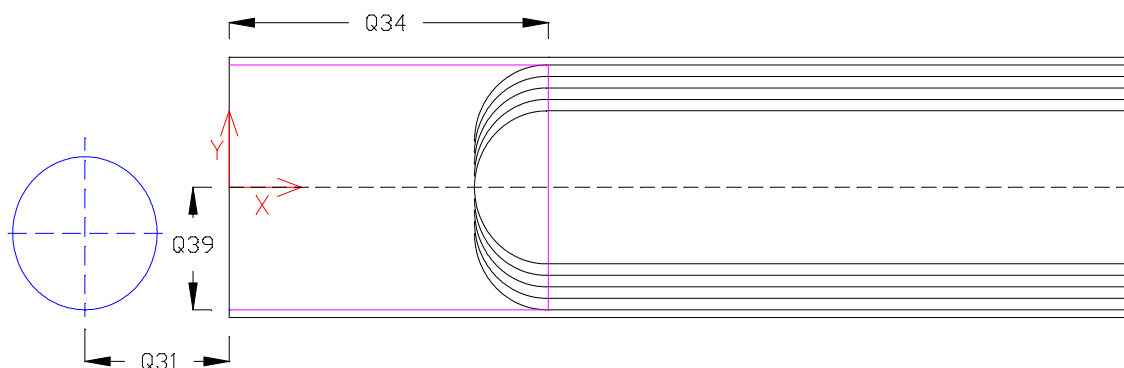
V hlavní části programu je třeba vynulovat parametry Q29 a Q50, protože budou použity v návěští pro hrubování kratší stany rádiusu a osazení. Dále je nutné zapsat hodnotu aktuálního průměru nástroje do parametru Q53, $Q53 = +20$. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 38.

```

605 ; *****
606 * - LBL KRATSI STRANA RADIUSU A OSAZENI HRUBOVANI
607 ; *****
608 LBL 38
609 FN 0: Q28 =+Q9 ;HLOUBKA PRISUVU
610 FN 3: Q31 =+Q108 * +2 ;D FR
611 FN 1: Q49 =+Q22 + +Q108 ;RADIUS+OSAZENI+POLOMER FR
612 FN 1: Q49 =+Q49 + +2
613 FN 2: Q34 =+Q49 - +Q17 ;SOURAD V X-e
614 FN 2: Q40 =+Q34 - +Q108 ;DELKA RADIUSU S PRID PRO R0
615 FN 1: Q50 =+Q50 + +Q28 ;1.HLOUBKA
616 ;
617 CALL LBL 39

```

Parametr Q28 je roven přísuvu Q9, $Q28 = +2$. Parametr Q31 vypočítává aktuální průměr frézy, $Q31 = +40$. Parametr Q49 vypočítává vzdálenost kratší strany rádiusu a osazení plus poloměr nástroje, $Q49 = 68 + 20 = +88$. Následně je k parametru Q49 přičten přírůstek, aby se střed nástroje dostal za požadovanou vzdálenost, $Q49 = +90$. Parametr Q34 definuje koncovou souřadnici v ose x a je vypočítán jako rozdíl délky kratší strany rádiusu a osazení mínus přírůstek na délku rádiusu, $Q34 = 90 + 0 = +90$. Parametr Q40 určuje koncovou souřadnici v ose x bez korekce nástroje a je vypočítáván jako koncová souřadnice v ose x mínus aktuální poloměr frézy, $Q40 = 90 - 20 = +70$. Parametr Q50 vypočítává hloubku frézování a je definován jako součet hodnoty parametru Q50 a parametru Q28, $Q50 = 0 + 2 = +2$. Parametr Q50 ještě nebyl v programu použit, ale pro jistotu byl vynulován. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 39.



Obr. 7—26 Hrubování kratší strany rádiusu

```
693 LBL 39 ;VYPOCET HLOUBKY
694 FN 3: Q41 =+Q14 * +Q14 ;RADIUS NA DRUHOU
695 FN 3: Q42 =+Q108 * +Q108 ;POLOMER FR NA DRUHOU
696 FN 2: Q41 =+Q41 - +Q42
697 FN 12: IF +Q41 LT +1 GOTO LBL 34
698 FN 5: Q41 = SQRT +Q41
699 FN 2: Q41 =+Q41 - +Q21
700 FN 12: IF +Q50 LT +Q41 GOTO LBL 40
701 FN 0: Q50 =+Q41
```

LABEL 39 kontroluje, zda se nástroj vejde do rádiusu a do jaké hloubky může frézovat. Parametr Q41 vypočítává rádius na druhou, $Q41 = +1142.44$. Parametr Q42 vypočítává poloměr frézy na druhou, $Q42 = +400$. Parametr Q41 následně vypočítává rozdíl obsahů čtverců, $Q41 = +742.44$. Rozhodovací podmínka, když parametr Q41 je menší než +1 jdi na LABEL 34, není splněna. V opačném případě by iTNC pokračoval na LABEL 34, viz str. 74. V bloku 698 je parametr Q41 přepočítán. Odmocnina z aktuální hodnoty parametru Q41 je maximální hloubka frézování od středu rádiusu, $Q41 = +27.25$. Následně je parametr Q41 opět přepočítán. Od parametru Q41 je odečtena vzdálenost středu rádiusu od nulového bodu, $Q41 = 27.25 - 10.21 = +17.04$. Výsledný parametr Q41 udává maximální hloubku frézování od nulového bodu. Rozhodovací podmínka, když parametr Q50 = +2 je menší než parametr Q41 = +17.04 jdi na LABEL 40, je splněna.

```
703 LBL 40
704 LBL 0
```

LABEL 0 ukončí LABEL 39. TNC pokračuje za příkazem pro vyvolání LABELU 39.

```
618 FN 10: IF +Q57 NE +1 GOTO LBL 41
619 ;
620 FN 0: Q9 =+Q50
621 ;
622 LBL 41
```

Rozhodovací podmínka, když parametr Q57 není roven +1, jdi na LABEL 41 je splněna. Parametr Q57 zatím nebyl definován, $Q57 = 0$.

```
622 LBL 41
623 L X-Q31 Y+0 R0 FMAX
624 L Z+Q11 R0 FMAX
```

LABEL 41 obsahuje nájezd nástroje rychloposuvem na souřadnice v ose x, y a následně z.

```
626 LBL 42 ;VYPOCET SOURADNIC V Y-e
627 FN 3: Q41 =+Q14 * +Q14 ;RADIUS NA DRUHOU
628 FN 1: Q9 =+Q9 + +Q21
629 FN 3: Q43 =+Q9 * +Q9 ;PRISUV NA DRUHOU
630 FN 2: Q9 =+Q9 - +Q21
631 FN 2: Q39 =+Q41 - +Q43
632 FN 5: Q39 = SQRT +Q39 ;SOURAD V Y-e
633 FN 12: IF +Q39 LT +Q108 GOTO LBL 43
634 FN 0: Q50 =+Q9 ;HLOUBKA
635 FN 2: Q44 =+Q39 - +Q31 ;VYPOCET PREKRYTI DRAHY
```

LABEL 42 vypočítává souřadnice v ose y. Parametr Q41 vypočítává rádius na druhou, $Q41 = +1142.44$. Parametr Q9 vypočítává aktuální hloubku frézování od středu rádiusu,

$Q9 = 2 + 10.21 = +12.21$. Parametr Q43 vypočítává hloubku frézování na druhou, $Q43 = +149.08$. Následně je parametr Q9 přepočítán na původní hodnotu hloubky frézování od nulového bodu, $Q9 = +2$. Parametr Q39 vypočítává rozdíl obsahů čtverců, $Q39 = +993.36$. V dalším bloku je parametr Q39 přepočítán. Odmocnina z aktuální hodnoty parametru Q39 určuje souřadnici v ose y, $Q39 = +31.52$. Rozhodovací podmínka, když parametr Q39 = +31.52 je menší než $Q108 = +20$ jdi na LABEL 43, není splněna. Parametru Q50 je přiřazena hodnota parametru Q9, $Q50 = +2$. Parametr Q44 vypočítává překrytí dráhy nástroje, $Q44 = 31.52 - 40 = -8.48$. Záporná hodnota znamená, že dráhy nástroje se překrývají. Kladná hodnota znamená, že dráhy nástroje se nepřekrývají, vznikne neofrézovaný ostrůvek.

```
637 LBL 44 ;HLAVNI FREZOVANI
638 L Z-Q50 R0 FMAX
639 L Y-Q39 RL F AUTO
640 L X+Q34
641 L Y+Q39
642 L X-Q31
643 L Y+0 R0
644 FN 12: IF +Q108 LT +Q44 GOTO LBL 45
645 FN 11: IF +Q44 GT +0 GOTO LBL 46
```

V LABELU 44 je rádius dle vypočtených parametrů hrubován. První rozhodovací podmínka, když parametr $Q108 = +20$ je menší než parametr $Q44 = -8.48$ jdi na LABEL 45, není splněna. Druhá rozhodovací podmínka, když parametr Q44 je větší než 0 jdi na LABEL 46 také není splněna. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 47.

```
647 LBL 47
648 FN 1: Q9 =+Q9 + +Q28 ;PREPOCITANI HLOUBKY
649 FN 1: Q51 =+Q9 + +Q21 ;HLOUBKA OD STREDU R
650 FN 12: IF +Q14 LT +Q51 GOTO LBL 43
651 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 42
```

K parametru Q9 je přičtena hodnota přísuvu, $Q9 = 2 + 2 = +4$. Parametr Q51 vypočítává hloubku frézování od středu rádiusu, $Q51 = 4 + 10.21 = +14.21$. První rozhodovací podmínka, když parametr $Q14 = +33.8$ je menší než parametr $Q51 = +14.21$ jdi na LABEL 43, není splněna. Nepodmíněná podmínka odkáže iTNC na LABEL 42.

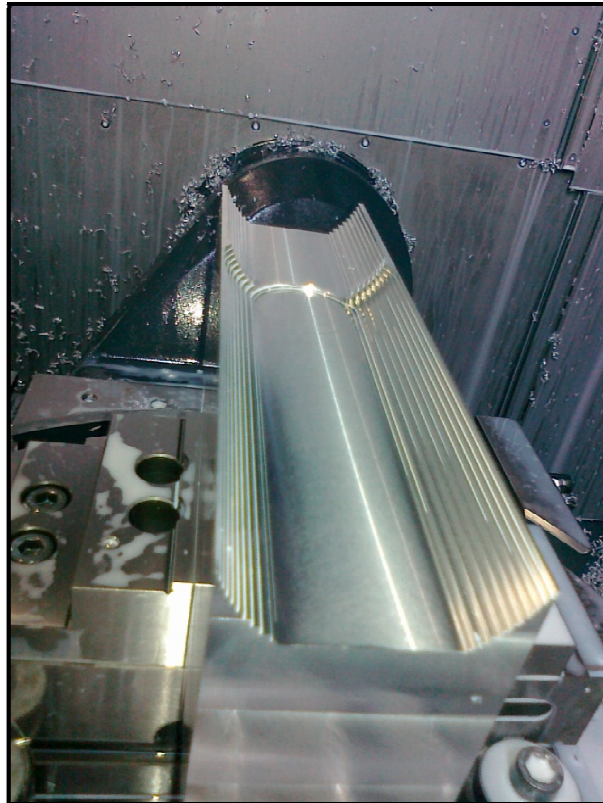
Celý proces se opakuje, do doby než bude splněna podmínka v LABELU 42, když parametr $Q39 = +18.62$ je menší než parametr $Q108 = +20$ jdi na LABEL 43. Nástroj je již příliš velký na to, aby mohl frézovat na vypočtenou souřadnici v ose y.

```
653 LBL 43 ;FREZOVANI STREDEM
654 FN 3: Q41 =+Q14 * +Q14 ;RADIUS NA DRUHOU
655 FN 3: Q42 =+Q108 * +Q108 ;POLOMER FR NA DRUHOU
656 FN 2: Q39 =+Q41 - +Q42
657 FN 5: Q50 = SQRT +Q39
658 FN 1: Q50 =+Q50 + -Q21
659 L Y+0 R0
660 L Z-Q50
661 L X+Q40
662 L Z+Q13 R0 FMAX
663 FN 0: Q52 =+Q50
664 LBL 0
```

V LABELU 43 je vypočtena maximální hloubka pro frézování středem. Parametr Q41 vypočítává rádius na druhou, $Q41 = +1142.44$. Parametr Q42 vypočítává poloměr frézy na

druhou, $Q42 = +400$. Parametr $Q39$ následně vypočítává rozdíl obsahů čtverců, $Q39 = +742.44$. Parametr $Q50$ vypočítává maximální hloubku frézování od středu rádiusu, $Q50 = +27.25$. Následně je od parametru $Q50$ odečtena vzdálenost středu rádiusu od nulového bodu, $Q29 = +27.25 - 10.21 = +17.04$. Následuje frézování středem rádiusu. Parametru $Q52$ je přiřazena hodnota maximální hloubky frézování, $Q52 = +17.04$. Řídicí systém iTNC pokračuje v hlavní části programu.

Na Obr. 7—27 je vidět aktuální stav vyhrubovaných rádiusů. Frézováním rádiusů vznikly tzv. schody. Z obrázku je patrné, že rádiusy nejsou vyhrubovány v celém rozsahu.



Obr. 7—27 Vyhrubované rádiusy frézou D40

7.3.6 Dohrubování delší strany rádiusu R35.5

Při dohrubování delší strany rádiusu jsou použita stejná návěstí jako u hrubování delší strany rádiusu. Dohrubování rádiusu začíná od hloubky, na které skončilo hrubování rádiusu.

```
69 ;*****  
70 ; DOHRUBOVANI RADIUSU : 1=HRUBOVAT / 0=NEHRUBOVAT  
71 ;*****  
72 FN 0: Q6 =+1 ;DOHRUBOVANI DELSI STRANY RADIUSU  
73 FN 0: Q7 =+1 ;DOHRUBOVANI KRATSI STRANY RADIUSU
```

Na začátku programu uživatel definoval, zda po hrubování následuje rovnou dokončování, nebo zda mezi nimi bude ještě operace dohrubování.

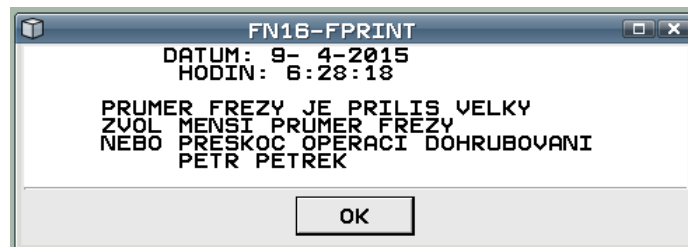
```
223 FN 9: IF +Q6 EQU +1 GOTO LBL 50
224 FN 9: IF +Q7 EQU +1 GOTO LBL 50
225 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 51
226 ;
227 LBL 50
```

První rozhodovací podmínka, když parametr Q6 je roven +1 jdi na LABEL 50 je splněna.

```
230 ; *****
231 * - DELSI STRANA RADIUSU DOHRUBOVANI
232 ; *****
233 TOOL CALL 31 Z S2992 F1077
234 ; - FREZA D10 TK
235 ;
236 FN 2: Q53 =+Q53 - +0.5
237 ;
238 FN 12: IF +Q108 LT +Q53 GOTO LBL 52
239 FN 9: IF +Q108 EQU +Q53 GOTO LBL 52
240 ;
241 FN 16: F-PRINT TNC:\Programy\DP.A / SCREEN:
242 M0
243 ;
244 LBL 52
```

Parametr Q53 odečítá od poloměr nástroje, který hruboval rádiusy hodnotu 0.5, $Q53 = +19.5$. První podmínka, když parametr $Q108 = +5$ je menší než parametr $Q53 = +19.5$ jdi na LABEL 52 je splněna.

Pokud není poloměr nástroje menší než poloměr nástroje, který hruboval rádiusy alespoň o 0.5 mm, program se zastaví a iTNC zobrazí chybové hlášení.



Obr. 7—28 Chybové hlášení

```
246 M13
247 ;
248 L Z+0 R0 FMAX M91
249 ;
250 CALL LBL 100
251 ;
252 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
253 CYCL DEF 7.1 X+0
254 CYCL DEF 7.2 Y+0
255 CYCL DEF 7.3 Z+0
256 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
257 ;
258 FN 9: IF +Q6 EQU +0 GOTO LBL 53
259 ;
260 CALL LBL 5 ;Q-PARAMETRY
```

Rozhodovací podmínka, když parametr Q6 = +1 je roven 0 jdi na LABEL 53, není splněna.

```
75 ;*****
76 ; DOHRUBOVANI DELSI STRANY RADIUSU :
77 ;*****
78 LBL 5
79 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
80 FN 0: Q11 =+3 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
81 FN 0: Q14 =+35.3 ;RADIUS
82 FN 0: Q17 =+0.5 ;PRID NA DELKU RADIUSU
83 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
84 LBL 0
```

Parametr Q14 definuje rádius, ke kterému připočten přídavek na dokončování, Q14 = +35.3.

```
262 FN 0: Q57 =+1 ;PARAMETR PRO 2.NASTROJ
263 FN 0: Q29 =+Q48
264 ;
265 CALL LBL 23 ;DELSI RADIUS DOHRUBOVANI
```

Parametr Q57 je pomocný parametr, který umožní přeskok části programu. Parametru Q29 je přiřazena hodnota maximální hloubky frézování delší strany rádiusu z operace hrubování, viz str. 77, Q29 = +18.88. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 23.

```
494 ; *****
495 * - LBL DELSI RADIUS HRUBOVANI
496 ; *****
497 LBL 23
498 FN 0: Q28 =+Q9 ;HLOUBKA PRISUVU
499 FN 1: Q29 =+Q29 + +Q28 ;1.HLOUBKA
500 FN 3: Q31 =+Q108 * +2 ;D FR
501 FN 1: Q27 =+Q31 + +Q2 ;NAJEZD, VYJEZD V X-e
502 FN 1: Q34 =+Q22 + +Q17 ;KONCOVA SOURAD V X-e
503 FN 1: Q40 =+Q34 + +Q108 ;DELKA RADIUSU S PRID PRO R0
504 ;
505 CALL LBL 24
```

Parametr Q28 je roven přísluvu Q9, Q28 = +2. Parametr Q29 vypočítává hloubku frézování. V hlavní části programu byla parametru Q29 přiřazena hodnota maximální hloubky frézování z operace hrubování, Q29 = 18.88 + 2 = +20.88. Parametr Q31 vypočítává aktuální průměr frézy, Q31 = +10. Parametr Q27 definuje souřadnici pro nájezd i výjezd v ose x, Q27 = 10 + 250 = +260. Parametr Q34 definuje koncovou souřadnici v ose x a je vypočítán jako součet délky kratší strany rádiusu a osazení plus přídavek na délku rádiusu, Q34 = 68 + 0.5 = +68.5. Parametr Q40 určuje koncovou souřadnici v ose x bez korekce nástroje a je vypočítáván jako koncová souřadnice v ose x plus aktuální poloměr frézy, Q40 = 68.5 + 5 = +73.5. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 24.

```
585 LBL 24 ;VYPOCET HLOUBKY
586 FN 3: Q41 =+Q14 * +Q14 ;RADIUS NA DRUHOU
587 FN 3: Q42 =+Q108 * +Q108 ;POLOMER FR NA DRUHOU
588 FN 2: Q41 =+Q41 - +Q42
589 FN 12: IF +Q41 LT +1 GOTO LBL 34
590 FN 5: Q41 = SQRT +Q41
591 FN 2: Q41 =+Q41 - +Q21
592 FN 12: IF +Q29 LT +Q41 GOTO LBL 25
593 FN 0: Q29 =+Q41
```

LABEL 24 kontroluje, zda se fréza vejde do rádiusu a do jaké hloubky může frézovat. Parametr Q41 vypočítává rádius na druhou, $Q41 = +1246.09$. Parametr Q42 vypočítává poloměr frézy na druhou, $Q42 = +25$. Parametr Q41 následně vypočítává rozdíl obsahů čtverců, $Q41 = +1221.09$. Rozhodovací podmínka, když parametr Q41 je menší než +1 jdi na LABEL 34, není splněna.

```
598 LBL 34
599 M0
600 ; PRUMER FREZY JE PRILIS VELKY
601 ; PRUMER FREZY MUSI BYT MENSI NEZ FREZOVANY RADIUS
602 M30
```

Pokud by platila rozhodovací podmínka, když parametr Q41 je menší než +1 jdi na LABEL 34, program by se zastavil a uživatel by si přečetl text v LABELU 34.

V bloku 590 je parametr Q41 přepočítán. Odmocnina z aktuální hodnoty parametru Q41 je maximální hloubku frézování od středu rádiusu, $Q41 = +34.94$. Následně je parametr Q41 opět přepočítán. Od parametru Q41 je odečtena vzdálenost středu rádiusu od nulového bodu, $Q41 = 34.94 - 10.21 = +24.73$. Výsledný parametr Q41 udává maximální hloubku frézování od nulového bodu. Rozhodovací podmínka, když parametr Q29 = +2 je menší než parametr Q41 = +24.73 jdi na LABEL 25, je splněna.

```
595 LBL 25
596 LBL 0
```

LABEL 0 ukončí LABEL 24. Řídicí systém iTNC pokračuje za příkazem pro vyvolání LABELU 24.

```
506 FN 10: IF +Q57 NE +1 GOTO LBL 26
507 ;
508 FN 0: Q9 =+Q29
509 ;
510 LBL 26
```

Rozhodovací podmínka, když parametr Q57 = +1 není roven +1, jdi na LABEL 26 není splněna. Parametru Q9 je přiřazena hodnota pro první hloubku frézování, $Q9 = +20.88$.

```
510 LBL 26
511 L X+Q27 Y+0 R0 FMAX
512 L Z+Q11 R0 FMAX
```

LABEL 26 obsahuje nájezd nástroje rychloposuvem na souřadnice v ose x, y a následně z, viz Obr. 7—22.

```
514 LBL 27 ;VYPOCET SOURADNIC V Y-e
515 FN 3: Q41 =+Q14 * +Q14 ;RADIUS NA DRUHOU
516 FN 1: Q9 =+Q9 + +Q21
517 FN 3: Q43 =+Q9 * +Q9 ;PRISUV NA DRUHOU
518 FN 2: Q9 =+Q9 - +Q21
519 FN 2: Q39 =+Q41 - +Q43
520 FN 5: Q39 = SQRT +Q39 ;SOURAD V Y-e
521 FN 12: IF +Q39 LT +Q108 GOTO LBL 28
522 FN 0: Q29 =+Q9 ;HLOUBKA
523 FN 2: Q44 =+Q39 - +Q31 ;VYPOCET PREKRYTI DRAHY
```

LABEL 27 vypočítává souřadnice v ose y. Parametr Q41 vypočítává rádius na druhou, $Q41 = +1246.09$. Parametr Q9 vypočítává aktuální hloubku frézování od středu rádiusu, $Q9 = 20.88 + 10.21 = +31.09$. Parametr Q43 vypočítává hloubku frézování na duhou, $Q43 = +966.44$. Následně je parametr Q9 přepočítán na původní hodnotu hloubky frézování od nulového bodu, $Q9 = +20.88$. Parametr Q39 vypočítává rozdíl obsahů čtverců, $Q39 = +279.65$. V dalším bloku je parametr Q39 přepočítán. Odmocnina z aktuální hodnoty parametru Q39 určuje souřadnici v ose y, $Q39 = +16.72$. Rozhodovací podmínka, když parametr $Q39 = +16.72$ je menší než $Q108 = +5$ jde na LABEL 28, není splněna. Parametru Q29 je přiřazena hodnota parametru Q9, $Q29 = +20.88$. Parametr Q44 vypočítává překrytí dráhy nástroje, $Q44 = 16.72 - 10 = +6.72$. Kladná hodnota znamená, že dráhy nástroje se nepřekrývají, vznikne neofrézovaný ostrůvek. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 29.

```
525 LBL 29 ;HLAVNI FREZOVANI
526 L Z-Q29 R0 F AUTO
527 L Y+Q39 RL
528 L X+Q34
529 L Y-Q39
530 L X+Q27
531 L Y+0 R0
532 FN 12: IF +Q108 LT +Q44 GOTO LBL 30
533 FN 11: IF +Q44 GT +0 GOTO LBL 31
```

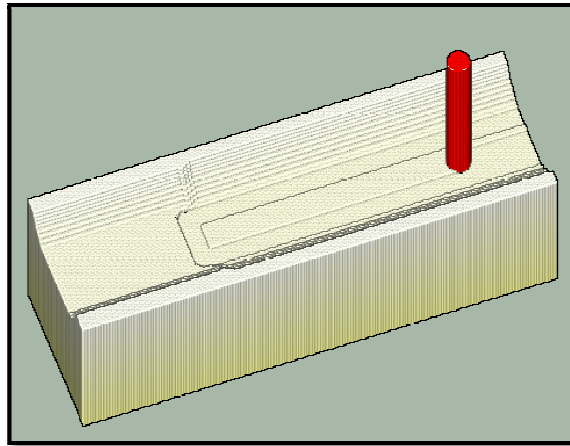
V LABELU 29 je rádius dle vypočtených parametrů hrubován, viz Obr. 7—22. První rozhodovací podmínka, když parametr $Q108 = +5$ je menší než parametr $Q44 = +6.72$ jde na LABEL 30, je splněna. Vznikne neofrézovaný ostrůvek.

```
563 LBL 30
564 FN 2: Q47 =+Q39 - +Q31 ;HODNOTA PREKRYTI DRAHY
```

Parametr Q47 vypočítává překrytí dráhy nástroje, $Q47 = 16.72 - 10 = +6.72$. Dráhy nástroje se nepřekrývají, vznikne neofrézovaný ostrůvek. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 36.

```
566 LBL 36 ;HRUB ZBYTKOVEHO OSTRUVKU
567 L Z-Q29 R0 FMAX
568 L Y-Q47 RR F AUTO ;SOUSLEDNE
569 L X+Q34
570 L Y+Q47
571 L X+Q27
572 L Y+0 R0
573 FN 11: IF +Q47 GT +Q31 GOTO LBL 37
574 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 32
```

Následuje frézování zbylého ostrůvku. První rozhodovací podmínka, když parametr $Q47 = +6.72$ je větší než parametr $Q31 = +10$, není splněna. Nepodmíněná podmínka odkáže iTNC na LABEL 32.



Obr. 7—29 Frézování zbylého ostrůvku

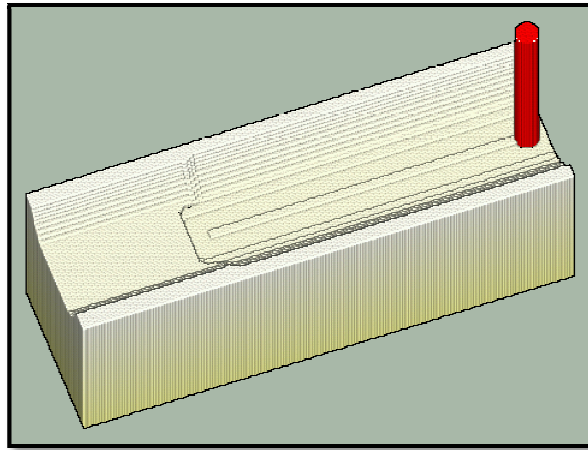
```
535 LBL 32
536 FN 1: Q9 =+Q9 + +Q28 ;PREPOCITANI KROKU
537 FN 1: Q45 =+Q9 + +Q21 ;HLOUBKA OD STREDU R
538 FN 12: IF +Q14 LT +Q45 GOTO LBL 28
539 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 27
```

K parametru Q9 je přičtena hodnota přísuvu, $Q9 = 20.88 + 2 = +22.88$. Parametr Q45 vypočítává hloubku frézování od středu rádiusu, $Q45 = 22.88 + 10.21 = +33.09$. První rozhodovací podmínka, když parametr Q14 = +35.3 je menší než parametr Q45 = +33.09 jdi na LABEL 28, není splněna. Nepodmíněná podmínka odkáže iTNC na LABEL 27.

Celý proces se opakuje, s tím rozdílem, že v LABELU 29 není splněna podmínka, když parametr Q108 = +5 je menší než parametr Q44 = +2,30 jdi na LABEL 30. Druhá rozhodovací podmínka, když Q44 je větší než 0 jdi na LABEL 31, je splněna.

```
576 LBL 31 ;HRUB ZBYLEHO STREDU
577 FN 12: IF +Q47 LT +0 GOTO LBL 32
578 L Y+0 R0
579 L Z-Q29
580 L X+Q40
581 L Z+Q13 R0 FMAX
582 L X+Q27 R0 FMAX
583 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 32
```

Rozhodovací podmínka, když Q47 je menší než 0 jdi na LABEL 31, není splněna. Následuje hrubování zbylého středu. Nepodmíněná podmínka odkáže iTNC na LABEL 32.



Obr. 7—30 Frézování zbylého středu

```
535 LBL 32
536 FN 1: Q9 =+Q9 + +Q28 ;PREPOCITANI HLOUBKY
537 FN 1: Q45 =+Q9 + +Q21 ;HLOUBKA OD STREDU R
538 FN 12: IF +Q14 LT +Q45 GOTO LBL 28
539 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 27
```

K parametru Q9 je přičtena hodnota přísluvu, $Q9 = 22.88 + 2 = +24.88$. Parametr Q45 vypočítává hloubku frézování od středu rádiusu, $Q45 = 24.88 + 10.21 = +35.09$. První rozhodovací podmínka, když parametr Q14 = +35.3 je menší než parametr Q45 = +35.09 jde na LABEL 28, není splněna. Nepodmíněná podmínka odkáže iTNC na LABEL 27.

V LABELU 27, viz str. 84 je splněna podmínka, když $Q39 = +3.87$ je menší než $Q108 = +5$ jde na LABEL 28. Fréza se již nevejde do rádiusu.

```
541 LBL 28 ;FREZOVANI STREDEM
542 FN 0: Q46 =+Q29
543 FN 3: Q41 =+Q14 * +Q14 ;RADIUS NA DRUHOU
544 FN 3: Q42 =+Q108 * +Q108 ;POLOMER FR NA DRUHOU
545 FN 2: Q39 =+Q41 - +Q42
546 FN 5: Q29 = SQRT +Q39
547 FN 1: Q29 =+Q29 + -Q21
548 FN 9: IF +Q46 EQU +Q29 GOTO LBL 33
549 L Y+0 R0
550 L Z-Q29
551 L X+Q40
```

V LABELU 28 je vypočtena maximální hloubka pro frézování středem. Parametru Q46 je přiřazena hodnota parametru Q29, $Q46 = +22.87$. Parametr Q41 vypočítává rádius na druhou, $Q41 = +1246.09$. Parametr Q42 vypočítává poloměr frézy na duhou, $Q42 = +25$. Parametr Q39 následně vypočítává rozdíl obsahů čtverců, $Q39 = +1221.09$. Parametr Q29 vypočítává maximální hloubku frézování od středu rádiusu, $Q29 = +34.94$. Následně je od parametru Q29 odečtena vzdálenost středu rádiusu od nulového bodu, $Q29 = +34.94 - 10.21 = +24.73$. Rozhodovací podmínka, když parametr Q46 je roven parametru Q29 jde na LABEL 33, není splněna. Následuje frézování středem rádiusu.


```
553 LBL 33
554 L Z+Q13 R0 FMAX
555 FN 0: Q48 =+Q29
556 LBL 0
```

Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 33, ve kterém je odjezd nástroje na bezpečnou vzdálenost. Řídicí systém iTNC pokračuje v hlavní části programu.

```
267 LBL 53
268 ;
269 FN 9: IF +Q7 EQU +0 GOTO LBL 54
270 ;
```

V hlavní části programu je vnořený LABEL 53, který slouží pro přeskok části programu, v případě, že uživatel nechce dohrubovat delší stranu rádiusu. Rozhodovací podmínka, když $Q7 = +1$ je rovno 0 jdi na LABEL 54, není splněna, protože uživatel chce dohrubovat kratší stranu rádiusu.

7.3.7 Dohrubování kratší strany rádiusu R35.5 a osazení R34

Při dohrubování osazení a kratší strany rádiusu jsou použita stejná návěstí jako u hrubování. Dohrubování začíná od hloubky, na které skončilo hrubování.

```
272 ; *****
273 * - KRATSI STRANA RADIUSU DOHRUBOVANI
274 ; *****
275 CALL LBL 6 ;Q-PARAMETRY

86 ;*****
87 ; DOHRUBOVANI KRATSI STRANY RADIUSU A OSAZENI :
88 ;*****
89 LBL 6
90 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
91 FN 0: Q11 =+3 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
92 FN 0: Q14 =+33.8 ;RADIUS OSAZENI
93 FN 0: Q17 =+0 ;PRID NA DELKU RADIUSU
94 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
95 LBL 0
```

Parametr Q14 definuje rádius osazení, ke kterému je připočten přídavek na dokončování, $Q14 = +33.8$.

```
277 FN 0: Q57 =+1 ;PARAMETR PRO 2.NASTROJ
278 FN 0: Q50 =+Q52
279 ;
280 CALL LBL 38 ;KRATSI STRANA RADIUSU A OSAZENI DOHRUBOVANI
```

Parametr Q57 je pomocný parametr, který umožní přeskok části programu. Parametru Q50 je přiřazena hodnota maximální hloubky frézování kratší strany rádiusu z operace hrubování, viz str. 80, $Q50 = +17.04$. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 38.

```
605 ; *****
606 *   - LBL KRATSI STRANA RADIUSU A OSAZENI HRUBOVANI
607 ; *****
608 LBL 38
609 FN 0: Q28 =+Q9 ;HLOUBKA PRISUVU
610 FN 3: Q31 =+Q108 * +2 ;D FR
611 FN 1: Q49 =+Q22 + +Q108 ;RADIUS+OSAZENI+POLOMER FR
612 FN 1: Q49 =+Q49 + +2
613 FN 2: Q34 =+Q49 - +Q17 ;SOURAD V X-e
614 FN 2: Q40 =+Q34 - +Q108 ;DELKA RADIUSU S PRID PRO R0
615 FN 1: Q50 =+Q50 + +Q28 ;1.HLOUBKA
616 ;
617 CALL LBL 39
```

Parametr Q28 je roven přísluvu Q9, $Q28 = +2$. Parametr Q31 vypočítává aktuální průměr frézy, $Q31 = +10$. Parametr Q49 vypočítává vzdálenost kratší strany rádiusu a osazení plus poloměr nástroje, $Q49 = 68 + 5 = +73$. Následně je k parametru Q49 přičten přídavek, aby se střed nástroje dostal za požadovanou vzdálenost, $Q49 = +75$. Parametr Q34 definuje koncovou souřadnici v ose x a je vypočítán jako rozdíl délky kratší strany rádiusu a osazení mínus přídavek na délku rádiusu, $Q34 = 75 + 0 = +75$. Parametr Q40 určuje koncovou souřadnici v ose x bez korekce nástroje a je vypočítáván jako koncová souřadnice v ose x mínus aktuální poloměr frézy, $Q40 = 75 - 5 = +70$. Parametr Q50 vypočítává hloubku frézování a je definován jako součet hodnoty parametru Q50 a parametru Q28, $Q50 = 17.38 + 2 = +19.38$. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 39.

```
693 LBL 39 ;VYPOCET HLOUBKY
694 FN 3: Q41 =+Q14 * +Q14 ;RADIUS NA DRUHOU
695 FN 3: Q42 =+Q108 * +Q108 ;POLOMER FR NA DRUHOU
696 FN 2: Q41 =+Q41 - +Q42
697 FN 12: IF +Q41 LT +1 GOTO LBL 34
698 FN 5: Q41 = SQRT +Q41
699 FN 2: Q41 =+Q41 - +Q21
700 FN 12: IF +Q50 LT +Q41 GOTO LBL 40
701 FN 0: Q50 =+Q41
```

LABEL 39 kontroluje, zda se nástroj vejde do rádiusu a do jaké hloubky může frézovat. Parametr Q41 vypočítává rádius na druhou, $Q41 = +1142.44$. Parametr Q42 vypočítává poloměr frézy na druhou, $Q42 = +25$. Parametr Q41 následně vypočítává rozdíl obsahů čtverců, $Q41 = +1117.44$. Rozhodovací podmínka, když parametr Q41 je menší než +1 jdi na LABEL 34, není splněna. V opačném případě by iTNC pokračoval na LABEL 34, viz str. 74. V bloku 698 je parametr Q41 přepočítán. Odmocnina z aktuální hodnoty parametru Q41 je maximální hloubku frézování od středu rádiusu, $Q41 = +33.43$. Následně je parametr Q41 opět přepočítán. Od parametru Q41 je odečtena vzdálenost středu rádiusu od nulového bodu, $Q41 = 33.43 - 10.21 = +23.22$. Výsledný parametr Q41 udává maximální hloubku frézování od nulového bodu. Rozhodovací podmínka, když parametr $Q50 = +19.38$ je menší než parametr $Q41 = +23.22$ jdi na LABEL 40, je splněna.

```
703 LBL 40
704 LBL 0
```

LABEL 0 ukončí LABEL 39. Řídicí systém iTNC pokračuje za příkazem pro vyvolání LABELU 39.

```
618 FN 10: IF +Q57 NE +1 GOTO LBL 41
619 ;
620 FN 0: Q9 =+Q50
621 ;
622 LBL 41
```

Rozhodovací podmínka, když parametr Q57 = +1 není roven +1, jdi na LABEL 41, není splněna. Parametru Q9 je přiřazena hodnota pro první hloubku frézování, Q9 = +19.04.

```
622 LBL 41
623 L X-Q31 Y+0 R0 FMAX
624 L Z+Q11 R0 FMAX
```

LABEL 41 obsahuje nájezd nástroje rychloposuvem na souřadnice v ose x, y a následně z.

```
626 LBL 42 ;VYPOCET SOURADNIC V Y-e
627 FN 3: Q41 =+Q14 * +Q14 ;RADIUS NA DRUHOU
628 FN 1: Q9 =+Q9 + +Q21
629 FN 3: Q43 =+Q9 * +Q9 ;PRISUV NA DRUHOU
630 FN 2: Q9 =+Q9 - +Q21
631 FN 2: Q39 =+Q41 - +Q43
632 FN 5: Q39 = SQRT +Q39 ;SOURAD V Y-e
633 FN 12: IF +Q39 LT +Q108 GOTO LBL 43
634 FN 0: Q50 =+Q9 ;HLOUBKA
635 FN 2: Q44 =+Q39 - +Q31 ;VYPOCET PREKRYTI DRAHY
```

LABEL 42 vypočítává souřadnice v ose y. Parametr Q41 vypočítává rádius na druhou, $Q41 = +1142.44$. Parametr Q9 vypočítává aktuální hloubku frézování od středu rádiusu, $Q9 = 19.04 + 10.21 = +29.25$. Parametr Q43 vypočítává hloubku frézování na druhou, $Q43 = +855.431$. Následně je parametr Q9 přepočítán na původní hodnotu hloubky frézování od nulového bodu, $Q9 = +19.04$. Parametr Q39 vypočítává rozdíl obsahů čtverců, $Q39 = +287.01$. V dalším bloku je parametr Q39 přepočítán. Odmocnina z aktuální hodnoty parametru Q39 určuje souřadnici v ose y, $Q39 = +16.94$. Rozhodovací podmínka, když parametr Q39 = +16.94 je menší než Q108 = +5 jdi na LABEL 43, není splněna. Parametru Q50 je přiřazena hodnota parametru Q9, $Q50 = +19.04$. Parametr Q44 vypočítává překrytí dráhy nástroje, $Q44 = 16.94 - 10 = +6.94$. Kladná hodnota znamená, že dráhy nástroje se nepřekrývají, vznikne neofrézovaný ostrůvek.

```
637 LBL 44 ;HLAVNI FREZOVANI
638 L Z-Q50 R0 FMAX
639 L Y-Q39 RL F AUTO
640 L X+Q34
641 L Y+Q39
642 L X-Q31
643 L Y+0 R0
644 FN 12: IF +Q108 LT +Q44 GOTO LBL 45
645 FN 11: IF +Q44 GT +0 GOTO LBL 46
```

V LABELU 44 je rádius dle vypočtených parametrů hrubován. První rozhodovací podmínka, když parametr Q108 = +5 je menší než parametr Q44 = +6.94 jdi na LABEL 45, je splněna.

```
671 LBL 45
672 FN 2: Q47 =+Q39 - +Q31 ;HODNOTA PREKRYTI DRAHY
```

Parametr Q47 vypočítává překrytí dráhy nástroje, $Q47 = 16.94 - 10 = +6.94$. Dráhy nástroje se nepřekrývají, vznikne neofrézovaný ostrůvek. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 49.

```
674 LBL 49 ;HRUB ZBYTKOVEHO OSTRUVKU
675 L Z-Q50 R0 FMAX
676 L Y+Q47 RR F AUTO ;SOUSLEDNE
677 L X+Q34
678 L Y-Q47
679 L X-Q31
680 L Y+0 R0
681 FN 11: IF +Q47 GT +Q31 GOTO LBL 48
682 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 47
```

Následuje frézování zbylého ostrůvku. První rozhodovací podmínka, když parametr $Q47 = +6.94$ je větší než parametr $Q31 = +10$, není splněna. Nepodmíněná podmínka odkáže iTNC na LABEL 47.

```
647 LBL 47
648 FN 1: Q9 =+Q9 + +Q28 ;PREPOCITANI HLOUBKY
649 FN 1: Q51 =+Q9 + +Q21 ;HLOUBKA OD STREDU R
650 FN 12: IF +Q14 LT +Q51 GOTO LBL 43
651 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 42
```

K parametru Q9 je přičtena hodnota přísvuvu, $Q9 = 19.04 + 2 = +21.04$. Parametr Q51 vypočítává hloubku frézování od středu rádiusu, $Q51 = 21.04 + 10.21 = +31.25$. První rozhodovací podmínka, když parametr $Q14 = +33.8$ je menší než parametr $Q51 = +31.25$ jde na LABEL 43, není splněna. Nepodmíněná podmínka odkáže iTNC na LABEL 42

Celý proces se opakuje, s tím rozdílem, že v LABELU 44 není splněna podmínka, když parametr $Q108 = +5$ je menší než parametr $Q44 = +2,88$ jde na LABEL 45. Druhá rozhodovací podmínka, když Q44 je větší než 0 jde na LABEL 46, je splněna.

```
684 LBL 46 ;HRUB ZBYLEHO STREDU
685 FN 12: IF +Q47 LT +0 GOTO LBL 47
686 L Y+0 R0
687 L Z-Q50
688 L X+Q40
689 L Z+Q13 R0 FMAX
690 L X-Q31 R0 FMAX
691 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 47
```

Rozhodovací podmínka, když Q47 je menší než 0 jde na LABEL 31, není splněna. Následuje hrubování zbylého středu. Nepodmíněná podmínka odkáže iTNC na LABEL 47.

```
647 LBL 47
648 FN 1: Q9 =+Q9 + +Q28 ;PREPOCITANI HLOUBKY
649 FN 1: Q51 =+Q9 + +Q21 ;HLOUBKA OD STREDU R
650 FN 12: IF +Q14 LT +Q51 GOTO LBL 43
651 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 42
```

K parametru Q9 je přičtena hodnota přísluvu, $Q9 = 21.04 + 2 = +23.04$. Parametr Q51 vypočítává hloubku frézování od středu rádiusu, $Q51 = 23.04 + 10.21 = +33.25$. První rozhodovací podmínka, když parametr Q14 = +33.8 je menší než parametr Q51 = +33.25 jdi na LABEL 43, není splněna. Nepodmíněná podmínka odkáže iTNC na LABEL 42.

Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 42, kde dojde k výpočtům. Parametr Q39 určuje souřadnici v ose y, $Q39 = +6.08$. Parametru Q50 je přiřazena hodnota parametru Q9, $Q50 = +23.04$. Parametr Q44 vypočítává překrytí dráhy nástroje, $Q44 = -3.92$. Záporná hodnota znamená, že dráhy nástroje se překrývají.

Následně iTNC pokračuje na LABEL 44, ve kterém neplatí rozhodovací podmínky. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 47, ve kterém je splněna první rozhodovací podmínka, když parametr Q14 = +33.8 je menší než parametr Q51 = +35.25 jdi na LABEL 43.

```
653 LBL 43 ;FREZOVANI STREDEM
654 FN 3: Q41 =+Q14 * +Q14 ;RADIUS NA DRUHOU
655 FN 3: Q42 =+Q108 * +Q108 ;POLOMER FR NA DRUHOU
656 FN 2: Q39 =+Q41 - +Q42
657 FN 5: Q50 = SQRT +Q39
658 FN 1: Q50 =+Q50 + -Q21
659 L Y+0 R0
660 L Z-Q50
661 L X+Q40
662 L Z+Q13 R0 FMAX
663 FN 0: Q52 =+Q50
664 LBL 0
```

V LABELU 43 je vypočtena maximální hloubka pro frézování středem. Parametr Q41 vypočítává rádius na druhou, $Q41 = +1142.44$. Parametr Q42 vypočítává poloměr frézy na duhou, $Q42 = +25$. Parametr Q39 následně vypočítává rozdíl obsahů čtverců, $Q39 = +1117.44$. Parametr Q50 vypočítává maximální hloubku frézování od středu rádiusu, $Q50 = +33.43$. Následně je od parametru Q50 odečtena vzdálenost středu rádiusu od nulového bodu, $Q29 = +33.43 - 10.21 = +23.22$. Následuje frézování středem rádiusu. Parametru Q52 je přiřazena hodnota maximální hloubky frézování, $Q52 = +23.22$. Řídicí systém iTNC pokračuje v hlavní části programu.

```
282 LBL 54
283 M5 M9
284 ;
285 LBL 51
```

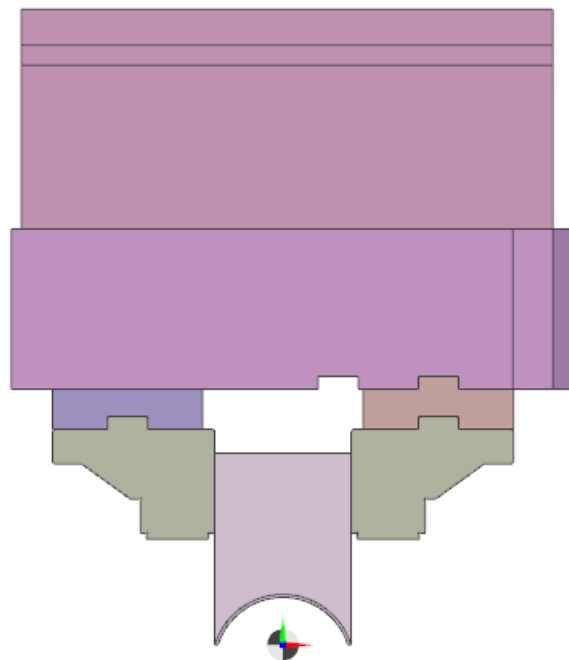
LABEL 51 a 54 slouží k přeskočení části programu.

7.3.8 Dokončování delší strany rádiusu R35.5

Dokončování delší strany rádiusu musí být prováděno nástrojem se seřizovacím bodem alespoň 183 mm.

```
288 ; *****
289 *   - DELSI STRANA RADIUSU FINISH
290 ; *****
291 TOOL CALL 27 Z S700 F210
292 ; - FREZA S VBD D50 DELSI UPNUTI
293 M13
294 ;
295 L Z+0 R0 FMAX M91
296 ;
297 CALL LBL 100
298 ;
299 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
300 CYCL DEF 7.1 X+Q2
301 CYCL DEF 7.2 Y+0
302 CYCL DEF 7.3 Z+0
303 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC-90 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
304 ;
305 CALL LBL 7 ;Q-PARAMETRY
306 ;
307 CALL LBL 55 ;DELSI STRANA RADIUSU FINISH
308 M5 M9
```

Nulový bod je posunut v ose x o délku dílu, parametr Q2 = +250. Kolébka je naklopena o -90° (SPA), stůl je otočen o -90° (SPC).



Obr. 7—31 Nulový bod, poloha stolu, kolébky při dokončování delší strany rádiusu

```
97 ;*****
98 ; DELSI STRANA RADIUS FINISH :
99 ;*****
100 LBL 7
101 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
102 FN 0: Q11 =+3 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
103 FN 0: Q14 =+35.5 ;RADIUS
104 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
105 LBL 0
```

Pokud chce uživatel ještě ponechat přídavek na rádiusu, může ho zohlednit v parametru Q14 nebo v korekci nástroje.

```
707 ; *****
708 * - LBL DELSI STRANA RADIUSU FINISH
709 ; *****
710 LBL 55
711 FN 0: Q29 =+Q9
712 FN 3: Q31 =+Q108 * +2 ;D FR
713 FN 2: Q60 =+Q2 - +Q22 ;DELKA DELSIHO RADIUSU
714 FN 2: Q61 =+Q31 - +Q21 ;VZDAL NB OD STREDU KRUZNICE
```

Parametr Q29 je roven přísuvu Q9, $Q29 = +2$. Parametr Q31 vypočítává aktuální průměr frézy, $Q31 = +50$. Parametr Q60 vypočítává délku delšího rádiusu, $Q60 = 250 - 68 = +182$. Parametr Q61 vypočítává vzdálenost nulového bodu od středu kružnice, $Q61 = 50 - 10.21. = +39.79$.

```
716 FN 11: IF +Q108 GT +Q14 GOTO LBL 64
717 FN 9: IF +Q108 EQU +Q14 GOTO LBL 64
718 FN 11: IF +Q61 GT +0 GOTO LBL 56
```

První a druhá rozhodovací podmínka, nejsou splněny. Poloměr frézy je menší než frézovaný rádius. Třetí rozhodovací podmínka, když $Q61 = +39.79$ je větší než 0 jdi na LABEL 56, je splněna. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 56.

```
751 LBL 64
752 M0
753 ; PRUMER FREZY JE PRILIS VELKY
754 ; PRUMER FREZY MUSI BYT MENSI NEZ FREZOVANY RADIUS
755 M30
```

V případě, že by první nebo druhá podmínka byla splněna, program se zastaví a uživatel si přečte, že průměr frézy je příliš velký.

```
720 FN 4: Q62 =-Q61 DIV +2
721 FN 1: Q63 =+Q108 + +Q62 ;STRED V Y-e
722 FN 1: Q64 =+Q63 + +1 ;POD STREDEM V Y-e
723 FN 3: Q31 =+Q64 * +2
```

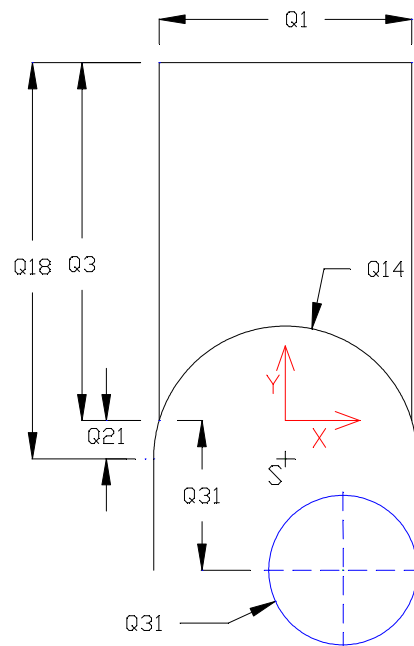
Pokud by třetí podmínka nebyla splněna, znamená to, že průměr frézy je příliš malý a je třeba zvětšit hodnotu parametru Q31, která je použita pro nájezd a výjezd v ose y, viz Obr. 7—32.

```
725 LBL 56
726 L X+0 Y-Q31 FMAX
727 L Z+Q11 FMAX
```

LABEL 56 obsahuje nájezd nástroje rychloposuvem na souřadnice v ose x, y a následně z.

```
729 LBL 57
730 L Z-Q29 FMAX
731 L X+Q14 RL F AUTO
732 L Y-Q21
733 CC X+0 Y-Q21
734 C X-Q14 Y-Q21 DR+
735 L Y-Q31
736 L X+0 R0
737 FN 1: Q29 =+Q29 + +Q9 ;PREPOCET HLOUBKY
738 FN 12: IF +Q29 LT +Q60 GOTO LBL 57
```

Následuje dokončování rádiusu. K parametru Q29 je přičtena hodnota přísluvu, $Q29 = +4$. Rozhodovací podmínka, když $Q29 = +4$ je menší než $Q60 = +182$ jde na LABEL 57, je splněna. Frézování rádiusu probíhá do doby, dokud platí rozhodovací podmínka.



Obr. 7—32 Dokončování delší strany rádiusu

```
740 ; POSLEDNI HLOUBKA
741 L Z-Q60 FMAX
742 L X+Q14 RL F AUTO
743 L Y-Q21
744 CC X+0 Y-Q21
745 C X-Q14 Y-Q21 DR+
746 L Y-Q31
747 L X+0 R0
748 L Z+Q13 FMAX
749 LBL 0
```

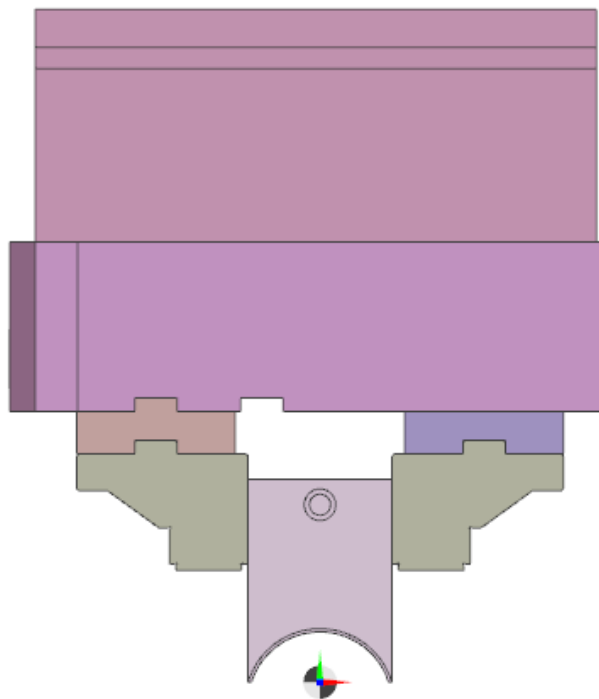
Po poslední hloubce frézování iTNC pokračuje v hlavní části programu.

7.3.9 Dokončování osazení R34

Na rozdíl od dokončování delší strany rádiusu je fréza upnuta v kratším upínači.

```
311 ; *****  
312 * - OSAZENI FINISH  
313 ; *****  
314 TOOL CALL 26 Z S898 F247  
315 ; - FREZA S VBD D50 KRATSI UPNUTI  
316 M13  
317 ;  
318 L Z+0 R0 FMAX M91  
319 ;  
320 CALL LBL 100  
321 ;  
322 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD  
323 CYCL DEF 7.1 X+0  
324 CYCL DEF 7.2 Y+0  
325 CYCL DEF 7.3 Z+0  
326 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC+90 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT  
327 ;  
328 CALL LBL 8 ;Q-PARAMETRY  
329 ;  
330 CALL LBL 58 ;OSAZENI FINISH
```

Kolébka je naklopena o -90° (SPA), stůl je otočen o $+90^\circ$ (SPC).



Obr. 7—33 Nulový bod, poloha stolu a kolébky při dokončování osazení

```
107 ;*****
108 ; OSAZENI FINISH :
109 ;*****
110 LBL 8
111 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
112 FN 0: Q10 =-1 ;PRIDAVEK NA DNO
113 FN 0: Q11 =+3 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
114 FN 0: Q14 =+34 ;RADIUS
115 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
116 LBL 0
```

Přídavek na dno je záporný, protože je potřeba, aby se nástroj dostal pod osazení.

```
758 ; *****
759 * - LBL OSAZENI/KRATSI RADIUS FINISH
760 ; *****
761 LBL 58
762 FN 0: Q29 =+Q9
763 FN 3: Q31 =+Q108 * +2 ;D FR
764 FN 2: Q65 =+Q19 - +Q10 ;HLOUBKA S PRIDAVKEM
765 FN 2: Q65 =+Q65 - -Q20
766 FN 2: Q66 =+Q31 - +Q21 ;VZDAL NB OD STREDU KRUZNICE
```

Parametr Q29 je roven přísluvu Q9, $Q29 = +2$. Parametr Q31 vypočítává aktuální průměr frézy, $Q31 = +50$. Parametr Q65 vypočítává délku kratšího radiusu s přídavkem, $Q65 = 58 + 1 = +59$. Následně je k parametru Q65 přičtena délka osazení, $Q65 = 59 + 10 = +69$. Parametr Q66 vypočítává vzdálenost nulového bodu od středu kružnice, $Q66 = 50 - 10.21 = +39.79$.

```
768 FN 11: IF +Q108 GT +Q14 GOTO LBL 65
769 FN 9: IF +Q108 EQU +Q14 GOTO LBL 65
770 FN 11: IF +Q66 GT +0 GOTO LBL 66
```

První a druhá rozhodovací podmínka, nejsou splněny. Poloměr frézy je menší než frézovaný radius. Třetí rozhodovací podmínka, když $Q66 = +39.79$ je větší než 0 jde na LABEL 66, je splněna. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 66.

```
816 LBL 65
817 M0
818 ; PRUMER FREZY JE PRILIS VELKY
819 ; PRUMER FREZY MUSI BYT MENSI NEZ FREZOVANY RADIUS
820 M30
```

V případě, že by první nebo druhá podmínka byla splněna, program se zastaví a uživatel si přečte, že průměr frézy je příliš velký.

```
772 FN 4: Q67 =-Q66 DIV +2
773 FN 1: Q68 =+Q108 + +Q67 ;STRED V Y-e
774 FN 1: Q69 =+Q68 + +1 ;POD STRED V Y-e
775 FN 3: Q31 =+Q69 * +2
```

Pokud by třetí podmínka nebyla splněna, znamená to, že průměr frézy je příliš malý a je třeba zvětšit hodnotu parametru Q31, která je použita pro nájezd a výjezd v ose y.

```
777 LBL 66
778 L X+0 Y-Q31 FMAX
779 L Z+Q11 FMAX
780 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 60
```

LABEL 66 obsahuje nájezd nástroje rychloposuvem na souřadnice v ose x, y a následně z. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 60.

```
786 LBL 60
787 L Z-Q29 FMAX
788 L X+Q14 RL F5000
789 L Y-Q21 F AUTO
790 CC X+0 Y-Q21
791 C X-Q14 Y-Q21 DR+
792 L Y-Q31
793 L X+0 R0 FMAX
794 FN 9: IF +Q29 EQU +Q65 GOTO LBL 62
795 FN 12: IF +Q29 LT +Q65 GOTO LBL 61
```

Následuje dokončování rádiusu. Rozhodovací podmínka, když $Q29 = +2$ je rovno $Q65 = +69$ jdi na LABEL 62, není splněna. Druhá rozhodovací podmínka, když $Q29 = +2$ je menší než $Q65 = +69$ jdi na LABEL 61, je splněna.

```
782 LBL 61
783 FN 1: Q29 =+Q29 + +Q9 ;PREPOCET HLOUBKY
784 FN 11: IF +Q29 GT +Q65 GOTO LBL 63
```

K parametru Q29 je přičtena hodnota přísluvu, $Q29 = 2 + 2 = +4$. Rozhodovací podmínka, když $Q29 = +4$ je větší $Q65 = +69$ jdi na LABEL 63, není splněna. Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 60. Frézování rádiusu probíhá do doby než parametr $Q29 = +70$, pak platí podmínka v bloku 784 a iTNC pokračuje na LABEL 63.

```
800 LBL 63
801 FN 0: Q29 =+Q65
802 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 60
```

Parametru Q29 je přiřazena konečná hloubka, $Q29 = +69$. Nepodmíněná podmínka odkáže iTNC na LABEL 60.

Na konci LABELU 60 platí rozhodovací podmínka, když $Q29 = +69$ je rovno $Q65 = +69$ jdi na LABEL 62.

```
797 LBL 62
798 LBL 0
```

Řídicí systém iTNC pokračuje v hlavní části programu.

7.3.10 Dokončování kratší strany rádiusu R35.5 s přidavkem na dno

Při dokončování kratší strany rádiusu jsou použita stejná návěstí a stejný nástroj jako u dokončování osazení.

```
333 ; *****
334 * - KRATSI STRANA RADIUSU S PRIDAVKEM NA DNO FINISH
335 ; *****
```

```
336 ;
337 CALL LBL 9 ;Q-PARAMETRY
338 ;
339 FN 0: Q20 =+0
340 ;
341 CALL LBL 58 ;KRATSI STRANA RADIUSU S PRIDAVKEM NA DNO FINISH
```

Parametr Q20 pro osazení je vynulován.

```
118 ;*****
119 ; KRATSI RADIUS FINISH :
120 ;*****
121 LBL 9
122 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
123 FN 0: Q10 =+0.5 ;PRIDAVEK NA DNO
124 FN 0: Q11 =+3 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
125 FN 0: Q14 =+35.5 ;RADIUS
126 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
127 LBL 0
```

Parametr Q10 definuje přídavek na dokončování dna kratší strany rádiusu, resp. šířky osazení.

V LABELU 58, viz str. 97 se změni hodnota parametru Q65, $Q65 = 58 - 0.5 = +57.5$.
V dalším bloku se hodnota parametru Q65 nezmění, $Q65 = 57.5 + 0 = +57.5$.

Dokončování kratší strany rádiusu probíhá stejně jako bylo popsáno u dokončování osazení.
Frézování rádiusu probíhá do doby než v LABELU 61 je parametr $Q29 = +58$, pak platí rozhodovací podmínka, když $Q29 = +58$ je větší $Q65 = +57.5$ jdi na LABEL 63.

V LABELU 63 je parametru Q29 přiřazena konečná hloubka, $Q29 = +57.5$. Nepodmíněná podmínka odkáže iTNC na LABEL 60.

```
343 L Z+0 FMAX M91
344 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
345 ;
346 CALL LBL 100
347 ;
348 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
349 CYCL DEF 7.1 X+0
350 CYCL DEF 7.2 Y+0
351 CYCL DEF 7.3 Z+0
352 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
353 M5 M9
354 ;
355 ;
356 M0
357 ; *****
358 * - MERIT OSAZENI 10gb
359 ; *****
```

Potom, co se iTNC vrátí do hlavní části programu, nástroj odjede na bezpečné místo pro indexované polohování. Otočný stůl a kolébka se srovnají do základní polohy. Program je zastaven. Obsluha stroje změří šířku osazení a dle naměřené hodnoty upraví korekci nástroje.

7.3.11 Dokončování šířky osazení 10gb

Při dokončování šířky osazení na přesný rozměr jsou použita stejná návěstí a stejný nástroj jako u dokončování kratší strany rádiusu a osazení.

```
362 ; *****
363 *   - SIRKA OSAZENI FINISH
364 ; *****
365 TOOL CALL 26 Z S898 F247
366 ; - FREZA S VBD D50 KRATSI UPNUTI
367 M13
368 ;
369 L  Z+0 R0 FMAX M91
370 ;
371 CALL LBL 100
372 ;
373 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
374 CYCL DEF 7.1 X+0
375 CYCL DEF 7.2 Y+0
376 CYCL DEF 7.3 Z+0
377 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC+90 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
378 ;
379 CALL LBL 59 ;KRATSI STRANA RADIUSU DNO FINISH
380 M5 M9
```

Po změření šířky osazení 10gb může uživatel definovat korekci nástroje.

```
804 LBL 59
805 L  X+0 Y-Q31 FMAX
806 L  Z-Q19 FMAX
807 L  X+Q14 RL F5000
808 L  Y-Q21
809 CC X+0 Y-Q21
810 C  X-Q14 Y-Q21 DR+
811 L  Y-Q31
812 L  X+0 R0 FMAX
813 L  Z+Q13 FMAX
814 LBL 0
```

Řídicí systém iTNC pokračuje na LABEL 59, ve kterém je nájezd, frézování rádiusu, resp. šířky osazení a odjezd nástroje.

7.3.12 Zahloubení $\varnothing 20$

Pro zahloubení je použit program pro vrtací cyklus s výplachem, aby nedocházelo k namotání třísky na nástroj.

```
383 ; *****
384 *   - ZAHLOUBENI D20 FINISH
385 ; *****
386 TOOL CALL 41 Z S302 F42
387 ; - DRAZKOVA FREZA D20
388 M13
389 ;
390 L  Z+0 R0 FMAX M91
```

```
392 CALL LBL 100
393 ;
394 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
395 CYCL DEF 7.1 X+0
396 CYCL DEF 7.2 Y+0
397 CYCL DEF 7.3 Z+0
398 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
399 ;
400 CALL LBL 10 ;Q-PARAMETRY
401 ;
402 L X+Q15 Y+Q16 R0 FMAX
403 CALL PGM 11 ;VRTACI CYKLUS S VYPLACHEM

129 ;*****
130 ; ZAHLOUBENI FINISH :
131 ;*****
132 LBL 10
133 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
134 FN 0: Q11 =-22 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
135 FN 0: Q12 =-63.29 ;HLOUBKA
136 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
137 FN 0: Q15 =+214.5 ;SOURADN V X-e
138 FN 0: Q16 =+0 ;SOURAD V Y-e
139 LBL 0
```

Parametr Q11 pro bezpečnostní vzdálenost je záporný, protože rádius je již zhotoven. Řídicí systém iTNC pokračuje na program pro vrtací cyklus s výplachem, viz str. 62.

```
405 L Z+0 FMAX M91
406 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
407 ;
408 CALL LBL 100
409 ;
410 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
411 CYCL DEF 7.1 X+0
412 CYCL DEF 7.2 Y+0
413 CYCL DEF 7.3 Z+0
414 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
415 M5 M9
416 ;
417 ; *****
418 M2 ; KONEC PROGRAMU
419 ; *****
```

Potom, co se iTNC vrátí do hlavní části programu, nástroj odjede na bezpečné místo pro indexované polohování. Otočný stůl a kolébka se srovnají do základní polohy a program je ukončen (funkce M2).

8 Technicko-ekonomické hodnocení

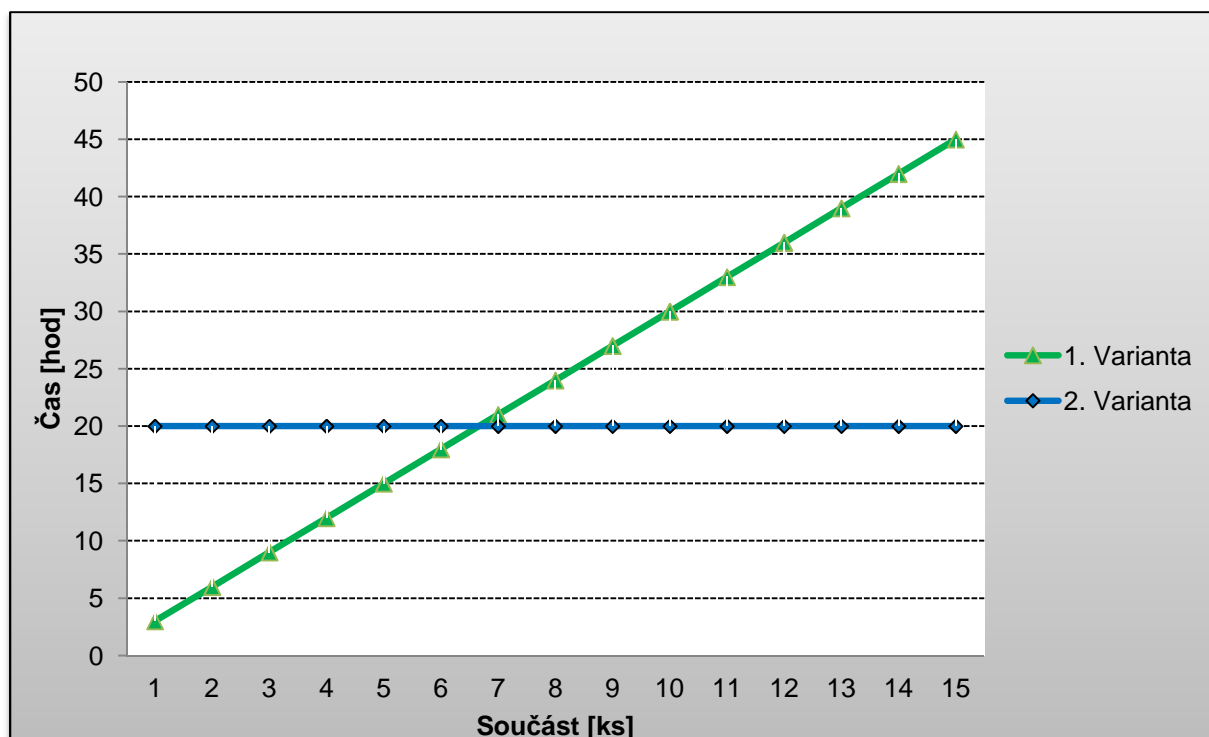
V technicko-ekonomickém hodnocení se nepředpokládají investiční náklady. Dílenské programování lze psát přímo na stroji nebo programovací stanici či v textovém editoru. CAM software je ve firmě k dispozici, ovšem je třeba zvážit jeho využití a kapacitu.

První varianta v grafu zobrazuje případ, kdy každý díl je programován samostatně. Vychází se z průměrného času, kdy obsluha stroje programuje první polohu zhruba 1.5 hod a programátor píše druhou polohu také zhruba 1.5 hodiny, tzn. že jedna součást je programována 3 hodiny.

Druhá varianta zobrazuje případ, kdy je využit parametrický program, který u této součásti trvá napsat přibližně 20 hodin. Z grafu je patrné, že již při 7 tvarově podobných součástích se vyplatí parametrické programování a s počtem součástí efektivita roste. Parametrické programování lze aplikovat na řadu součástí a v praxi má široké uplatnění.

1. Varianta	1. poloha	dílenské programování 1.5 hod./součást
	2. poloha	CAM software 1.5 hod./součást
2. Varianta	1. a 2. poloha - parametrické programování 20 hod./ x součástí	

Tab. 8—1 Efektivita programování zadané součásti



Obr. 8—1 Graf efektivity programování zadané součásti

9 Závěr

Cílem práce bylo vytvořit parametrický program v řídicím systému Heidenhain iTNC 530, díky kterému lze obrábět tvarově podobné díly ze skupiny součástí.

Zadaná součást, držák pro trubku, se vyrábí v různých variantách. Tvarově jsou díly stejné, ale mění se některé rozměry, např. rádiusy, celková délka a další rozměry.

Doposud bylo potřeba pro každou součást vytvořit a odladit nový technologický NC program, přestože byly díly tvarově podobné. Výroba byla neefektivní a zbytečně navýšovala náklady.

V případě výroby dílu ze skupiny součástí, uživatel na začátku programu změní pouze rozměry (Q-parametry), které se liší. Řídicí systém následně díky parametrickému programování přepočítá příslušné Q-parametry.

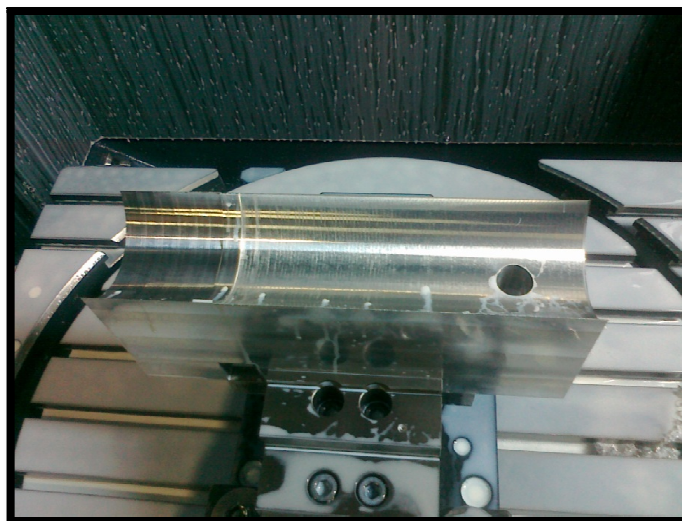
Parametrické programování je velmi efektivní a produktivní způsob programování, díky kterému lze ušetřit čas, snížit náklady, zjednodušit práci a zefektivnit výrobu. Úspora času programátora roste s počtem variant součástí, navíc odpadá tzv. odladování programu.

Z technicko-ekonomického hodnocení pro zadaný díl je zřejmé, že při 7 tvarově podobných součástích se vyplatí parametrické programování a s počtem součástí efektivita roste. De facto lze říci, že jedním programem lze obrábět nekonečně mnoho tvarově podobných součástí.

Parametrické programování lze obecně aplikovat na celou součást nebo pouze na část programu např. úkos, rádius, atd. Dále je možné vytvořit parametrický podprogram např. vrtací cyklus, cyklus na frézování drážky, cyklus na zkosení, atd., které lze použít v různých řídicích systémech Heidenhain, např. iTNC 530, TNC 426, TNC 355, atd.

Velkou výhodou parametrického programování je, že pokud programátor dodržuje určité zásady a píše program univerzálně, není třeba, v případě, že díl změní pracoviště upravovat NC program. Tuto výhodu ocení zejména strojírenské firmy, které mají různě staré obráběcí stroje.

Funkčnost programu byla ověřena výrobou zadané součásti na stroji DMU 65 monoBLOCK. Na závěr je třeba říci, že parametrické programování lze aplikovat na celou řadu součástí a v praxi má široké uplatnění.



Obr. 9—1 Výroba zadané součásti

Seznam použité literatury

- [1] PETREK, Petr. *Možnosti parametrizace u řídicích systémů Heidenhain*. Plzeň, 2012. Bakalářská práce. ZČU v Plzni. Vedoucí práce Doc. Ing. Jiří Česánek, Ph.D.
- [2] HEIDENHAIN: *Příručka uživatele Popisný dialog HEIDENHAIN iTNC 530*. 1/2012, Německo, Traunreut
- [3] Techmagazín.cz. [online]. 18.4.2011 [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: <http://www.techmagazin.cz/158>
- [4] Interní dokumentace, DMG MORI SEIKI Czech,s.r.o.
- [5] Přehled vlastností ocelí C45. *Bolzano*. [online]. 2015 [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: http://www.bolzano.cz/assets/files/TP/MOP_%20Tycova_ocel/EN_10083/MOP_vlastnosti_C45.pdf
- [6] Tyroline. [online]. 2015 [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: <http://www.tyroline.cz/data/upload/widia-frezovaci-vrtaci-nastroje.pdf>
- [7] Tyroline. [online]. 2015 [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: <http://www.tyroline.cz/data/upload/widia-monolitni-stopkove-frezy-vrtani-a-vystruzovani-otvoru.pdf>
- [8] Tvrdokovové frézy a vrtáky. *Navel*. [online]. 2014 [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: [http://www.navel.cz/docs/Katalog+cenik-2013-2014/Tvrdokovove-vrtaky-katalog%20\(2013\).pdf](http://www.navel.cz/docs/Katalog+cenik-2013-2014/Tvrdokovove-vrtaky-katalog%20(2013).pdf)
- [9] Katalogy. *M&V*. [online]. 05/2010 [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: http://www.mav.cz/data/katalog/k_frez.pdf
- [10] Tyroline. [online]. 2015 [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: http://www.tyroline.cz/data/upload/widia-novinky-advances_2012.pdf
- [11] Gühring Navigator. *Gühring*. [online]. 2015 [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: http://navigator.guehring.de/navigator/index.php?mod=boh&act=boh_7
- [12] Dokumentace/Informace. HEIDENHAIN. [online]. 2015 [cit. 2015-05-17]. Dostupné z: http://www.heidenhain.cz/cs_CZ/php/dokumentace-informace/prospekty/popup/media/media/file/view/file-0507/file.pdf

Seznam použitých obrázků

Obr. 1—1 Držák pro trubku D48 x 250	2
Obr. 2—1 Držák pro trubku D25 x 320	3
Obr. 2—2 Výkres zadané součásti	4
Obr. 3—1 Diagram kroutícího momentu a výkonu [4].....	5
Obr. 3—2 Dráhy pojezdů [4]	6
Obr. 3—3 Naklápěcí otočný stůl [4]	7
Obr. 3—4 Naklápěcí otočný stůl [4]	8
Obr. 3—5 Naklápěcí otočný stůl [4]	9
Obr. 3—6 Naklápěcí otočný stůl [4]	10
Obr. 3—7 Naklápěcí otočný stůl [4]	11
Obr. 3—8 Naklápěcí otočný stůl [4]	11
Obr. 3—9 Naklápěcí otočný stůl [4]	12
Obr. 7—1 Vývoj řídicích systémů Heidenhain [12]	26
Obr. 7—2 Tabulka Q-parametrů	28
Obr. 7—3 Sekce v programu.....	29
Obr. 7—4 Nulový bod, poloha stolu a kolébky při frézování horní plochy	33
Obr. 7—5 Frézování horní plochy	35
Obr. 7—6 Nulový bod, poloha stolu a kolébky při frézování přední plochy.....	37
Obr. 7—7 Frézování přední a zadní plochy	39
Obr. 7—8 Nulový bod, poloha stolu a kolébky při frézování zadní plochy	42
Obr. 7—9 Frézování pravé plochy	45
Obr. 7—10 Nulový bod, poloha stolu a kolébky při frézování levé plochy	47
Obr. 7—11 Frézování drážky.....	50
Obr. 7—12 Vrtací cyklus s dělením třísky.....	53
Obr. 7—13 Vývojový diagram pro vrtací cyklus s dělením třísky	55
Obr. 7—14 Vrtací cyklus pro vrtání hlubokých děr.....	57
Obr. 7—15 Vývojový diagram vrtacího cyklu pro vrtání hlubokých děr	60
Obr. 7—16 Vrtací cyklus pro navrtání.....	61
Obr. 7—17 Vrtací cyklus s výplachem	62
Obr. 7—18 Vývojový diagram vrtacího cyklu s výplachem	64
Obr. 7—19 Vrtací cyklus s časovou prodlevou	65
Obr. 7—20 Závitovací cyklus s pevným uložením závitníku.....	69
Obr. 7—21 Nulový bod, poloha stolu a kolébky při frézování horní plochy	72

Obr. 7—22 Hrubování delší strany rádiusu	74
Obr. 7—23 Výpočet hloubky (Q41)	74
Obr. 7—24 Výpočet souřadnic v ose y (Q39)	
Obr. 7—25 Překrytí dráhy nástroje (Q44).....	76
Obr. 7—26 Hrubování kratší strany rádiusu	78
Obr. 7—27 Vyhrubované rádiusy frézou D40	81
Obr. 7—28 Chybové hlášení	82
Obr. 7—29 Frézování zbylého ostrůvku	86
Obr. 7—30 Frézování zbylého středu	87
Obr. 7—31 Nulový bod, poloha stolu, kolébky při dokončování delší strany rádiusu.....	93
Obr. 7—32 Dokončování delší strany rádiusu	95
Obr. 7—33 Nulový bod, poloha stolu a kolébky při dokončování osazení	96
Obr. 8—1 Graf efektivity programování zadané součásti.....	102
Obr. 9—1 Výroba zadané součásti.....	103

PŘÍLOHA č. 1

První poloha obrábění NC program

```
0 BEGIN PGM DMU65-0359A MM
1 ;
2 ; Cislo vykresu: 162-001-7665/4
3 ; Nazev vykresu: DRZAK PRO TRUBKU D48 x 250
4 ;
5 ; Poloha: 1.
6 ; Material: 12 050
7 ; Polotovar: 80 x 110 x 260
8 ;
9 ; Programoval: Petrek
10 ; Odladil: Novak
11 ; Dne: 1.1.2015
12 ;
13 ; Nulovani dilu:
14 ; X0 = VYNULOVAT NA LEVE STRANE A POSUNOUT O 1/2 PRIDAVKU
15 ; Y0 = V OSE KUSU
16 ; Z0 = NULOVAT NA HORNÍ PLOSE A POSUNOUT O 1 MM DO KUSU
17 ;
18 ;*****
19 ; AKTUALNI ROZMERY DILU:
20 ;*****
21 FN 0: Q1 =+68 ;SIRKA DILU
22 FN 0: Q2 =+250 ;DELKA DILU
23 FN 0: Q3 =+95.79 ;VYSKA DILU
24 ;
25 ;*****
26 ; POLOTOVAR :
27 ;*****
28 FN 0: Q4 =+85 ;SIRKA POLOTOVARU
29 FN 0: Q5 =+260 ;DELKA POLOTOVARU
30 FN 0: Q6 =+120 ;VYSKA POLOTOVARU
31 ;
32 ;*****
33 ; SPECIFIKACE :
34 ;*****
35 FN 0: Q7 =-105 ;MAX HLOUBKA FREZ V Z-e OD NB
36 FN 0: Q8 =+1 ;PRID NA HORNÍ PLOSE BLK FORM V Z-e MAX
37 ;
38 CALL LBL 1
39 ;
40 ;*****
41 ; HORNÍ PLOCHA :
42 ;*****
43 LBL 2
44 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
45 FN 0: Q10 =+0.3 ;PRIDAVEK PRO FINISH
46 FN 0: Q11 =+2 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
47 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
48 LBL 0
49 ;
50 ;*****
51 ; PREDNI A ZADNI PLOCHA :
52 ;*****
53 LBL 3
54 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
55 FN 0: Q10 =+0.3 ;PRIDAVEK PRO FINISH
56 FN 0: Q11 =+3 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
57 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
58 LBL 0
59 ;
```

```
60 ;*****
61 ; LEVA A PRAVA PLOCHA :
62 ;*****
63 LBL 4
64 FN 0: Q9 =+2 ;PRISUV DO HLOUBKY (Ap)
65 FN 0: Q10 =+0.5 ;PRIDAVEK PRO FINISH
66 FN 0: Q11 =+3 ;BEZPECNOSTNI VZDALENOST NAJEZD V OSE Z
67 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZPECNOSTNI VZDALENOST ODJEZD V OSE Z
68 LBL 0
69 ;
70 ;*****
71 ; DRAZKA 22H8 :
72 ;*****
73 LBL 5
74 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
75 FN 0: Q10 =+0.2 ;PRID PRO FINISH NA DNO
76 FN 0: Q11 =+2 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
77 FN 0: Q12 =+26 ;HLOUBKA
78 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
79 FN 0: Q19 =+52 ;VZDALENOST OD NB
80 FN 0: Q20 =+22 ;SIRKA DRAZKY
81 FN 0: Q21 =+0.2 ;PRID PRO FINISH NA BOK NA PL
82 LBL 0
83 ;
84 ;*****
85 ; DIRA D8.5 :
86 ;*****
87 LBL 6
88 FN 0: Q9 =+3 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
89 FN 0: Q11 =+2 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
90 FN 0: Q12 =-70 ;HLOUBKA
91 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
92 FN 0: Q15 =+15 ;SOURAD V X-e
93 FN 0: Q16 =+0 ;SOURAD V Y-e
94 FN 0: Q17 =+197.5 ;2.SOURAD V X-e
95 FN 0: Q18 =+0 ;2.SOURAD V Y-e
96 LBL 0
97 ;
98 ;*****
99 ; DIRA D14 :
100 ;*****
101 LBL 7
102 FN 0: Q9 =+3 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
103 FN 0: Q11 =+2 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
104 FN 0: Q12 =-75 ;HLOUBKA
105 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
106 FN 0: Q14 =-10 ;HLOUBKA S VETSIM DELENIM TRISKY
107 FN 0: Q15 =+214.5 ;SOURAD V X-e
108 FN 0: Q16 =+0 ;SOURAD V Y-e
109 LBL 0
110 ;
111 ;*****
112 ; NAVRTANI Z BOKU :
113 ;*****
114 LBL 8
115 FN 0: Q11 =+2 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
116 FN 0: Q12 =-3 ;HLOUBKA
117 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
118 FN 0: Q15 =+0 ;SOURAD V X-e
119 FN 0: Q16 =+12 ;SOURAD V Y-e
120 LBL 0
```

```
121 ;
122 ;*****
123 ; DIRA D10.2 PRO M12 :
124 ;*****
125 LBL 9
126 FN 0: Q9 =+3 ;PRISUV DO HLOUBKY (Ap)
127 FN 0: Q11 =+2 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
128 FN 0: Q12 =-56 ;HLOUBKA
129 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
130 FN 0: Q15 =+0 ;SOURAD V X-e
131 FN 0: Q16 =+12 ;SOURAD V Y-e
132 LBL 0
133 ;
134 ;*****
135 ; ZAHLOUBENI D15 Z BOKU :
136 ;*****
137 LBL 10
138 FN 0: Q11 =+2 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
139 FN 0: Q12 =-30 ;HLOUBKA
140 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
141 FN 0: Q15 =+0 ;SOURAD V X-e
142 FN 0: Q16 =+12 ;SOURAD V Y-e
143 LBL 0
144 ;
145 ;*****
146 ; ZAHLOUBENI D15 PUDORYS :
147 ;*****
148 LBL 11
149 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
150 FN 0: Q11 =+2 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
151 FN 0: Q12 =-38 ;HLOUBKA
152 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
153 FN 0: Q15 =+15 ;SOURAD V X-e
154 FN 0: Q16 =+0 ;SOURAD V Y-e
155 FN 0: Q17 =+197.5 ;2.SOURAD V X-e
156 FN 0: Q18 =+0 ;2.SOURAD V Y-e
157 LBL 0
158 ;
159 ;*****
160 ; SRAZENI PRO M12 :
161 ;*****
162 LBL 12
163 FN 0: Q11 =+0 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
164 FN 0: Q12 =-36 ;HLOUBKA
165 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
166 FN 0: Q15 =+0 ;SOURAD V X-e
167 FN 0: Q16 =+12 ;SOURAD V Y-e
168 LBL 0
169 ;
170 ;*****
171 ; ZAVIT M12 :
172 ;*****
173 LBL 13
174 FN 0: Q11 =+0 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
175 FN 0: Q12 =-56 ;HLOUBKA
176 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
177 FN 0: Q22 =+1.75 ;STOUPANI ZAVITU
178 FN 0: Q15 =+0 ;SOURAD V X-e
179 FN 0: Q16 =+12 ;SOURAD V Y-e
180 LBL 0
181 ;
```

```
182 ;
183 ;*****
184 ;          BLK FORM
185 ;*****
186 BLK FORM 0.1 Z X-Q25 Y-Q23 Z-Q28
187 BLK FORM 0.2 X+Q26 Y+Q23 Z+Q8
188 ;
189 ; *****
190 * - HORNI PLOCHA HRUBOVANI
191 ; *****
192 TOOL CALL 26 Z S796 F597
193 ; - FREZA S VBD D50
194 M13 M7
195 ;
196 L Z+0 R0 FMAX M91
197 ;
198 CALL LBL 100
199 ;
200 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
201 CYCL DEF 7.1 X+0
202 CYCL DEF 7.2 Y+0
203 CYCL DEF 7.3 Z+0
204 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
205 ;
206 M22
207 ;
208 CALL LBL 2 ;Q-PARAMETRY
209 ;
210 CALL LBL 14 ;HORNI PLOCHA HRUBOVANI
211 ;
212 LBL 19
213 ;
214 ;
215 ; *****
216 * - HORNI PLOCHA FINISH
217 ; *****
218 TOOL CALL 26 Z S898 F404
219 ; - FREZA S VBD D50
220 ;
221 CALL LBL 20 ;HORNI PLOCHA FINISH
222 ;
223 LBL 22
224 M5 M9
225 ;
226 ;
227 ; *****
228 * - PREDNI/ZADNI PLOCHA HRUBOVANI
229 ; *****
230 TOOL CALL 26 Z S796 F597
231 ; - FREZA S VBD D50
232 M13
233 ;
234 L Z+0 R0 FMAX M91
235 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
236 ;
237 CALL LBL 100
238 ;
239 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
240 CYCL DEF 7.1 X+0
241 CYCL DEF 7.2 Y-Q50
242 CYCL DEF 7.3 Z+0
```



```
243 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC-180 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
244 ;
245 LBL 21
246 ;
247 CALL LBL 3 ;Q-PARAMETRY
248 ;
249 CALL LBL 23 ;HRUBOVANI
250 ;
251 LBL 30
252 ;
253 ;
254 ; *****
255 * - PREDNI/ZADNI PLOCHA FINISH
256 ; *****
257 TOOL CALL 26 Z S898 F404
258 ; - FREZA S VBD D50
259 ;
260 CALL LBL 32 ;FINISH
261 ;
262 LBL 31
263 ;
264 FN 9: IF +Q63 EQU +1 GOTO LBL 33
265 ;
266 L Z+0 FMAX M91
267 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
268 ;
269 CALL LBL 100
270 ;
271 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
272 CYCL DEF 7.1 X+Q2
273 CYCL DEF 7.2 Y+Q50
274 CYCL DEF 7.3 Z+0
275 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
276 ;
277 ;
278 ; *****
279 * - ZADNI PLOCHA
280 ; *****
281 TOOL CALL 26 Z S796 F597
282 ; - FREZA S VBD D50
283 ;
284 FN 0: Q63 =+1
285 ;
286 CALL LBL 21
287 ;
288 LBL 33
289 ;
290 L Z+0 FMAX M91
291 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
292 ;
293 CALL LBL 100
294 ;
295 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
296 CYCL DEF 7.1 X+Q2
297 CYCL DEF 7.2 Y-Q50
298 CYCL DEF 7.3 Z+0
299 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC-90 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
300 ;
301 ;
```

```
302 ; *****
303 * - PRAVA/LEVA STRANA HRUBOVANI
304 ; *****
305 TOOL CALL 26 Z S796 F597
306 ; - FREZA S VBD D50
307 ;
308 LBL 35
309 ;
310 CALL LBL 4 ;Q-PARAMETRY
311 ;
312 CALL LBL 34 ;HRUBOVANI
313 ;
314 ;
315 ; *****
316 * - PRAVA/LEVA STRANA FINISH
317 ; *****
318 TOOL CALL 26 Z S898 F404
319 ; - FREZA S VBD D50
320 ;
321 CALL LBL 43 ;FINISH
322 ;
323 FN 9: IF +Q59 EQU +1 GOTO LBL 44
324 ;
325 L Z+0 FMAX M91
326 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
327 ;
328 CALL LBL 100
329 ;
330 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
331 CYCL DEF 7.1 X+0
332 CYCL DEF 7.2 Y+Q50
333 CYCL DEF 7.3 Z+0
334 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC+90 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
335 ;
336 ;
337 ; *****
338 * - LEVA STRANA
339 ; *****
340 TOOL CALL 26 Z S796 F597
341 ; - FREZA S VBD D50
342 ;
343 FN 0: Q59 =+1
344 ;
345 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 35
346 ;
347 LBL 44
348 M5 M9
349 ;
350 ;
351 ; *****
352 * - DRAZKA 22H8 HRUBOVANI
353 ; *****
354 TOOL CALL 23 Z S1496 F673
355 ; - FREZA S VBD D20
356 M13
357 ;
358 L Z+0 FMAX M91
359 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
360 ;
361 CALL LBL 100
362 ;
```

```
363 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
364 CYCL DEF 7.1 X+0
365 CYCL DEF 7.2 Y+0
366 CYCL DEF 7.3 Z+0
367 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
368 ;
369 CALL LBL 5 ;Q-PARAMETRY
370 ;
371 CALL LBL 45 ;DRAZKA HRUBOVANI
372 ;
373 L Z+0 FMAX M91
374 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
375 ;
376 CALL LBL 100
377 ;
378 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
379 CYCL DEF 7.1 X+0
380 CYCL DEF 7.2 Y+0
381 CYCL DEF 7.3 Z+0
382 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
383 M5 M9
384 ;
385 ;
386 M0
387 ; *****
388 * - MERIT DRAZKU
389 ; *****
390 ;
391 ;
392 ; *****
393 * - DRAZKA FINISH
394 ; *****
395 TOOL CALL 46 Z S2706 F541
396 ; - FREZA D16 TK
397 M13
398 ;
399 L Z+0 FMAX M91
400 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
401 ;
402 CALL LBL 100
403 ;
404 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
405 CYCL DEF 7.1 X+0
406 CYCL DEF 7.2 Y+0
407 CYCL DEF 7.3 Z+0
408 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
409 ;
410 ;
411 CALL LBL 53 ;DRAZKA FINISH
412 M5 M9
413 ;
414 ;
415 ; *****
416 * - D8.5 S DELENIM TRISKY
417 ; *****
418 TOOL CALL 2 Z S3370 F674
419 ; - VRTAK D8.5 TK S VNITRNIM CHLAZENIM
420 M13
421 M7
422 ;
423 L Z+0 FMAX M91
```

```
424 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
425 ;
426 CALL LBL 100
427 ;
428 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
429 CYCL DEF 7.1 X+0
430 CYCL DEF 7.2 Y+0
431 CYCL DEF 7.3 Z+0
432 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
433 ;
434 CALL LBL 6 ;Q-PARAMETRY
435 ;
436 CYCL DEF 12.0 PGM CALL
437 CYCL DEF 12.1 PGM 11
438 ;
439 L X+Q15 Y+Q16 R0 FMAX M99
440 L X+Q17 Y+Q18 R0 FMAX M99
441 M5 M9
442 ;
443 ;
444 ; *****
445 * - D14 HLUBOKE VRTANI TK
446 ; *****
447 TOOL CALL 3 Z S1364 F273
448 ; - VRTAK D14 TK
449 M13
450 ;
451 L Z+0 FMAX M91
452 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
453 ;
454 CALL LBL 100
455 ;
456 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
457 CYCL DEF 7.1 X+0
458 CYCL DEF 7.2 Y+0
459 CYCL DEF 7.3 Z+0
460 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
461 ;
462 CALL LBL 7 ;Q-PARAMETRY
463 ;
464 L X+Q15 Y+Q16 R0 FMAX
465 ;
466 CALL PGM 31 ;VRTACI CYKLUS PRO HLUBOKE VRTANI
467 M5 M9
468 ;
469 ;
470 ; *****
471 * - NAVRTANI DIRY Z BOKU
472 ; *****
473 TOOL CALL 4 Z S2653 F133
474 ; - NAVRTAK D12 TK
475 M13
476 ;
477 L Z+0 FMAX M91
478 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
479 ;
480 CALL LBL 100
481 ;
482 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
483 CYCL DEF 7.1 X+0
484 CYCL DEF 7.2 Y+0
```

```
485 CYCL DEF 7.3 Z+0
486 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC+90 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
487 ;
488 CALL LBL 8 ;Q-PARAMETRY
489 ;
490 L X+Q15 Y+Q16 R0 FMAX
491 ;
492 CALL PGM 21 ;VRTACI CYKLUS NAVRTANI
493 M5 M9
494 ;
495 ;
496 ; *****
497 * - D10.2 Z BOKU PRO M12
498 ; *****
499 TOOL CALL 54 Z S1248 F125
500 ; - VRTAK D10.2 HSS/PM
501 M13
502 ;
503 L Z+0 FMAX M91
504 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
505 ;
506 CALL LBL 100
507 ;
508 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
509 CYCL DEF 7.1 X+0
510 CYCL DEF 7.2 Y+0
511 CYCL DEF 7.3 Z+0
512 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC+90 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
513 ;
514 CALL LBL 9 ;Q-PARAMETRY
515 ;
516 L X+Q15 Y+Q16 R0 FMAX
517 ;
518 CALL PGM 22 ;VRTACI CYKLUS S VYPLACHEM
519 M5 M9
520 ;
521 ;
522 ; *****
523 * - ZAHLOUBENI D15 Z BOKU
524 ; *****
525 TOOL CALL 5 Z S403 F48
526 ; - DRAZKOVA FREZA D15 HSS
527 M13
528 ;
529 L Z+0 FMAX M91
530 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
531 ;
532 CALL LBL 100
533 ;
534 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
535 CYCL DEF 7.1 X+0
536 CYCL DEF 7.2 Y+0
537 CYCL DEF 7.3 Z+0
538 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC+90 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
539 ;
540 CALL LBL 10 ;Q-PARAMETRY
541 ;
542 L X+Q15 Y+Q16 R0 FMAX
543 ;
544 CALL PGM 12 ;VRTACI CYKLUS S CASOVOU PRODLEVOU
545 M5 M9
```

```
546 ;
547 ;
548 ; *****
549 *   - ZAHLOUBENI D15 PUDORYS
550 ; *****
551 TOOL CALL 5 Z S403 F48
552 ; - DRAZKOVA FREZA D15 HSS
553 M13
554 ;
555 L  Z+0 FMAX M91
556 L  X+0  Y-324 R0 FMAX M91
557 ;
558 CALL LBL 100
559 ;
560 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
561 CYCL DEF 7.1  X+0
562 CYCL DEF 7.2  Y+0
563 CYCL DEF 7.3  Z+0
564 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
565 ;
566 CALL LBL 11 ;Q-PARAMETRY
567 ;
568 L  X+Q15  Y+Q16 R0 FMAX
569 ;
570 CALL PGM 11 ;VRTACI CYKLUS S DELENIM TRISKY
571 ;
572 L  X+Q17  Y+Q18 R0 FMAX
573 ;
574 CALL PGM 22 ;VRTACI CYKLUS S VYPLACHEM
575 M5 M9
576 ;
577 ;
578 ; *****
579 *   - SRAZENI PRO M12
580 ; *****
581 TOOL CALL 4 Z S2653 F133
582 ; - NAVRTAK D12 TK
583 M13
584 ;
585 L  Z+0 FMAX M91
586 L  X+0  Y-324 R0 FMAX M91
587 ;
588 CALL LBL 100
589 ;
590 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
591 CYCL DEF 7.1  X+0
592 CYCL DEF 7.2  Y+0
593 CYCL DEF 7.3  Z+0
594 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC+90 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
595 ;
596 CALL LBL 12 ;Q-PARAMETRY
597 ;
598 L  X+Q15  Y+Q16 R0 FMAX
599 ;
600 CALL PGM 21 ;VRTACI CYKLUS NAVRTANI
601 ;
602 L  Z+0 FMAX M91
603 L  X+0  Y-324 R0 FMAX M91
604 ;
605 CALL LBL 100
606 ;
```

```
607 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
608 CYCL DEF 7.1 X+0
609 CYCL DEF 7.2 Y+0
610 CYCL DEF 7.3 Z+0
611 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
612 M5 M9
613 ;
614 ;
615 M0
616 ; *****
617 * - MAZAT ZAVIT
618 ; *****
619 ;
620 ;
621 ; *****
622 * - ZAVIT M12
623 ; *****
624 TOOL CALL 60 Z S101
625 ; - ZAVITNIK M12
626 M13
627 ;
628 L Z+0 FMAX M91
629 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
630 ;
631 CALL LBL 100
632 ;
633 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
634 CYCL DEF 7.1 X+0
635 CYCL DEF 7.2 Y+0
636 CYCL DEF 7.3 Z+0
637 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC+90 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
638 ;
639 CALL LBL 13 ;Q-PARAMETRY
640 ;
641 L X+Q15 Y+Q16 R0 FMAX
642 ;
643 CALL PGM 24 ;ZAVITOVACI CYKLUS S PEVNYM ULOZENIM ZAVITNIKU
644 ;
645 ;
646 L Z+0 FMAX M91
647 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
648 ;
649 CALL LBL 100
650 ;
651 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
652 CYCL DEF 7.1 X+0
653 CYCL DEF 7.2 Y+0
654 CYCL DEF 7.3 Z+0
655 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
656 M23
657 ;
658 ;
659 ; *****
660 M2 ; KONEC PROGRAMU
661 ; *****
662 ;
663 ; *****
664 * - LBL VYPOCTY
665 ; *****
666 LBL 1
667 FN 4: Q23 =+Q4 DIV +2 ;1/2 SIRKY POLO
```

```
668 FN 2: Q24 =+Q5 - +Q2 ;CELKOVY PRID NA DELKU
669 FN 4: Q25 =+Q24 DIV +2 ;1/2 PRID NA DELKU
670 FN 1: Q26 =+Q2 + +Q25 ;DELKA DILU S PRID
671 FN 2: Q27 =+Q6 - +Q3 ;CELKOVY PRID NA VYSKU
672 FN 2: Q28 =+Q6 - +Q8 ;BLK FORM V Z-
673 FN 4: Q50 =+Q1 DIV +2 ;POLOVINA SIRKY DILU
674 LBL 0
675 ;
676 ;
677 ; *****
678 * - LBL HORNÍ PLOCHA HRUBOVANI
679 ; *****
680 LBL 14
681 FN 2: Q29 =+Q8 - +Q9 ;1.HLOUBKA
682 FN 1: Q30 =+Q8 + +Q11 ;BEZP VZDAL, NAJEZD S OHLEDEM NA PRID
683 ;
684 LBL 15
685 FN 3: Q31 =+Q108 * +2 ;D FR
686 FN 3: Q32 =+Q31 * +0.7 ;70 PROCENT FR
687 FN 3: Q33 =+Q31 * +0.3 ;30 PROCENT FR
688 FN 1: Q31 =+Q31 + +Q25 ;D FR + 1/2 PRID POLO
689 FN 1: Q34 =+Q2 + +Q31 ;KONCOVA SOURAD V X-e
690 FN 1: Q35 =+Q23 + +Q33 ;1/2 SIRKY POLOT + 30 PROCENT FR
691 FN 1: Q36 =+Q35 + +Q23 ;CELKOVA VZDAL NA OFREZOVANI
692 FN 0: Q37 =+Q33
693 FN 1: Q38 =+Q23 + +Q108 ;1/2 SIRKY POLO + 1/2 FR
694 FN 0: Q39 =+Q38
695 ;
696 FN 9: IF +Q58 EQU +1 GOTO LBL 17
697 FN 12: IF +Q29 LT +Q10 GOTO LBL 18
698 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 17
699 ;
700 LBL 16
701 FN 2: Q29 =+Q29 - +Q9 ;PREPOCET HLOUBKY
702 FN 12: IF +Q29 LT +Q10 GOTO LBL 18
703 FN 0: Q39 =+Q38
704 FN 0: Q37 =+Q33
705 ;
706 LBL 17
707 FN 2: Q39 =+Q39 - +Q32 ;PREPOCET KROKU DO BOKU
708 FN 1: Q37 =+Q37 + +Q32
709 L X-Q31 Y+Q39 R0 FMAX
710 L Z+Q30 FMAX
711 L Z+Q29 F AUTO
712 L X+Q34
713 L Z+Q13 R0 FMAX
714 ;
715 FN 11: IF +Q36 GT +Q37 GOTO LBL 17
716 FN 9: IF +Q29 EQU +0 GOTO LBL 22
717 FN 9: IF +Q29 EQU +Q10 GOTO LBL 19
718 FN 11: IF +Q29 GT +Q10 GOTO LBL 16
719 ;
720 LBL 18
721 FN 0: Q29 =+Q10
722 FN 0: Q39 =+Q38
723 FN 0: Q37 =+Q33
724 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 17
725 ;
726 ;
```



```
727 ; *****
728 * - LBL HORNI PLOCHA FINISH
729 ; *****
730 LBL 20
731 FN 0: Q29 =+0 ;HLOUBKA
732 FN 0: Q30 =+Q11 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
733 FN 0: Q58 =+1 ;POMOCNA HODNOTA NA PRESKOK
734 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 15
735 ;
736 ;
737 ; *****
738 * - LBL PREDNI/ZADNI PLOCHA HRUBOVANI
739 ; *****
740 LBL 23
741 FN 2: Q40 =+Q4 - +Q1 ;CELKOVY PRID MAT V Z-e
742 FN 4: Q41 =+Q40 DIV +2 ;PRID MAT V Z-e NA PL
743 FN 2: Q29 =+Q41 - +Q9 ;HLOUBKA
744 FN 1: Q30 =+Q41 + +Q11 ;BEZP VZDAL, NAJEZD S OHLEDEM NA PRID
745 ;
746 LBL 24
747 FN 3: Q31 =+Q108 * +2 ;D FR
748 FN 3: Q32 =+Q31 * +0.7 ;70 PROCENT FR
749 FN 3: Q33 =+Q31 * +0.3 ;30 PROCENT FR
750 FN 1: Q31 =+Q31 + +Q25 ;D FR + 1/2 PRID POLO
751 FN 2: Q42 =+Q32 - +Q108 ;1.SOURAD V Y-e
752 FN 1: Q43 =+Q2 + +Q31 ;KONCOVA SOURAD V X-e
753 FN 2: Q44 =-Q7 - +Q108 ;MAX SOURAD V Y-e
754 FN 0: Q45 =+Q42
755 ;
756 FN 9: IF +Q60 EQU +1 GOTO LBL 25
757 FN 12: IF +Q29 LT +Q10 GOTO LBL 29
758 FN 12: IF +Q32 LT +Q44 GOTO LBL 25
759 ;
760 LBL 26
761 FN 1: Q45 =+Q45 + +Q32 ;PREPOCET KROKU DO BOKU
762 FN 11: IF +Q45 GT +Q44 GOTO LBL 27
763 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 25
764 ;
765 LBL 27
766 FN 0: Q45 =+Q44
767 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 25
768 ;
769 LBL 28
770 FN 2: Q29 =+Q29 - +Q9 ;PREPOCET HLOUBKY
771 FN 12: IF +Q29 LT +Q10 GOTO LBL 29
772 FN 0: Q45 =+Q42
773 ;
774 LBL 25
775 L X+Q31 Y+Q45 R0 FMAX
776 L Z+Q30 FMAX
777 L Z+Q29 F AUTO
778 L X-Q43
779 L Z+Q13 R0 FMAX
780 ;
781 FN 12: IF +Q45 LT +Q44 GOTO LBL 26
782 FN 9: IF +Q29 EQU +0 GOTO LBL 31
783 FN 9: IF +Q29 EQU +Q10 GOTO LBL 30
784 FN 9: IF +Q45 EQU +Q44 GOTO LBL 28
785 ;
786 LBL 29
787 FN 0: Q29 =+Q10
```

```
788 FN 0: Q45 =+Q42
789 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 25
790 ;
791 ;
792 ; *****
793 * - LBL PREDNI/ZADNI PLOCHA FINISH
794 ; *****
795 LBL 32
796 FN 0: Q29 =+0 ;HLOUBKA
797 FN 0: Q30 =+Q11 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
798 FN 0: Q60 =+1 ;POMOCNA HODNOTA NA PRESKOK
799 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 24
800 ;
801 ;
802 ; *****
803 * - LBL PRAVA/LEVA PLOCHA HRUBOVANI
804 ; *****
805 LBL 34
806 FN 0: Q41 =+Q25 ;PRID MAT V Z-e NA PL
807 FN 1: Q30 =+Q41 + +Q11 ;BEZP VZDAL, NAJEZD S OHLEDEM NA PRID
808 FN 2: Q29 =+Q41 - +Q9 ;HLOUBKA
809 ;
810 LBL 36
811 FN 3: Q31 =+Q108 * +2 ;D FR
812 FN 3: Q32 =+Q31 * +0.7 ;70 PROCENT FR
813 FN 3: Q33 =+Q31 * +0.3 ;30 PROCENT FR
814 FN 2: Q42 =+Q32 - +Q108 ;1.SOURAD V Y-e
815 FN 1: Q43 =+Q1 + +Q31 ;KONCOVA SOURAD V X-e
816 FN 2: Q44 =-Q7 - +Q108 ;MAX SOURAD V Y-e
817 FN 0: Q45 =+Q42
818 ;
819 FN 9: IF +Q61 EQU +1 GOTO LBL 37
820 FN 12: IF +Q29 LT +Q10 GOTO LBL 41
821 FN 12: IF +Q32 LT +Q44 GOTO LBL 37
822 ;
823 LBL 38
824 FN 1: Q45 =+Q45 + +Q32 ;PREPOCET KROKU DO BOKU
825 FN 11: IF +Q45 GT +Q44 GOTO LBL 39
826 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 37
827 ;
828 LBL 39
829 FN 0: Q45 =+Q44
830 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 37
831 ;
832 LBL 40
833 FN 2: Q29 =+Q29 - +Q9 ;PREPOCET HLOUBKY
834 FN 12: IF +Q29 LT +Q10 GOTO LBL 41
835 FN 0: Q45 =+Q42
836 ;
837 LBL 37
838 L X+Q31 Y+Q45 R0 FMAX
839 L Z+Q30 FMAX
840 L Z+Q29 F AUTO
841 L X-Q43
842 L Z+Q13 R0 FMAX
843 ;
844 FN 12: IF +Q45 LT +Q44 GOTO LBL 38
845 FN 9: IF +Q29 EQU +0 GOTO LBL 42
846 FN 9: IF +Q29 EQU +Q10 GOTO LBL 42
847 FN 9: IF +Q45 EQU +Q44 GOTO LBL 40
848 ;
```

```
849 LBL 41
850 FN 0: Q29 =+Q10
851 FN 0: Q45 =+Q42
852 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 37
853 ;
854 LBL 42
855 LBL 0
856 ;
857 ;
858 ; *****
859 * - LBL PRAVA/LEVA PLOCHA FINISH
860 ; *****
861 LBL 43
862 FN 0: Q29 =+0 ;HLOUBKA
863 FN 0: Q30 =+Q11 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
864 FN 0: Q61 =+1 ;POMOCNA HODNOTA NA PRESKOK
865 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 36
866 ;
867 ;
868 ; *****
869 * - LBL DRAZKA HRUBOVANI
870 ; *****
871 LBL 45
872 FN 0: Q29 =+Q9 ;HLOUBKA
873 ;
874 LBL 46
875 FN 3: Q31 =+Q108 * +2 ;D FR
876 FN 3: Q46 =+Q21 * +2 ;CELK PRID DRAZKY
877 FN 2: Q47 =+Q20 - +Q46 ;SIRKA DRAZKY S OHLEDEM NA PRID
878 FN 4: Q48 =+Q47 DIV +2 ;1/2 DRAZKY S PRIDA
879 FN 1: Q49 =+Q19 + +Q20 ;VZDAL OD NB + SIRKA DRAZKY
880 FN 1: Q51 =+Q50 + +Q31 ;NAJEZD V Y-e
881 FN 2: Q52 =+Q49 - +Q31 ;NAJEZD V X-e
882 FN 2: Q53 =+Q49 - +Q21 ;SOURAD V X-e
883 FN 1: Q54 =+Q31 + +3
884 FN 1: Q55 =+Q50 + +Q54 ;SOURAD V Y-e
885 FN 1: Q56 =+Q19 + +Q21 ;2.SOURAD V X-e
886 FN 2: Q57 =+Q12 - +Q10 ;HLOUBKA
887 ;
888 FN 12: IF +Q31 LT +Q48 GOTO LBL 47
889 FN 11: IF +Q31 GT +Q47 GOTO LBL 48
890 ;
891 L X+Q52 Y-Q51 R0 FMAX
892 L Z+Q11 FMAX
893 ;
894 LBL 51
895 L Z-Q29 R0 F AUTO
896 L X+Q53 RL
897 L Y+Q55
898 L X+Q56
899 L Y-Q55
900 ;
901 FN 12: IF +Q29 LT +Q57 GOTO LBL 49
902 FN 9: IF +Q29 EQU +Q57 GOTO LBL 52
903 ;
904 LBL 49
905 FN 1: Q29 =+Q29 + +Q9 ;PREPOCET HLOUBKY
906 FN 12: IF +Q29 LT +Q57 GOTO LBL 51
907 FN 11: IF +Q29 GT +Q57 GOTO LBL 50
908 ;
```

```
909 LBL 50
910 FN 0: Q29 =+Q57
911 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 51
912 ;
913 LBL 47
914 M0
915 ; PRUMER FREZY JE MALY
916 ; FREZA BY MELA MIT PRUMER VETSI NEZ 1/2 DRAZKY
917 M30
918 ;
919 LBL 48
920 M0
921 ; PRUMER FREZY JE VELKY
922 ; PRUMER FREZY MUSI BYT MENSI NEZ DRAZKA
923 M30
924 ;
925 LBL 52
926 L Z+Q13 R0 FMAX
927 LBL 0
928 ;
929 ;
930 ; *****
931 * - LBL DRAZKA FINISH
932 ; *****
933 LBL 53
934 FN 0: Q29 =+Q12
935 FN 0: Q21 =+0 ;PRIDAVEK NA BOK
936 FN 0: Q10 =+0 ;PRIDAVEK NA DNO
937 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 46
938 ;
939 ;
940 LBL 100
941 M129
942 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
943 CYCL DEF 7.1 X+0
944 CYCL DEF 7.2 Y+0
945 CYCL DEF 7.3 Z+0
946 PLANE RESET STAY
947 LBL 0
948 ;
949 END PGM DMU65-0359A MM
```

PŘÍLOHA č. 2

Druhá poloha obrábění NC program

```
0 BEGIN PGM DMU65-0359B MM
1 ;
2 ; Cislo vykresu: 162-001-7665/4
3 ; Nazev vykresu: DRZAK PRO TRUBKU D48 x 250
4 ;
5 ; Poloha: 2.
6 ; Material: 12 050
7 ; Polotovar: 80 x 110 x 260
8 ;
9 ; Programoval: Petrek
10 ; Odladil: Novak
11 ; Dne: 1.1.2015
12 ;
13 ; Nulovani dilu:
14 ; X0 = LEVA STRANA
15 ; Y0 = V OSE KUSU
16 ; Z0 = VYNULOVAT NA PODLOZKY A POSUNOUT O VYSKU DILU
17 ;
18 ;*****
19 ; AKTUALNI ROZMERY DILU:
20 ;*****
21 FN 0: Q1 =+68 ;SIRKA DILU
22 FN 0: Q2 =+250 ;DELKA DILU
23 FN 0: Q3 =+95.79 ;VYSKA DILU
24 FN 0: Q18 =+106 ;VYSKA NA STRED RADIUSU
25 FN 0: Q19 =+58 ;DELKA KRATSIHO RADIUSU
26 FN 0: Q20 =+10 ;OSAZENI 10gb
27 ;
28 ;*****
29 ; POLOTOVAR :
30 ;*****
31 FN 0: Q4 =+80 ;SIRKA POLOTOVARU
32 FN 0: Q5 =+260 ;DELKA POLOTOVARU
33 FN 0: Q8 =+14 ;PRIDAVEK NA HORNÍ PLOSE BLK FORM V Z-e MAX
34 ;
35 CALL LBL 1
36 ;
37 ;*****
38 ; HORNÍ PLOCHA :
39 ;*****
40 LBL 2
41 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
42 FN 0: Q10 =+0.5 ;PRID PRO FINISH
43 FN 0: Q11 =+3 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
44 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
45 LBL 0
46 ;
47 ;*****
48 ; DELSI STRANA RADIUSU HRUBOVANI :
49 ;*****
50 LBL 3
51 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
52 FN 0: Q11 =+3 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
53 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
54 FN 0: Q14 =+35.3 ;RADIUS
55 FN 0: Q17 =+0.5 ;PRID NA DELKU RADIUSU
56 LBL 0
57 ;
58 ;*****
59 ; KRATSI STRANA RADIUSU A OSAZENI HRUBOVANI :
60 ;*****
```

```
61 LBL 4
62 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
63 FN 0: Q11 =+3 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
64 FN 0: Q14 =+33.8 ;RADIUS OSAZENI
65 FN 0: Q17 =+0 ;PRID NA DELKU RADIUSU
66 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
67 LBL 0
68 ;
69 ;*****
70 ; DOHRUBOVANI RADIUSU : 1=HRUBOVAT / 0=NEHRUBOVAT
71 ;*****
72 FN 0: Q6 =+1 ;DOHRUBOVANI DELSI STRANY RADIUSU
73 FN 0: Q7 =+1 ;DOHRUBOVANI KRATSI STRANY RADIUSU
74 ;
75 ;*****
76 ; DOHRUBOVANI DELSIHO STRANY RADIUSU :
77 ;*****
78 LBL 5
79 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
80 FN 0: Q11 =+3 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
81 FN 0: Q14 =+35.3 ;RADIUS
82 FN 0: Q17 =+0.5 ;PRID NA DELKU RADIUSU
83 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
84 LBL 0
85 ;
86 ;*****
87 ; DOHRUBOVANI KRATSIHO STRANY RADIUSU A OSAZENI :
88 ;*****
89 LBL 6
90 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
91 FN 0: Q11 =+3 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
92 FN 0: Q14 =+33.8 ;RADIUS OSAZENI
93 FN 0: Q17 =+0 ;PRID NA DELKU RADIUSU
94 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
95 LBL 0
96 ;
97 ;*****
98 ; DELSI STRANA RADIUSU FINISH :
99 ;*****
100 LBL 7
101 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
102 FN 0: Q11 =+3 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
103 FN 0: Q14 =+35.5 ;RADIUS
104 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
105 LBL 0
106 ;
107 ;*****
108 ; OSAZENI FINISH :
109 ;*****
110 LBL 8
111 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA FREZOVANI (Ap)
112 FN 0: Q10 =-1 ;PRIDAVEK NA DNO
113 FN 0: Q11 =+3 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
114 FN 0: Q14 =+34 ;RADIUS
115 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
116 LBL 0
117 ;
118 ;*****
119 ; KRATSI STRANA RADIUSU FINISH :
120 ;*****
```

```
121 LBL 9
122 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU(Ap)
123 FN 0: Q10 =+0.5 ;PRIDAVEK NA DNO
124 FN 0: Q11 =+3 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
125 FN 0: Q14 =+35.5 ;RADIUS
126 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
127 LBL 0
128 ;
129 ;*****
130 ; ZAHLOUBENI D20 FINISH :
131 ;*****
132 LBL 10
133 FN 0: Q9 =+2 ;HLOUBKA PRISUVU (Ap)
134 FN 0: Q11 =-22 ;BEZP VZDAL, NAJEZD V Z-e
135 FN 0: Q12 =-63.29 ;HLOUBKA
136 FN 0: Q13 =+50 ;2.BEZP VZDAL, ODJEZD V Z-e
137 FN 0: Q15 =+214.5 ;SOURAD V X-e
138 FN 0: Q16 =+0 ;SOURAD V Y-e
139 LBL 0
140 ;
141 ;
142 ;*****
143 ;          BLK FORM
144 ;*****
145 BLK FORM 0.1 Z X-Q25 Y-Q23 Z-Q3
146 BLK FORM 0.2 X+Q26 Y+Q23 Z+Q8
147 ;
148 ; *****
149 * - HORNÍ PLOCHA HRUBOVANI
150 ; *****
151 TOOL CALL 26 Z S796 F597
152 ; - FREZA S VBD D50
153 M13
154 ;
155 L Z+0 R0 FMAX M91
156 ;
157 CALL LBL 100
158 ;
159 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
160 CYCL DEF 7.1 X+0
161 CYCL DEF 7.2 Y+0
162 CYCL DEF 7.3 Z+0
163 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
164 ;
165 M22
166 ;
167 CALL LBL 2 ;Q-PARAMETRY
168 ;
169 CALL LBL 14 ;HORNÍ PLOCHA HRUBOVANI
170 ;
171 LBL 19
172 ;
173 ;
174 ; *****
175 * - HORNÍ PLOCHA FINISH
176 ; *****
177 TOOL CALL 26 Z S898 F404
178 ; - FREZA S VBD D50
179 ;
180 CALL LBL 20 ;HORNÍ PLOCHA FINISH
181 ;
```



```
182 LBL 22
183 M5 M9
184 ;
185 ;
186 ; *****
187 * - DELSI STRANA RADIUSU HRUBOVANI
188 ; *****
189 TOOL CALL 25 Z S1003 F702
190 ; - FREZA S VBD D40
191 M13
192 ;
193 L Z+0 R0 FMAX M91
194 ;
195 CALL LBL 100
196 ;
197 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
198 CYCL DEF 7.1 X+0
199 CYCL DEF 7.2 Y+0
200 CYCL DEF 7.3 Z+0
201 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
202 ;
203 CALL LBL 3 ;Q-PARAMETRY
204 ;
205 FN 0: Q29 =+0
206 ;
207 CALL LBL 23 ;DELSI STRANA RADIUSU HRUBOVANI
208 ;
209 ;
210 ; *****
211 * - KRATSI STRANA RADIUSU A OSAZENI HRUBOVANI
212 ; *****
213 CALL LBL 4 ;Q-PARAMETRY
214 ;
215 FN 0: Q29 =+0
216 FN 0: Q50 =+0
217 FN 0: Q53 =+Q108
218 ;
219 CALL LBL 38 ;KRATSI STRANA RADIUSU A OSAZENI HRUBOVANI
220 M5 M9
221 ;
222 ;
223 FN 9: IF +Q6 EQU +1 GOTO LBL 50
224 FN 9: IF +Q7 EQU +1 GOTO LBL 50
225 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 51
226 ;
227 LBL 50
228 ;
229 ;
230 ; *****
231 * - DELSI STRANA RADIUSU DOHRUBOVANI
232 ; *****
233 TOOL CALL 31 Z S2992 F1077
234 ; - FREZA D10 TK
235 ;
236 FN 2: Q53 =+Q53 - +0.5
237 ;
238 FN 12: IF +Q108 LT +Q53 GOTO LBL 52
239 FN 9: IF +Q108 EQU +Q53 GOTO LBL 52
240 ;
241 FN 16: F-PRINT TNC:\Programy\DP.A / SCREEN:
242 M0
```

```
243 ;
244 LBL 52
245 ;
246 M13
247 ;
248 L Z+0 R0 FMAX M91
249 ;
250 CALL LBL 100
251 ;
252 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
253 CYCL DEF 7.1 X+0
254 CYCL DEF 7.2 Y+0
255 CYCL DEF 7.3 Z+0
256 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
257 ;
258 FN 9: IF +Q6 EQU +0 GOTO LBL 53
259 ;
260 CALL LBL 5 ;Q-PARAMETRY
261 ;
262 FN 0: Q57 =+1 ;PARAMETR PRO 2.NASTROJ
263 FN 0: Q29 =+Q48
264 ;
265 CALL LBL 23 ;DELSI STRANA RADIUSU DOHRUBOVANI
266 ;
267 LBL 53
268 ;
269 FN 9: IF +Q7 EQU +0 GOTO LBL 54
270 ;
271 ;
272 ; *****
273 * - KRATSI STRANA RADIUSU DOHRUBOVANI
274 ; *****
275 CALL LBL 6 ;Q-PARAMETRY
276 ;
277 FN 0: Q57 =+1 ;PARAMETR PRO 2.NASTROJ
278 FN 0: Q50 =+Q52
279 ;
280 CALL LBL 38 ;KRATSI STRANA RADIUSU A OSAZENI DOHRUBOVANI
281 ;
282 LBL 54
283 M5 M9
284 ;
285 LBL 51
286 ;
287 ;
288 ; *****
289 * - DELSI STRANA RADIUSU FINISH
290 ; *****
291 TOOL CALL 27 Z S700 F210
292 ; - FREZA S VBD D50 DELSI UPNUTI
293 M13
294 ;
295 L Z+0 R0 FMAX M91
296 ;
297 CALL LBL 100
298 ;
299 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
300 CYCL DEF 7.1 X+Q2
301 CYCL DEF 7.2 Y+0
302 CYCL DEF 7.3 Z+0
303 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC-90 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
```

```
304 ;
305 CALL LBL 7 ;Q-PARAMETRY
306 ;
307 CALL LBL 55 ;DELSI STRANA RADIUSU FINISH
308 M5 M9
309 ;
310 ;
311 ; *****
312 * - OSAZENI FINISH
313 ; *****
314 TOOL CALL 26 Z S898 F247
315 ; - FREZA S VBD D50 KRATSI UPNUTI
316 M13
317 ;
318 L Z+0 R0 FMAX M91
319 ;
320 CALL LBL 100
321 ;
322 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
323 CYCL DEF 7.1 X+0
324 CYCL DEF 7.2 Y+0
325 CYCL DEF 7.3 Z+0
326 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC+90 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
327 ;
328 CALL LBL 8 ;Q-PARAMETRY
329 ;
330 CALL LBL 58 ;OSAZENI FINISH
331 ;
332 ;
333 ; *****
334 * - KRATSI STRANA RADIUSU S PRIDAVKEM NA DNO FINISH
335 ; *****
336 ;
337 CALL LBL 9 ;Q-PARAMETRY
338 ;
339 FN 0: Q20 =+0
340 ;
341 CALL LBL 58 ;KRATSI STRANA RADIUSU S PRIDAVKEM NA DNO FINISH
342 ;
343 L Z+0 FMAX M91
344 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
345 ;
346 CALL LBL 100
347 ;
348 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
349 CYCL DEF 7.1 X+0
350 CYCL DEF 7.2 Y+0
351 CYCL DEF 7.3 Z+0
352 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
353 M5 M9
354 ;
355 ;
356 M0
357 ; *****
358 * - MERIT OSAZENI 10gb
359 ; *****
360 ;
361 ;
362 ; *****
363 * - SIRKA OSAZENI FINISH
364 ; *****
```

```
365 TOOL CALL 26 Z S898 F247
366 ; - FREZA S VBD D50 KRATSI UPNUTI
367 M13
368 ;
369 L Z+0 R0 FMAX M91
370 ;
371 CALL LBL 100
372 ;
373 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
374 CYCL DEF 7.1 X+0
375 CYCL DEF 7.2 Y+0
376 CYCL DEF 7.3 Z+0
377 PLANE SPATIAL SPA-90 SPB+0 SPC+90 TURN FMAX SEQ- TABLE ROT
378 ;
379 CALL LBL 59 ;KRATSI STRANA RADIUSU DNO FINISH
380 M5 M9
381 ;
382 ;
383 ; *****
384 * - ZAHLOUBENI D20 FINISH
385 ; *****
386 TOOL CALL 41 Z S302 F42
387 ; - DRAZKOVA FREZA D20
388 M13
389 ;
390 L Z+0 R0 FMAX M91
391 ;
392 CALL LBL 100
393 ;
394 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
395 CYCL DEF 7.1 X+0
396 CYCL DEF 7.2 Y+0
397 CYCL DEF 7.3 Z+0
398 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
399 ;
400 CALL LBL 10 ;Q-PARAMETRY
401 ;
402 L X+Q15 Y+Q16 R0 FMAX
403 CALL PGM 11 ;VRTACI CYKLUS S VYPLACHEM
404 ;
405 L Z+0 FMAX M91
406 L X+0 Y-324 R0 FMAX M91
407 ;
408 CALL LBL 100
409 ;
410 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
411 CYCL DEF 7.1 X+0
412 CYCL DEF 7.2 Y+0
413 CYCL DEF 7.3 Z+0
414 PLANE SPATIAL SPA+0 SPB+0 SPC+0 TURN FMAX SEQ+ TABLE ROT
415 M5 M9
416 ;
417 ; *****
418 M2 ; KONEC PROGRAMU
419 ; *****
420 ;
421 ; *****
422 * - LBL VYPOCTY
423 ; *****
424 LBL 1
425 FN 2: Q21 =+Q18 - +Q3 ;ROZDIL VYSEK
```

```
426 FN 1: Q22 =+Q19 + +Q20 ;DELKA KRATSIHO R + OSAZENI
427 FN 4: Q23 =+Q4 DIV +2 ;1/2 SIRKY POLO
428 FN 2: Q24 =+Q5 - +Q2 ;CELKOVY PRID NA DELKU
429 FN 4: Q25 =+Q24 DIV +2 ;1/2 PRID NA DELKU
430 FN 1: Q26 =+Q2 + +Q25 ;DELKA DILU S PRID
431 LBL 0
432 ;
433 ;
434 ; *****
435 * - LBL HORNÍ PLOCHA HRUBOVANI
436 ; *****
437 LBL 14
438 FN 2: Q29 =+Q8 - +Q9 ;1.HLOUBKA
439 FN 1: Q30 =+Q8 + +Q11 ;BEZPERCNA VZDALENOST NAJEZD S OHLEDEM NA
PRIDAVEK
440 ;
441 LBL 15
442 FN 3: Q31 =+Q108 * +2 ;PRUMER NASTROJE
443 FN 3: Q32 =+Q31 * +0.7 ;70 PROCENT FREZY
444 FN 3: Q33 =+Q31 * +0.3 ;30 PROCENT FREZY
445 FN 1: Q31 =+Q31 + +Q25 ;PRUMER NASTROJE + 1/2 PRIDAVEKU POLOTOVARU
446 FN 1: Q34 =+Q2 + +Q31 ;KONCOVA SOURADNICE V OSE X
447 FN 1: Q35 =+Q23 + +Q33 ;1/2 SIRKY POLOTOVARU + 30 PROCENT FREZY
448 FN 1: Q36 =+Q35 + +Q23 ;CELKOVA VZDALENOST POTREBNA NA OFREZOVANI
449 FN 0: Q37 =+Q33
450 FN 1: Q38 =+Q23 + +Q108 ;1/2 SIRKY POLOTOVARU + 1/2 FREZY
451 FN 0: Q39 =+Q38
452 ;
453 FN 9: IF +Q58 EQU +1 GOTO LBL 17
454 FN 12: IF +Q29 LT +Q10 GOTO LBL 18
455 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 17
456 ;
457 LBL 16
458 FN 2: Q29 =+Q29 - +Q9 ;PREPOCET KROKU DO HLOUBKY
459 FN 12: IF +Q29 LT +Q10 GOTO LBL 18
460 FN 0: Q39 =+Q38
461 FN 0: Q37 =+Q33
462 ;
463 LBL 17
464 FN 2: Q39 =+Q39 - +Q32 ;PREPOCET KROKU DO BOKU
465 FN 1: Q37 =+Q37 + +Q32
466 L X-Q31 Y+Q39 R0 FMAX
467 L Z+Q30 FMAX
468 L Z+Q29 F AUTO
469 L X+Q34
470 L Z+Q13 R0 FMAX
471 ;
472 FN 11: IF +Q36 GT +Q37 GOTO LBL 17
473 FN 9: IF +Q29 EQU +0 GOTO LBL 22
474 FN 9: IF +Q29 EQU +Q10 GOTO LBL 19
475 FN 11: IF +Q29 GT +Q10 GOTO LBL 16
476 ;
477 LBL 18
478 FN 0: Q29 =+Q10
479 FN 0: Q39 =+Q38
480 FN 0: Q37 =+Q33
481 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 17
482 ;
483 ;
```

```
484 ; *****
485 *   - LBL HORNI PLOCHA FINISH
486 ; *****
487 LBL 20
488 FN 0: Q29 =+0 ;HLOUBKA
489 FN 0: Q30 =+Q11 ;BEZPECNOSTNI VZDALENOST NAJEZD V OSE Z
490 FN 0: Q58 =+1 ;POMOCNA HODNOTA NA PRESKO
491 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 15
492 ;
493 ;
494 ; *****
495 *   - LBL DELSI STRANA RADIUSU HRUBOVANI
496 ; *****
497 LBL 23
498 FN 0: Q28 =+Q9 ;HLOUBKA PRISUVU
499 FN 1: Q29 =+Q29 + +Q28 ;1.HLOUBKA
500 FN 3: Q31 =+Q108 * +2 ;D FR
501 FN 1: Q27 =+Q31 + +Q2 ;NAJEZD, VYJEZD V X-e
502 FN 1: Q34 =+Q22 + +Q17 ;KONCOVA SOURAD V X-e
503 FN 1: Q40 =+Q34 + +Q108 ;DELKA RADIUSU S PRID PRO R0
504 ;
505 CALL LBL 24
506 FN 10: IF +Q57 NE +1 GOTO LBL 26
507 ;
508 FN 0: Q9 =+Q29
509 ;
510 LBL 26
511 L  X+Q27  Y+0 R0 FMAX
512 L  Z+Q11 R0 FMAX
513 ;
514 LBL 27 ;VYPOCET SOURADNIC V Y-e
515 FN 3: Q41 =+Q14 * +Q14 ;RADIUS NA DRUHOU
516 FN 1: Q9 =+Q9 + +Q21
517 FN 3: Q43 =+Q9 * +Q9 ;PRISUV NA DRUHOU
518 FN 2: Q9 =+Q9 - +Q21
519 FN 2: Q39 =+Q41 - +Q43
520 FN 5: Q39 = SQRT +Q39 ;SOURAD V Y-e
521 FN 12: IF +Q39 LT +Q108 GOTO LBL 28
522 FN 0: Q29 =+Q9 ;HLOUBKA
523 FN 2: Q44 =+Q39 - +Q31 ;VYPOCET PREKRYTI DRAHY
524 ;
525 LBL 29 ;HLAVNI FREZOVANI
526 L  Z-Q29 R0 F AUTO
527 L  Y+Q39 RL
528 L  X+Q34
529 L  Y-Q39
530 L  X+Q27
531 L  Y+0 R0
532 FN 12: IF +Q108 LT +Q44 GOTO LBL 30
533 FN 11: IF +Q44 GT +0 GOTO LBL 31
534 ;
535 LBL 32
536 FN 1: Q9 =+Q9 + +Q28 ;PREPOCITANI HLOUBKY
537 FN 1: Q45 =+Q9 + +Q21 ;HLOUBKA OD STREDU R
538 FN 12: IF +Q14 LT +Q45 GOTO LBL 28
539 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 27
540 ;
541 LBL 28 ;FREZOVANI STREDEM
542 FN 0: Q46 =+Q29
543 FN 3: Q41 =+Q14 * +Q14 ;RADIUS NA DRUHOU
544 FN 3: Q42 =+Q108 * +Q108 ;POLOMER FR NA DRUHOU
```

```
545 FN 2: Q39 =+Q41 - +Q42
546 FN 5: Q29 = SQRT +Q39
547 FN 1: Q29 =+Q29 + -Q21
548 FN 9: IF +Q46 EQU +Q29 GOTO LBL 33
549 L Y+0 R0
550 L Z-Q29
551 L X+Q40
552 ;
553 LBL 33
554 L Z+Q13 R0 FMAX
555 FN 0: Q48 =+Q29
556 LBL 0
557 ;
558 LBL 37 ;KONTROLA ZDA JE OSTRUVEK OFREZOVANY
559 FN 2: Q47 =+Q47 - +Q31
560 FN 12: IF +Q47 LT +Q108 GOTO LBL 31
561 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 36
562 ;
563 LBL 30
564 FN 2: Q47 =+Q39 - +Q31 ;HODNOTA PREKRYTI DRAHY
565 ;
566 LBL 36 ;HRUB ZBYTKOVEHO OSTRUVKU
567 L Z-Q29 R0 FMAX
568 L Y-Q47 RR F AUTO ;SOUSLEDNE
569 L X+Q34
570 L Y+Q47
571 L X+Q27
572 L Y+0 R0
573 FN 11: IF +Q47 GT +Q31 GOTO LBL 37
574 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 32
575 ;
576 LBL 31 ;HRUB ZBYLEHO STREDU
577 FN 12: IF +Q47 LT +0 GOTO LBL 32
578 L Y+0 R0
579 L Z-Q29
580 L X+Q40
581 L Z+Q13 R0 FMAX
582 L X+Q27 R0 FMAX
583 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 32
584 ;
585 LBL 24 ;VYPOCET HLOUBKY
586 FN 3: Q41 =+Q14 * +Q14 ;RADIUS NA DRUHOU
587 FN 3: Q42 =+Q108 * +Q108 ;POLOMER FR NA DRUHOU
588 FN 2: Q41 =+Q41 - +Q42
589 FN 12: IF +Q41 LT +1 GOTO LBL 34
590 FN 5: Q41 = SQRT +Q41
591 FN 2: Q41 =+Q41 - +Q21
592 FN 12: IF +Q29 LT +Q41 GOTO LBL 25
593 FN 0: Q29 =+Q41
594 ;
595 LBL 25
596 LBL 0
597 ;
598 LBL 34
599 M0
600 ; PRUMER FREZY JE PRILIS VELKY
601 ; PRUMER FREZY MUSI BYT MENSI NEZ FREZOVANY RADIUS
602 M30
603 ;
604 ;
```

```
605 ; *****
606 *   - LBL KRATSI STRANA RADIUSU A OSAZENI HRUBOVANI
607 ; *****
608 LBL 38
609 FN 0: Q28 =+Q9 ;HLOUBKA PRISUVU
610 FN 3: Q31 =+Q108 * +2 ;D FR
611 FN 1: Q49 =+Q22 + +Q108 ;RADIUS+OSAZENI+POLOMER FR
612 FN 1: Q49 =+Q49 + +2
613 FN 2: Q34 =+Q49 - +Q17 ;SOURAD V X-e
614 FN 2: Q40 =+Q34 - +Q108 ;DELKA RADIUSU S PRID PRO R0
615 FN 1: Q50 =+Q50 + +Q28 ;1.HLOUBKA
616 ;
617 CALL LBL 39
618 FN 10: IF +Q57 NE +1 GOTO LBL 41
619 ;
620 FN 0: Q9 =+Q50
621 ;
622 LBL 41
623 L X-Q31 Y+0 R0 FMAX
624 L Z+Q11 R0 FMAX
625 ;
626 LBL 42 ;VYPOCET SOURADNIC V Y-e
627 FN 3: Q41 =+Q14 * +Q14 ;RADIUS NA DRUHOU
628 FN 1: Q9 =+Q9 + +Q21
629 FN 3: Q43 =+Q9 * +Q9 ;PRISUV NA DRUHOU
630 FN 2: Q9 =+Q9 - +Q21
631 FN 2: Q39 =+Q41 - +Q43
632 FN 5: Q39 = SQRT +Q39 ;SOURAD V Y-e
633 FN 12: IF +Q39 LT +Q108 GOTO LBL 43
634 FN 0: Q50 =+Q9 ;HLOUBKA
635 FN 2: Q44 =+Q39 - +Q31 ;VYPOCET PREKRYTI DRAHY
636 ;
637 LBL 44 ;HLAVNI FREZOVANI
638 L Z-Q50 R0 FMAX
639 L Y-Q39 RL F AUTO
640 L X+Q34
641 L Y+Q39
642 L X-Q31
643 L Y+0 R0
644 FN 12: IF +Q108 LT +Q44 GOTO LBL 45
645 FN 11: IF +Q44 GT +0 GOTO LBL 46
646 ;
647 LBL 47
648 FN 1: Q9 =+Q9 + +Q28 ;PREPOCITANI HLOUBKY
649 FN 1: Q51 =+Q9 + +Q21 ;HLOUBKA OD STREDU R
650 FN 12: IF +Q14 LT +Q51 GOTO LBL 43
651 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 42
652 ;
653 LBL 43 ;FREZOVANI STREDEM
654 FN 3: Q41 =+Q14 * +Q14 ;RADIUS NA DRUHOU
655 FN 3: Q42 =+Q108 * +Q108 ;POLOMER FR NA DRUHOU
656 FN 2: Q39 =+Q41 - +Q42
657 FN 5: Q50 = SQRT +Q39
658 FN 1: Q50 =+Q50 + -Q21
659 L Y+0 R0
660 L Z-Q50
661 L X+Q40
662 L Z+Q13 R0 FMAX
663 FN 0: Q52 =+Q50
664 LBL 0
665 ;
```



```
666 LBL 48
667 FN 2: Q47 =+Q47 - +Q31
668 FN 12: IF +Q47 LT +Q108 GOTO LBL 46
669 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 49
670 ;
671 LBL 45
672 FN 2: Q47 =+Q39 - +Q31 ;HODNOTA PREKRYTI DRAHY
673 ;
674 LBL 49 ;HRUB ZBYTKOVEHO OSTRUVKU
675 L Z-Q50 R0 FMAX
676 L Y+Q47 RR F AUTO ;SOUSLEDNE
677 L X+Q34
678 L Y-Q47
679 L X-Q31
680 L Y+0 R0
681 FN 11: IF +Q47 GT +Q31 GOTO LBL 48
682 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 47
683 ;
684 LBL 46 ;HRUB ZBYLEHO STREDU
685 FN 12: IF +Q47 LT +0 GOTO LBL 47
686 L Y+0 R0
687 L Z-Q50
688 L X+Q40
689 L Z+Q13 R0 FMAX
690 L X-Q31 R0 FMAX
691 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 47
692 ;
693 LBL 39 ;VYPOCET HLOUBKY
694 FN 3: Q41 =+Q14 * +Q14 ;RADIUS NA DRUHOU
695 FN 3: Q42 =+Q108 * +Q108 ;POLOMER FR NA DRUHOU
696 FN 2: Q41 =+Q41 - +Q42
697 FN 12: IF +Q41 LT +1 GOTO LBL 34
698 FN 5: Q41 = SQRT +Q41
699 FN 2: Q41 =+Q41 - +Q21
700 FN 12: IF +Q50 LT +Q41 GOTO LBL 40
701 FN 0: Q50 =+Q41
702 ;
703 LBL 40
704 LBL 0
705 ;
706 ;
707 ; *****
708 * - LBL DELSI STRANA RADIUSU FINISH
709 ; *****
710 LBL 55
711 FN 0: Q29 =+Q9
712 FN 3: Q31 =+Q108 * +2 ;D FR
713 FN 2: Q60 =+Q2 - +Q22 ;DELKA DELSIHO RADIUSU
714 FN 2: Q61 =+Q31 - +Q21 ;VZDAL NB OD STREDU KRUZNICE
715 ;
716 FN 11: IF +Q108 GT +Q14 GOTO LBL 64
717 FN 9: IF +Q108 EQU +Q14 GOTO LBL 64
718 FN 11: IF +Q61 GT +0 GOTO LBL 56
719 ;
720 FN 4: Q62 =-Q61 DIV +2
721 FN 1: Q63 =+Q108 + +Q62 ;STRED V Y-e
722 FN 1: Q64 =+Q63 + +1 ;POD STREDEM V Y-e
723 FN 3: Q31 =+Q64 * +2
724 ;
725 LBL 56
726 L X+0 Y-Q31 FMAX
```

```
727 L Z+Q11 FMAX
728 ;
729 LBL 57
730 L Z-Q29 FMAX
731 L X+Q14 RL F AUTO
732 L Y-Q21
733 CC X+0 Y-Q21
734 C X-Q14 Y-Q21 DR+
735 L Y-Q31
736 L X+0 R0
737 FN 1: Q29 =+Q29 + +Q9 ;PREPOCET HLOUBKY
738 FN 12: IF +Q29 LT +Q60 GOTO LBL 57
739 ;
740 ; POSLEDNI HLOUBKA
741 L Z-Q60 FMAX
742 L X+Q14 RL F AUTO
743 L Y-Q21
744 CC X+0 Y-Q21
745 C X-Q14 Y-Q21 DR+
746 L Y-Q31
747 L X+0 R0
748 L Z+Q13 FMAX
749 LBL 0
750 ;
751 LBL 64
752 M0
753 ; PRUMER FREZY JE PRILIS VELKY
754 ; PRUMER FREZY MUSI BYT MENSI NEZ FREZOVANY RADIUS
755 M30
756 ;
757 ;
758 ; *****
759 * - LBL OSAZENI/KRATSI STRANA RADIUSU FINISH
760 ; *****
761 LBL 58
762 FN 0: Q29 =+Q9
763 FN 3: Q31 =+Q108 * +2 ;D FR
764 FN 2: Q65 =+Q19 - +Q10 ;HLOUBKA S PRIDAVKEM
765 FN 2: Q65 =+Q65 - -Q20
766 FN 2: Q66 =+Q31 - +Q21 ;VZDAL NB OD STREDU KRUZNICE
767 ;
768 FN 11: IF +Q108 GT +Q14 GOTO LBL 65
769 FN 9: IF +Q108 EQU +Q14 GOTO LBL 65
770 FN 11: IF +Q66 GT +0 GOTO LBL 66
771 ;
772 FN 4: Q67 =-Q66 DIV +2
773 FN 1: Q68 =+Q108 + +Q67 ;STRED V Y-e
774 FN 1: Q69 =+Q68 + +1 ;POD STRED V Y-e
775 FN 3: Q31 =+Q69 * +2
776 ;
777 LBL 66
778 L X+0 Y-Q31 FMAX
779 L Z+Q11 FMAX
780 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 60
781 ;
782 LBL 61
783 FN 1: Q29 =+Q29 + +Q9 ;PREPOCET HLOUBKY
784 FN 11: IF +Q29 GT +Q65 GOTO LBL 63
785 ;
786 LBL 60
787 L Z-Q29 FMAX
```

```
788 L X+Q14 RL F5000
789 L Y-Q21 F AUTO
790 CC X+0 Y-Q21
791 C X-Q14 Y-Q21 DR+
792 L Y-Q31
793 L X+0 R0 FMAX
794 FN 9: IF +Q29 EQU +Q65 GOTO LBL 62
795 FN 12: IF +Q29 LT +Q65 GOTO LBL 61
796 ;
797 LBL 62
798 LBL 0
799 ;
800 LBL 63
801 FN 0: Q29 =+Q65
802 FN 9: IF +0 EQU +0 GOTO LBL 60
803 ;
804 LBL 59
805 L X+0 Y-Q31 FMAX
806 L Z-Q19 FMAX
807 L X+Q14 RL F5000
808 L Y-Q21
809 CC X+0 Y-Q21
810 C X-Q14 Y-Q21 DR+
811 L Y-Q31
812 L X+0 R0 FMAX
813 L Z+Q13 FMAX
814 LBL 0
815 ;
816 LBL 65
817 M0
818 ; PRUMER FREZY JE PRILIS VELKY
819 ; PRUMER FREZY MUSI BYT MENSI NEZ FREZOVANY RADIUS
820 M30
821 ;
822 LBL 100
823 M129
824 CYCL DEF 7.0 NULOVY BOD
825 CYCL DEF 7.1 X+0
826 CYCL DEF 7.2 Y+0
827 CYCL DEF 7.3 Z+0
828 PLANE RESET STAY
829 LBL 0
830 END PGM DMU65-0359B MM
```